HAL
open science

Élaboration d'un protocole de remédiation de l'orthographe lexicale chez des adultes dyslexiques universitaires

Albane Drouillard

To cite this version:

Albane Drouillard. Élaboration d'un protocole de remédiation de l'orthographe lexicale chez des adultes dyslexiques universitaires. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-01895790

HAL Id: dumas-01895790

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01895790

Submitted on 15 Oct 2018

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

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

Université Nice Sophia Antipolis

Faculté de Médecine

DON UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR Département dOrthophonie de Nice

MÉMOIRE DE RECHERCHE présenté pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

ET DU GRADE DE MASTER 2 D'ORTHOPHONIE

Présenté et soutenu le 22 juin 2018 par

DROUILLARD Albane

Née le 30 mai 1992 à Chambray-les-Tours

ELABORATION D'UN PROTOCOLE DE REMEDIATION DE L'ORTHOGRAPHE LEXICALE CHEZ DES ADULTES DYSLEXIQUES UNIVERSITAIRES

Directeur de Mémoire : **LELOUP Gilles,**

Dr en Sciences du langage, orthophoniste

Co-directeur de Mémoire : **ESKINAZI Karine,**

Orthophoniste

Nice

2018

© Université Nice Sophia Antipolis – Faculté de Médecine - Département d'Orthophonie

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, pour son aide précieuse, ses conseils toujours avisés et sa présence indéfectible. Je le remercie également de m'avoir permis de trouver ce sujet, de l'avoir étayé et approfondi avec moi, de son intérêt et son soutien tout au long de ce travail.

Je remercie également ma co-directrice de mémoire, pour son intérêt porté à ce travail et l'apport de son expertise dans les domaines qui sont les siens.

Mes très sincères remerciements vont à tous les sujets que j'ai évalués durant cette étude, et spécialement les adultes dyslexiques pour leur disponibilité, leur dévouement, leur patience et leur gentillesse. Leur intérêt et leur implication m'ont touchée, et je souhaite vivement que cet entraînement portera pour eux ses fruits.

Je remercie du fond du cœur ma famille, mais également ma future belle-famille, pour leur intérêt sans cesse renouvelé et leur soutien durant ma rédaction.

Je remercie tout particulièrement ma fille, Agathe, pour sa présence, sa patience et son aide afin de me permettre de travailler tel qu'il le fallait.

Je remercie également mon fiancé qui, bien qu'ayant du mal à comprendre le temps et l'investissement nécessaires pour mener à bien ce travail, m'a soutenue et laissée libre de travailler pour réaliser ce mémoire.

Pour finir, je remercie mes amies, et surtout Marine, qui m'a toujours accompagnée, écoutée et réconfortée dans tous les moments de cette rédaction.

SOMMAIRE

Remerciements 1
SOMMAIRE 3
Introduction 1
Partie théorique 3
I. Troubles spécifiques d'apprentissage du langage écrit 4
1. La dyslexie 4
1.1. Définition 4
1.2. Modèles d'identification des mots écrits 5
1.3. Causes explicatives de la dyslexie 8
2. La dysorthographie 13
2.1. Définition 13
2.2. Modèles de production des mots écrits 14
2.3. Causes de la dysorthographie 17
II. L'apprentissage implicite de l'orthographe 21
1. L'apprentissage implicite 21
1.1. Définition 21
1.2. Comparaison avec l'apprentissage explicite 23
2. Application à l'orthographe lexicale 24
2.1. Orthographe inventée 25
2.2. Sensibilité aux régularités graphotactiques 25
2.3. Influence dans la production orthographique 27
Partie pratique 30
I. Problématique et objectifs 31
II. Matériel et méthodes 31
1. Sujets 31
1.1. Population contrôle 31
1.2. Population d'étude 32
2. Matériel 32
2.1. Déroulement de l'entraînement 32
2.2. Sélection des items 33
3. Méthode 34
3.1. Protocole expérimental 34
3.2. Evaluation des processus cognitifs et de l'orthographe 35

III. Stratégies d'analyses des données 37
1. Effet de généralisation de la sensibilité aux régularités graphotactiques 40
1.1. Graphie « EAU » 40
1.2. Graphie « GN » 42
1.3. Graphie « -ILL-» 43
IV. Discussion 43
Conclusion 50
Bibliographie 51
ANNEXES 57
Annexe I : 58
1. Résultats orthographiques en pré et post-entraînements 58
Annexe II : 59
1. Résultats détaillés des sujets 59
1.1. Dyslexiques 59
1.2. Contrôles 66
Table des Illustrations 68

INTRODUCTION

La dyslexie est un trouble spécifique du langage écrit ayant fait l'objet d'abondantes recherches, elle est probablement la pathologie développementale la mieux explorée. Cependant, son pendant en production écrite, la dysorthographie, reste très peu étudiée, et encore méconnue, malgré sa fréquence équivalente, sa persistance à l'âge adulte et le handicap qu'elle représente chez les sujets qui en sont atteints. Launay (2005) énonçe que les adolescents et adultes dyslexiques compensent généralement très bien l'aspect phonologique de leur trouble mais souligne que « leur plainte récurrente porte sur la pauvreté de leur lexique orthographique ». Cette pauvreté s'accompagne d'erreurs orthographiques majeures, fréquentes et persistantes qui demeure ainsi la plainte principale des sujets dyslexiques adultes (Shaywitz & Shaywitz, 2005).

Les modèles qui décrivent les processus de traitement de la lecture et de l'orthographe sont quasiment identiques. Pourtant ces processus sont différents : la lecture est un processus de reconnaissance alors que l'orthographe est un processus de rappel. De fait, il y a une complexité supérieure de l'orthographe par rapport à la lecture d'une part, et d'autre part, un coût supérieur de la production orthographique. Ce coût mnésique majeur de l'orthographe serait à l'origine de la persistance et la sévérité de la dysorthographie surtout lorsque les langues écrites sont peu transparentes comme le français ou l'anglais.

La dysorthographie est le plus souvent décrite comme résultant d'un trouble initial de reconnaissance des mots écrits, au point que le terme dyslexie recouvre implicitement celui de dysorthographie. De même les processus causaux de la dyslexie sont utilisés pour expliquer la dysorthographie. Toutefois, Stanké (2016) a récemment postulé qu'il fallait associer les deux termes dyslexie/dysorthographie quand ce double déficit relevait d'un déficit mnésique, et plus précisément d'un déficit de la mémoire lexicale orthographique (MLO). Elle a ainsi mis en évidence un déficit spécifique de la MLO dans la dyslexie et la dysorthographie, indépendamment des facteurs déjà connus, les processus phonologique et visuo-attentionnel.

Cette nouvelle approche de l'impact de la MLO permet de relier les recherches menées sur la sensibilité aux régularités graphotactiques, issue de l'apprentissage implicite et de formuler une approche remédiative de l'orthographe qui s'appuierait sur des processus de mémorisation implicite. Le système de catégorisation des régularités du langage écrit faciliterait leur stockage en mémoire et donc faciliterait le rappel en production écrite.

L'objectif de ce mémoire est de tester cette hypothèse, dans une étude pré-exploratoire. Pour cela, nous avons proposé à sept adultes universitaires dyslexiques un entraînement de trois régularités graphotactiques de l'orthographe lexicale, durant trois semaines, au moyen d'une copie quotidienne de dix mots-types.

Nous présenterons dans un premier lieu la dyslexie et la dysorthographie, à travers leurs modèles explicatifs et leurs hypothèses causales, en mettant en valeur leurs processus communs ainsi que leur différence de traitement. Nous introduirons dans le même temps le nouveau facteur explicatif de la dyslexie/dysorthographie, à savoir le déficit de la mémoire lexicale orthographique (Stanké, 2016). Dans un second temps, nous décrirons l'apprentissage implicite, son fonctionnement, sa différence avec l'apprentissage explicite et son déploiement dans l'orthographe lexicale. Nous présenterons également la sensibilité aux régularités graphotactiques et la façon dont elle influence la production orthographique. Puis nous exposerons notre problématique, notre méthode et nos résultats, qui seront discutés en lien avec les éléments évoqués dans la partie théorique et nos hypothèses.

PARTIE THEORIQUE

I. Troubles spécifiques d'apprentissage du langage écrit

1. La dyslexie

1.1. Définition

La dyslexie est un trouble de l'identification des mots écrits, survenant chez environ 5% des enfants malgré une intelligence, des capacités perceptives et un environnement socio-culturel satisfaisants (Ramus, 2005). Son origine est neurodéveloppementale (Peterson & Pennington, 2012).

Ce trouble spécifique d'apprentissage de la lecture présente une dissociation entre les deux habiletés fondamentales en lecture que sont l'identification et la compréhension, puisqu'elle laisse une compréhension relativement préservée, mais atteint spécifiquement l'identification des mots écrits (Gough & Tunmer, 1986).

Le DSM V en donne les critères diagnostiques suivants :

- la persistance des symptômes depuis au moins six mois, en dépit d'une prise en charge
- un niveau bien en dessous de celui escompté pour l'âge du patient, retentissant sur la réussite scolaire et la vie quotidienne
- une variabilité dans l'âge de manifestation des troubles
- l'absence d'autres troubles ou de conditions environnementales adverses.

Sa manifestation principale est une performance en lecture (mesuré par au moins un test standardisé et normalisé) plus faible que celle attendue compte tenu de l'âge, de l'intelligence et du classement scolaire (DSM V), à la fois en précision et en vitesse.

A l'âge adulte, le trouble se manifeste par la persistance d'une lenteur en lecture, d'un "déficit de vitesse de la fluence" (Shaywitz, Morris, & Shaywitz, 2008), résistant à la prise en charge. Le deuxième marqueur robuste de la dyslexie à l'âge adulte est le niveau d'orthographe, durablement altéré (Shaywitz & Shaywitz, 2005; Undheim, 2009; Maughan et al., 2009).

Selon le modèle à double voie de lecture (Castles & Coltheart, 1993), le plus utilisé en pratique clinique, ce trouble regroupe l'atteinte de deux processus d'identification des mots écrits, ayant permis d'établir une classification des dyslexies par altération de l'un ou l'autre

des processus. Ces deux processus, ou procédures d'identification des mots écrits, se définissant comme la capacité à identifier un mot, sont :

- la procédure par assemblage, ou procédure phonologique ou sublexicale
- la procédure par adressage, ou procédure orthographique ou lexicale.

La procédure sublexicale permet d'identifier les mots inconnus, par décodage des graphèmes, unités de lettres correspondant à un son de la langue orale, en phonèmes, son distinctif de la langue orale. L'altération de cette procédure provoque une incapacité à lire des mots inconnus, nouveaux ou inventés, engendrant un profil de dyslexie phonologique.

La procédure lexicale permet d'identifier les mots connus par reconnaissance directe de ceux-ci dans le lexique orthographique interne. Son altération provoque une incapacité à identifier directement les mots écrits, engendrant un profil de dyslexie de surface.

On retrouve ces deux profils de dyslexie dans la littérature scientifique et la clinique, bien qu'ils soient le plus souvent associés, engendrant un profil mixte (Sprenger-Charolles & Serniclaes, 2004) .

Les modèles d'identification des mots décrivent le fonctionnement normal de ces procédures ou voies de lecture, et permettent de comprendre leur dysfonctionnement à l'origine de la dyslexie, pour ses deux profils.

1.2. Modèles d'identification des mots écrits

1.2.1. Dual Rout Cascaded model (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001)

Les modèles cognitivistes font l'hypothèse que la représentation de l'information de chacun des mots est stockée en mémoire dans un lexique mental hautement spécialisé. Ce lexique serait constitué de l'ensemble des connaissances phonologiques (lexique phonologique) et orthographiques (lexique orthographique). Selon ces modèles, la mise en place progressive du lexique orthographique résulterait d'un autoapprentissage par lequel chaque recodage phonologique contribuerait à acquérir en mémoire les connaissances orthographiques spécifiques aux mots rencontrés.

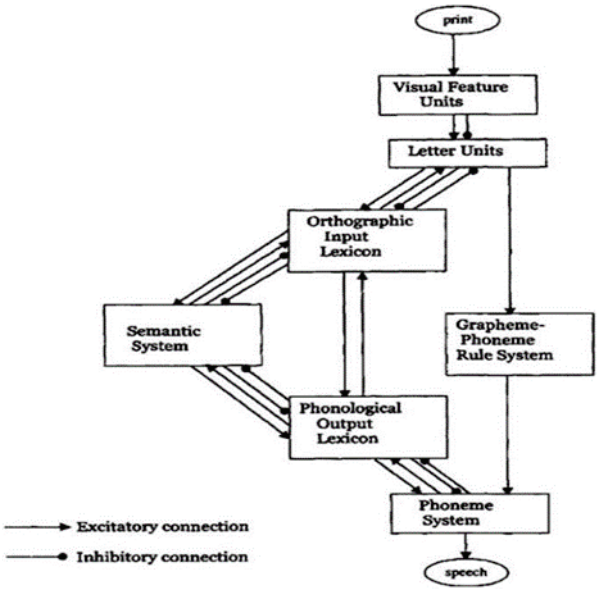


Figure 1. Dual Rout Cascade (DRC)

Ce modèle a montré sa capacité à simuler la lecture de mots monosyllabiques grâce à son système implémenté sur ordinateur apprenant les règles de correspondances graphèmes-phonèmes à partir des mots qui lui sont présentés. Il présente deux voies de lecture, une lexicale et une sous-lexicale, interagissant via une transmission en cascade d'un niveau à un autre, par des connexions bidirectionnelles, activatrices et inhibitrices. La présentation d'une séquence écrite va activer les traits visuels qui activeront à leur tour les unités lettres : à ce niveau, les connexions sont unidirectionnelles. Puis l'activation se propage simultanément aux deux voies, qui opèrent en parallèle.

Dans la voie lexicale, l'identification du mot se fait par traitement visuel et sémantique : les unités lettres activées permettent un accès direct aux unités mots du lexique orthographique. Puis l'activation des unités orthographiques se propage aux unités du lexique phonologique, qui activent en cascade les phonèmes correspondants dans le système phonémique.

Dans la voie sous-lexicale, l'identification du mot se fait par traitement phonologique et visuel : les règles de conversion graphème-phonème associent chaque lettre ou groupe de lettres au phonème qui lui correspond le plus fréquemment dans la langue, selon un traitement sériel, c'est-à-dire opérant de gauche à droite de la séquence. Les activations phonémiques sont transmises en cascade aux unités du système phonémique.

La sortie du système phonémique correspond à la forme phonologique du mot écrit, c'est-à-dire son émission orale, elle dépend en grande partie du temps de traitement des deux voies de lecture.

Ce modèle permet de rendre compte des deux profils de dyslexies : la dyslexie phonologique par atteinte du système de correspondances graphème-phonème dans la voie sublexicale et la dyslexie de surface par atteinte du lexique orthographique dans la voie lexicale, et d'expliquer l'utilisation par compensation de l'autre voie de lecture, non déficitaire, par les sujets dyslexiques (Castles & Coltheart, 1993). Toutefois, il reste un modèle de simulation sérielle dissociée, or il n'existe peu ou pas de profils dissociés en clinique (Sprenger-Charolles & Serniclaes, 2004).

1.2.2. Parallel Distributed Processing (Seidenberg & McClelland, 1989)

En contradiction avec les modèles à double voie, les modèles connexionnistes postulent d'une part que tous les mots sont traités par une seule procédure, grâce à l'activation simultanée d'un ensemble d'unités spécialisées, orthographiques, phonologiques ou sémantiques, jusqu'à l'encodage d'un patron d'activation stable. D'autre part, ils présentent ces unités comme non localisées dans un lexique mental, mais distribuées, c'est-à-dire appartenant à un vaste réseau, un mot étant représenté par le patron d'activation d'un ensemble d'unités et de leurs connexions.

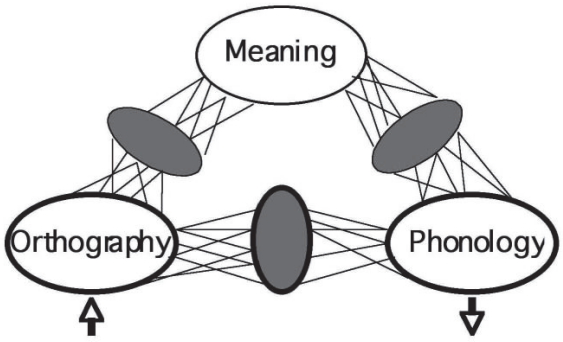


Figure 2. Parallel Distributed Processing (PDP)

Ce modèle s'attache à montrer qu'un modèle extrêmement simple et généraliste, constitué de trois couches d'unités simples entièrement connectées entre elles peut rendre compte des performances des lecteurs experts. Ces trois couches représentationnelles d'unités simples codent les informations orthographiques (en triplets de lettres), phonologiques (en

triplets de phonèmes) et sémantiques (niveau non implémenté) des mots, selon un codage distribué et sont séparées par des couches d'unités cachées qui encodent les relations complexes entre les unités. L'identification d'un mot est effectuée par le calcul d'un patron d'activations des différentes unités, qui modifie automatiquement les connexions entre chaque niveau jusqu'à ce que l'information d'entrée, l'entrée orthographique du mot, soit en adéquation avec l'information de sortie, c'est-à-dire la sortie phonologique. L'identification est de plus en plus rapide grâce à l'apprentissage progressif du modèle, appelé processus de rétropropagation de l'erreur qui s'effectue au fur et à mesure des expositions aux mots en modifiant le poids des connexions entre les unités. Ainsi, la co-activation répétée des unités orthographiques, sémantiques et phonologiques permet le renforcement de leurs liaisons et donc une reconnaissance de plus en plus rapide des mots de haute fréquence. Néanmoins, ses performances en lecture de pseudomots sont inférieures à celles des lecteurs experts.

Dans la mesure où ce modèle ne présente qu'une seule procédure, regroupant les unités phonologiques, orthographiques et sémantiques, il rend facilement compte des profils mixtes de dyslexie, majoritaires en clinique, mais ne parvient à simuler que des dyslexies dissociées légères (Valdois, Ans & Carbonnel, 2009), les unités spécialisées ne pouvant être atteintes spécifiquement.

Les deux modèles s'opposent donc, celui de Coltheart rendant compte des dyslexies dissociées alors que celui de Seidenberg et McClelland ne peut représenter que les dyslexies mixtes. Le modèle de Coltheart est à l'heure actuelle, le modèle de référence dans les publications classifiant les dyslexiques et donc en clinique. La question actuellement évoquée est sa réelle pertinence dans les conduites de remédiation (Leloup, 2018).

Ayant identifié les processus d'identification des mots écrits à l'œuvre chez un adulte expert, dont l'atteinte peut engendrer une dyslexie, il convient de décrire les déficits cognitifs à l'œuvre dans la dyslexie, celle-ci étant un trouble neurodéveloppemental.

1.3. Causes explicatives de la dyslexie

Le lien entre un déficit cognitif et un profil de dyslexie n'est pas clairement établi : certains chercheurs défendent la présence d'un trouble phonologique dans tous les profils de

dyslexies, phonologiques ou de surface (Sprenger-Charolles & Serniclaes, 2004), tandis que d'autres distinguent le trouble phonologique à l'œuvre dans la dyslexie phonologique et le trouble visuo-attentionnel dans la dyslexie de surface (Valdois, 2010). Stanké (2017), quant à elle, évoque une cause mnésique de la dyslexie de surface.

1.3.1. Hypothèse causale phonologique

La dyslexie proviendrait en grande partie d'un déficit phonologique affectant la représentation mentale et le traitement des sons de la parole (phonèmes). 97.6% des sujets dyslexiques ont au moins un déficit phonologique, soit en précision soit en vitesse (Saksida et al., 2016). De plus, ce trouble préexiste chez les enfants qui vont devenir dyslexiques (Gallagher, Frith, & Snowling, 2000), témoignant de sa nature causale dans la dyslexie. Ce déficit relèverait d'un trouble de la perception catégorielle (Bogliotti, Messaoud-Galusi, & Serniclaes, 2002). Or, le décodage en lecture requiert trois habiletés phonologiques, qui sont altérées chez les sujets dyslexiques du fait de ce déficit phonologique : la conscience phonologique, la mémoire à court terme phonologique et la dénomination rapide automatisée. La conscience phonologique est la capacité d'un individu à réaliser que le mot est formé de sous-unités et constitue le déficit principal des enfants dyslexiques (Ramus, 2005), du fait de la fragilité de leurs représentations phonémiques (Sprenger-Charolles & Serniclaes, 2004). Or, cette habileté est indispensable à la correspondance graphème-phonème. Ce déficit est mis en évidence par des tâches de manipulation d'unités phonémiques à l'intérieur des mots. La mémoire à court terme phonologique, est la capacité d'un individu à maintenir temporairement en mémoire des représentations phonologiques. Elle permet l'assemblage des phonèmes en vue de former un mot lors du décodage. Les dyslexiques présentent un déficit de ce traitement, car la mauvaise représentation des phonèmes entraîne un poids de stockage plus important de ces mêmes unités (Sprenger-Charolles & Serniclaes, 2004) . Cette mémoire s'évalue par des tâches de répétition de pseudomots (Ramus, 2005). La troisième habileté phonologique, la dénomination rapide automatisée, consiste en la récupération de la forme phonologique du mot en mémoire à long terme (Ramus, 2005). Dans la lecture, elle permet l'automatisation du lien entre la représentation orthographique du mot et sa représentation phonologique (Castel, Pech-georgel, George, & Ziegler, 2008), tant en rapidité qu'en précision. Cette altération chez le sujet dyslexique proviendrait d'un défaut d'automatisation des associations entre les

phonèmes et les graphèmes (Blomert, 2011). Cette capacité est évaluée par des tâches de dénomination rapide d'images.

1.3.2. Hypothèse causale visuo-attentionnelle

Valdois (2014) défend l'hypothèse d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel dans la dyslexie de surface. L'empan visuo-attentionnel (EVA) se définit comme le « nombre d'éléments visuels distincts pouvant être traités simultanément dans une configuration de plusieurs éléments ». Il correspond donc en lecture à la « quantité d'unités orthographiques distinctes qui peuvent être traitées en une fixation dans une séquence de lettres », ce qui permet au normolecteur d'identifier rapidement le mot par distribution de ses ressources attentionnelles visuelles sur l'ensemble du mot en parallèle. Or, chez les dyslexiques, ces ressources seraient limitées et ne pourraient donc se distribuer sur l'ensemble de la séquence, mais seulement sur quelques lettres saillantes, conduisant à un décodage partiel du mot et à des confusions de lettres. Des chercheurs (Bouvier-Chaverot, Peiffer, Nguyen-Morel, & Valdois, 2012) ont décrit ce trouble en l'absence de tout trouble phonologique associé, suggérant son implication isolée dans un trouble spécifique d'apprentissage de la lecture. D'autres auteurs (Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007) avancent également que ce trouble est de proportion équivalente à celui retrouvé dans la dyslexie phonologique, 60% de leur groupe d'étude présentant un trouble isolé soit phonologique soit visuo-attentionnel. L'empan visuo-attentionnel est évalué au moyen des épreuves de report global et partiel de lettres. Elles consistent en la présentation d'une séquence de 5 consonnes pendant 200ms, le temps moyen d'une fixation, puis la dénomination par le patient soit de l'ensemble des 5 lettres (tâche de report global), soit d'une seule lettre dont la position est indiquée par une barre verticale apparaissant au-dessous de la lettre immédiatement après la disparition de la séquence (tâche de report partiel). Ces épreuves confirment donc le trouble significatif du traitement simultané des séquences de lettres, retrouvé chez certains dyslexiques (Valdois, 2014).

1.3.3. Hypothèse causale mnésique

Stanké (2016) postule l'existence d'une cause mnésique de la dyslexie de surface, qu'elle nomme « dyslexie mnésique ». Dans le modèle à double voie de Coltheart et al. (2001), le processus orthographique exploite les données d'un lexique orthographique, qui stocke la

forme orthographique des mots : il correspond à la mémoire lexicale orthographique (MLO par la suite) présentée par Stanké (2016). La MLO est une mémoire à long terme perceptive qui stocke les formes orthographiques des phonèmes, c'est-à-dire les graphèmes, et donc les différentes correspondances graphèmes-phonèmes (CGP) ainsi que les formes orthographiques des mots, c'est-à-dire les mots écrits. Elle est donc indispensable à l'établissement du processus phonologique, en donnant accès aux CGP, nécessaires à la lecture, et à l'établissement du processus orthographique, en permettant un accès rapide et global à la forme orthographique des mots pour les lire en une seule fixation. La contribution de la MLO dans le traitement du langage écrit a été confortée par les résultats de Cohen et Dehanene (Cohen & Dehaene, 2004; Dehaene, Cohen, Sigman, & Vinckier, 2005) qui ont mis en évidence un réseau neuronal se spécialisant dans le traitement de la forme visuelle des mots au cours de l'apprentissage du langage écrit, l'« aire de la forme visuelle des mots (AFVM), dont pourrait dépendre la MLO (Stanké, 2009).

Elle a identifié un sous-groupe de dyslexiques, de l'ordre de 16%, présentant une faible capacité de MLO, indépendamment des facteurs phonologique et visuo-attentionnel, en comparaison à des groupes contrôles de même niveau scolaire et de même niveau orthographique (Stanké, 2016). Pour rappel, la mémoire est constituée de trois processus : l'encodage, le stockage ou la récupération : dans son étude, 5% du sous-groupe présentait une difficulté d'encodage, et 11% une difficulté de maintien à long terme de l'orthographe (Stanké, 2016). Un dysfonctionnement d'un ou plusieurs de ces processus entraverait donc l'élaboration et le développement du processus orthographique, le sujet apprenant ne pouvant alors construire un lexique orthographique suffisamment stable et important pour identifier les mots écrits en une seule fixation. Il aurait des difficultés à apprendre l'orthographe des mots, cela impactant sa précision en lecture, plus particulièrement pour les mots inconsistants et irréguliers. De plus, Stanké (2017) avance qu'un déficit important de la MLO impacterait également le processus phonologique, par défaut de mémorisation des différentes correspondances graphèmes-phonèmes, conduisant à un profil de dyslexie mixte : phonologique et de surface de type mnésique. Les sujets dyslexiques évoquent souvent un trouble de la consolidation ou du maintien de la trace mnésique orthographique, mais des difficultés d'encodage associées à une lenteur d'apprentissage sont aussi suspectées par Stanké (2017). La MLO est évaluée à partir de rappel immédiat et différé de stimuli langagiers écrits.

Quel que soit le profil de dyslexie, elle engendre presque systématiquement une dysorthographie. Ces troubles sont associés dans l'International Dyslexia Association, mais également par les chercheurs (Berninger, Nielsen, Abbott, Wijsman, & Raskind, 2008; Inserm, 2007; Stanké, 2016; Zesiger, 2004; Bourassa & Treiman, 2014) et en clinique, une étude de Landerl et Moll (2010) recensant 48-50 % des enfants dyslexiques avec un trouble de l'orthographe. Deux facteurs explicatifs principaux sont présentés dans la littérature.
Le premier est de nature phonologique, le défaut de conscience phonologique à l'origine de la dyslexie est associé également aux difficultés orthographiques des dyslexiques (Cassar, Treiman, Moats, Pollo, & Kessler, 2005; Friend & Olson, 2008; Kemp, Parrila, & Kirby, 2008; Touzin, 2000). Cela corrobore l'hypothèse d'autres chercheurs (Di Betta & Romani, 2006; Jones & Rawson, 2016) selon laquelle la lecture et l'orthographe partageraient les mêmes représentations orthographiques et phonologiques.

Le second est une conséquence de la dyslexie : du fait du manque d'exposition à l'écrit qu'elle engendre et de ses mauvaises performances en lecture, elle ne permettrait pas l'établissement des représentations lexicales orthographiques, ou alors de façon erronée et imprécise (Perfetti, 2007), la dysorthographie étant engendrée par ces représentations de mauvaise qualité (Angelelli, Judica, Spinelli, Zoccolotti, & Luzzatti, 2004; Di Betta & Romani, 2006). Des études suggèrent que les enfants acquièrent les connaissances orthographiques lexicales par l'accumulation d'expériences de lecture (Perfetti, 2007; Share & Shalev, 2004), tandis que Conrad & Deacon (2016) ont montré que les performances en lecture des enfants en CP-CE2 prédisent l'augmentation de leurs connaissances lexicales orthographiques. A ce facteur inhérent à la dyslexie, s'ajoute le coût mnésique de l'orthographe : si ces mauvaises représentations lexicales orthographiques sont suffisantes pour lire, elles ne le sont pas pour écrire, car la lecture est une tâche de reconnaissance des formes orthographiques, alors que l'orthographe est une tâche de rappel de ces mêmes formes, donc plus exigeante en mémoire (Siffrein-Blanc & George, 2010), nécessitant une connaissance exhaustive et précise des lettres et de leur succession dans le mot. Sprenger-charolles & Serniclaes (2003) rappellent l'usage très coûteux de la procédure lexicale pour la mémoire. De nombreux chercheurs (Bourdin, Cogis, & Foulin, 2010; Bourdin & Fayol, 2002; Grabowski, 2005) pointent aussi le coût graphique et orthographique de la production écrite, tandis que Touzin (2000) aborde la question de la gestion en mémoire de travail de ces différentes contraintes. Le coût cognitif engendré explique les performances en production écrite inférieures à celles de la lecture

chez les enfants tout-venants mais plus encore chez les enfants dyslexiques, du fait de la mauvaise qualité de leurs représentations lexicales orthographiques. Qui plus est, si l'orthographe passe par un processus de mémorisation, la lecture en constitue la phase d'encodage : la lecture déficitaire des dyslexiques entravera donc d'emblée ce processus de mémorisation. Ces données expliquent donc les difficultés des dyslexiques à mémoriser les patterns orthographiques (Kemp et al., 2008), ainsi que le caractère beaucoup plus persistant de leurs difficultés orthographiques en comparaison à leurs difficultés en lecture (Poncelet, Schyns, & Majerus, 2003; Pacton, Foulin, & Fayol, 2005)

Il faut toutefois pondérer ces facteurs explicatifs de la dysorthographie selon le niveau de transparence de la langue. Les langues dites « opaques » pour lesquelles le lecteur et le scripteur est confronté à des irrégularités ou des graphies inconsistantes complexifient l'apprentissage de la lecture et surtout de l'orthographe (Ziegler & Goswami, 2005).

2. La dysorthographie

2.1. Définition

La dysorthographie a fait l'objet de bien moins de recherches scientifiques (Inserm, 2007). Elle est définie comme un trouble persistant et durable de l'acquisition de l'orthographe (Martinet & Valdois, 1999).

La question de son indépendance d'avec la dyslexie reste débattue. La CIM-10 (OMS, 2012) décrit le trouble d'acquisition de l'orthographe comme dissocié de la dyslexie : "La caractéristique essentielle est une altération spécifique et significative du développement des performances en orthographe, en l'absence d'antécédents de trouble spécifique de la lecture et non imputable à un âge mental bas, à des troubles de l'acuité visuelle, ou à une scolarisation inadéquate. Les capacités à épeler oralement et à écrire correctement les mots sont toutes deux affectées."

Les critères diagnostiques du trouble spécifique de l'orthographe sont les suivants :

- la note obtenue à une épreuve standardisée d'orthographe se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et de l'intelligence générale de l'enfant ;
- les notes obtenues à des épreuves de lecture et de calcul se situent dans les limites de la normale ;

- absence d'antécédents de difficultés significatives en lecture.

Certains chercheurs ont abondé dans ce sens en mettant en évidence un trouble isolé de l'orthographe (Berninger et al., 2008; Mazeau & Pouhet, 2014).

Néanmoins, la CIM-10 décrit des difficultés orthographiques dans le trouble spécifique de la lecture, persistantes à l'adolescence, malgré des progrès de l'enfant en lecture, ce qui corrobore le tableau diagnostique de la dyslexie.

En cela, elle rejoint la conception majoritaire selon laquelle la dyslexie et la dysorthographie sont communément associées. On parle très souvent dans la clinique de dyslexie-dysorthographie développementale car la très grande majorité des dyslexiques ont aussi des troubles importants en orthographe, comme nous l'avons mentionné. A tel point que Stanké (2017) utilise exclusivement le terme de dyslexie-dysorthographie et elle mentionne que "la majorité des auteurs dans le domaine des troubles des apprentissages utilise uniquement le terme dyslexie pour désigner certains jeunes qui ont des difficultés à la fois en lecture et en orthographe ; ils réservent le terme dysorthographie pour décrire d'autres jeunes qui ont des troubles en orthographe, sans atteinte marquée en lecture", spécifiant que ces profils existent, mais sont rares.

Les types de dysorthographie sont associés aux types de dyslexie (Stanké, 2016), les profils d'erreurs étant les mêmes en lecture et en production écrite (Martinet & Valdois, 1999), à savoir des erreurs phonologiques portant sur les pseudomots dans la dysorthographie phonologique et des erreurs phonologiquement plausibles portant principalement sur les graphèmes complexes des mots irréguliers dans la dysorthographie de surface.

2.2. Modèles de production des mots écrits

2.2.1. Modèle de Rapp, Epstein, & Tainturier (2002)

Les modèles à double voie de l'orthographe ont été largement inspirés d'études neuropsychologiques de patients agraphiques ou dysgraphiques, ayant conduit à la dissociation entre les processus centraux et les processus périphériques de la production écrite (Planton & Kandel, 2016). Nous ne nous intéresserons ici qu'aux processus centraux. Leur modélisation a été fortement influencée par les modèles à double voie (Coltheart et al., 2001), concevant la production écrite comme étant l'opération inverse de la lecture. De façon simplifiée, la lecture permettrait de décoder une séquence de lettres en phonèmes, alors que l'écriture permettrait de produire une série de lettres représentant une séquence

de phonèmes (Planton & Kandel, 2016). Ainsi, de nombreux modèles cognitifs de l'orthographe et de l'écriture ont été proposés (Hillis & Caramazza, 1991; Rapp et al., 2002; van Galen, 1991) distinguant différents composants de stockage et/ou traitement des représentations (Jucla, Dufor, Planton, & Démonet, 2012).

Nous avons retenu le modèle de Rapp et al. (2002), étant récent, clair et exhaustif. Ce modèle fonctionne avec les mêmes voies, lexicale et sous-lexicale, que celles de la lecture, et les mêmes traitements en entrée et sortie de modèle. Il est organisé selon une situation de dictée.

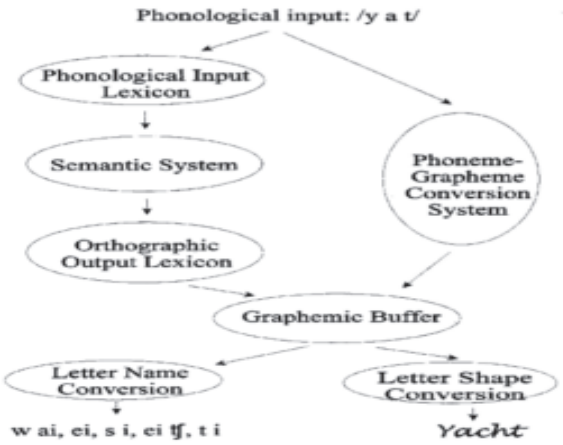


Figure 3. Modèle de Rapp et al., 2002

La première étape consiste à traiter la forme sonore du stimulus dans le lexique phonologique, de façon préalable à la distinction des deux voies de lecture. Lieu de stockage des formes phonologiques des mots engrammés, c'est lors de ce traitement que le sujet peut déterminer s'il connaît ce mot.

- Ecriture par assemblage (voie phonologique) : quand le mot entendu ne trouve pas de correspondance dans le lexique phonologique et qu'il est donc inconnu, un processus de segmentation est mis en œuvre pour découper le stimulus en unités phonologiques qui seront transcodées en graphèmes par un mécanisme de conversion phonèmes-graphèmes, selon des règles statistiques de fréquence et des contraintes graphotactiques.

- Ecriture par adressage (voie lexicale) : si le mot est connu par le sujet, la représentation phonologique récupérée sera transmise à l'unité du système sémantique qui lui est attachée. Cette unité va engendrer l'activation d'une représentation au sein du lexique orthographique de sortie contenant les séquences de graphèmes constituant le mot.

La dernière étape, également commune aux deux voies de lecture, se déroule dans le buffer graphémique, lieu de stockage temporaire des séquences graphémiques issues de l'assemblage ou directement encodées par la voie lexicale. C'est à ce niveau que la représentation graphémique est maintenue pendant le traitement des composants périphériques, conduisant à la production écrite effective.

2.2.2. Modèle de Houghton & Zorzi (2003)

Ce modèle, extrêmement simple et proche du PDP de Seidenberg et McClelland (1989), implémente un réseau multicouches qui contient une couche phonologique et une couche orthographique connectées par deux voies séparées. La première est directe et représente la voie non lexicale, qui agit comme un système de conversion graphophonémique ; la seconde est indirecte et figure la voie lexicale, reliée à des unités cachées, couche intermédiaire représentant un lexique interne distribué permettant la prise en compte des exceptions et donc le traitement des mots irréguliers. Les voies lexicale et non lexicale sont activées en parallèle avec des interactions au niveau de sortie graphémique. Les représentations lexicales des unités de sortie orthographique sont locales et leur niveau d'activation dépend de leur fréquence d'usage. La voie non lexicale, elle aussi, opère au moyen des relations graphie-phonie les plus fréquentes. L'orthographe finale est déterminée par la sortie combinée des deux voies. Ce modèle reproduit les patterns normaux et pathologiques de l'orthographe.

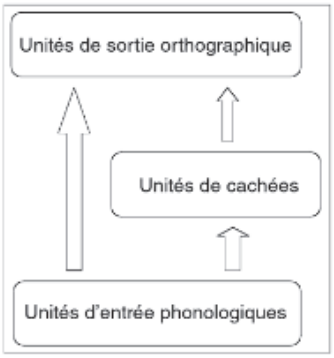


Figure 4. Modèle de Houghton et Zorzi (2003)

Bien qu'étant un modèle connexionniste proche du PDP de Seidenberg et McClelland (1989), les auteurs ont implémenté deux voies dans ce système pour l'ajuster à la difficulté supplémentaire de la production orthographique par rapport à la lecture. Ils ont en effet ajouté la voie non lexicale car l'orthographe, plus complexe, fait davantage appel à la

conversion graphophonémique pour produire les mots. Par conséquent, cette voie rend compte de la tentative de « prévoir l'orthographe en fonction du son », très fréquent dans la production orthographique. Ainsi, la limite du modèle PDP, qui consistait en une difficulté à rendre compte de la lecture des pseudomots, est dépassée dans le modèle de la production orthographique.

2.2.3. Une synthèse

Les deux modèles de traitement orthographique décrits peuvent figurer les deux formes de dysorthographie, représentées par l'altération d'une des voies de traitement orthographique : la voie phonologique dont l'atteinte engendre un profil de dysorthographie phonologique et la voie lexicale dont l'atteinte engendre un profil de dysorthographie lexicale.

Les modèles de lecture et d'orthographe sont similaires en de nombreux points. C'est le cas des modèles à double voie, le DRC de Coltheart et al (2001) et celui de Rapp et al (2002), qui ne présentent pas de différence de traitement entre l'identification de mots dans la lecture et la production de mots dans l'orthographe : seul le sens d'enchaînement des différents niveaux de traitement s'inverse, semblant refléter une facilité de traitement équivalente. Cependant, les modèles connexionnistes, à savoir le PDP de Seidenberg et McClelland (1989) et le modèle de Houghton et Zorzi (2003), montrent des différences dans le traitement de l'une et l'autre de ces habiletés : tandis que le PDP, dans la lecture, représente ce processus comme un calcul de patrons d'activations au sein d'une même voie, le modèle d'Houghton et Zorzi (2003), figure l'orthographe comme un processus relevant de deux voies de traitement, lexicale et non lexicale. Cette différence met en exergue la difficulté supplémentaire de l'orthographe par rapport à la lecture, en s'étayant autant sur des indices orthographiques que phonologiques.

Il convient à présent d'envisager la dysorthographie dans un contexte développemental, afin d'envisager les déficits cognitifs à l'œuvre, et d'en dégager les profils en conséquence.

2.3. Causes de la dysorthographie

2.3.1. Hypothèse causale phonologique

Le déficit phonologique, en perturbant la conversion phonèmes-graphèmes, entraîne une limitation de l'accès aux représentations phonologiques. Or, l'orthographe dépend de la qualité des représentations phonémiques (Sprenger-charolles & Serniclaes, 2003), le déficit phonologique engendre donc une dysorthographie (Bourassa & Treiman, 2014). De faibles performances en décodage phonologique et en conscience phonologique sont ainsi corrélées avec une faiblesse orthographique, les enfants dysorthographiques faisant plus d'erreurs non phonologiquement plausibles que des enfants plus jeunes, appariés sur le niveau orthographique (Friend & Olson, 2008). La portée des troubles du traitement phonologique est même plus importante en écriture qu'en lecture car l'orthographe est plus complexe que la lecture : dès la fin du CP, le score moyen de réussite est de 53% pour l'écriture, 71% pour la lecture (Sprenger-charolles & Serniclaes, 2003). Cette différence peut s'expliquer par deux raisons : l'asymétrie des relations graphèmes-phonèmes et phonèmes-graphèmes en français, les premières étant plus prédictibles que les secondes et le coût supérieur du passage d'une unité phonémique simple à un digraphe en orthographe au regard de l'opération inverse en lecture. L'orthographe requiert donc la maîtrise du code alphabétique et des représentations phonologiques bien spécifiées, plus que dans la lecture qui se contente d'indices globaux. Dans les langues « opaques » comme le français ou l'anglais, la complexité de l'orthographe par rapport à la lecture explique la persistance de ses difficultés (Pacton, Foulin, et al., 2005) qui peuvent se manifester par des omissions ou des substitutions de phonèmes (Treiman, 2017). De même, la correspondance phonèmes-graphèmes n'étant stabilisée, l'orthographe varie parfois d'une occurrence à l'autre dans l'écriture d'un mot (Fayol & de Weck, 2009). Les habiletés phonologiques en orthographe sont évaluées par des dictées de mots ou de pseudomots, avec un contrôle de la complexité phonologique (Kemp et al., 2008).

2.3.2. Hypothèse causale visuo-attentionnelle

La théorie de l'impact du trouble de l'empan VA (visuo-attentionnel) dans la dysorthographie est encore à explorer. Plusieurs études la suggèrent en effet mais sans pouvoir l'affirmer pour le moment. Martinet et Valdois (1999) ont étudié la dysorthographie de surface, profil qui correspondrait le plus à un trouble de l'empan VA (Stanké, 2016) car la fenêtre visuo-attentionnelle ne permettant pas un traitement visuel simultané de l'ensemble des lettres du mot, les mots irréguliers seraient sélectivement

atteints, conformément au profil de dysorthographie de surface. Les auteurs ont pu confirmer la spécificité du déficit de ce type de dysorthographie, qui se présente comme la « non constitution de connaissances spécifiques quant à l'orthographe des mots malgré une longue exposition à la langue» (Martinet & Valdois, 1999, p. 614), excluant l'hypothèse selon laquelle ce trouble constituerait un simple retard de développement. De nombreuses études sont parues ensuite concernant l'existence d'un lien fort entre l'acquisition de l'orthographe lexicale et la capacité de traitement visuel simultané de l'ensemble des lettres d'une séquence (Bosse, Commandeur-Lacôte, & Limbert, 2007; Bosse & Pacton, 2006; Chaves, Combes, Largy, & Bosse, 2012; Chaves, Totereau, & Bosse, 2012). Sur le plan développemental, une étude de Bosse (2005) a montré que l'augmentation des connaissances lexicales orthographiques après le CP proviendrait majoritairement des capacités de traitement VA, avec une contribution d'environ 50% de ce facteur dans la performance en dictée de mots irréguliers. Bosse et ses collaborateurs (Bosse, Commandeur-Lacôte, et al., 2007; Bosse, Tainturier, et al., 2007) ont démontré que la mémorisation de la forme orthographique d'un mot entier nécessite en effet le traitement visuel simultané de l'ensemble des lettres du mot, apanage de l'empan visuo-attentionnel. En conséquence, Chaves, Combes, et al. (2012) suggèrent que la dysorthographie pourrait résulter d'une incapacité de traitement visuel simultané de l'ensemble des lettres du mot. Bosse, Commandeur-Lacôte, et al. (2007) supposent également l'origine de la dysorthographie dans un déficit spécifique du traitement visuel, empêchant le développement normal des capacités VA, qui perturberaient ainsi la lecture lexicale et l'acquisition de connaissances orthographiques. Enfin, Bouvier-Chaverot et al. (2012) ont présenté le cas d'un dysorthographique de surface avec une très bonne conscience phonologique mais un trouble de l'empan VA, dans le contexte d'un déficit de traitement des mots irréguliers en lecture et en orthographe : ce trouble isolé de l'empan VA pourrait être à l'origine des difficultés majeures en écriture de mots irréguliers présenté par le sujet. Mais les auteurs précisent qu'un lien biunivoque entre la dyslexie-dysorthographie de surface et un trouble de l'empan VA ne peut être cependant établi, dans la mesure où un trouble de l'empan VA peut être rencontré dans des profils mixtes de dysorthographie.

2.3.3. Hypothèse causale mnésique

Un déficit de la MLO est une cause probable de la dysorthographie (Stanké, 2016). La MLO, présentée précédemment, est effectivement particulièrement impliquée dans l'orthographe. Stanké, Flessas et Ska (2008) ont mené une série d'études pour le démontrer. La première est une étude longitudinale effectuée auprès de 508 enfants dans la norme, dont 217 seront suivis de la grande section de maternelle à la fin du CE1. Les résultats montrent la valeur de prédiction de la MLO sur les compétences orthographiques en maternelle, fin CP et fin CE1. La deuxième étude, menée sur 408 enfants de CP soumis à une épreuve de dictée et une épreuve de MLO, confirme les premiers résultats : la capacité de rétention de la MLO joue un rôle important dans les compétences orthographiques, indépendamment des capacités d'encodage et d'apprentissage. En effet, 11% de ces enfants montraient une faible capacité de maintien à long terme de la MLO, alors qu'ils étaient 77% à avoir une bonne capacité d'encodage et d'apprentissage. Stanké (2016) a mené une étude pour témoigner de ce rôle joué par la MLO dans la dyslexie-dysorthographie développementale, hors des facteurs cognitifs connus que sont les capacités de conscience phonologique et de traitement visuo-attentionnel. Des enfants dyslexiques-dysorthographiques de primaire ont été appariés à des enfants de même niveau scolaire et à d'autres enfants de même niveau orthographique. Les résultats montrent, parmi les enfants avec un trouble du langage écrit, un sous-groupe avec une faible MLO par rapport à leurs pairs de même niveau scolaire et de même niveau orthographique : 16% d'entre eux ont un déficit isolé de la MLO, portant sur l'encodage pour 5% d'entre eux, et 11% ont une difficulté de maintien à long terme de l'orthographe, en dépit de leurs bonnes capacités phonologiques et visuo-attentionnelles. Mais également, comme nous l'avons déjà évoqué dans la lecture, un déficit important de la MLO entraînera, d'après Stanké (2016), une absence ou une instabilité des correspondances graphèmes-phonèmes, impactant également l'orthographe phonologique, et provoquant un profil de dysorthographie mixte : phonologique et de surface de type mnésique.
L'évaluation de la MLO consiste en un rappel immédiat et différé de mots appris par copies successives sous l'image correspondante.

Compte tenu du soutien mnésique nécessaire à l'orthographe, nous allons évoquer en deuxième partie l'apprentissage implicite, semblant particulièrement adapté pour la mémorisation et la catégorisation des éléments orthographiques de notre langue.

II. L'apprentissage implicite de l'orthographe

1. L'apprentissage implicite

1.1. Définition

L'apprentissage implicite (AI) est un apprentissage non intentionnel de connaissances inaccessibles à la conscience et difficilement verbalisables (Perruchet & Pacton, 2004). Reber (1967) a initié les travaux princeps sur l'apprentissage implicite au moyen de la grammaire artificielle. Il a fait apprendre à des sujets des séquences de lettres régies par des règles de grammaire dont ils n'avaient pas connaissance, puis les a informés de la présence de cette grammaire, sans la décrire, et leur a demandé de discriminer parmi de nouvelles séquences celles respectant les règles grammaticales instiguées. 75 à 80% des séquences sont catégorisées correctement, alors que les sujets ont l'impression de répondre au hasard. Les sujets semblent donc avoir appris implicitement les règles de la grammaire et utilisé cette connaissance inconsciente pour juger de la grammaticalité des items présentés lors de la phase test. L'AI correspond à un phénomène de catégorisation de l'environnement. Perruchet et Nicolas (1998) la décrivent comme un "mode d'adaptation dans lequel le comportement d'un sujet apparaît sensible à la structure d'une situation, sans qu'elle soit imputable à l'exploitation intentionnelle de la connaissance explicite de la structure". Les sujets sont confrontés à un environnement structuré par un ensemble de règles, dont ils intègrent progressivement les éléments saillants, sans s'en apercevoir.

Quelques points sont essentiels à comprendre sur l'AI :

- Un fait majeur dans la description de l'AI est que les sujets apprennent non pas les règles, qu'ils extrairaient du système, mais le produit de ces règles (Perruchet, 2008; Witt & Vinter, 2011), en matière de fréquences de présentations : il s'agit d'une extraction de régularités fréquentielles, ou statistiques, car l'AI se produit par une exposition répétée aux exemplaires d'un système.
- Cela suscite un autre point crucial de l'AI : tous les exemplaires présentés au sujet doivent être positifs, c'est-à-dire qu'ils doivent correspondre aux règles du système et ne jamais en présenter de contre-exemples. C'est ce qu'on appelle l'apprentissage sans erreur (Rey, Pacton, & Perruchet, 2005). Car si le sujet apprend une fréquence de présentation d'items, c'est-à-dire une régularité, il ne peut en extraire le produit

si les exemplaires sont différents ou non concordants. Il semblerait en effet que les processus d'AI encodent les informations fréquentielles sans isoler les erreurs en tant que telles, les individus se familiarisant alors autant avec les associations erronées qu'avec les associations correctes (Baddeley & Wilson, 1994), l'erreur créant une interférence avec la mémorisation de l'information correcte.

- L'AI opère un phénomène de transfert des apprentissages (Vinter, Pacton, Witt, & Perruchet, 2010): en modifiant la forme de surface des séquences (par exemple en passant de certaines consonnes en phase d'apprentissage à d'autres consonnes en phase-test), la performance d'apprentissage implicite demeure supérieure au hasard et supérieure aux contrôles (sans phase d'apprentissage), mais elle est diminuée (Redington & Chater, 1996). Ce phénomène est nommé "transfer-decretement". Le transfert s'effectue même d'une modalité sensorielle à une autre, dans d'autres situations (Dienes & Altmann, 1997) et chez des enfants de 7 mois (Marcus, Vijayan, Rao, & Vishton, 1999).
- Cet apprentissage est qualifié d'implicite mais cela ne signifie pas pour autant que l'apprenant est passif, car tout apprentissage requiert de l'attention. Les auteurs insistent d'ailleurs sur la distinction à accorder aux termes "intention" et "attention" : on peut apprendre sans avoir l'intention de le faire, mais il est impossible d'apprendre sans attention portée à la structure (Perruchet & Pacton, 2004). Nissen & Bullemer (1987) ont démontré qu'en situation de double tâche l'apprentissage est nul, et évoquent un consensus entre les chercheurs selon laquelle un apprentissage sans attention ne peut s'opérer. Cependant, en situation d'AI, l'attention est portée à la tâche et non à l'objet même de l'apprentissage. Les processus attentionnels permettent la perception consciente de l'évènement au moment où il se produit et, sous l'effet de la répétition, qui est une succession de focus attentionnels, induisent la modification de la perception du monde par le sujet et ainsi, l'apprentissage. Quant à l'intention d'apprendre, elle a en soi peu d'effet sur l'apprentissage, exemple en est de l'apprentissage de la langue maternelle.

Outre l'exemple de la grammaire artificielle de Reber (1967), l'apprentissage implicite a pu être appliqué à de très nombreuses situations (Perruchet & Nicolas, 1998). L'acquisition de la langue maternelle constitue un exemple clé des potentialités de l'apprentissage implicite : il permet la maîtrise de l'outil complexe du langage sans aborder cette tâche sur

un mode analytique et sans pouvoir verbaliser ce qui est appris exactement, des bébés de huit mois se montrant déjà sensibles aux effets de l'AI (Saffran, Aslin, & Newport, 1996). Plusieurs auteurs, en français (Fayol & Jaffré, 2014) et en anglais (Vinter et al., 2010) attestent ainsi de la grande précocité de cet apprentissage dans le développement langagier de l'enfant, sans oublier qu'il se poursuit tout au long de la vie adulte pour une adaptation continuelle à l'environnement.

1.2. Comparaison avec l'apprentissage explicite

L'apprentissage explicite (AE) est un mode d'instruction direct, structuré, planifié et guidé par l'enseignant, qui s'appuie sur le principe qu'un enfant n'apprend ce qu'on lui enseigne. Il repose sur une « instruction par étapes focalisant l'attention sur les dimensions problématiques, veillant à assurer un encodage sans erreur, fournissant une évaluation immédiate et soucieux de consolider les acquis en y revenant de manière systématique, où les élèves sont informés de l'objectif : transcrire les mots sans erreur » (Fayol & Jaffré, 2014, p. 88-89). Il s'appuie sur l'enseignement de règles, de stratégies de raisonnement et des réponses attendues : situations fréquentes en milieu scolaire. Il s'opère donc intentionnellement par le biais d'un effort attentionnel dirigé. Dans ce type d'apprentissage, les régularités et les exceptions font l'objet du même enseignement et donc du même focus attentionnel, voire même avec une accentuation de l'attention portée aux exceptions. Quant aux erreurs, cet apprentissage en fait un usage explicite, en demandant aux enfants de les identifier, afin d'opérer une correction et un rappel de la règle apprise.

L'apprentissage implicite, quant à lui, ne traite pas les exceptions, considérées comme des erreurs ; elles sont donc « négligées », dans le sens où le superviseur ne porte pas l'attention de l'enfant sur ses erreurs, évitant même de l'y confronter (Rey et al., 2005).

Ces deux modes d'apprentissage s'opposent donc. De plus, l'AI intervient de façon spontanée précoce et dans toutes les situations de l'environnement, tandis que l'AE n'intervient que dans des situations scolaires ou autres apprentissages dirigés.

L'AI et l'AE ont également des limites respectives qui les opposent : avec l'AE, les connaissances acquises sont plus fragiles que les connaissances implicites, nécessitant d'être réactivées pour rester disponibles en mémoire et mobilisables, en contrepartie d'un coût attentionnel (Gombert, 2003). L'AI, quant à lui, met à disposition des connaissances relevant plutôt d'habiletés automatiques, donc produites sans effort et n'ayant nul besoin

d'être réactualisées. La fragilité principale de l'AI consiste, pour sa part, en sa sensibilité à l'erreur. Des études (Baddeley & Wilson, 1994; Maxwell, Masters, Kerr, & Weedon, 2001) ont montré que la présentation d'items erronés pourtant préalablement appris correctement par le scripteur a engendré une baisse de ses performances, prouvant ainsi que la connaissance stockée en mémoire à long terme n'est pas immuable mais qu'elle peut être fragilisée par une interférence avec l'erreur et qu'elle est liée au degré de certitude du scripteur.

Néanmoins, ces deux modes d'apprentissage se complètent sur différents points : l'AI permet d'assimiler un certain nombre de régularités mais il ne suffit pas car il ne traite aucune exception, tandis que l'AE concentre l'attention du sujet sur les principales difficultés liées aux irrégularités, donc aux exceptions, et permet ainsi une diminution importante des erreurs. En ayant construit un ensemble de connaissances, l'apprentissage explicite constitue un système de contrôle que le sujet peut exploiter pour compléter ou contrôler le produit des traitements automatiques opérés par l'apprentissage implicite (Demont & Gombert, 2004). De plus, dans le cas de l'orthographe, la réponse correcte exige parfois que l'on aille à l'encontre des régularités statistiques d'où le caractère primordial de ce système de contrôle. Ces deux apprentissages se complètent également dans la mesure où l'apprentissage implicite est bien plus précoce que l'apprentissage explicite mais ce dernier, quant à lui, accélère les apprentissages implicites. Dans l'apprentissage du langage écrit, en conduisant l'enfant à multiplier, varier et répéter la manipulation de l'écrit, l'apprentissage explicite développe les automatismes et décuple les apprentissages implicites (Bosse & Pacton, 2006).

Cependant, une supériorité de l'AI sur les connaissances issues de l'apprentissage explicite semblent avoir été mises en évidence dans les études. Dans une étude de Kemp et Bryant (2003) sur la morphologie flexionnelle, les sujets, enfants et adultes, se fondent sur leur sensibilité aux régularités plutôt que sur des règles morphologiques apprises explicitement. Des résultats similaires sont présenté en français sur la morphologie dérivationnelle (Pacton, Fayol, & Perruchet, 2005) : les sujets ne recourent pas systématiquement à la règle : leur sensibilité aux régularités continue d'influencer leur performance orthographique alors même qu'ils connaissent et maîtrisent les règles morphologiques.

2. Application à l'orthographe lexicale

2.1. Orthographe inventée

L'orthographe inventée correspond à l'essai des jeunes enfants, non lecteurs, d'utiliser leur meilleure expertise pour orthographier des mots, à partir de leurs connaissances sur l'orthographe et de leurs propres représentations de la langue écrite. On la qualifie d'inventée car, testée chez des enfants de 5 ans environ, non scripteurs, elle ne respecte pas la norme orthographique, néanmoins elle témoigne du développement précoce de processus d'acquisition de l'orthographe, par la présence de nombreux indices orthographiques et phonologiques dans ces corpus. Ainsi, en situation d'orthographe inventée, les erreurs commises sont révélatrices de la mise en place des processus orthographiques. La première étude sur le sujet est celle de C. Chomsky (1970) montrant des graphies systématiques et avec une certaine constance d'un enfant à l'autre. Read (1986) ajoute que l'orthographe des jeunes enfants repose sur la principale caractéristique des orthographes alphabétiques : la représentation de sons identiques par des graphies identiques. D'autres chercheurs (Fijalkow, Cussac-Pomel, & Hannouz, 2009; Jaffré & Morin, 2008) ont repris ces données et attestent qu'il existe bien un apprentissage précoce de l'orthographe chez les jeunes enfants. L'apprentissage de l'orthographe ne se résume donc pas à un enseignement explicite débuté à 6-7 ans. Les orthographes inventées des jeunes enfants sont l'indice de représentations orthographiques précoces, témoins de l'intégration de principes fondamentaux permettant de générer des faits récurrents (Jaffré & Morin, 2008), autrement dit des régularités graphotactiques telles que nous allons les décrire.

2.2. Sensibilité aux régularités graphotactiques

Les régularités graphotactiques sont des régularités orthographiques relatives à la fréquence de combinaisons des graphèmes (Pacton & Afonso-Jaco, 2015), selon leur position dans le mot et leur environnement consonantique, et non réductibles ou correspondantes à des régularités phonologiques. Fayol et Jaffré (1999) parlent de probabilité de successions de graphèmes ; on parlera aussi de patterns statistiques (Pacton, Sobaco, Fayol, & Treiman, 2013). Elles correspondent donc à des connaissances orthographiques générales, certaines de nature probabilistes (telle graphie est plutôt employée après telle lettre), d'autres descriptibles par une règle : « il n'y a pas de consonnes doublées après une consonne simple ».

Ces régularités graphotactiques sont l'objet de l'apprentissage implicite, acquises par l'exposition fréquente et répétée au langage écrit. D'après Pacton, Fayol, et Lété (2008), elles sont donc impliquées dans l'apprentissage de l'orthographe.

En voici un exemple : les enfants n'apprennent pas à l'école que le son /o/ après la consonne « v » en fin de mot s'écrit "eau" dans 71% des cas et "ot" dans seulement 1,4% des cas (Perruchet, 2003), c'est pourtant une régularité observée dans la langue écrite française et apprise implicitement.

Pacton a mené avec ses collaborateurs (Pacton, Perruchet, Fayol, & Cleermans, 2001) deux expériences pour évaluer la sensibilité aux régularités graphotactiques, en s'appuyant sur des tâches de jugement de pseudomots. La première évaluait la sensibilité à la fréquence de doublement des consonnes. Dès le CP, les élèves sélectionnaient davantage, dans des paires de pseudomots, celui respectant la fréquence de doublement des consonnes retrouvée dans la langue, cet effet augmentant de plus avec le niveau scolaire.

La seconde expérience visait à évaluer la sensibilité à la position légale des doubles consonnes et la capacité de transfert de ces connaissances. Dès le CP, la sensibilité des enfants à la position légale des doublets de lettres s'est avérée, et elle était étendue à des consonnes jamais doublées en français, bien que les performances étaient inférieures à celles observées avec des pseudomots incluant des doublets de consonnes fréquemment doublées, cette différence de traitement entre les items nouveaux et familiers persistant avec la même ampleur tout au long de l'école primaire.

Ces résultats furent reproduits par les mêmes auteurs (Pacton, Fayol, et al., 2005) auprès de trois cents élèves français du CE1 au CM2 avec plus de 150 jugements de pseudomots, en reprenant les items précités et en introduisant des items testant la sensibilité des élèves au contexte gauche après lequel des consonnes peuvent être doublées en français : cette sensibilité a été retrouvée de façon tendancielle chez les enfants de CE1 et significative chez les enfants de CE2. Ils ont également utilisé des items testant la sensibilité à la règle selon laquelle une double consonne peut survenir avant mais non après une consonne simple : la sensibilité à cette régularité apparaît dès le CE1, bien qu'on retrouve un effet de la familiarité du matériel utilisé.

Ces résultats apportés par les différentes études de Pacton révèlent les connaissances implicites des sujets, dès le CP, sur les régularités graphotactiques de la langue, notamment les doublements de lettres. Ils témoignent d'une sensibilité des enfants s'accroissant avec le niveau scolaire, et de leur aptitude précoce à extraire des régularités de la langue, même

complexes, à les catégoriser et à les appliquer à du matériel nouveau, confirmant les données de laboratoire sur le phénomène du « transfer-decretement ».

2.3. Influence dans la production orthographique

Les régularités graphotactiques influencent fortement la production orthographique : elles permettent une connaissance fine et prégnante de la norme orthographique, si bien que le sujet orthographie inconsciemment en suivant ces régularités ; même les erreurs orthographiques produites respectent ces régularités.

Cette influence sur l'acquisition de connaissances lexicales a été suggérée par Campbell et Coltheart (1984) à la sortie du film Gandhi : sur 57 étudiants à qui il était dicté le mot « Gandhi », 49 commettaient l'erreur systématique « Ghandi », cette orthographe étant plus congruente avec les régularités graphotactiques de l'anglais.

Une étude de Pacton (Pacton, Fayol & Perruchet, 2002) a montré que les enfants, dès le CE1, utilisent une variété de graphèmes pour transcrire /o/, respectant les règles graphotactiques de la langue ("eau" fréquent en position finale, rare en position médiane et inexistant en position initiale) et prennent en compte l'environnement consonantique ("eau" plus fréquent après "v" qu'après "f"), les erreurs même s'avérant compatibles avec ces régularités.

Puis Pacton et al. (2008) ont étudié l'impact de la sensibilité des sujets à la fréquence de doublement des lettres sur l'apprentissage de l'orthographe de pseudomots contenant des doubles lettres. Les résultats ont montré un meilleur apprentissage des items avec des doublets fréquents, les rappels corrects étant de 85% chez les adultes et 64% chez les enfants et, concernant les items rares, des erreurs de migration des doublets pour respecter les régularités du français étaient observées, comme suspecté par les chercheurs.

Sobaco, Treiman, Peereman, Borchardt et Pacton (2015) ont repris et étendu cette recherche à travers trois expériences explorant de nouveau l'influence des connaissances graphotactiques dans l'apprentissage orthographique chez des adultes universitaires français. Ils ont étudié les capacités d'apprentissage de mots orthographiquement légaux (qui respectent les régularités graphotactiques de la langue) et de mots orthographiquement illégaux (ne respectant pas ces régularités) chez des adultes universitaires, ayant un haut niveau de connaissance orthographique et donc supposés pouvoir repérer presque infailliblement les séquences de lettres illégales dans un mot, même en position médiane

qui est la moins saillante. La première expérience, très proche de celle de Pacton et al (2008), rapportent les mêmes résultats et permet d'observer que les orthographes illégales ne semblent pas capter l'attention des adultes universitaires, malgré leurs connaissances de cette illégalité et les amènent à restructurer ces orthographes pour les conformer aux régularités de leur système écrit.

Dans la seconde expérience, les chercheurs ont étudié dans quelle mesure le rappel des orthographes est influencé par les conditions dans lesquelles elles sont présentées. Les résultats ont montré moins d'omissions de doublets en condition d'apprentissage explicite qu'en condition implicite, mais les deux groupes présentaient les mêmes patterns d'erreurs de transposition. Ainsi, demander aux sujets de mémoriser les pseudomots les a aidés à se souvenir de la présence d'un doublet, mais pas de sa position dans le mot.

Dans l'expérience 3, la question concernait le moment où la connaissance graphotactique influence l'apprentissage orthographique. Les résultats ont révélé que les erreurs de transposition intervenaient dès la phase de copie, semble suggérer que ces erreurs ne résultent pas de processus de reconstruction tardifs, mais au contraire précoces, intervenant dès la phase d'encodage de l'item ou bien résultent d'un encodage inefficient.

Le phénomène d'influence de la connaissance graphotactique dans la mémorisation d'items spécifiques est donc observé dans différentes conditions : que les pseudomots soient présentés en isolé ou intégrés dans des textes et que les participants aient à les apprendre, les copier ou à les lire à haute voix et chez tous les sujets.

Cette influence des régularités graphotactiques sur l'apprentissage de mots nouveaux a été prouvée également par Wright et Ehri (2007), suggérant l'existence d'un système de catégorisations des régularités graphotactiques, qui intégre ainsi plus facilement les orthographes de nouveaux mots correspondant à ce système. L'apprentissage de mots nouveaux dont les patrons orthographiques sont moins communs, comme les noms propres ou étrangers, serait ainsi plus difficile, étant parasité par les régularités graphotactiques.

Les régularités graphotactiques s'exercent même, comme nous l'avons évoqué, dans les cas où le sujet peut faire appel à des règles morphologiques apprises explicitement (Pacton, Fayol, et al., 2005), cet effet étant observé du CE1 au CM2 et même à l'université.

Treiman et Boland (2017) confirment l'influence systématique du contexte graphotactique, indépendant et supérieur à la phonologie, ce contexte permettant de prédire la présence d'un doublet selon les voyelles adjacentes, précédente et suivante. Cet effet est retrouvé chez l'adulte universitaire comme chez les adultes plus âgés.

La sensibilité aux régularités graphotactiques semble donc particulièrement appropriée à l'apprentissage orthographique, ayant montré ses effets à plusieurs reprises et chez différents types de sujets, ainsi que sa robustesse puisqu'elle conduit à une « correction » des orthographes illégales dans le sens d'une conformité au système orthographique du français.

PARTIE PRATIQUE

I. Problématique et objectifs

La production orthographique requiert un coût mnésique plus élevé que l'identification des mots écrits. En conséquence, Stanké a proposé l'impact d'un déficit mnésique dans la dyslexie mais plus spécifiquement encore dans la dysorthographie. Cependant, l'étude de ce déficit reste limitée et les méthodes d'intervention ont été encore très peu explorées (Stanké, 2016).

Dans le cadre de cette étude pré-exploratoire, nous nous sommes intéressés à l'apprentissage implicite, et plus spécifiquement à sa capacité à rendre compte de l'orthographe lexicale, en nous demandant si la sensibilité aux régularités graphotactiques pouvait constituer un moyen de remédiation de l'orthographe lexicale. De fait, nous postulons qu'un apprentissage implicite de ces régularités graphotactiques aurait un plus faible coût mnésique et favoriserait l'apprentissage de l'orthographe lexicale.

L'objectif principal est d'évaluer l'effet de généralisation de la sensibilité aux régularités graphotactiques dans une tâche d'apprentissage d'orthographe lexicale chez des adultes dyslexiques universitaires, par une généralisation de l'amélioration des performances des items entraînés à ceux non entraînés en post-test.

Les objectifs secondaires sont de mesurer l'amélioration entraînée par la tâche d'apprentissage orthographique :

1/ des scores en orthographe lexicale, syntaxique et phonétique,

2/ des processus phonologiques et visuo-attentionnels,

mesurés par différentes épreuves lors du post-test.

II. Matériel et méthodes

1. Sujets

1.1. Population contrôle

Le groupe contrôle comportait 10 adultes universitaires normolecteurs, âgés de18 ans à 27 ans (Moyenne :22 ans 10 mois), réparti en 4 filles et 6 garçons. Ils ont été recrutés par proximité et réseaux de connaissances.

1.2. Population d'étude

Le groupe des adultes universitaires dyslexiques comportait 7 sujets, entre 19 ans et 27 ans (Moyenne : 22 ans 8 mois), réparti entre 3 filles et 4 garçons. Ils ont été recrutés dans le cadre de la médecine universitaire (SUMPS) qui avait établi un diagnostic de dyslexie pour leur obtenir le tiers-temps en 2016, par des réseaux de connaissances, par des orthophonistes qui les ont adressés. Les critères d'inclusion étaient qu'ils soient porteurs d'une dyslexie développementale et qu'ils soient étudiants.

Cette population a été choisie du fait que leur plainte porte plus sur l'orthographe que la lecture. De plus, ces jeunes adultes verbalisent le besoin d'être autonome vis-à-vis de la gestion de leur dyslexie/dysorthographie et sont à la recherche d'entraînements efficaces et peu couteux en temps. Bien que motivés, certains adultes n'ont pu finaliser les entraînements ou être disponibles pour les post-tests. Ainsi sur les 12 adultes évalués en pré-tests, seulement 7 ont suivi les entraînements et effectués les post-tests.

2. Matériel

2.1. Déroulement de l'entraînement

Le matériel utilisé pour l'entraînement orthographique est une série de trois PowerPoint, comportant chacun une liste de dix mots respectant une même régularité graphotactique, et paramétrés en temps d'affichage des mots.

Ce protocole d'entraînement d'orthographe lexicale a été créé par Gilles Leloup (2017). Il est parallèlement testé auprès d'enfants scolarisés en CM2 dans la région lilloise (Lebel, 2018) et au Liban (Jardak, 2018). Une application informatisée est en cours sur le site de Happy-Neurone. Le principe de cet entraînement est de simuler un apprentissage implicite de certaines régularités de l'orthographe française par une présentation répétée de mots contenant la graphie cible. Ce protocole utilise un apprentissage sans erreur (une seule graphie cible par entraînement), principe de base de l'apprentissage implicite avec une

phase de lecture constituant la phase d'encodage et de rappel des régularités, et une phase de copie constituant la phase d'apprentissage. La contrainte temporelle permet d'exercer un focus attentionnel sur la tâche par le sujet, dont on a vu l'importance pour l'apprentissage implicite. En ne présentant au sujet que les exemplaires respectant la régularité graphotactique entraînée, il est attendu un effet de généralisation sur des mots non entraînés, selon le principe de transfert de l'AI.

Les PowerPoint sont paramétrés afin de contrôler le temps d'affichage de chaque diapositive. L'entraînement comporte deux conditions avec présentation de 10 mots pour chacune des 3 graphies entraînés (« eau », « -ill -» , « -gn- ») . La première condition est une présentation rapide des mots, avec la consigne de les lire. La deuxième condition est une présentation plus lente des mots, avec la consigne de les lire puis de les copier sur une feuille. Les mots sont écrits avec une police Calibri Light (taille 44). Ils sont présentés 2 secondes en tâche de lecture, et 4 secondes en tâche de copie, afin de permettre d'écrire le mot lu, avec, dans les deux conditions, une alternance d'un point de fixation d'une durée d'une seconde (voir Figure 5).

Figure 5. Présentation des diapositives de l'entraînement

2.2. Sélection des items

Les régularités graphotactiques entraînées ont été choisies car ce les moins correctement transcrites en français. Ells sont qualifiées d'opaques car les sons auxquelles elles correspondent peuvent être transcrits par différentes graphies. Les trois graphies sélectionnées sont « eau » pour transcrire le son /o/ en fin de mots, « gn », pour transcrire le son /gn/, « _ill », pour transcrire le son /ill/ dans les graphies complexes « ouill », « aill », « eill ».

Soixante mots ont été utilisés dans l'expérimentation : vingt mots par régularité graphotactique, dix visant à être entraînés afin d'évaluer un effet d'apprentissage et dix non entraînés visant à évaluer un effet de généralisation. Chaque mot de la ligne de base

« entraînée » a été apparié dans la ligne de base « non entraînée » à un mot de même complexité phonologique, orthographique, et notamment selon sa plus ou moins grande opacité, son nombre de syllabes et son degré d'acquisition. Il n'existe pas à ce jour de base de fréquence de réussite/acquisition orthographique au-delà du CM2. Dans le cadre de cette étude préliminaire, nous nous sommes donc appuyés sur l'Echelle d'acquisition en Orthographe Lexicale (EOLE) (Pothier & Pothier, 2004). Ainsi, pour chaque graphie, dix mots sont sélectionnés selon un niveau « acquis en CM2 » à savoir que ces mots sont écrits correctement par 75% des enfants de ce niveau scolaire et dix mots « non acquis en CM2 » c'est-à-dire seulement correctement transcris par 30 à 60% des enfants de ce niveau scolaire. Les mots sélectionnés étaient principalement bisyllabiques car cette configuration est la plus fréquente dans la langue française. Certains cependant sont trisyllabiques, mais sont alors appariés à un mot du même nombre de syllabes dans les deux lignes de base.

Figure 6. Tableau des 60 mots avec leur niveau d'acquisition au CM2

	EAU				GN				_ILL			
	Entraînés		Non entraînés		Entraînés		Non entraînés		Entraînés		Non entraînés	
acquis en CM2												
	anneau	75%	manteau	78%	cogner	78%	ignorer	77%	chatouille	79%	dépouille	81%
	bandeau	77%	château	79%	signal	79%	bagne	84%	fouiller	91%	mouiller	86%
	ruisseau	80%	rouleau	80%	épargner	76%	désigner	79%	bouteille	88%	corbeille	82%
	cerveau	87%	berceau	87%	vignette	86%	mignon	82%	réveiller	79%	surveiller	85%
	couteau	86%	chapeau	85%	peigne	82%	poignard	75%	volaille	79%	bataille	79%
non acquis en CM2												
	pinceau	40%	panneau	56%	araignée	58%	poignet (le)	37%	tirailler	61%	chamaille	41%
	terreau	55%	vaisseau	55%	baigner (se	48%	saigner	42%	cisaille	26%	ferraille	20%
	lionceau	59%	poireau	57%	feignant	43%	guignol	39%	groseille	73%	corneille	61%
	rameau	57%	créneau	43%	résigner	56%	grogner	60%	conseiller	57%	sommeill	45%
	fourneau	60%	fardeau	54%	règne	44%	besogne	61%	rouiller	50%	souiller	65%

3. Méthode

3.1. Protocole expérimental

L'entraînement a duré trois semaines / six jours par semaine par régularité graphotactique / 1m30 par jour (soit 45 minutes au total). Les six entraînements hebdomadaires pouvaient se répartir sur la semaine. L'ordre de passation des entraînements a été alterné, un tiers des sujets commençant la première semaine par l'entraînement 1 (graphie « eau »), l'autre tiers avec l'entraînement 2 (graphie « gn ») et le dernier tiers avec l'entraînement 3 (graphie « _ill ») Cette alternance d'ordre de passation est maintenue les deux semaines suivantes, afin de pouvoir contrer une éventuelle différence des performances selon le délai entre la

phase d'apprentissage et la phase de rappel des régularités, et évaluer cet effet de la distance du rappel.

La consigne est de mettre le PowerPoint en mode plein écran, en ayant sous la main un papier et un stylo pour la phase de copie, puis de le laisser défiler et d'exécuter la consigne dédiée à chaque partie : lecture puis ensuite copie des mots. L'ordre de présentation des mots est fixe.

Les pré-tests ont été administrés aux dix sujets contrôles et aux sept sujets dyslexiques, afin d'évaluer leurs connaissances orthographiques concernant les régularités graphotactiques et valider la ligne de base pour chaque graphie des 10 mots entraînés et des 10 mots non entraînés. Les modalités d'évaluation étaient l'exactitude orthographique concernant les régularités étudiées, chaque erreur sur la régularité comptant un point. Ces mêmes mots sont proposés à nouveau en post-test après les entraînements. A l'issue de l'entraînement, les mêmes listes ont été dictées en post-test, en commençant par la ligne de base non entraînée pour les trois régularités graphotactiques. Le rappel des mots entraînés n'est demandé qu'en dernière épreuve des tests, afin d'éviter un éventuel transfert conscient des connaissances acquises en ligne de base entraînée sur les mots non entraînés, l'effet de généralisation escompté devant être inconscient, selon le principe de l'AI.

Un score sur 10 pour les graphies entraînées et un score de 10 pour les graphies non entraînées sont établis pour chaque liste selon le nombre d'erreurs commises sur les graphies (présence ou d'absence de la graphie évaluée). Ces scores constituent les critères de jugement pour évaluer l'effet d'apprentissage (graphies entraînées) versus l'effet de généralisation (graphies non entraînées).

3.2. Evaluation des processus cognitifs et de l'orthographe

Afin de répondre aux objectifs secondaires d'évaluer l'impact de ces entraînements sur les compétences orthographiques de façon générale et les processus cognitifs altérés chez les dyslexiques, il est proposé en pré et post-tests différents tests :

3.2.1. Orthographe

- Une évaluation des erreurs lexicales autres que celles portant sur les graphies entraînées a été menée sur le corpus des soixante mots des lignes de base, afin de mesurer un niveau d'orthographe lexicale. L'effet de complexité des mots non acquis en CM2, plus irréguliers ou inconsistants que les mots de niveau acquis en CM2, a été pris en compte, afin d'évaluer dans quelle mesure il impacte l'apprentissage et les performances orthographiques. Le critère de jugement était donc le nombre d'erreurs lexicales produites avant et après l'entraînement, avec la variable du degré de complexité des mots.

- Une dictée de mots réguliers complexes et irréguliers, trisyllabiques, du test BALE (Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois, & Zorman, 2010), avec un étalonnage auprès d'élèves de CM2, qui permet d'avoir une autre mesure du niveau des sujets en orthographe lexicale.

- Une dictée de pseudomots de la BALE afin d'évaluer les compétences de conversion graphophonémique.

- Une dictée de phrases du test Chronodictées (Baneath, Boutard, & Alberti, 2006), étalonnée avec des normes adultes universitaires, permettant une mesure de l'orthographe syntaxique, tout en sachant que celle-ci n'est pas censée être impactée par l'entraînement. Ce test possède également des normes lexicales, qui apportent une autre mesure des performances lexicales en pré et post-entraînement.

3.2.2. Processus cognitifs

Une évaluation des processus phonologiques et visuo-attentionnels impactés dans la dyslexie a été menée, ainsi que la vitesse d'identification des mots et une mesure de la flexibilité mentale, ayant servi de ligne de base neutre. Ces évaluations doivent permettre d'évaluer l'impact des entraînements orthographiques sur ces différents processus.

- les compétences phonologiques sont évaluées avec le test informatisé EVALEC (Sprenger-Charolles, Colé, Piquart-Kipfer, & Leloup, 2010) étalonné auprès d'adultes universitaires (Cavalli et al., 2018) à travers trois épreuves : la répétition de pseudomots, testant la mémoire à court terme verbale (empan verbal calculé selon le nombre de syllabes correctement répétées), la suppression de phonèmes initiaux sur des syllabes de type CVC

et CCV, testant la capacité d'analyse phonémique et de mémoire à court terme verbale des sujets ;

- les compétences visuo-attentionnelles sont quant à elles évaluées avec le test informatisé EVADYS (Valdois, Guinet, & Embs, 2014). Ce test permet d'évaluer l'empan visuo-attentionnel des sujets, à travers l'épreuve de report partiel et celle de report global, telles que nous les avons présentées dans la partie théorique, donnant chacune un score, qui est ensuite pondéré en score total et permet d'établir la présence ou l'absence d'un trouble de l'empan visuo-attentionnel, étalonné avec des normes adultes. Il mesure également le seuil d'identification des lettres isolées, comme préalable nécessaire aux capacités visuo-attentionnelle ;

- la vitesse d'identification (leximétrie) est évaluée avec le test de l'Alouette (Lefavrais, 2005) étalonné auprès d'adultes universitaires (Cavalli et al., 2018), donnant un score d'altération de la lecture, en précision et en vitesse ;

- une ligne de base neutre est établie au moyen du test TMT A et B ("Trail Making Test A & B," 1944), évaluant les capacités de flexibilité mentale. N'ayant pas de lien direct avec la dyslexie/dysorthographie et l'entraînement proposé, les scores à cette épreuve ne sont pas supposés évoluer en pré et post-tests. Elle permet donc d'évaluer si l'effet de l'entraînement ne provient pas d'une amélioration globale des performances des sujets, indépendante de l'entraînement.

III. Stratégies d'analyses des données

Pour chaque comparaison de performances entre contrôles (adultes normolecteurs : ANL n=10) - dyslexiques (adultes dyslexiques : AD, n=7) entre les pré-tests (T1) et post-tests (T2), les résultats sont analysés avec un test de t-student pour déterminer si leur différence est significative avec le de cohen pour mesurer la taille de l'effet.

La figure 7 présente l'ensemble des moyennes de performance des sujets contrôles et des sujets dyslexiques en T1 et T2, pour chaque épreuve. Le détail des résultats de tous les sujets figure dans l'annexe II.

Figure 7. Résultats généraux des sujets contrôles et dyslexiques aux pré et post-tests

	Contrôles (n= 10)	Dys en T1 (n= 7)		Dys en T2 (n= 7)	
	Moyenne EC	Moyenne EC	Différence moyenne Cont/Dys 1 (T-test)	Moyenne EC	Différence moyenne Dys 1/Dys 2 (T-test & d de Cohen)
Moyenne âge (mois)	274,2 (36,31)	272,4 (36,31)	p= 0,4		
Alouette					
Précision (nb. Erreurs)	3,6 (2,55)	15,4 (7,07)	p= 0,001*	11,6 (6,55)	p= 0,15
Temps (en sec)	92,6 (18,72)	112,4 (27)	p= 0,06*	103,2 (17,55)	p= 0,2
Précision + Temps	96,2 (19,48)	127,3 (30,5)	p= 0,02*	114,9 (18,84)	p= 0,1
EVADYS (score en empan)					
Seuil de lettres (%)	76 (21,7)	44,3 (32,5)	p= 0,02*	74,3 (25)	p= 0,03 (d= 1.0)
Report partiel	4,8 (0,52)	4,6 (0,55)	p= 0,2	4,8 (0,77)	p= 0,2
Report global	4,7 (0,71)	3,3 (0,66)	p= 0,000*	3,8 (0,51)	p= 0,08 (d= 0.8)
Score total	4,7 (0,49)	4 (0,53)	p= 0,004*	4,3 (0,46)	p= 0,1
Suppression phon.					
CVC Précision (% nb. erreurs)	0,1 (0,32)	0,4 (0,79)	p= 0,1	0,6 (0,79)	p= 0,3
CVC Temps (sec)	19,3 (2,11)	28,3 (5,85)	p= 0,002*	28,3 (5,59)	p= 0,5
CCV Précision (% nb. erreurs)	0,7 (0,82)	0,6 (0,53)	p= 0,3	0,7 (1,25)	p= 0,3
CCV Temps (sec)	23,4 (4,45)	30,1 (6,15)	p= 0,01*	27 (7,70)	p= 0,2
Empan verbal (score en empan)					
Précision	4,9 (0,8)	4,9 (0,90)	p= 0,4	4,4 (0,98)	p= 0,2
Temps (sec)	74,3 (10,2)	82,9 (9,4)	p= 0,04*	77,1 (7,3)	p= 0,1
Dictée de mots (nb.erreurs)					
Rég. complexes	0,2 (0,42)	0,4 (1,13)	p= 0,3	0,7 (1,5)	p= 0,3
Irréguliers	0,4 (0,52)	1,1 (0,9)	p= 0,04*	1,3 (1,7)	p= 0,4
Pseudomots trisyl.	0 (0)	0,9 (0,69)	p= 0,008	0,6 (0,79)	p= 0,2
Dictée de phrases (nb.erreurs)					
ChronoSyn	3,8 (3,01)	13 (8,52)	p= 0,01*	13 (10,38)	p= 0,5
ChronoPho	0,1 (0,32)	1,9 (1,51)	p= 0,01*	1,4 (1,27)	p= 0,2
ChronoUsa	1 (1,49)	6 (4,16)	p= 0,009	4,1 (5,21)	p= 0,2
ChronoLex	0,1 (0,32)	1,4 (2,07)	p= 0,07	1,1 (1,35)	p= 0,07 (d= 0.2)
ChronoSeg	0 (0)	0,7 (1,11)	p= 0,07	0,4 (0,53)	p= 0,2
TMT A et B					
A précision (nb. Erreurs)	0 (0)	0 (0)	p= 1	0,1 (0,38)	p= 0,1
A temps (sec)	30 (5,04)	33 (17,41)	p= 0,3	23 (0,74)	p= 0,1
B précision (nb. Erreurs)	0 (0)	0,3 (11,49)	p= 0,08	0,3 (0,76)	p= 0,5
B temps (sec)	54 (14,54)	73 (57)	p= 0,2	66 (36,99)	p= 0,3
ENTRAÎNEMENTS (nb d'erreurs)					
"eau" Entraînés	0,4 (0,70)	3,1 (1,68)	p= 0,002*	0,4 (0,79)	p= 0,001* (d= 2.0)
"eau" Non Entraînés	1 (0,94)	3,9 (2,54)	p= 0,01*	0,7 (1,11)	p= 0,005* (d= 1.6)
"gn" Entraînés	0 (0)	1,3 (1,38)	p= 0,02*	0,9 (2,27)	p= 0,3
"gn" Non Entraînés	0,1 (0,33)	1,9 (1,68)	p= 0,01*	0,4 (1,13)	p= 0,04* (d= 1.0)
"_ill" Entraînés	0 (0)	0,4 (0,79)	p= 0,09	0,1 (0,38)	p= 0,2
"_ill" Non Entraînés	0 (0)	0,1 (0,38)	p= 0,1	0 (0)	p= 0,1

* différences de moyennes significatives

La comparaison de la moyenne des performances des normolecteurs, malgré leurs faibles performances, à celles des adultes dyslexiques aux épreuves des processus cognitifs sous-jacents à l'identification des mots écrits relève une altération de ces compétences pour les dyslexiques.

Aux épreuves du test EVADYS testant les capacités visuo-attentionnelles, les adultes dyslexiques universitaires (AD) ont, en moyenne, des performances plus faibles que les adultes normolecteurs (ANL) aux épreuves de seuil de lettres (nombres de sujets ayant des performances hors-norme : AD= 6 sujets /7, ANL= 1/10), en report global (AD= 6/7, ANL= 5/10) et en score total (AD= 6/7, ANL= 3/10). Cependant, les deux groupes ne se différencient pas à la tâche de report partiel (AD= 1/7, ANL= 1/10). Si on peut en conclure que les AD présentent des déficits de traitement visuo-attentionnels, il convient de souligner que pour la tâche de report global, la moitié des NL ont des performances hors-normes. Entre T1 et T2, les résultats des dyslexiques se sont améliorés de façon significative en ce qui concerne le seuil de lettres (p= 0,03), avec une taille d'effet large (d= 1) et avec une tendance à la significativité pour le report global (p= 0,08), avec également une large taille d'effet (d= 0.8). Deux sujets, ELBI et REAB, connaissent un gain particulièrement important de l'ensemble de leurs scores entre T1 et T2.

Aux épreuves du test EVALEC testant les capacités phonologiques, les AD ont des performances plus altérées, uniquement en temps, aux épreuves métaphonologiques (CVC : AD=2/7, ANL=0 ; CCV : AD=4/10, ANL = 1/10 et à l'épreuve d'empan de pseudomots (AD=2/7, ANL=1/10). Cette différence entre les deux groupes ne repose que sur peu de sujets, malgré tout la taille de différence est large, dans les deux conditions, (respectivement d= 2 et d= 1.3).

A l'épreuve leximétrique ALOUETTE, les différences des moyennes des AD et NL sont significatives en précision (performances < à 1.65 : AD=1/7, ANL=1/10), en temps (AD=4/7, ANL=3/10), en précision et temps (AD=5/7, ANL=4/10). Il est donc à relever que le groupe de NL à des performances faibles puisque 4 sujets ont des scores hors-norme en temps et précison à ce test. De même, 2 sujets AD (MEFO et FAPL) ont des performances en temps + précison > à 1 ds d'une norme d'adultes universitaires. Ces performances ne sont donc pas pathologiques, toutefois, MEFO a été diagnostiquée dyslexique dans un contexte de haut-potentiel, et FAPL a eu des performances à 3.3 ds en précision.

Aux épreuves d'orthographe, pour le test CHRONOSDICTEES, les AD sont significativement plus faibles ou avec une tendance à la significativité (ChronoSyn : AD= 7/7, ANL= 4/7 ; ChronoPho : AD= 6/7, ANL= 1/7, ChronoUsa : AD= 7/7, ANL= 3/7, ChronoLex : AD= 5/7, NL= 1/7, ChronoSeg : AD= 3/7, NL= 0/10). On note une amélioration tendant à être significative (p= 0.07) pour le score ChronoLex entre T1 et T2, avec une taille d'effet faible (d= 0.2). Au test de la BALE, seules les performances en dictée de mots irréguliers (AD= 1/7, ANL= 0) et de pseudomots trisyllabiques (AD= 4/7, ANL= 0/10) soulignent des différences significatives. Pour rappel, les normes sont ici d'un niveau de CM2.

En ce qui concerne les scores d'orthographe lexicale relevés dans les items de l'entraînement, aucune différence dans les performances des AD entre T1 et T2 n'est significative, hormis les items en « gn » acquis à – de 75% (p= 0,04), la taille d'effet étant large (d= 0.8) : les résultats sont présentés en annexe I.

Quant aux résultats aux tâches de flexibilité mentale TRAIL MAKING TEST, aucune différence de score ne montre sa significativité, ni entre les performances des dyslexiques et des contrôles, ni entre T1 et T2.

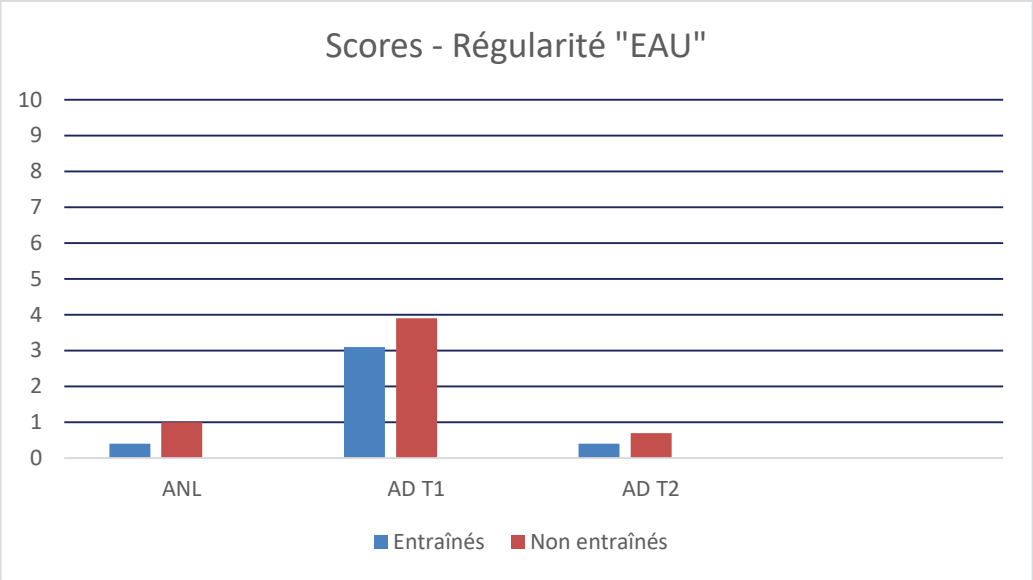
Ainsi, malgré les faibles performances des normolecteurs, les adultes dyslexiques montrent une altération de leurs compétences de traitement phonologique et visuo-attentionnel en accord avec les hypothèses causales de la dyslexie/dysorthographie.

L'analyse des résultats aux entraînements est détaillée ci-dessous.

1. Effet de généralisation de la sensibilité aux régularités graphotactiques

1.1. Graphie « EAU »

Figure 8. Entraînement "EAU" : moyenne du nombre d'erreurs en T1 et T2 pour chaque groupe en pré-test (ANL et AD) et post-test (AD)



	Cont (n= 10)	Dys 1 (n= 7)	Dys 2 (n= 7)
	EAU	EAU	EAU
E	0,4	3,1	0,4
NE	1	3,9	0,7

Figure 9. Rappel des scores - régularité graphotactique "EAU"

La différence entre les scores des ANL et des AD concernant les items entraînés est significative (p= 0,002, nombre de sujets ayant des performances hors-norme, définies ici comme un score égal ou supérieur à 4 erreurs sur 10 mots : AD= 4/7, ANL= 0/10), avec une taille d'effet très large (d= 2). Elle l'est également pour les items non entraînés (p= 0,01, nombre de sujets ayant des performances hors-norme : AD= 4/7, ANL= 0/10), la taille d'effet étant à nouveau large (d= 1.6).

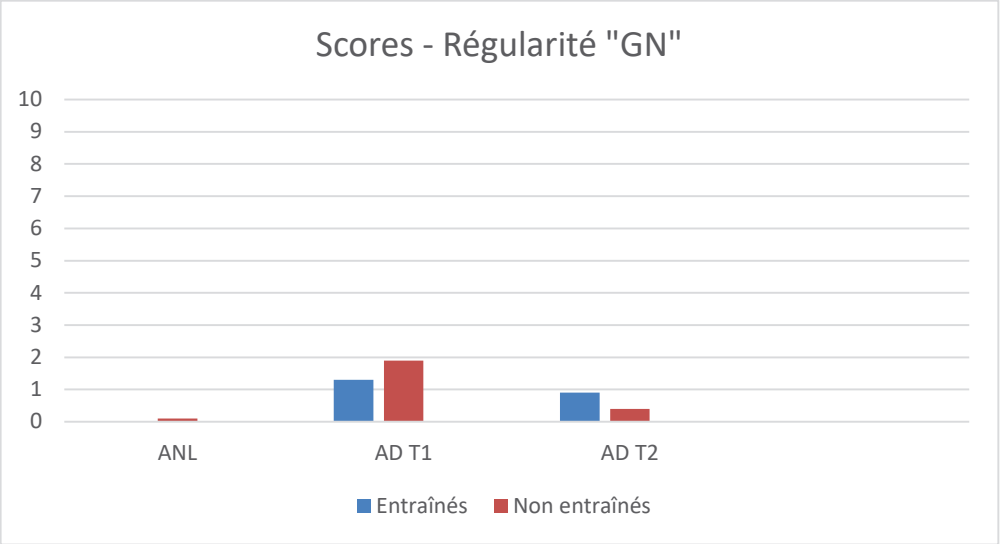
Les scores des AD entre T1 et T2 diffèrent significativement pour les items entraînés et non entraînés (respectivement p= 0,001, nombre de sujets ayant des performances > à 1.65 ds : AD= 0/7 et p= 0,005, AD= 0/7). On observe une normalisation des scores des AD, qui obtiennent les mêmes scores que les ANL pour les items entraînés et des scores inférieurs pour les items non entraînés.

RUMI et REAB ne connaissent cependant pas les mêmes améliorations, RUMI étant celui qui possède l'empan visuo-attentionnel (score en report global au T2 : 3,08) le plus faible de son groupe, il est donc à supposer que ce déficit a impacté sa lecture rapide des items lors de l'entraînement, tandis que REAB n'a pas suivi chaque jour l'entraînement, le faisant

selon ses dires « un jour sur deux », cela ayant vraisemblablement impacté la qualité de l'apprentissage implicite de l'orthographe lexicale.

1.2. Graphie « GN »

Figure 10. Entraînement "GN" : moyenne du nombre d'erreurs en T1 et T2 pour chaque groupe en pré-test (ANL et AD) et post-test (AD)



	Cont (n= 10)	Dys 1 (n= 7)	Dys 2 (n= 7)
	GN	GN	GN
E	0	1,3	0,9
NE	0,1	1,9	0,4

Figure 11. Rappel des scores - régularité graphotactique "GN"

Dans le graphique, le score des items entraînés pour les ANL n'apparaît pas car il est égal à 0.

La différence entre ANL et AD pour les items entraînés et non entraînés est significative (respectivement p= 0,02, nombre de sujets ayant des performances hors-normes : AD= 1/7 et ANL= 0/10 et p= 0,01, AD= 1/7 et ANL= 0/10), et la taille d'effet est large (d= 1). Toutefois, la majorité des AD font une erreur sur le groupe des dix mots comportant cette graphie, le seul sujet ayant une performance hors-norme est REAB.

La différence entre T1 et T2 pour les AD n'est pas significative en ce qui concerne les items entraînés (p= 0,3, AD= 1/7). Cependant, on notera le score hors-norme de REAB, passant même de 4 erreurs en T1 à 6 erreurs en T2 : outre ses difficultés initiales, nous rappelons qu'il n'a pas suivi chaque jour l'entraînement. Au contraire, la plupart des autres sujets

passe de 1 ou 2 erreurs (AD= 4/7) à 0 erreur (AD= 6/7), si bien que sans compter le score de REAB, la différence de performance entre T1 et T2 du groupe est significative (p= 0,01). En revanche, la différence est significative pour l'ensemble du groupe en ce qui concerne les items non entraînés (p= 0,04, nombre de sujets ayant des performances hors-norme : AD= 0/7). Avec cette ligne de base, REAB passe de 4 erreurs en T1 à 3 erreurs en T2.

1.3. Graphie « -ILL-»

Figure 12. Entraînement "_ILL" : moyenne du nombre d'erreurs en T1 et T2 pour chaque groupe en pré-test (ANL et AD) et post-test (AD)

	Cont (n= 10)	Dys 1 (n= 7)	Dys 2 (n= 7)
	_ILL	_ILL	_ILL
E	0	0,4	0,1
NE	0	0,1	0

Ici, aucun graphique n'est présenté car les résultats ne sont pas significatifs.

La différence entre AD et ANL pour les items entraînés et non entraînés n'est pas significative (respectivement p= 0,09, nombre de sujets ayant des performances hors-norme : AD= 0/7 et ANL= 0/7 et p= 0,1, AD= 0/7 et ANL= 0/7).

La différence de performance des AD entre T1 et T2 n'est pas significative pour les items entraînés et non entraînés (respectivement p= 0,2, AD= 0/7 et p= 0,1, AD= 0/7).

IV. Discussion

Les résultats ont permis de confirmer les hypothèses formulées. En ce qui concerne l'hypothèse d'un effet de généralisation de la sensibilité aux régularités graphotactiques aux graphies non entraînées, les résultats confirment la présence de cet effet pour deux graphies sur trois, à savoir les graphies « EAU » et « GN ». Pour l'hypothèse d'une amélioration des performances dans les processus cognitifs sous-jacents à la dyslexie et en orthographe dans ses composantes lexicale, syntaxique et phonétique suite à l'entraînement, les résultats ont montré une amélioration de certains processus et compétences. Ainsi, deux scores d'EVADYS ont connu une nette amélioration suite à l'entraînement : le seuil de lettres et le report global. Quant aux compétences

orthographiques, le score lexical de Chronodictées s'est aussi amélioré avec une tendance à la significativité.

Les objectifs de ce mémoire, qui étaient de tester ces hypothèses en mesurant, de façon principale, l'effet de généralisation de l'entraînement sur des graphies non entraînées et de façon secondaire, l'amélioration des processus cognitifs sous-jacents à la lecture et des compétences orthographiques, sont donc remplis.

La régularité graphotactique « EAU » a donc bénéficié d'un effet d'apprentissage, mis à jour sur les graphies entraînées, et d'un effet de généralisation, mis en évidence sur les graphies non entraînées. En ce qui concerne la régularité graphotactique « GN », l'effet d'apprentissage sur la ligne de base « entraînée » en T2 n'a pas été montré, tandis qu'on a observé un effet de généralisation sur la ligne de base « non entraînée ». Cette dissociation s'explique par la variabilité des performances d'un sujet : REAB. Il passe en effet de 4 à 6 erreurs avec la ligne de base « entraînée », et de 4 à 3 erreurs avec la ligne de base « non entraînée », cela étant attribuable à son manque d'entraînement. Cette variabilité et cette faiblesse de ses performances causent ainsi la significativité des performances du groupe pour la ligne de base « non entraînée » et l'absence de cet effet dans la ligne de base « entraînée ». Les autres membres du groupe ont des scores globalement plus cohérents, qui s'améliorent de façon significative dans la ligne de base « entraînée » et dans celle « non entraînée ». Il est donc à supposer que l'effet d'apprentissage est bien présent dans les performances des dyslexiques en T2 pour la ligne de base « entraînée ». Pour la régularité graphotactique « _ILL », en revanche, aucun effet d'apprentissage ni de généralisation ne peut être observé. Etant donné la non-significativité de la différence de performances entre les dyslexiques et les normolecteurs, il semblerait que cette graphie ne pose pas de difficulté particulière aux sujets dyslexiques, du moins lorsqu'ils sont adultes.

L'amélioration des scores de l'empan visuo-attentionnel concerne deux scores précisément : le report global, qui tend à une amélioration significative, et une compétence préalable à l'empan visuo-attentionnel, le seuil de lettres qui s'est très significativement amélioré. On peut supposer que l'entraînement, en suscitant une saisie rapide des mots à lire puis à écrire, a entraîné cette compétence d'identification rapide des lettres et de façon consécutive, le report global, qui correspond à la restitution en un temps limité de l'ensemble des lettres visualisées, comme dans l'entraînement.

L'amélioration tendant vers la significativité du score lexical de CHRONODICTEES est cohérent avec l'entraînement, portant sur l'orthographe lexicale. L'effet est relativement faible mais peut s'expliquer par la spécificité de l'entraînement, qui portait sur quelques graphies cibles.

Une amélioration de l'orthographe lexicale d'items particulièrement complexes dans l'entraînement, ceux des mots en « GN » non acquis en CM2, trouverait son explication dans le fait que les sujets ont spécifiquement porté leur attention sur ces irrégularités et inconstances orthographiques afin de bien les écrire, lors de l'entraînement, ce focus attentionnel ayant pu être accentué par la limitation du temps d'affichage des mots pour la copie. Le focus attentionnel aurait donc porté ses fruits, le score d'orthographe lexicale en nombre d'erreurs sur ces mots passe d'un niveau élevé en T1 à significativement plus bas en T2.

Enfin, concernant la ligne de base neutre représentée par les TMT A et B, son objectif est rempli puisqu'elle a pu montrer que l'entraînement n'a pas provoqué d'amélioration significative de ses scores. On peut donc en conclure que l'entraînement était spécifique et que les améliorations orthographiques remarquées ne relèvent pas d'une progression générale des capacités cognitives des sujets.

En conséquence, notre problématique, qui consistait à se demander si l'apprentissage implicite, par son faible coût mnésique, favorisait l'apprentissage de l'orthographe lexicale, semble pouvoir trouver une réponse positive par cette étude pré-exploratoire : les régularités graphotactiques non acquises par le sujet dyslexique pourraient être apprises de façon implicite via un entraînement quotidien de six jours consécutifs, en respectant les conditions d'apprentissage implicite suivantes : apprentissage sans erreur, focalisation attentionnelle grâce à un temps d'affichage limité des mots-cibles, fréquence de présentation des mêmes items. Cette étude a pu répondre à son présupposé : l'apprentissage implicite semble faciliter l'apprentissage orthographique. Comme nous l'avons vu dans la présentation de l'apprentissage implicite, la diminution du coût mnésique est due à la catégorisation des formes orthographiques en régularités graphotactiques, grâce à leur fréquence d'occurrence dans la langue écrite française. En présentant la graphie la plus fréquente pour un phonème donné et éventuellement selon sa position dans le mot pour la graphie « eau », le protocole d'entraînement a donc permis aux sujets dyslexiques une catégorisation implicite des régularités entraînées. Nous avons vu, avec les performances

des dyslexiques significativement inférieures aux contrôles en orthographe pour les régularités graphotactiques « EAU » et « GN », que les dyslexiques n'avaient effectivement pas opéré cette catégorisation des régularités cibles. C'est pourquoi cet entraînement semble avoir permis d'exercer, par une exposition contrainte et intensive, la sensibilité aux régularités graphotactiques des sujets. De plus, en stabilisant ces représentations orthographiques fréquentielles, l'entraînement a permis d'inhiber le doute orthographique, auquel le sujet dyslexique est confronté en permanence, et ainsi de diminuer énormément le coût d'accès à ces représentations orthographiques. Nous avons pu observer en effet, de façon qualitative lors des pré-tests, la présence d'un fort doute orthographique chez les sujets dyslexiques à la dictée des items-cibles, ainsi que pour les sujets contrôles mais dans une bien moindre mesure. Lors des post-tests, les sujets dyslexiques évalués montraient une forte diminution de ce doute orthographique, écrivant plus rapidement et plus sûrement les items dictés. Du fait de ces résultats et pour répondre à la problématique, nous rappelons que le sujet dyslexique est dans la grande majorité des cas dysorthographique, comme a pu le confirmer encore cette étude, et que la dysorthographie, si elle trouve son origine dans les mêmes processus cognitifs atteints que la dyslexie, est de plus impactée par le fort coût mnésique de l'orthographe, plus encore quand celle-ci est opaque, comme le sont les régularités qui ont été entraînées dans cette étude. Du fait de ce fort coût mnésique, l'orthographe semble donc gagner donc à être apprise de façon implicite, ce qui semble faciliter à la fois son apprentissage, son stockage et sa restitution, comme cela pourrait être l'objet d'une nouvelle recherche.

Les résultats de cette étude pré-exploratoire sont en cohérence avec les données de la littérature : les sujets, par une exposition répétée aux régularités de la langue, deviennent rapidement sensibles à ces légalités orthographiques, comme dans l'étude de Pacton, Fayol et Perruchet (2002), où les enfants dès le CP savent employer la graphie « eau » dans sa position la plus fréquente. La sensibilité aux régularités graphotactiques décrite par les différentes études de Pacton (Pacton, Fayol et al., 2005 ; Pacton, Perruchet, Fayol & Cleermans, 2001) est ainsi retrouvée dans les résultats de cette étude. Les données présentées dans ce mémoire sont également en conformité avec celles de Pacton et al (2008) et de Sobaco, Treiman, Peereman, Borchardt et Pacton (2015), montrant que les items respectant les régularités graphotactiques de la langue sont plus facilement appris. Ces études diffèrent de celle menée dans ce mémoire dans la mesure où les sujets étudiés sont normolecteurs, alors qu'ils sont dyslexiques dans ce mémoire. Par conséquent, la

connaissance orthographique des sujets dyslexiques est bien moindre comparée à celle des normolecteurs, diminuant alors leur sensibilité aux régularités graphotactiques. Néanmoins, cette sensibilité a été retrouvée dans les corpus des sujets du mémoire et l'entraînement a pu mettre en œuvre une augmentation de cette sensibilité et montrer l'influence de cette sensibilité dans la production orthographique des sujets, par l'effet de généralisation observé. Donc, les résultats du mémoire ont bien pu montrer, même chez les sujets dyslexiques, une sensibilité aux régularités graphotactiques et son influence dans l'orthographe, comme cela est décrit dans les études de Pacton. Les résultats présentés concordent également avec les données de Vinter, Pacton, Witt et Perruchet (2010) concernant le phénomène de transfert de l'apprentissage implicite, retrouvé dans cette étude à travers le phénomène de généralisation observé. Ils confortent également les travaux de Rey, Pacton et Perruchet (2005) concernant le gain orthographique dans le cas d'un apprentissage sans erreur. De plus, les résultats sont en cohérence avec ceux de Stanké (2009, 2016), supposant la cause de la faiblesse orthographique des dyslexiques dans un déficit mnésique, puisque dans le cadre de cette étude, un entraînement visant à entraîner la mémoire lexicale orthographique a montré de bons résultats en termes de performances orthographiques.

Ce travail a donc permis d'ouvrir de nouvelles perspectives concernant l'apprentissage de l'orthographe lexicale, véritable « bête noire » des dyslexiques, même adultes, et auquel se heurtent bien des orthophonistes, déplorant le manque de moyens à leur disposition pour entraîner de façon efficace l'orthographe chez les sujets dyslexiques. Il s'appuie ainsi sur l'apprentissage implicite, sa remarquable capacité à opérer des associations d'occurrences en termes de fréquences de présentation et à les transférer à du matériel nouveau, comme nous avons pu l'exploiter dans la ligne de base « non entraînée » pour montrer sa capacité de généralisation. De plus, une des autres forces de l'apprentissage implicite que nous avons pu éprouver lors de cette recherche est sa très forte résistance au temps, puisque les données mémorisées, comme nous l'avons vu dans la partie théorique, sont très stables dans le temps et n'ont pas besoin d'être réactualisées. Ainsi, dans le cadre de cette étude, les rappels orthographiques en T2 ont eu lieu trois semaines après le début de l'entraînement, donc après la première liste entraînée, qui ne s'en est pas trouvée moins bien restituée pour autant, pour aucun des sujets. De même, certains sujets, peu disponibles pour la passation du post-test (T2), ont été finalement évalués cinq semaines après le début de l'entraînement, donc avec deux semaines de délai sans entraînement. Malgré tout, leurs

rappels orthographiques ont été bons, similaires à ceux des autres sujets : il semblerait donc que ce délai de restitution n'ait pas impacté la qualité de leurs connaissances orthographiques en mémoire.

Cependant, nous n'avons pu mettre en œuvre toutes les conditions naturelles d'apprentissage implicite, à savoir le fait qu'il s'exerce sur des connaissances relativement complexes, inaccessibles à la conscience et difficilement verbalisables, ce qui n'était pas le cas des régularités graphotactiques entraînées. A aucun moment elles n'ont été verbalisées, mais elles étaient d'une suffisante simplicité pour être aisément abstraites par les sujets, d'autant qu'elles étaient présentées d'une façon assez artificielle à travers l'entraînement, alors que l'apprentissage implicite s'opère dans des conditions naturelles assez complexes. Mais cette simplicité et ce caractère artificiel de la présentation étaient recherchés dans le même temps, afin d'isoler au mieux les régularités graphotactiques entraînées pour faciliter leur apprentissage chez des sujets qui, comme nous l'avons dit, sont très sujets au doute orthographique et spécialement face aux graphies présentées.

Pour tester ce doute orthographique, nous avons volontairement dicté aux sujets vingt mots de suite, en T1, présentant le même son : /o/ en final, /gn/, /ill/. Il a pu être observé de façon générale que les sujets, pour les premiers mots, étaient sûrs de leur orthographe et, plus ils entendaient des mots présentant le même son, plus ils doutaient de leur orthographe, se demandant si le son entendu (particulièrement /o/ et /gn/) s'écrivaient de la même façon que dans le mot précédent, s'il y avait des pièges etc. C'est pourquoi en T1, les mots de la ligne de base « non entraînée », qui ont été dictés à la suite des mots de la ligne de base « entraînée », sont souvent écrits avec plus d'erreurs, bien qu'ils aient été appariés en niveau de difficulté avec ceux de la ligne de base « entraînée ». Le doute était progressivement de plus en plus perceptible au fur et à mesure de la dictée des 20 mots. Cette dictée des vingt mots consécutifs était donc à la fois une faiblesse méthodologique de la passation, en fragilisant les représentations orthographiques des derniers mots dictés, et à la fois une force de l'évaluation, en permettant de vérifier la stabilité des représentations orthographiques sollicitées, et leur résistance au doute orthographique. C'est précisément cet effet du doute orthographique qui est probablement à l'origine de la variabilité des performances orthographiques de REAB avec les items en « GN ». L'interférence entre la régularité graphotactique ponctuellement entraînée et les autres représentations orthographiques connues, et spécialement l'indiçage phonétique du /i/ entendu à la fin du

son /gn/ placé devant une voyelle, le conduisait à écrire aléatoirement semble-t-il « gn » ou « gni », ne pouvant résister au doute orthographique ou ici à la conversion phonographémique à sa disposition, du fait de son manque d'entraînement.

L'entraînement proposé requérait également des bonnes capacités visuo-attentionnelles, cela a représenté un atout de l'entraînement puisqu'il a amélioré de façon générale et significative les performances en empan visuo-attentionnel du groupe, et particulièrement de deux sujets, ELBI et REAB. Cependant, pour le sujet ayant le score total d'empan visuo-attentionnel le plus faible du groupe en T1 comme en T2, RUMI, l'entraînement de la régularité graphotactique « EAU » n'a pas montré d'amélioration importante. On pourrait supposer qu'il ait été impacté par son faible empan visuo-attentionnel, le gênant pour lire de façon rapide et exhaustive les mots puis les copier, d'autant que la régularité graphotactique « EAU » est toujours en fin de mot, dont on sait la plus grande difficulté à être vu par les sujets ayant un empan visuo-attentionnel faible.

Une autre limite de cette recherche tient au choix de la régularité graphotactique « _ILL », qui ne pose finalement pas de difficulté aux sujets dyslexiques, du moins adultes, mais il était intéressant de l'évaluer, d'observer sa stabilité dans le temps et de l'entraîner chez les quelques sujets pour qui elle posait difficulté. Ainsi, chez REAB, aucune erreur n'a été relevée dans les deux lignes de base en T1, tandis qu'il en a produite une, la seule du groupe, en T2 : on peut en déduire qu'un défaut de contrôle, ce qui semble avoir été le cas pour cette production, peut engendrer des erreurs, à cause vraisemblablement du coût cognitif élevé pour accéder à la bonne représentation orthographique.

Pour finir, la véritable limite présentée par cette étude réside dans les performances souvent pathologiques de certains sujets contrôles, biaisant les comparaisons des résultats avec ceux des dyslexiques et empêchant de prendre en compte leurs performances comme des normes fiables. Cependant, le nombre des contrôles, supérieur à celui des dyslexiques, a permis de diminuer l'effet de ce défaut de recrutement. De plus, malgré certaines performances déficitaires chez les sujets contrôles, on retrouve dans les comparaisons des performances entre les dyslexiques et les contrôles le pattern attendu des manifestations comportementales spécifiques à la dyslexie : des performances significativement inférieures en leximétrie, dans le temps et la précision ; en empan visuo-attentionnel ; et en temps de traitement pour les épreuves métaphonologiques.

CONCLUSION

Cette étude pré-exploratoire a montré le gain orthographique permis par l'apprentissage implicite chez sept adultes dyslexiques universitaires. La sensibilité aux régularités graphotactiques issue de ce mode d'apprentissage a été stimulée au moyen d'un entraînement quotidien de trois semaines portant sur trois régularités complexes. Ce logiciel visait la lecture et la copie rapide de dix mots par semaine et a montré des résultats très concluants. Sur trois régularités entraînées, deux ont présenté des améliorations significatives des performances des dyslexiques à la suite de l'entraînement, avec un effet de généralisation sur les graphies non entraînées. La dernière régularité n'a pas rapporté les mêmes améliorations par un biais de recrutement. De plus, l'entraînement a permis l'amélioration des scores de seuil de lettres et de report global mesurant l'empan visuo-attentionnel, ainsi que le score d'orthographe lexicale en dictée de phrases. Ces résultats permettent d'ouvrir de nouvelles perspectives sur la remédiation de l'orthographe lexicale. L'entraînement portait en effet sur des régularités graphotactiques fréquentes dans la langue écrite française et posant problème aux dyslexiques. Les sujets de l'étude étaient de plus adultes, révélant que l'apprentissage implicite a des effets sur cette classe d'âge. Ce mode d'apprentissage a également montré sa résistance au temps. Il permet donc l'emploi par les orthophonistes d'une autre technique de remédiation que celles issues de l'apprentissage explicite, en montrant son faible coût mnésique et sa facilité de mise en place pour les orthophonistes et d'usage pour les patients. Etant donné les difficultés engendrées par l'orthographe pour les dyslexiques et le manque de moyens à disposition des orthophonistes pour y remédier, ces résultats semblent intéressants à reproduire et l'entraînement proposé peut présenter un intérêt notable pour la pratique orthophonique. De plus, les résultats obtenus concordent avec l'hypothèse du déficit mnésique à l'origine de certaines formes de dysorthographies présentée par Stanké, et l'apprentissage implicite se présente comme une réponse à ce déficit en permettant un faible coût mnésique de l'apprentissage orthographique. Cette piste rééducative gagnerait donc à être davantage explorée dans des études ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5* (5e éd.). Arlington, VA : American Psychiatric Publishing.

Angelelli, P., Judica, A., Spinelli, D., Zoccolotti, P., & Luzzatti, C. (2004). Characteristics of Writing Disorders in Italian Dyslexic Children. *Cognitive and Behavioral Neurology*, *17*(1), 18–31. https://doi.org/10.1097/00146965-200403000-00003

Baddeley, A., & Wilson, B. A. (1994). When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia*, *32*(1), 53–68. https://doi.org/10.1016/0028-3932(94)90068-X

Baneath, B., Boutard, C., & Alberti, C. (2006). Chronosdictées. Isbergues: Ortho Edition.

Berninger, V. W., Nielsen, K. H., Abbott, R. D., Wijsman, E., & Raskind, W. (2008). Writing Problems in Developmental Dyslexia: Under-Recognized and Under-Treated. *NIH Public Access*, *14*(4), 384–399. https://doi.org/10.1080/10810730902873927.Testing

Blomert, L. (2011). The neural signature of orthographic-phonological binding in successful and failing reading development. *NeuroImage*, *57*(3), 695–703. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.003

Bogliotti, C., Messaoud-galusi, S., & Serniclaes, W. (2002). Relations entre la perception catégorielle de la parole et l'apprentissage de la lecture. *XXIVemes Journées d'Etudes Sur La Parole*, 197–200.

Bosse, M. (2005). De la relation entre acquisition de l'orthographe lexicale et traitement visuo-attentionnel chez l 'enfant. *Rééducation Orthophonique*, *222*, 9–30.

Bosse, M., Commandeur-Lacôte, P., & Limbert, L. (2007). La mémorisation de l'orthographe d 'un mot lu en fonction du traitement visuel pendant la lecture. *Psychologie et Education*, 47–58.

Bosse, M., & Pacton, S. (2006). Comment l ' enfant produit-il l' orthographe des mots ? *Apprendre et Enseigner à l'école*, 43–58.

Bosse, M., Tainturier, M., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia : The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, *104*, 198–230.

Bourassa, D. C., & Treiman, R. (2014). Spelling Development and Disability in English. In C. A. Stone, E. R. Silliman, B. J. Ehren, & G. P. Wallach (Eds.), *Handbook of language and literacy: Development and disorders* (NY Guilfor, pp. 569–583). New York.

Bourdin, B., Cogis, D., & Foulin, J. N. (2010). Influence des traitements graphomoteurs et orthographiques sur la production de textes écrits: Perspective pluridisciplinaire. *Langages*, *177*(MARCH), 57–82. https://doi.org/10.3917/lang.177.0057

Bourdin, B., & Fayol, M. (2002). Even in adults, written production is still more costly than oral production. *International Journal of Psychology*, *37*(4), 219–227. https://doi.org/10.1080/00207590244000070

Bouvier-Chaverot, M., Peiffer, E., Nguyen-Morel, M. A., & Valdois, S. (2012). Un cas de dyslexie développementale avec trouble isolé de l'empan visuo-attentionnel. *Rev Neuropsychol*, *4*(1), 24–35. https://doi.org/10.1684/nrp.2012.0199

Campbell, R., & Coltheart, M. (1984). Gandhi: The nonviolent road to spelling reform? *Cognition*, *17*(3), 185–192. https://doi.org/10.1016/0010-0277(84)90005-2

Cassar, M., Treiman, R., Moats, L., Pollo, T. C., & Kessler, B. (2005). How do the spellings of children with dyslexia compare with those of nondyslexic children? *Reading and Writing*, *18*(1), 27–49. https://doi.org/10.1007/s11145-004-2345-x

Castel, C., Pech-georgel, C., George, F., & Ziegler, J. C. (2008). Lien entre dénomination rapide et lecture chez les enfants dyslexiques, 395–422.

Castles, A, & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia• 1. *Cognition*, *47*(2), 149–180.

Cavalli, E., Colé, P., Leloup, G., Poracchia-George, F., Sprenger-Charolles, L., & El Ahmadi, A. (2018). Screening for Dyslexia in French-Speaking University Students: An Evaluation of the Detection Accuracy of the Alouette Test. *Journal of Learning Disabilities*, *51*(3), 268–282. https://doi.org/10.1177/0022219417704637

Chaves, N., Combes, C., Largy, P., & Bosse, M. (2012). La mémorisation de l ' orthographe des mots lus en CM2 : effet du traitement visuel simultané. *L'année Psychologique*, (2012), 175–196. https://doi.org/10.4074/S0003503312002011

Chaves, N., Totereau, C., & Bosse, M. (2012). Acquérir l'orthographe lexicale : quand savoir lire ne suffit pas. *ANAE - Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, *118*, 271–279.

Chomsky, C. (1970). *Reading, writing and phonology* (Harvard Ed).In: Fayol, M. & Jaffré, J-P., (2014). *L'orthographe* (PUF). Paris, p.36

Cohen, L., & Dehaene, S. (2004). Specialization within the ventral stream: The case for the visual word form area. *NeuroImage*, *22*(1), 466–476. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.12.049

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. C. (2001). DRS: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108*(1), 204–256. https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.204

Conrad, N. J., & Deacon, S. H. (2016). Children's Orthographic Knowledge and Their Word Reading Skill: Testing Bidirectional Relations. *Scientific Studies of Reading*, *20*(4), 339–347. https://doi.org/10.1080/10888438.2016.1183128

Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(7), 335–341. https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.004

Demont, É., & Gombert, J. É. (2004). L'apprentissage de la lecture: Évolution des procédures et apprentissage implicite. *Enfance*, *56*(3), 245–257. https://doi.org/10.3917/enf.563.0245

Di Betta, A. M., & Romani, C. (2006). Lexical learning and dysgraphia in a group of adults with developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, *23*(3), 376–400. https://doi.org/10.1080/02643290442000545

Dienes, Z., & Altmann, G. T. M. (1997). Transfer of implicit knowledge across domains: How implicit and how abstract? *How Implicit Is Implicit Learning?*, 107–123.

Fayol, M., & de Weck, G. (2009). L'orthographe en production de textes chez les enfants avec et sans dysorthographie. *Langues et Pratiques*, *43*, 2–9.

Fayol, M., & Jaffré, J.-P. (1999). L'acquisition/apprentissage de l'orthographe. *Revue Française de Pédagogie*, *126*, 143–170.

Fayol, M., & Jaffré, J.-P. (2014). *L'orthographe* (PUF). Paris.

Fijalkow, J., Cussac-Pomel, J., & Hannouz, D. (2009). L ' écriture inventée : empirisme , constructivisme , socioconstructivisme. *Education et Didactique*, *3*, 63–98.

Friend, A., & Olson, R. K. (2008). Phonological spelling and reading deficits in children with spelling disabilities. *Scientific Studies of Reading*, *12*(1), 90–105. https://doi.org/10.1080/10888430701773876

Gallagher, A., Frith, U., & Snowling, M. J. (2000). Precursors of literacy delay among children at genetic risk of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *41*(2), 203–213. https://doi.org/10.1111/1469-7610.00601

Gombert, J. E. (2003). Implicit and Explicit Learning to Read : Implication as for Subtypes of Dyslexia. *Current Psychology Letters*, *1*(10), 1–8.

Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, *7*(1), 6–10. https://doi.org/10.1177/074193258600700104

Grabowski, J. (2005). Speaking, writing, and memory span performance: Replicating the Bourdin and Fayol results on cognitive load in German children and adults. *International Journal of Psychology*, *45*(1), 28–39.

Hillis, A. E., & Caramazza, A. (1991). Category-specific naming and comprehension impairment: a double dissociation, *2*, 2081–2094.

Houghton, G., & Zorzi, M. (2003). Normal and impaired spelling in a connectionist dual-rout architecture. *Cognitive Neuropsychology*, *20*(November 2014), 115–162. https://doi.org/10.1080/02643290242000871

Inserm. (2007). Dyslexie Dysorthographie Dyscalculie. *Institut National de La Santé et de La Recherche Médicale INSERM*, *43*(104), 1350–1360. https://doi.org/10.1177/0091270003258666

Jacquier-Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S., & Zorman, M. (2010). Batterie Analytique du Langage Ecrit. Grenoble: Cognisiciences.

Jaffré, J.-P., & Morin, M. (2008). Les activités pré-orthographiques : nature , validité et conceptions. *Pratiques*, *139/140*(Décembre 2008), 189–208.

Jones, A. C., & Rawson, K. A. (2016). Do reading and spelling share a lexicon. *Cognitive Psychology*, *86*, 152–184. https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.02.003

Jucla, M., Dufor, O., Planton, S., & Démonet, J. F. (2012). Les bases neurophysiologiques de la production écrite. *ANAE - Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, (March 2014).

Kemp, N., & Bryant, P. (2003). Do beez buzz? Rule-based and frequency-based knowledge in learning to spell plural -s. *Child Development*, *74*(1), 63–74. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00521

Kemp, N., Parrila, R. K., & Kirby, J. R. (2008). Phonological and Orthographic Spelling in High-functionong Adult Dyslexics. *Dyslexia*, *16*, 300–317. https://doi.org/10.1002/dys

Landerl, K., & Moll, K. (2010). Comorbidity of learning disorders: Prevalence and familial transmission. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *51*(3), 287–294. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02164.x

Launay, L. (2005). Evaluation et rééducation du lexique orthographique chez une adulte dyslexique et dysorthographique. *Rééducation Orthophonique*, *222*, 149–163.

Lefavrais, P. (2005). L'Alouette-R. Paris: ECPA.

Leloup, G. (2018). Les différentes approches dans les prises en charge orthophoniques. In S. Casalis (Ed.), *Les dyslexies: décrire, expliquer, évaluer, traiter* (Elsevier-M, pp. 207–221). Paris.

Marcus, G. F., Vijayan, S., Rao, S. B., & Vishton, P. M. (1999). Rule Learning by Seven-Month-Old Infants. *Science*, *283177227*(120), 77–79. https://doi.org/10.1126/science.283.5398.77

Martinet, C., & Valdois, S. (1999). L'apprentissage de l'orthographe d'usage et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface. *L'année Psychologique*, *99*(4), 577–622. https://doi.org/10.3406/psy.1999.28496

Maughan, B., Messer, J., Collishaw, S., Pickles, A., Snowling, M. J., Yule, W., & Rutter, M. (2009). Persistence of literacy problems: spelling in adolescence and at mid-life. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *50*(8), 893–901. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02079.x

Maxwell, J. P., Masters, R. S. W., Kerr, E., & Weedon, E. (2001). The implicit benefit of learning without errors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, *54*(4), 1049–1068. https://doi.org/10.1080/02724980143000073

Mazeau, M., Pouhet, A., (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant*, Elsevier-Masson, Paris.

Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, *19*(1), 1–32. https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90002-8

Pacton, S., & Afonso-Jaco, A. (2015). Comment les enfants apprennent-ils l'orthographe des mots? *Revue Française de Linguistique Appliquée*, *XX*(2), 51–61.

Pacton, S., Fayol, M., & Lété, B. (2008). L'intégration des connaissances lexicales et infralexicales dans l'apprentissage du lexique orthographique. *ANAE - Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, *20*(96–97), 47–52.

Pacton, S., Fayol, M., & Perruchet, P. (2002). The acquisition of untaught orthographic regularities in French. *Precursors of Functional Literacy*, 121–137.

Pacton, S., Fayol, M., & Perruchet, P. (2005). Children's implicit learning of graphotactic and morphological regularities. *Child Development*, *76*(2), 324–339. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00848.x

Pacton, S., Foulin, J. N., & Fayol, M. (2005). L ' apprentissage de l ' orthographe lexicale. *Rééducation Orthophonique*, *222*(January 2005), 47–68.

Pacton, S., Perruchet, P., Fayol, M., & Cleermans, A. (2001). Implicit Learning out of the lab: the case of orthographic regularities. *Journal of Experimental Psychology*, *130*(3), 401–426.

Pacton, S., Sobaco, A., Fayol, M., & Treiman, R. (2013). How does graphotactic knowledge influence children's learning of new spellings? *Frontiers in Psychology*, *4*(OCT). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00701

Perfetti, C. (2007). Reading Ability Lexical Quality to Comprehension. *Scientific Studies of Reading*, *11(4)*, 357–383.

Perruchet, P. (2003). Apprendre ca ne se commande pas. *La Recherche*, *366*, 46–50.

Perruchet, P. (2008). Implicit Learning. *Learning and Memory: A Comprehensive Reference. Vol. 2: Cognitive Psychology of Memory*, 597–621.

Perruchet, P., & Nicolas, S. (1998). L'apprentissage implicite: un débat théorique. *Psychologie Française*, *43*(1), 13–25.

Perruchet, P., & Pacton, S. (2004). Qu'apportent à la pédagogie les travaux de laboratoire sur l'apprentissage implicite ? *L'année Psychologique*, *104*, 121–146.

Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet*, *379*(9830), 1997–2007. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60198-6

Planton, S., & Kandel, S. (2016). Substrats cérébraux de la production du langage écrit. *Neurolinguistique*, (December), 1–35.

Poncelet, M., Schyns, T., & Majerus, S. (2003). Further evidence for persisting difficulties in orthographic learning in highly educated adults with a history of developmental dyslexia. *Brain and Language*, *87*(1), 145–146. https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00241-4

Pothier, B., & Pothier, P. (2004). Echelle d'acquisition en l'Orthographe LExicale. Paris: Retz.

Ramus, F. (2005). Aux origines cognitives, neurobiologiques et génétiques de la dyslexie. *ANAE - Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, *17*(3–4), 247–253.

Rapp, B., Epstein, C., & Tainturier, M. (2002). The integration of information across lexical and sublexical processes in spelling. *Cognitive Neuropsychology*, *19*(November 2014), 1–29. https://doi.org/10.1080/0264329014300060

Read, C. (1986). *Children's Invented Spelling* (Routledge). Londres. In: Fayol, M. & Jaffré J-P. (2014). *L'orthographe* (PUF). Paris, p.34

Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and*

Verbal Behavior, *6*(6), 855–863. https://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80149-X

Rey, A., Pacton, S., & Perruchet, P. (2005). L'erreur dans l'acquisition de l'orthographe. *Rééducation Orthophonique*, *222*, 101–119.

Saffran, J., Aslin, R., & Newport, E. (1996). Statistical learning by eight-month-old infants. *Science*, *274*(5294), 926–928. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1126/science.274.5294.1926

Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J. F., Bricout, L., Billard, C., Nguyen-Morel, M-A., Le Heuzey, M-F., Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J.C., Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, *52*(10), 1503–1516. https://doi.org/10.1037/dev0000184

Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A Distributed, Developmental Model of Word Recognition and Naming. *Psychological Review*, *96*(4), 523–568. https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.4.523

Share, D. L., & Shalev, C. (2004). Self-teaching in normal and disabled readers. *Reading and Writing*, *17*(7–8), 769–800. https://doi.org/10.1007/s11145-004-2658-9

Shaywitz, S. E., Morris, R., & Shaywitz, B. A. (2008). The Education of Dyslexic Children from Childhood to Young Adulthood. *Annual Review of Psychology*, *59*(1), 451–475. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093633

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological Psychiatry*, *57*(11), 1301–1309. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043

Siffrein-Blanc, J., & George, F. (2010). L'orthographe lexicale. *Développements*, *4*(1), 27–36. https://doi.org/10.3917/devel.004.0027

Sobaco, A., Treiman, R., Peereman, R., Borchardt, G., & Pacton, S. (2015). The influence of graphotactic knowledge on adults' learning of spelling. *Memory and Cognition*, *43*(4), 593–604. https://doi.org/10.3758/s13421-014-0494-y

Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Piquart-Kipfer, A., & Leloup, G. (2010). EVALEC. Paris: Ortho Edition.

Sprenger-charolles, L., & Serniclaes, W. (2003). Acquisition de la lecture et de l'écriture et dyslexie: revue de la littérature. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, *VIII*, 63–90.

Sprenger-Charolles, L., & Serniclaes, W. (2004). Nature et origine de la dyslexie développementale: l'hypothèse phonologique. In *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales: de la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique* (Solal, pp. 113–146).

Stanké, B. (2009). *Facteurs cognitifs liés a l'acquisition du lexique orthographique*. Université de Montréal.

Stanké, B. (2016). La dyslexie-dysorthographie mnésique. In *Les dyslexies-dysorthographies* (PUQ, pp. 147–174).

Stanké, B., Flessas, J., & Ska, B. (2008). Le rôle de la mémoire lexicale orthoographique dans l'acquisition des connaissances orthographiques des enfants de maternelle 5 ans. *ANAE - Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, *100*, 326–335.

Touzin, M. (2000). Rééducation de l'orthographe. *Glossa*, *74*, 30–37.

Trail Making Test A & B. (1944). Army Individual Test Battery.

Treiman, R. (2017). Learning to spell : Phonology and beyond. *Cognitive Neuropsychology*, (October 2017). https://doi.org/10.1080/02643294.2017.1337630

Treiman, R., & Boland, K. (2017). Graphotactics and spelling: Evidence from consonant doubling. *Journal of Memory and Language*, *92*, 254–264.

https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.07.001

Undheim, A. M. (2009). A thirteen-year follow-up study of young Norwegian adults with dyslexia in childhood: Reading development and educational levels. *Dyslexia*, *15*(4), 291–303. https://doi.org/10.1002/dys.384

Valdois, S. (2010). Evaluation Des Difficultés D ' Apprentissage De La Lecture. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, *XV*(1), 89 à 103.

Valdois, S. (2014). Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique ? *ANAE - Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez l'Enfant*, *128*, 1–9.

Valdois, S., Guinet, E., & Embs, J. L. (2014). EVADYS. Isbergues: Ortho Edition.

Valdois, S., Ans, B., Carbonnel, S., (2009). Principes de base pour l'élaboration d'un modèle connexionniste psychologiquement plausible de l'apprentissage de la lecture In: *Apprentissage des langues* (en ligne). Paris: CNRS Editions

Van Galen, G. P. (1991). Handwriting : Issues for a psychomotor theory. *Human Movement Science*, *10*, 165–191.

Vinter, A., Pacton, S., Witt, A., & Perruchet, P. (2010). Implicit learning, development, and education. *Rethinking Physical and Rehabilitation Medicine*, 111–127. https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0034-9_6

Witt, A., & Vinter, A. (2011). Artificial grammar learning in children: Abstraction of rules or sensitivity to perceptual features? *Psychological Research*, *76*(1), 97–110. https://doi.org/10.1007/s00426-011-0328-5

Wright, D. M., & Ehri, L. C. (2007). Beginners remember orthography when they learn to read words: The case of doubled letters. *Applied Psycholinguistics*, *28*(1), 115–133. https://doi.org/10.1017/S0142716407070063

Zesiger, P. (2004). Neuropsychologie développementale et dyslexie. *Enfance*, *56*(3), 237–243. https://doi.org/10.3917/enf.563.0237

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, *131*(1), 3–29. https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3

ANNEXES

Annexe I :

1. Résultats orthographiques en pré et post-entraînements

ENTRAÎNEMENTS	CTRL	DYS T1		DYS T2		% de gain Dys T1/T2
(score: nb d'erreurs)	Moy	Moy	(p=)	Moy	(p=)	(d=)
Régularité "EAU"						
Entraînés	0,4	3,1	p= 0,002	0,4	p= 0,001	d= 2.0 (large)
Non Entraînés	1	3,9	p= 0,01	0,7	p= 0,005	d= 1.6 (large)
Scores lexicaux						
E T1 / E T2		0,7		0,8	p= 0,1	
NE T1 / NE T2		1,8		1,4	p= 0,1	
(+75) T1 / (+75) T2		0,4		0,7	p= 0,3	
(-75) T1 / (-75) T2		2,1		1,6	p= 0,2	
Régularité "GN"						
"gn" Entraînés	0	1,3	p= 0,02	0,9	p= 0,3	
"gn" Non Entraînés	0,1	1,9	p= 0,01	0,4	p= 0,04	d= 1.0 (large)
Scores lexicaux						
E T1 / E T2		2,4		1,3	p= 0,5	
NE T1 / NE T2		2		0,8	p= 0,2	
(+75) T1 / (+75) T2		0,9		0,4	p= 0,2	
(-75) T1 / (-75) T2		3,6		1,5	p= 0,04	d= 0.8 (large)
Régularité "_ILL"						
"_ill" Entraînés	0	0,4	p= 0,09	0,1	p= 0,2	
"_ill" Non Entraînés	0	0,1	p= 0,1	0	p= 0,1	
Scores lexicaux						
E T1 / E T2		0,7		0,6	p= 0,5	
NE T1 / NE T2		1,4		1,1	p= 0,2	
(+75) T1 / (+75) T2		0,5		0,1	p= 0,2	
(-75) T1 / (-75) T2		1,4		1,6	p= 0,5	

Annexe II :

1. Résultats détaillés des sujets

1.1. Dyslexiques

ELBI	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	14	(-5,2)	13	(-4,7)	1
Temps (en sec)	116	(-2,5)	104	(-1,5)	12
Précision + Temps	130	(-3,3)	117	(-2,3)	13
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	30	centile 5	90	centile 75	66,67
Report partiel	4,83	centile 75	5,83	centile 75	17,15
Report global	3,04	centile 5	4,08	centile 5	25,49
Score total	3,94	centile 5	4,75	centile 15	20,56
Suppression phon.					
CVC Précision	0	0,2	0	0,2	0
CVC Temps (sec)	26	0,1	22	0,5	4
CCV Précision	1	(-0,7)	0	0,4	1
CCV Temps (sec)	26	0,1	22	0,6	4
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	6	0,8	5	(-0,7)	-1
Temps (sec)	80	0,4	68	1,1	12
Dictée de mots					
Rég. complexes	0	0,6	0	0,6	0
Irréguliers	1	0,2	1	0,2	0
Pseudomots trisyl.	1	(-0,1)	0	0,8	1
Dictée de phrases					
ChronoSyn	6	(-1)	9	(-2)	-3
ChronoPho	1	(-0,3)	1	(-0,3)	0
ChronoUsa	6	(-2,9)	5	(-2,3)	1
ChronoLex	1	(-1,7)	0	0,3	1
ChronoSeg	0	0,2	0	0,2	0
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	0	centile 95	0
A temps (sec)	21	centile 75	15	centile 95	6
B précision	0	centile 95	0	centile 95	0
B temps (sec)	35	centile 95	40	centile 90	-5
Régularités GT					
"eau" Entraînés	5		0		5
"eau" Non Entraînés	5		0		5
"gn" Entraînés	0		0		0
"gn" Non Entraînés	1		0		1
"_ill" Entraînés	0		0		0
"_ill" Non Entraînés	0		0		0

RUMI	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	16	(-6,1)	8	(-2,3)	8
Temps (en sec)	95	(-0,8)	100	(-1,2)	-5
Précision + Temps	111	(-1,8)	108	(-1,61)	3
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	70	centile 5	90	centile 75	22,22
Report partiel	3,75	centile 5	4,17	centile 15	10,07
Report global	2,96	centile 5	3,08	centile 5	3,9
Score total	3,35	centile 5	3,62	centile 5	7,46
Suppression phon.					
CVC Précision	2	(-6,4)	0	0,2	2
CVC Temps (sec)	36	(-1)	27	0	9
CCV Précision	0	0,4	0	0,4	0
CCV Temps (sec)	30	(-0,2)	21	0,7	9
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	4	(-2,27)	4	(-2,27)	0
Temps (sec)	84	0,2	77	0,6	7
Dictée de mots					
Rég. complexes	0	0,6	0	0,6	0
Irréguliers	1	0,2	1	0,2	0
Pseudomots trisyl.	1	(-0,1)	1	(-0,1)	0
Dictée de phrases					
ChronoSyn	4	(-0,3)	7	(-1,3)	-3
ChronoPho	2	(-1,1)	0	0,5	2
ChronoUsa	4	(-1,7)	2	(-0,4)	2
ChronoLex	0	0,3	0	0,3	0
ChronoSeg	0	0,2	0	0,2	0
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	0	centile 95	0
A temps (sec)	44	centile 10	27	centile 50	17
B précision	0	centile 95	0	centile 95	0
B temps (sec)	77	centile 10	60	centile 50	17
Régularités GT					
"eau" Entraînés	0		2		-2
"eau" Non Entraînés	5		3		2
"gn" Entraînés	1		0		1
"gn" Non Entraînés	2		0		2
"_ill" Entraînés	0		0		0
"_ill" Non Entraînés	0		0		0

REAB	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	26	(-10)	24	(-10)	2
Temps (en sec)	107	(-1,7)	90	(-0,4)	17
Précision + Temps	133	(-3,5)	114	(-2)	19
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	10	centile 5	30	centile 5	666,7
Report partiel	4,25	centile 15	4,83	centile 75	12,01
Report global	2,5	centile 5	3,65	centile 5	31,51
Score total	3,38	centile 5	4,24	centile 5	20,28
Suppression phon.					
CVC Précision	0	0,2	0	0,2	0
CVC Temps (sec)	26	0,1	29	(-0,2)	-3
CCV Précision	1	(-0,7)	0	0,4	1
CCV Temps (sec)	33	(-0,6)	26	0,1	7
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	6	0,8	5	(-0,7)	-1
Temps (sec)	70	1	70	1	0
Dictée de mots					
Rég. complexes	3	(-2,4)	4	(-3,4)	-1
Irréguliers	3	(-1,1)	5	(-2,5)	-2
Pseudomots trisyl.	1	(-0,1)	0	0,8	1
Dictée de phrases					
ChronoSyn	29	(-8,9)	35	-11	-6
ChronoPho	5	(-3,6)	2	(-1,1)	3
ChronoUsa	14	(-7,9)	15	(-8)	-1
ChronoLex	6	(-12)	3	(-5,9)	3
ChronoSeg	3	(-14)	1	(-4,8)	2
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	0	centile 95	0
A temps (sec)	49	centile 10	32	centile 15	17
B précision	1	centile 5	0	centile 95	0
B temps (sec)	200	centile 5	134	centile 5	66
Régularités GT					
"eau" Entraînés	2		0		2
"eau" Non Entraînés	0		3		-3
"gn" Entraînés	4		6		-2
"gn" Non Entraînés	5		3		2
"_ill" Entraînés	0		1		-1
"_ill" Non Entraînés	0		0		0

VIAL	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	19	(-7,6)	12	(-4,2)	7
Temps (en sec)	123	(-3)	110	(-2)	13
Précision + Temps	138	(-3,9)	122	(-2,6)	16
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	50	centile 5	50	centile 5	0
Report partiel	4,17	centile 15	3,75	centile 5	-11,2
Report global	3,29	centile 5	3,83	centile 5	14,1
Score total	3,73	centile 5	3,79	centile 5	1,58
Suppression phon.					
CVC Précision	1	(-3)	1	(-3)	0
CVC Temps (sec)	37	1,1	36	(-1)	1
CCV Précision	1	(-0,7)	2	(-1,9)	-1
CCV Temps (sec)	38	(-1,2)	43	(-1,8)	-5
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	4	(-2,27)	4	(-2,27)	0
Temps (sec)	99	(-0,6)	88	0	11
Dictée de mots					
Rég. complexes	0	0,6	0	0,6	0
Irréguliers	1	0,2	1	0,2	0
Pseudomots trisyl.	0	0,8	0	0,8	0
Dictée de phrases					
ChronoSyn	13	(-3,4)	14	(-3,7)	-1
ChronoPho	0	0,5	1	(-0,3)	-1
ChronoUsa	3	(-1)	2	(-0,4)	1
ChronoLex	1	(-1,7)	3	(-5,9)	-2
ChronoSeg	1	(-4,8)	0	0,2	1
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	1	centile 5	-1
A temps (sec)	17	centile 95	17	centile 95	0
B précision	0	centile 95	0	centile 95	0
B temps (sec)	45	centile 75	44	centile 75	1
Régularités GT					
"eau" Entraînés	4		0		4
"eau" Non Entraînés	8		1		7
"gn" Entraînés	1		0		1
"gn" Non Entraînés	1		0		1
"_ill" Entraînés	0		0		0
"_ill" Non Entraînés	0		0		0

SORA	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	19	(-7,6)	13	(-4,7)	6
Temps (en sec)	166	(-6,4)	138	(-4,2)	28
Précision + Temps	185	(-7,5)	151	(-4,9)	34
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	10	centile 5	80	centile 75	87,5
Report partiel	5,17	centile 75	5,17	centile 75	0
Report global	3,5	centile 5	3,71	centile 5	5,66
Score total	4,33	centile 5	4,44	centile 5	2,48
Suppression phon.					
CVC Précision	0	0,2	1	(-3)	1
CVC Temps (sec)	24	0,3	35	(-0,9)	-11
CCV Précision	1	(-0,7)	0	0,4	1
CCV Temps (sec)	25	0,3	22	0,6	3
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	4	(-2,27)	4	(-2,27)	0
Temps (sec)	89	0	84	0,2	5
Dictée de mots					
Rég. complexes	0	0,6	1	(-0,6)	-1
Irréguliers	1	0,2	1	0,2	0
Pseudomots trisyl.	2	(-0,9)	1	(-0,1)	1
Dictée de phrases					
ChronoSyn	18	(-5,1)	13	(-3,4)	5
ChronoPho	2	(-1,1)	4	(-2,8)	-3
ChronoUsa	9	(-4)	5	(-2,3)	4
ChronoLex	1	(-1,7)	1	(-1,7)	0
ChronoSeg	1	(-4,8)	1	(-4,8)	0
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	0	centile 95	0
A temps (sec)	60	centile 5	40	centile 10	20
B précision	0	centile 95	2	centile 5	-2
B temps (sec)	50	centile 75	99	centile 5	-49
Régularités GT					
"eau" Entraînés	4		0		4
"eau" Non Entraînés	3		0		3
"gn" Entraînés	2		0		2
"gn" Non Entraînés	3		0		3
"_ill" Entraînés	1		0		1
"_ill" Non Entraînés	1		0		1

MEFO	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	4	(-0,4)	3	0	1
Temps (en sec)	95	(-0,8)	95	(-0,8)	0
Précision + Temps	99	(-0,9)	98	(-0,8)	1
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	40	centile 5	80	centile 75	50
Report partiel	5,08	centile 75	5,58	centile 75	8,96
Report global	3,38	centile 5	3,46	centile 5	2,31
Score total	4,23	centile 5	4,52	centile 5	6,42
Suppression phon.					
CVC Précision	0	0,2	0	0,2	0
CVC Temps (sec)	27	0	27	0	0
CCV Précision	0	0,4	0	0,4	0
CCV Temps (sec)	37	(-1,1)	30	(-0,2)	7
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	5	(-0,7)	6	0,8	1
Temps (sec)	75	0,7	73	0,9	2
Dictée de mots					
Rég. complexes	0	0,6	0	0,6	0
Irréguliers	0	0,9	0	0,9	0
Pseudomots trisyl.	0	0,8	0	0,8	0
Dictée de phrases					
ChronoSyn	8	(-1,7)	3	0	5
ChronoPho	2	(-1,1)	1	(-0,3)	1
ChronoUsa	3	(-1)	0	0,7	3
ChronoLex	1	(-1,7)	1	(-1,7)	0
ChronoSeg	0	0,2	0	0,2	0
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	0	centile 95	0
A temps (sec)	17	centile 95	16	centile 95	1
B précision	0	centile 95	0	centile 95	0
B temps (sec)	41	centile 90	46	centile 75	-5
Régularités GT					
"eau" Entraînés	4		0		4
"eau" Non Entraînés	2		0		2
"gn" Entraînés	0		0		0
"gn" Non Entraînés	0		0		0
"_ill" Entraînés	0		0		0
"_ill" Non Entraînés	0		0		0

FAPL	T1		T2		Gain
	Score	EC	Score	EC	
Alouette					
Précision	10	(-3,3)	8	(-2,3)	2
Temps (en sec)	85	0	86	(-0,1)	-1
Précision + Temps	95	(-0,6)	94	(-0,5)	1
(sec + score)					
EVADYS					
(score en empan)					
Seuil de lettres (%)	100	centile 75	100	centile 75	0
Report partiel	5	centile 75	4,33	centile 15	-15,47
Report global	4,63	centile 75	4,71	centile 75	1,7
Score total	4,81	centile 75	4,52	centile 75	-6,42
Suppression phon.					
CVC Précision	0	0,2	2	(-6,4)	-2
CVC Temps (sec)	22	0,5	22	0,5	0
CCV Précision	0	0,4	3	(-3,2)	-3
CCV Temps (sec)	22	0,6	25	0,3	-3
Empan verbal					
(score en empan)					
Précision	5	(-0,7)	3	(-3,8)	-2
Temps (sec)	83	0,3	80	0,4	3
Dictée de mots					
Rég. complexes	0	0,6	0	0,6	0
Irréguliers	1	0,2	0	0,9	1
Pseudomots trisyl.	1	(-0,1)	2	(-0,9)	-1
Dictée de phrases					
ChronoSyn	13	(-3,4)	10	(-2,4)	3
ChronoPho	1	(-0,3)	1	(-0,3)	0
ChronoUsa	3	(-1)	0	0,7	3
ChronoLex	0	0,3	0	0,3	0
ChronoSeg	0	0,2	1	(-4,8)	-1
TMT A et B					
A précision	0	centile 95	0	centile 95	0
A temps (sec)	25	centile 50	17	centile 95	8
B précision	1	centile 5	0	centile 95	1
B temps (sec)	62	centile 40	36	centile 95	26
Régularités GT					
"eau" Entraînés	3		1		2
"eau" Non Entraînés	4		0		4
"gn" Entraînés	1		0		1
"gn" Non Entraînés	1		0		1
"_ill" Entraînés	2		0		2
"_ill" Non Entraînés	0		0		0

1.2. Contrôles

SUJETS CONTRÔLES														
	ALOUETTE						EVADYS							
	Précision	DS	Temps	DS	Préc.+Tps	DS	Score tot.	Centile	SL (%)	Centile	Rep. part.	Centile	Rep. glob.	Centile
SEBO	0	1,4	78	0,5	78	0,6	4,94	75	50	5	4,92	75	4,96	15
HOLA	8	(-2,3)	114	(-2,3)	122	(-2,6)	4,94	75	50	5	4,92	75	4,96	50
BABE	5	(-0,9)	84	0	89	(-0,1)	4,56	5	80	75	4,67	75	4,46	5
PADR	4	(-0,4)	113	(-2,2)	117	(-2,3)	3,81	5	80	75	4,33	15	3,29	5
VIAE	5	(-0,9)	90	(-0,4)	95	(-0,6)	5,1	75	90	75	5,5	75	4,71	5
PANG	4	(-0,4)	105	(-1,63)	109	(-1,69)	4,52	5	80	75	5,17	75	3,88	5
BLFA	6	(-1,4)	65	1,5	71	1,2	5,23	75	100	75	4,67	75	5,79	50
ELCL	1	0,9	95	(-0,8)	96	(-0,6)	4,98	75	100	75	5,08	75	4,88	50
BABR	2	0,4	114	(-2,3)	116	(-2,2)	4,1	5	40	5	3,67	5	4,54	5
THVI	1	0,9	68	1,3	69	1,3	5,31	75	90	75	5,25	75	5,38	50

	EVALEC											
	CVC préc.	DS	CVC tps	DS	CCV préc.	DS	CCV tps	DS	Empan vb	DS	Emp. tps	DS
SEBO	0	0,2	19	0,9	0	0,4	19	1	4	(-2,27)	90	(-0,1)
HOLA	0	0,2	19	0,9	2	(-1,9)	27	0	5	(-0,7)	93	(-0,2)
BABE	0	0,2	19	0,9	0	0,4	19	1	5	(-0,7)	68	1,1
PADR	0	0,2	25	0,2	2	(-1,9)	31	(-0,4)	4	(-2,27)	68	1,1
VIAE	1	(-3)	19	0,9	1	(-0,7)	25	0,3	4	(-2,27)	73	0,9
PANG	0	0,2	19	0,9	0	0,4	28	0	5	(-0,7)	69	1,1
BLFA	0	0,2	17	1,1	0	0,4	18	1,1	6	0,8	70	1
ELCL	0	0,2	19	0,9	0	0,4	20	0,9	6	0,8	74	0,8
BABR	0	0,2	19	0,9	1	(-0,7)	25	0,3	6	0,8	60	1,6
THVI	0	0,2	18	1	1	(-0,7)	22	0,6	4	(-2,27)	78	0,6

	BALE						CHRONOSDICTEES									
	Réguliers	DS	Irréguliers	DS	PSM	DS	ChronoSy	DS	ChronoPh	DS	ChronoUs	DS	ChronoLe	DS	ChronoSe	DS
SEBO	9	(-0,4)	10	0,9	10	0,8	3	0	0	0,5	0	0,7	0	0,3	0	0,2
HOLA	10	0,6	10	0,9	10	0,8	4	(-0,3)	0	0,5	4	(-1,7)	1	(-1,7)	0	0,2
BABE	10	0,6	10	0,9	10	0,8	2	0,3	0	0,5	0	0,7	0	0,3	0	0,2
PADR	10	0,6	9	2	10	0,8	8	(-1,7)	1	(-0,3)	3	(-1)	0	0,3	0	0,2
VIAE	9	(-0,4)	9	0,2	10	0,8	10	(-2,4)	0	0,5	0	0,7	0	0,3	0	0,2
PANG	10	0,6	9	2	10	0,8	2	0,3	0	0,5	0	0,7	0	0,3	0	0,2
BLFA	10	0,6	10	0,9	10	0,8	2	0,3	0	0,5	2	(-0,4)	0	0,3	0	0,2
ELCL	10	0,6	10	0,9	10	0,8	0	1	0	0,5	0	0,7	0	0,3	0	0,2
BABR	10	0,6	9	2	10	0,8	3	0	0	0,5	1	0,1	0	0,3	0	0,2
THVI	10	0,6	10	0,9	10	0,8	4	(-0,3)	0	0,5	0	0,7	0	0,3	0	0,2

	Régularités GT					
	EAU		GN		_ILL	
	Entraînés	Non entr.	Entraînés	Non entr.	Entraînés	Non entr.
SEBO	0	1	0	0	0	0
HOLA	1	3	0	0	0	0
BABE	0	0	0	1	0	0
PADR	0	0	0	0	0	0
VIAE	2	2	0	0	0	0
PANG	0	1	0	0	0	0
BLFA	0	1	0	0	0	0
ELCL	1	1	0	0	0	0
BABR	0	1	0	0	0	0
THVI	0	0	0	0	0	0

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Dual Rout Cascade (DRC)..... 6

Figure 2. Parallel Distributed Processing (PDP)..... 7

Figure 3. Modèle de Rapp et al., 2002 15

Figure 4. Modèle de Houghton et Zorzi (2003) 16

Figure 5. Présentation des diapositives de l'entraînement..... 33

Figure 6. Tableau des 60 mots avec leur niveau d'acquisition au CM2 34

Figure 7. Résultats généraux des sujets contrôles et dyslexiques aux pré et post-tests (partie épreuves) 38

Figure 8. Entraînement "EAU" : moyenne du nombre d'erreurs en T1 et T2 pour chaque groupe en pré-test (ANL et AD) et post-test (AD) 41

Figure 9. Rappel des scores - régularité graphotactique "EAU" 41

Figure 10. Entraînement "GN" : moyenne du nombre d'erreurs en T1 et T2 pour chaque groupe en pré-test (ANL et AD) et post-test (AD) 42

Figure 11. Rappel des scores - régularité graphotactique "GN" 42

Figure 12. Entraînement "_ILL" : moyenne du nombre d'erreurs en T1 et T2 pour chaque groupe en pré-test (ANL et AD) et post-test (AD)..... 43

Albane Drouillard

ELABORATION D'UN PROTOCOLE DE REMEDIATION DE L'ORTHOGRAPHE LEXICALE CHEZ DES ADULTES DYSLEXIQUES UNIVERSITAIRES

50 pages, 108 références bibliographiques

Mémoire d'orthophonie – UNS / Faculté de Médecine - Nice juin 2018

RESUME
La dysorthographie est beaucoup plus persistante que la dyslexie. Pourtant, elle procède des mêmes processus cognitifs, phonologique et visuo-attentionnel, que la dyslexie. Mais les deux troubles spécifiques du langage écrit relèvent également du déficit d'un troisième processus cognitif, la mémoire lexicale orthographique, dont l'atteinte est plus importante dans la dysorthographie. Ce mémoire a cherché à montrer que l'apprentissage implicite, par son système de catégorisation des régularités graphotactiques de la langue, facilite l'apprentissage de l'orthographe lexicale. Pour cela, un entraînement de trois semaines a été proposé à sept adultes dyslexiques universitaires. Il consistait en la lecture puis la copie rapide de dix mots respectant une même régularité graphotactique, selon les principes de l'apprentissage implicite. A l'issue de l'entraînement, les performances des dyslexiques étaient significativement améliorées pour deux régularités, révélant un effet de généralisation aux graphies non entraînées. La troisième n'a pas présenté de difficulté aux sujets par un biais de recrutement des mots. De plus, les résultats ont montré une amélioration des scores de seuil de lettres et de report global mesurant l'empan visuo-attentionnel, ainsi que du score d'orthographe lexicale en dictée de phrases. Ces résultats confirment l'intérêt de l'apprentissage implicite dans la remédiation de l'orthographe lexicale.

MOTS-CLES
Dysorthographie – apprentissage implicite – remédiation – adulte – orthographe lexicale

ABSTRACT
Dysorthographia is much more persistent than dyslexia. Nevertheless, it proceeds from the same cognitive processes, phonological and visuo-attentional, as dyslexia. But the two specific disorders of the written language also come from the deficit of a third cognitive process, lexical orthographic memory, whose involvement is more important in dysorthography. This memoir sought to show that implicit learning, through its system of categorization of graphotactic regularities of language, facilitates the learning of lexical spelling. For this, a three-week training program was offered to seven university dyslexic adults. It consisted of the reading then the rapid copy of ten words respecting the same graphotactic regularity, according to the principles of implicit learning. At the end of the traing, the performancess of the dyslexics were significantly improved for two regularities, revealing a generalization effect to the untrained graphs. The third did not presented any difficulty to the subjects by a recruitment bias of words. In addition, the results also showed an improvement in the letter threshold and overall report scores mesuring the visuo-attentional span as well as the lexical spelling score in sentence dictation. These results confirm the interest of implicit learning in the remediation of lexical spelling.

KEY WORDS
Dysorthographia – implicit learning – remediation – adult – lexical spelling

Directeur DE MEMOIRE
Gilles Leloup

Co-Directeur DE MEMOIRE
Karine Eskinazi