



HAL
open science

Évaluation de la mémoire prospective chez des adolescents dyslexiques

Pauline Richard

► **To cite this version:**

Pauline Richard. Évaluation de la mémoire prospective chez des adolescents dyslexiques. Sciences cognitives. 2016. dumas-01373909

HAL Id: dumas-01373909

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01373909>

Submitted on 29 Sep 2016

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.

Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophonie

**Evaluation de la mémoire prospective
chez des adolescents dyslexiques**

Présenté par :

Pauline RICHARD
Née le 13/05/1993

Sous la direction de :

Bérengère GUILLERY - GIRARD,
MC, EPHE (Inserm U1077)

Peggy QUINETTE,
MCU, UNICAEN (InsermU1077)

Année universitaire 2015-2016

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu Madame Bérengère Guillery-Girard et Madame Peggy Quinette, qui ont dirigé ce mémoire, pour leur attention, leur bienveillance et leur prévenance tout au long de sa réalisation.

Je remercie également les membres de mon jury qui ont accepté de se rendre disponibles.

J'adresse mes remerciements sincères aux adolescents qui ont accepté de donner de leur temps pour participer à cette étude. Je remercie également leurs parents, pour la disponibilité et la gentillesse qu'ils ont eues à mon égard.

Je remercie l'équipe pédagogique de l'école d'orthophonie de Caen, et tous les intervenants au long de ces quatre années. Ils ont su nous transmettre leurs connaissances afin de nous permettre d'être toujours de meilleures orthophonistes. Je remercie également mes maîtres de stage pendant ces quatre années. Vous m'avez appris à aimer notre métier et à toujours me questionner pour offrir le meilleur à mes futurs patients.

Merci à mes amies de promo avec qui nous avons partagé les difficultés de cette dernière année en nous soutenant les unes les autres. Nous avons également su partager nos petites et grandes joies et vous m'avez aidée à vivre sereinement ces quatre années.

Je voudrais dire un grand merci à mes parents et mes frères et sœurs qui ont su supporter mes humeurs pendant ces cinq années (et plus !) et me soutenir dans ce projet de devenir orthophoniste. Vous ne comprenez pas toujours tout ce que je vous dis sur l'orthophonie mais vous avez toujours montré de l'intérêt à ce que je pouvais vous apprendre !

Un merci spécial enfin à Colas, tu as été présent à mes côtés à chaque moment de découragement et tu as toujours su me refaire rire. Merci !

GLOSSAIRE

DL : Dyslexie développementale

MP : Mémoire prospective

MDT : Mémoire de travail

FE : Fonctions exécutives

ME : Mémoire épisodique

EBP : Event-based prospective

EBR : Event-based retrospective

TB : Time-based

SOMMAIRE

Introduction.....	1
1. Partie théorique	2
1.1. La dyslexie.....	2
1.1.1. Définitions.....	2
1.1.2. Etiologie et anomalies physiologiques.....	2
1.1.3. Différentes formes de dyslexie ?	3
1.2. Profil cognitif de la dyslexie.....	5
1.2.1. Troubles mnésiques dans la dyslexie	5
1.2.2. Troubles exécutifs dans la dyslexie.....	6
1.3. La mémoire prospective et son intérêt dans la dyslexie	7
1.3.1. Description de la mémoire prospective	7
1.3.2. Mémoire prospective et lien avec les fonctions cognitives	9
1.3.3. La mémoire prospective à l'adolescence	10
1.3.4. Mémoire prospective dans la dyslexie et évaluation	11
2. Problématique et Objectifs	12
2.1. Problématique	12
2.2. Objectifs.....	12
2.3. Hypothèses.....	12
3. Partie expérimentale	13
3.1. Méthodologie.....	13
3.1.1. Population.....	13
3.1.2. Outils.....	13
3.1.2.1. Mémoire prospective	13
3.1.2.2. Epreuves complémentaires.....	15
3.1.3. Hypothèses	16
3.1.4. Méthodologie d'analyse des données	16
3.2. Résultats.....	16

3.2.1. Population.....	17
3.2.2. Epreuve informatisée de mémoire prospective	17
3.2.2.1. Effet de la pathologie	17
3.2.2.2. Effet du type de tâche	19
3.2.3. Questionnaire de mémoire prospective	21
3.2.3.1. Effet de la pathologie	21
3.2.3.2. Effet du type d'item	21
3.2.4. Epreuves complémentaires	22
3.2.4.1. Mémoire de travail.....	22
3.2.4.1. Mémoire épisodique	22
3.2.4.2. Fonctions exécutives	22
3.2.5. Tests de corrélation.....	23
3.2.5.1. Epreuves de mémoire prospective et mémoire de travail	23
3.2.5.2. Epreuve de mémoire prospective et mémoire épisodique	25
3.2.5.3. Epreuves de mémoire prospective et fonctions exécutives.....	25
3.3. Discussion.....	26
3.3.1. Fonctionnement de la mémoire prospective dans la dyslexie.....	26
3.3.2. Fonctionnement cognitif dans la dyslexie.....	29
3.3.3. Liens entre fonctionnement de la mémoire prospective et fonctionnement cognitif.....	30
3.3.4. Perspectives et adaptations en orthophonie	33
Conclusion	35
Références bibliographiques.....	36
Annexes	
Annexe 1 : Lettre d'information pour le recrutement de la population d'intérêt	
Annexe 2 : Consignes de la tâche en cours	
Annexe 3 : Consignes de l'épreuve MP-EBP	
Annexe 4 : Consignes de l'épreuve MP-EBR	

Annexe 5 : Consignes de l'épreuve MP-TB

Annexe 6 : Prospective and Retrospective Memory Questionnaire adapté en français
pour des adolescents

Annexe 7 : Tableau récapitulatif des tests complémentaires

Annexe 8 : Tableau récapitulatif des moyennes (écarts-types) aux épreuves du
protocole

Annexe 9 : Lettre d'information aux parents d'adolescents dyslexiques

Annexe 10 : Lettre d'information aux parents d'adolescents témoins

INTRODUCTION

La prévalence de la dyslexie développementale (DL) en France est estimée entre 6 et 8% (Inserm, 2007), soit un enfant par classe en moyenne. Les garçons sont généralement plus atteints que les filles (American Psychiatric Association, 2013). Les parents et enseignants sont donc toujours en demande de solutions et d'adaptations afin de faciliter le quotidien de ces enfants.

En effet, les répercussions dans la vie quotidienne de ce trouble spécifique de la lecture sont nombreuses. La plupart ont déjà fait l'objet de recherches scientifiques. Par exemple, le déficit en mémoire de travail et dans certaines fonctions exécutives est avéré. La mise en place de compensations prenant en compte ces difficultés est donc nécessaire.

La DL représente une grande part des troubles pris en charge en orthophonie. Outre la rééducation des troubles cognitifs et des troubles de la lecture, l'orthophoniste a une place privilégiée dans l'accompagnement parental. En effet, dans la clinique, les parents et parfois les enfants eux-mêmes se plaignent de difficultés d'organisation, de projection et d'autonomie dans la vie quotidienne. Ces plaintes sont présentes notamment à l'âge de l'adolescence où ce besoin d'autonomie se fait plus présent.

Un système de mémoire encore peu étudié a une place privilégiée dans l'acquisition de cette autonomie. Il s'agit de la mémoire prospective (MP), qui permet de se souvenir des intentions à réaliser dans le futur (Einstein et McDaniel, 1990) Le but de cette étude est donc de préciser le fonctionnement de ce système chez des adolescents dyslexiques. Pour cela, nous comparerons les performances de ces adolescents à celles d'enfants normo-lecteurs.

Dans la première partie de cet écrit, nous définirons la DL puis nous décrirons son profil cognitif spécifique et enfin le fonctionnement de la MP. Dans la seconde partie, nous présenterons la méthodologie employée et les résultats recueillis pour terminer sur leur interprétation au regard du contexte théorique.

1. PARTIE THEORIQUE

1.1. La dyslexie

1.1.1. Définitions

Plusieurs classifications de la DL sont données. La plus usuelle est celle du Manuel Diagnostique et Statistique des troubles mentaux (DSM-5), publiée par l'Association américaine de psychiatrie. Il décrit un « trouble spécifique de la lecture », classé dans les troubles neurodéveloppementaux (American Psychiatric Association, 2013). Le DSM-5 reprend le terme de « dyslexie » pour désigner un ensemble de difficultés d'apprentissage de la lecture. Cet ensemble est caractérisé essentiellement par des problèmes de reconnaissance du mot, un décodage peu efficient et des capacités en orthographe faibles. Il précise également l'importance des éventuelles difficultés supplémentaires par exemple en compréhension de la lecture ou en raisonnement mathématique. Les difficultés persistantes sont caractéristiques du trouble et empêchent l'accès au niveau attendu au même âge dans ces capacités. La classification de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dans la dixième révision de la Classification statistique Internationale des Maladies et des problèmes de santé connexes (CIM-10) précise que la DL est un « trouble spécifique des acquisitions scolaires ». Ce trouble n'est pas uniquement imputable à l'âge mental abaissé, des problèmes d'acuité visuelle, ou une scolarisation inadéquate (World Health Organization, 2011).

1.1.2. Etiologie et anomalies physiologiques

Une origine génétique et héréditaire de la DL est étudiée dans de nombreux travaux. En effet, il arrive fréquemment qu'une personne DL ait des antécédents familiaux (Pennington *et al.*, 1991; Ramus, 2010). Fisher et DeFries (2002) proposent l'hypothèse selon laquelle il existe certaines zones chromosomiques liées à la DL. Plus tard, Massinen et ses collaborateurs (2009) ont observé chez les personnes DL la translocation d'un gène (FOXP2) impliqué dans le développement du cerveau et dans la régulation des fonctions cognitives. Cependant, il est difficile de définir un gène responsable de la DL. En effet, il n'existe pas de gènes dédiés au langage et à la lecture, et les études réalisées ne peuvent être généralisées à l'ensemble des dyslexiques.

L'origine neurobiologique est également soutenue par la mise en évidence d'anomalies neuroanatomiques. Tout d'abord, une absence d'asymétrie hémisphérique en faveur du côté gauche a été retrouvée chez les personnes DL (Jenner, Rosen et Galaburda, 1999). Par ailleurs, Shaywitz et ses collaborateurs (Shaywitz *et al.*, 2002) ont étudié l'activation des régions

postérieures, pariéto-temporales et occipito-temporales de l'hémisphère gauche pendant la tâche de lecture lors d'une étude en IRM fonctionnelle. Ces régions dédiées à la lecture étaient sous-activées chez les enfants DL par rapport aux normo-lecteurs.

Ces différences génétiques et ce dysfonctionnement cérébral conduisent à un déficit cognitif décrit par plusieurs théories.

1.1.3. Différentes formes de dyslexie ?

Parmi les approches utilisées pour déterminer des formes de DL, la plus répandue est l'approche cognitive. Celle-ci repose sur le modèle Dual Route Cascade décrit par Coltheart et ses collaborateurs (2001). Ils proposent deux voies de lecture : la « voie d'adressage » et la « voie d'assemblage ». La première est une procédure d'accès direct au mot. Cette voie est celle qui est majoritairement utilisée chez le lecteur expert. La seconde est une procédure indirecte de déchiffrage, utilisée pour déchiffrer des mots inconnus. Ce modèle n'a pas été élaboré dans une dynamique développementale mais il demeure toutefois utile afin de décrire les troubles de manière plus appropriée. Il permet également d'établir une prise en charge spécifique en rééducation orthophonique. Ainsi, trois formes de DL sont usuellement définies en fonction des différentes atteintes des voies de lecture (Mazeau, 2005). La forme majoritairement rencontrée dans la pratique orthophonique est la DL mixte, dont l'origine est une atteinte conjointe des deux voies de lecture. Le lecteur rencontre des difficultés lors de la lecture de tout type de mots et présente les types d'erreurs décrits ci-après. La DL mixte peut être « à prédominance phonologique » ou « à prédominance visuo-attentionnelle » selon l'importance du type d'erreurs. Ces appellations sont expliquées par deux autres formes de DL décrites dans la littérature mais très rarement rencontrées telles quelles en clinique. Une DL « à prédominance phonologique » peut s'expliquer par l'atteinte de la voie d'assemblage. Cette atteinte s'observe par la présence d'erreurs phonologiquement non-plausibles, c'est-à-dire qui ne respectent pas la correspondance graphème-phonème, comme des confusions ou des inversions. Le sujet rencontre également des difficultés lors de la lecture de non-mots, le déchiffrage est laborieux et très lent, ce qui ne permet pas toujours l'accès au sens. Une atteinte prédominante de la voie d'adressage conduit à une DL « à prédominance visuo-attentionnelle » ou de surface. Dans ce cas, la lecture de mots irréguliers est rendue difficile par un déficit du lexique orthographique. Ce déficit ne permet pas au lecteur de reconnaître la forme visuelle du mot pour accéder à sa signification et le lire rapidement. Sa lecture est donc lente et hachée.

Des travaux de recherche récents ont montré qu'il existe plusieurs profils cognitifs de DL mixtes (Zoubinetzky, Bielle et Valdois, 2014). Dans ces travaux, l'ensemble des participants avait un profil de lecture homogène. En revanche, à l'issue de l'étude, quatre groupes ont été mis en évidence en fonction de leur profil cognitif. Le premier groupe était caractérisé par un seul trouble phonologique, le second par un seul trouble de l'empan visuo-attentionnel, un troisième par un double déficit phonologique et visuo-spatial, et le dernier par aucun de ces troubles. Ainsi, la prédominance phonologique ou visuo-attentionnelle dépendrait du déficit cognitif de la personne DL.

Actuellement, certaines théories explicatives permettent de mieux comprendre ces types de DL. Elles permettent d'inscrire la prise en charge en orthophonie dans une dynamique plus spécifique et plus adaptée aux troubles. La théorie phonologique et la théorie du déficit d'attention visuelle sont les plus consensuelles pour expliquer la DL. La théorie phonologique est l'hypothèse explicative de la DL la plus largement soutenue. Elle repose sur l'idée que les DL auraient un déficit dans la représentation, le stockage et/ou la récupération des sons. Comme la lecture nécessite l'intégration des correspondances grapho-phonémiques, si les phonèmes sont difficilement représentés, stockés et/ou récupérés, le lecteur DL rencontre des difficultés pour apprendre ces correspondances et sa lecture s'en trouve affectée (Ramus *et al.*, 2003). Une faible conscience phonologique, un accès au lexique phonologique inefficace et une faiblesse en mémoire à court terme verbale sont caractéristiques de ce trouble dont le déficit cognitif est spécifique à la phonologie. Cette théorie ne suffit pas toujours, selon d'autres scientifiques, pour expliquer l'absence de déficit phonologique apparent chez certaines personnes DL. Ainsi, Valdois et ses collaborateurs (2004) émettent l'hypothèse qu'un déficit de l'attention visuelle pourrait constituer une autre explication de la DL. Ce déficit résiderait dans une réduction de la fenêtre visuo-attentionnelle de lecture et de l'empan-visuo-attentionnel duquel sont extraites les informations orthographiques de la séquence à lire.

L'étude comparative des théories présentées ici par Ramus et ses collaborateurs (2003) est en faveur de la théorie du déficit phonologique dans la DL. En effet, il apparaît que, face à plusieurs épreuves en lien avec les différentes théories, les sujets DL présentent principalement une déviance d'ordre phonologique. Mais les auteurs restent critiques par rapport à leur étude : certains troubles de la lecture peuvent être indépendants de la phonologie, même s'ils semblent moins fréquents.

L'étendue des déficits liés à la DL lui donne toute sa place dans la prise en charge en orthophonie. Ainsi, la DL s'exprime par un trouble de la lecture mais les anomalies génétiques,

cérébrales et cognitives observées, les répercussions dans la vie quotidienne sont en faveur d'un déficit cognitif sous-jacent qui implique de multiples processus cognitifs.

1.2. Profil cognitif de la dyslexie

1.2.1. Troubles mnésiques dans la dyslexie

Il est désormais consensuel de considérer que la DL est associée à un déficit de la mémoire de travail (MDT). Ce système mnésique a été initialement décrit par Baddeley et Hitch en 1974. La description actuellement utilisée a été proposée en 2000 par Baddeley. Il comporte 3 systèmes esclaves : le calepin visuo-spatial, qui maintient en mémoire les informations visuelles et spatiales, la boucle phonologique qui maintient les informations verbales et enfin le buffer épisodique, qui est une interface multimodale. Ces trois systèmes sont contrôlés par un quatrième : l'administrateur central, système attentionnel de contrôle et de coordination des systèmes esclaves (Baddeley, 2000). Kibby (2009) a analysé le fonctionnement des différentes composantes de la mémoire de travail dans la DL (MDT pour les items avec et sans signification, MDT visuo-spatiale, mémoire à long terme) afin de déterminer la nature du déficit observé dans ce système mnésique chez les DL. Deux investigations ont été menées simultanément par Kibby auprès de deux échantillons différents d'adolescents présentant une DL. Elles ont confirmé l'existence dans la dyslexie d'un déficit de la MDT dans sa composante phonologique, au niveau de la boucle phonologique tandis que les autres composantes testées ne sont pas atteintes. En effet, la MDT verbale et la MDT visuo-spatiale sont intactes, la mémoire à long terme est intacte également, tant pour le matériel visuo-spatial que verbal. Peu après, Kibby a mené une autre étude (2009), afin de déterminer la nature du déficit phonologique de la MDT verbale chez les enfants DL. Cette étude a confirmé les hypothèses proposées concernant le fonctionnement de la boucle phonologique des DL. Ainsi, les dyslexiques présentent un stockage moins efficace, un défaut de conscience phonologique, une vitesse articulatoire diminuée et une faiblesse dans les représentations phonologiques à long terme. En revanche, le déficit semble être lié au type de matériel présenté. Le déficit du stock phonologique et de la conscience phonologique pour les nouveaux items requérant un encodage phonologique est probablement la source d'un déficit dans le codage phonologique en MDT verbale. Plus récemment, une autre étude a cherché à préciser le fonctionnement de la MDT chez les dyslexiques (Menghini, Finzi, Carlesimo et Vicari, 2011). Les auteurs ont évalué plus précisément le traitement des informations visuo-spatiales. Les empan verbaux, visuels et visuo-spatiaux proposés aux enfants DL sont diminués dans toutes les modalités, y compris visuelles et visuo-spatiales, contrairement à l'étude présentée précédemment. Ces

résultats sont en faveur d'un déficit de la MDT non isolé puisqu'une faiblesse du calepin visuo-spatial a été objectivée, en plus du déficit phonologique. En 2014, une autre étude évaluant simultanément plusieurs fonctions cognitives confirme un déficit multimodal de la MDT (Varvara, Varuzza, Sorrentino, Vicari et Menghini, 2014). Ces résultats concordent avec l'hypothèse d'un déficit de stockage temporaire des informations visuo-spatiales et verbales. Selon ces auteurs, ces déficits pourraient également traduire un trouble de l'administrateur central, en référence au modèle de MDT de Baddeley.

Concernant la mémoire à long terme, l'étude de Menghini et ses collaborateurs (2010) rapporte l'existence d'un déficit en mémoire épisodique (ME) dans la DL. Les auteurs observent une réduction des capacités de ME dans les modalités verbales, visuo-spatiales et visuelles. Cependant, il existe peu de travaux sur ce sujet à l'heure actuelle.

D'autres déficits cognitifs dans la DL ont été mis en évidence dans la littérature notamment des déficits attentionnels et exécutifs.

1.2.2. Troubles exécutifs dans la dyslexie

Les fonctions exécutives (FE) sont un ensemble d'habilités cognitives de haut niveau qui contrôlent et régulent les autres fonctions cognitives et les comportements. Elles impliquent de sélectionner et traiter les informations pertinentes de l'environnement, d'élaborer un plan d'action, d'inhiber une réponse inadaptée, de s'adapter à des changements dans l'environnement, de résoudre des problèmes. Elles mettent en jeu des capacités d'autocontrôle (Varvara *et al.*, 2014).

Pendant longtemps, la littérature a renseigné des déficits exécutifs dans la DL. Ceux-ci concernent la fluence catégorielle, la planification, le rétrocontrôle et la correction pendant la résolution de problèmes, la flexibilité ainsi que l'inhibition (Varvara *et al.*, 2014). Le développement d'une approche où le déficit est multifactoriel dans la DL a amené Varvara et ses collaborateurs à tester simultanément ces fonctions dans une même étude (Varvara *et al.*, 2014). Ils ont proposé leur étude à un échantillon d'enfants DL et d'enfants normo-lecteurs. Le protocole était composé d'épreuves de fluences catégorielles et phonologiques, d'épreuves de contrepèteries, d'attention visuo-spatiale et auditive, d'épreuves de MDT verbale, visuelle et spatiale, et de flexibilité ou alternance visuelle. Les résultats étaient comparés à ceux des normo-lecteurs et les liens avec les capacités de lecture étaient également explorés. L'étude met en évidence des déficits dans plusieurs aspects des FE dans la DL. Seules les capacités en MDT spatiale et en alternance visuelle seraient préservées. En lien avec les études précé-

dentés, un déficit dans la fluence verbale phonologique et catégorielle est observé. Ces épreuves font appel à la MDT, au rétrocontrôle et à la flexibilité mentale, ainsi qu'à l'accès rapide et stratégique des éléments lexicaux, phonologiques, conceptuels et sémantiques de la mémoire. Un déficit est également observé dans les tâches de contrepèteries chez les DL. Ces tâches sont utilisées pour évaluer la conscience phonologique mais elles impliquent également la MDT, les processus d'inhibition et le contrôle des manipulations phonologiques. Un déficit de stratégie de mémorisation a également été objectivé en 2013 grâce à des tâches d'empans visuo-spatiaux endroit et envers (Bacon, Parmentier et Barr, 2013). Au cours de cette étude, il s'est avéré que les empans étaient plus importants lorsqu'une proposition de stratégie pour retenir les séries était proposée aux sujets. Les auteurs concluent donc à un déficit de la stratégie pour les DL plutôt que de la mémoire visuo-spatiale *per se*.

L'ensemble de ces études sont donc en faveur d'un déficit neurocognitif multiple dans la DL, pas uniquement lié à un dysfonctionnement du système phonologique. Ainsi, de nombreuses études ont décrit des déficits mnésiques, exécutifs et attentionnels dans la DL. Ces études pourraient avoir des répercussions sur d'autres domaines cognitifs encore non explorés dans la DL, notamment la mémoire prospective (MP).

1.3. La mémoire prospective et son intérêt dans la dyslexie

1.3.1. Description de la mémoire prospective

Tulving (1972) distingue la mémoire épisodique (ME) de la mémoire sémantique. Cette dernière est un système qui traite les informations sur le sens des mots, les concepts et la classification de ces concepts. La ME fait plutôt référence à ses expériences personnelles et leurs relations dans le temps. La ME peut être divisée en deux sous-composantes (Gonneaud, Eustache et Desgranges, 2009) : d'une part la mémoire épisodique rétrospective et d'autre part la mémoire prospective (MP). La ME rétrospective permet de se souvenir d'événements passés avec un sentiment de reviviscence (Tulving, 2002). La MP concerne quant à elle, la mémoire de nos intentions futures (Einstein et McDaniel, 1990).

La MP a une place prépondérante dans l'autonomie de la vie quotidienne. Se souvenir d'aller chercher le pain en passant devant la boulangerie, ne pas oublier son rendez-vous médical la semaine suivante, transmettre tel message à telle personne, ne pas oublier tel matériel pour telle activité, les exemples sont multiples, y compris chez l'enfant.

Malgré cette importance dans la vie quotidienne, la MP commence seulement à être l'objet d'études plus spécifiques, notamment dans le vieillissement normal, la maladie

d'Alzheimer (Ballhausen, Rendell, Henry, Joeffry et Kliegel, 2015; Blondelle *et al.*, 2015; Gonneaud *et al.*, 2009) ainsi que chez l'enfant (Mahy, Kliegel et Marcovitch, 2014; Osipoff, Dixon, Wilson et Preston, 2012; Smith, Bayen et Martin, 2010).

La MP fonctionne de la même façon que d'autres composantes de la mémoire : 3 étapes sont nécessaires au rappel correct de la tâche à effectuer. Ces étapes sont l'encodage de l'information, son stockage et sa récupération au moment opportun (Gonneaud *et al.*, 2009). L'encodage correspond à la formation de l'intention de l'action à effectuer dans le futur et la mise en mémoire de ces informations, dans la MP. Le stockage permet de maintenir l'intention en mémoire, de façon à ce que la récupération soit facilitée par un haut niveau d'activation. Enfin, la récupération permet de retrouver l'intention en mémoire et d'effectuer l'action. Une quatrième étape dans la MP a pour but, selon Khan (2014) d'évaluer la réalisation de l'intention et de la supprimer en mémoire afin de ne pas la faire de nouveau.

L'encodage en MP de l'intention d'effectuer une action dans le futur requiert d'encoder la composante prospective (faire quelque chose dans le futur) ainsi que sa composante rétrospective (quoi faire) (Einstein et McDaniel, 1990). L'information est donc stockée sous ces deux formes. Ensuite, deux modes de récupération interviennent : time-based ou event-based (Einstein et McDaniel, 1990). La MP de type time-based se réfère à une durée ou un délai entre l'encodage et la récupération, par exemple, éteindre le four dans 30 min ou aller à un rendez-vous à 15h. L'action est dans ce cas auto-initiée par l'individu, sans indice externe (self-cued, Crawford, Henry, Ward et Blake, 2006). Se souvenir de transmettre un message à telle personne ou sortir quelque chose du four quand la minuterie sonne relève plutôt de la MP de type event-based. Pour le mode de récupération, la réalisation de l'action a lieu quand un événement défini se passe (environnemental-cued). D'autres auteurs proposent un troisième type de MP : activity-based, qui survient lorsque l'action à effectuer doit se faire après une autre activité (Walter et Meier, 2014). Celui-ci est encore peu répandu dans la littérature. Concernant la récupération de l'intention prospective, McDaniel, Umanath, Einstein et Waldum (2015) ont proposé deux voies de récupération de l'intention en MP. La voie « top-down » dépendrait de processus de contrôle attentionnel qui maintient l'activation de l'intention et la vérification des indices environnementaux qui doivent déclencher l'intention à effectuer. La voie « bottom-up » dépend des processus de récupération spontanée, déclenchés par des indices auto-initiés qui ne requièrent pas le maintien actif de l'intention.

Plusieurs théories ont été élaborées afin d'expliquer le fonctionnement de la MP, en lien avec les autres fonctions cognitives.

1.3.2. Mémoire prospective et lien avec les fonctions cognitives

Certaines théories étudiant le fonctionnement de la MP impliquent d'autres processus cognitifs qui interviennent lors de la réalisation d'une action prospective (Azzopardi, 2013).

Le modèle de Kliegel et de ses collaborateurs (Kliegel, Mackinlay et Jäger, 2008) mentionne l'implication des fonctions exécutives et mnésiques à chaque stade de la réalisation de la tâche prospective. Ainsi, la fonction de planification est impliquée dans la phase de formation de l'intention, la phase de rétention fait appel au stockage rétrospectif. Puis, le monitoring et la flexibilité mentale sont requis lors de l'initiation de l'intention et enfin, la phase d'exécution de l'intention fait appel quant à elle à l'inhibition.

Par ailleurs, la théorie des processus de préparation attentionnelle et des processus mnésiques (The Preparatory Attentional and Memory processes, PAM, Smith et Bayen, 2004) décrit deux processus de préparation attentionnelle pour la réalisation de la tâche prospective. Cette préparation attentionnelle permettrait, grâce au monitoring de repérer la cible prospective, sans vérification et de façon non-automatique. Des processus mnésiques rétrospectifs interviendraient également afin de différencier les cibles prospectives des cibles non-prospectives.

Enfin, dans la théorie multiprocessus de Einstein et McDaniel (2005), la réalisation d'une tâche prospective impliquerait soit des processus automatiques, soit des processus stratégiques. Les processus automatiques sous-tendent le rappel prospectif lorsque l'indice permettant l'initiation de l'action est focal. L'indice est non focal lorsqu'il présente de nombreuses informations pertinentes en commun avec la tâche à réaliser, lorsque la tâche est moins importante à réaliser, lorsque l'indice prospectif est relié à l'intention, lorsque le traitement de l'indice prospectif pendant la tâche en cours est focalisé, et lorsque la planification est efficace. Les processus stratégiques sont impliqués dans les tâches prospectives importantes qui requièrent un monitoring pour améliorer la performance et dans les tâches en cours très absorbantes en ressources attentionnelles. Le besoin élevé de ressources attentionnelles lors de la mise en œuvre des processus stratégiques entraîne une moins bonne performance dans les tâches de mémoire prospective. Dans le cadre de cette théorie multiprocessus, Mahy, Moses et Kliegel (2014), ont étudié le rôle des FE au cours d'une tâche de MP. Tout d'abord, la MDT intervient afin de maintenir le contenu de l'intention et l'actualiser lors de la survenue de l'indice prospectif. L'inhibition est nécessaire pour l'interruption de la tâche en cours lorsqu'il faut réaliser l'action prospective. Si les indices prospectifs sont peu saillants, l'arrêt de la tâche en cours demandera un plus haut niveau d'inhibition. Si l'indice prospectif survient à la

fin de la tâche en cours, elle n'est pas interrompue et le niveau d'inhibition à mobiliser est moins important. La flexibilité est mobilisée lorsque les participants ont besoin de passer de la tâche en cours à la tâche de MP lors de la survenue de l'indice prospectif. Lors d'un paradigme évaluant la MP, il y a peu d'indices prospectifs afin de différencier cette tâche d'une tâche de vigilance, en recherche plus active. La mobilisation de la flexibilité est d'autant plus importante que les indices prospectifs sont rares. Il est en effet plus difficile de se détourner de la tâche en cours pour la tâche prospective lorsque les indices prospectifs sont peu présents. Enfin, deux types de contrôle interviennent dans la MP : un contrôle externe et un contrôle interne. L'environnement doit être en effet contrôlé pour surveiller la survenue de l'indice prospectif, mais l'individu doit contrôler ses propres intentions afin de rappeler la bonne intention au bon moment.

Ainsi, la MP mobilise les FE et la mémoire, elles sont d'importantes ressources cognitives intervenant dans le fonctionnement de la MP de façon prépondérante (Kliegel *et al.*, 2008). Elles se développent conjointement à la MP, particulièrement au cours de l'adolescence et à l'âge adulte.

1.3.3. La mémoire prospective à l'adolescence

La période de l'adolescence est marquée par l'augmentation de l'autonomie, la poursuite du développement du cerveau et l'amélioration des fonctions associatives de haut niveau. Or, le développement de la MP suit une fonction en U inversé de l'enfance à la personne âgée, avec des capacités maximales chez les adultes d'âge moyen (Kliegel *et al.*, 2008). L'adolescence est donc une période particulièrement importante dans le développement de la MP, notamment par son rôle dans l'acquisition de l'autonomie (Robey, Buckingham-Howes, Salmeron, Black et Riggins, 2014). Wang et ses collaborateurs (2011) ont montré une amélioration liée à l'âge en MP chez l'adolescent. En effet, Smith, Bayen et Martin (2010) ont étudié les performances dans les tâches de MP de type event-based. Ils ont constaté que les tâches étaient mieux réussies chez les sujets adultes que chez les enfants de 10 ans, qui ont eux-mêmes obtenus de meilleurs résultats que les enfants de 7 ans. Pour ces mêmes tâches, Wang et ses collaborateurs (2011) mettent en évidence une dissociation en fonction de la nature focale de l'événement cible. En effet, les jeunes adultes ont une meilleure performance que les adolescents uniquement lorsqu'un indice non focal de mémoire prospective est présent car cela demande un contrôle attentionnel plus important.

La majorité des travaux chez l'enfant se sont intéressés au développement de la MP au moyen de paradigmes expérimentaux originaux. Peu d'études ont été réalisées dans la pathologie pédiatrique.

1.3.4. Mémoire prospective dans la dyslexie et évaluation

A ce jour, il existe peu de tests standardisés permettant l'évaluation de la MP, ce qui la rend peu intégrée aux évaluations neuropsychologiques (Potvin, 2011). En effet, les tâches utilisées sont généralement expérimentales et effectuées en laboratoire. Ce sont des tâches de détection qui consistent à demander au patient d'appuyer sur une touche lorsqu'un indice prospectif se produit, pendant une tâche en cours. Des questionnaires, plus écologiques, peuvent être également utilisés mais les résultats peuvent être biaisés par une méconnaissance des déficits. Ces questionnaires peuvent être proposés au patient ainsi qu'à un proche. Cependant, le choix du questionnaire dépend du type d'informations que l'on veut mettre en évidence ainsi que du contexte d'utilisation du questionnaire (Potvin, 2011).

De nombreuses recherches ont étudié les déficits pouvant survenir en MP dans différentes pathologies, notamment dans les traumatismes crâniens (Potvin, 2011) ou le vieillissement normal et pathologique (Gonneaud *et al.*, 2009). Une étude seulement (Khan, 2014) s'est intéressée aux liens entre MP et dyslexie. L'auteur a proposé plusieurs questionnaires d'auto-évaluation à un groupe d'adolescents DL et normo lecteurs de 10 à 18 ans, au moment où le développement de la MP approche de son point culminant. Le premier questionnaire était un questionnaire d'auto-évaluation de la MP : le questionnaire de mémoire prospective et rétrospective (Prospective and Retrospective Memory Questionnaire, PRMQ, , Smith, Della Sala, Logie et Maylor, 2000). Le second évaluait la méta-mémoire et le troisième, la facilité ou la difficulté de prêter attention à différentes tâches quotidiennes. Cette étude rapporte une perturbation dans les tâches prospectives et rétrospectives chez les adolescents DL au questionnaire PRMQ. L'auteur explique ces résultats par le déficit phonologique et visuo-attentionnel décrit dans la DL. Cependant, cette étude est la seule sur le sujet et n'évalue pas uniquement la MP, il paraît donc indispensable de poursuivre ces investigations avant de conclure à un déficit de la MP dans la DL.

2. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

2.1. Problématique

Le DSM-5 définit la DL comme un trouble spécifique de la lecture. Sa prévalence importante fait de ce trouble l'objet de nombreuses études. La majorité des études cognitives se sont intéressées aux fonctions exécutives et à la mémoire de travail, peu d'investigations ont été menées sur la ME et aucune sur la MP. Or, cette dernière joue un rôle incontournable dans la réalisation de nombreuses activités de la vie quotidienne et dans l'acquisition de l'autonomie. Elle est sous-tendue par de nombreuses fonctions mnésiques, exécutives et attentionnelles, mobilisées à chaque étape de fonctionnement. Dès l'anamnèse du bilan orthophonique d'enfants DL, l'entourage rapporte des difficultés dans les tâches de MP (oublis des affaires personnelles, manque d'autonomie, oublis des tâches demandées, difficultés dans les consignes complexes par exemple). Pourtant, celles-ci n'ont pas encore été objectivées par une évaluation normée. L'étude de 2014 entreprise par Khan (2014) est l'unique étude visant, entre autres, à rechercher les liens entre la DL et la MP. De plus, cette étude n'apporte pas d'éléments objectifs car elle est basée sur des questionnaires d'auto-évaluation. Cependant, elle met en évidence des performances dans les tâches prospectives et rétrospectives déficitaires chez les adolescents DL.

2.2. Objectifs

Le premier objectif de notre étude est d'évaluer les capacités de MP au moyen de tâches originales d'adolescents présentant une DL mixte afin d'étudier les liens entre les capacités de MP et la DL. Le second objectif est d'évaluer différentes composantes de la mémoire et des fonctions exécutives afin de les mettre en lien avec les performances en MP pour établir des profils cognitifs particuliers. Cela permettrait d'envisager des perspectives d'adaptations dans l'accompagnement parental, l'éducation thérapeutique du patient et la mise en place de compensations en orthophonie.

2.3. Hypothèses

La place des FE, notamment la flexibilité, l'inhibition, la planification et la mise à jour, de la MDT et de la ME dans le fonctionnement de la MP est avérée. Des déficits de ces fonctions cognitives ont été démontrés dans la DL. Par conséquent, on peut supposer un déficit de MP dans la DL du fait du déficit en MDT, FE et ME.

3. PARTIE EXPERIMENTALE

3.1.Méthodologie

3.1.1. Population

La population étudiée se compose d'adolescents dyslexiques âgés de 10 à 18 ans. Ils ont été diagnostiqués dyslexiques mixtes à la suite d'un bilan orthophonique et d'un bilan neuropsychologique, selon les critères du DSM-5. Ils n'ont aucun antécédent médical ni de déficience intellectuelle. Des adolescents témoins appariés en âge et sexe à la population d'intérêt ont également été évalués. Ils n'ont pas de trouble de la lecture, de déficience intellectuelle ni d'antécédent médical. Cet échantillon a été constitué dans le cadre de ce mémoire, du mémoire d'Orthophonie de Valentine BROSOLO et du Travail d'Etude et de Recherche de neuropsychologie (TER) de Nina RAYNAUD. L'analyse statistique des données se fera sur cet échantillon afin d'améliorer l'interprétation des résultats, sauf pour l'analyse du questionnaire de MP qui a été présenté seulement aux 11 sujets dyslexiques et aux 10 sujets témoins des deux mémoires d'orthophonie. La population évaluée dans le cadre de ce mémoire se compose de quatre adolescents dyslexiques (3 garçons et 1 fille), âgés de 10 ans 9 mois à 13 ans 8 mois et de 6 adolescents témoins appariés en âge et sexe.

Le recrutement a été fait auprès d'orthophonistes libérales, de neuropsychologues et d'associations de parents d'élèves dyslexiques (annexe 1) mais il a été difficile de trouver les adolescents correspondant aux critères d'inclusion. En effet, dans la pratique clinique en orthophonie, peu de patients sont dirigés vers un bilan neuropsychologique complémentaire permettant de fixer le diagnostic de DL.

3.1.2. Outils

3.1.2.1. Mémoire prospective

La tâche utilisée pour évaluer la mémoire prospective est une tâche construite par le Dr Bensaber dans le cadre d'un projet de recherche réalisé dans l'U1077 (2011). Il s'agit d'une épreuve informatisée avec une tâche en cours. La tâche en cours consiste à classer oralement les images qui apparaissent selon un appariement catégoriel. Pendant cette tâche, trois consignes différentes permettent d'évaluer la mémoire prospective dans ses 3 composantes : Event-Based prospective (EBP), Event-Based rétrospective (EBR) et Time-Based (TB).

Une série d'entraînement est tout d'abord proposée, pendant laquelle le sujet doit uniquement effectuer le classement catégoriel (annexe 2). Si l'image proposée représente un ob-

jet qui est vivant, le sujet doit répondre « vit ». S'il est fabriqué par l'homme, il doit répondre « fait ». Puis les épreuves permettant d'évaluer les composantes de la mémoire prospective sont proposées de manière aléatoire : soit les épreuves évaluant la composante EB sont proposées en premier (EBP puis EBR), soit l'épreuve évaluant la composante TB est présentée avant. Pour ce mémoire, la version 1 de la tâche est proposée, dans le cadre de l'autre mémoire d'orthophonie, la version 2 de la tâche est proposée. Les deux versions diffèrent par les images présentées.

Pour évaluer la composante EBP, le sujet doit appuyer sur la touche « rond » dès lors que le cadre entourant l'image devient pointillé (annexe 3). Le nombre d'appui (EBP appui) et le temps de réaction moyen (EBP TR moyen) sont relevés. Lors de la tâche évaluant la composante EBR, 3 consignes sont données : appuyer sur la touche « rond » du clavier lorsque le cadre entourant l'image est pointillé, sur la touche « étoile » lorsqu'il est composé de deux traits pleins, et sur la touche « triangle » lorsqu'il est composé de deux traits pointillés (annexe 4). Le nombre d'appui (EBR appui) et le temps de réaction moyen (EBR TR moyen) sont relevés. Enfin, pour évaluer la composante TB, le sujet doit appuyer sur la touche « rond » toutes les 30 secondes. Un chronomètre est à disposition pour lui permettre de vérifier le temps. Ce chronomètre est positionné un peu en retrait de façon à ce que le sujet doive détourner complètement le regard de l'écran (annexe 5). On note le nombre d'appui (TB appui), le temps de réaction moyen (TB TR moyen), le nombre total de vérifications et le nombre moyen de vérifications à moins de 8 secondes de la cible.

Un questionnaire (annexe 6) permettant une évaluation écologique qualitative dans chaque composante de la mémoire prospective a également été présenté uniquement aux sujets des deux Mémoires d'Orthophonie car les sujets du TER ont été évalués antérieurement. Ce questionnaire est dérivé du Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ ; Smith, Della Sala, Logie et Maylor, 2000). Le questionnaire original était adressé aux adultes, les exemples utilisés ont donc été modifiés afin de mieux correspondre à des situations de vie quotidienne connues par les adolescents. Le même questionnaire a également été présenté aux parents concernant leur enfant, pour améliorer l'interprétation des résultats. Les différents items sont classés selon les composantes de MP auxquels ils font appel : composante prospective ou rétrospective, mémoire à court (Ct) ou long (Lt) terme, indice environnemental (Env) ou auto-initié (Aut). A chaque item, le sujet doit répondre si cela lui arrive très souvent, assez souvent, parfois, rarement ou jamais. Chaque réaction est cotée de 5 (très souvent) à 1 points (jamais). Nous utiliserons les scores aux items faisant intervenir unique-

ment la composante prospective des parents et des adolescents (court et long terme, indice environnemental et auto-initié).

3.1.2.2. *Epreuves complémentaires*

Afin de mettre en lien les différentes composantes de la MP et les FE, plusieurs tests complémentaires ont été proposés dans le protocole préalablement établi (annexe 7).

Les différentes composantes de la mémoire de travail ont été évaluées. Pour évaluer la boucle phonologique, nous avons proposé une épreuve d'empan verbaux endroit et envers (Wechsler, 2005) dont nous avons retenu l'empan endroit et envers. Pour le calepin visuo-spatial, nous avons noté les empan visuo-spatiaux endroit et envers évalués par l'épreuve des blocs de Corsi (Orsini, 1994). Concernant l'administrateur central, nous l'avons évalué grâce à l'épreuve de la Séquence Lettres-Chiffres (Wechsler, 2005) et nous avons relevé le nombre de réponses correctes

La mémoire épisodique rétrospective a également été évaluée grâce à la Figure complexe de Rey (Rey, 1959) pour laquelle le score en rappel libre uniquement sera retenu.

Enfin, les fonctions exécutives ont été évaluées par plusieurs tests. Pour évaluer la flexibilité, nous avons utilisé le Wisconsin Card Sorting Test (Grant et Berg, 1948) pour lequel nous avons analysé le nombre d'erreurs persévératives et le D-KEFS Trail Making Test (Delis, Kaplan et Kramer, 2001) pour lequel nous avons retenu le score de flexibilité isolée calculé à partir des temps réalisés pour les conditions 2 (séquence de nombre), 3 (séquence de lettres) et 4 (alternance chiffres-lettres). Nous avons également proposé l'épreuve de fluences sémantiques et orthographiques (Jambaqué et Dellatolas, 2000) dont nous avons retenu le nombre de réponses données dans chaque catégorie pour évaluer les capacités de recherche en mémoire et la flexibilité spontanée. L'inhibition a été évaluée grâce au Test de Stroop (Stroop, 1935). Pour ce test, nous avons retenu le score d'interférence. Celui-ci correspond au nombre de bonnes réponses à la planche « dénomination » duquel on soustrait le nombre de bonnes réponses à la planche « interférence ». La Tour de Londres (Lussier, Guérin, Dufresne et Lassonde, 1998) a également été proposée pour évaluer les capacités de planification. Nous avons enregistré le temps moyen de planification (TDL TP) pour les items réussis au premier essai. Pour évaluer la vitesse de traitement, nous avons proposé l'épreuve des Codes (Wechsler, 2005) pour laquelle nous avons retenu le nombre de réponses exactes.

Plusieurs tests étant utilisés lors de l'évaluation neuropsychologique, il est arrivé que quelques sujets nous disent avoir déjà vu le test de la Figure de Rey et des Codes mais cela

n'a pas impacté leur performance car l'évaluation neuropsychologique datait de plus de 6 mois.

3.1.3. Hypothèses

Nous tenterons de valider l'hypothèse 1 (H1) suivante : les scores de tâche prospective de l'épreuve informatisée de MP pour les épreuves EB et TB des adolescents dyslexiques devraient être inférieurs à ceux des adolescents témoins.

Notre seconde hypothèse (H2) est l'hypothèse selon laquelle les résultats aux questionnaires de MP devraient être plus élevés pour les adolescents DL que pour les adolescents témoins aux items de MP.

Nous nous attendons également à ce que les scores des adolescents DL pour les tests complémentaires en mémoire de travail, mémoire épisodique et fonctions exécutives soient inférieurs à ceux des adolescents témoins (H3).

L'hypothèse selon laquelle les scores pour les tests complémentaires de mémoire de travail, mémoire épisodique et de fonctions exécutives devraient être corrélés aux scores de MP constituera notre dernière hypothèse (H4).

3.1.4. Méthodologie d'analyse des données

La vérification des hypothèses sera faite à l'aide de statistiques inférentielles réalisées grâce aux logiciels Excel, Statistica et Epi-info. Nous considérerons les effets comme significatifs pour $p < .05$. La normalité a été testée grâce au test W de Shapiro-Wilk. Certains scores ne suivent pas la loi normale, nous avons donc fait le choix d'utiliser des tests non-paramétriques pour analyser l'ensemble des données. Trois types de tests seront utilisés : des tests de comparaison complexe, des tests de comparaison simple et des corrélations.

Pour tester H1 et H2 nous utiliserons le test non-paramétrique U de Mann-Whitney dans un premier temps. Dans un second temps nous utiliserons les tests de comparaison de Friedman et de Wilcoxon. Pour tester H3 nous utiliserons le test de comparaison simple U de Mann-Whitney. Pour tester H4 nous utiliserons des tests de corrélation R de Spearman.

3.2. Résultats

Le détail des résultats statistiques effectués pour notre étude est disponible annexe 8.

3.2.1. Population

L'échantillon global sur lequel vont s'appliquer une partie des statistiques se compose de 25 adolescents dyslexiques (D) (9 filles et 16 garçons) âgés de 10 ans 7 mois à 15 ans 9 mois. Ils ont un niveau d'efficiences intellectuelle au-dessus du seuil pathologique. Ils ont été évalués après avoir donné leur consentement libre et éclairé ainsi que celui de leurs parents (annexes 9 et 10).

Vingt-quatre adolescents témoins (8 filles et 16 garçons) appariés en âges et sexe ont également été évalués. Le test de l'Alouette-R (Lefavrais, 2005) évaluant la vitesse de lecture leur a été proposé afin d'exclure de l'échantillon les adolescents présentant des difficultés de lecture qui avaient une performance inférieure au percentile 10. Les sujets témoins (T) ont une efficacité intellectuelle globale dans la norme, calculée au prorata grâce aux subtests Similitudes, Vocabulaire, Cubes et Matrices de la WISC-IV intégrés au protocole. L'appariement entre les deux groupes a été vérifié grâce au test T de Student pour échantillons indépendants pour l'âge et grâce au test de Test Khi² de comparaison de deux pourcentages pour le sexe. L'absence de significativité pour les deux tests montre que les échantillons sont appariés.

L'ensemble des caractéristiques de groupes étudiés est regroupé dans le tableau 1.

Tableau 1: Tableau récapitulatif des moyennes (écart-type) des caractéristiques de l'échantillon.

	Dyslexiques	Témoins	
Similitudes	9,4(3,6)	13,8(2,9)	
Vocabulaire	9,2(2,9)	12,2(4,0)	
ICV	96,3(17,1)	118,6(20,1)	
Cubes	7,3(2,5)	11,7(2,3)	
Matrices	7,6(1,9)	11,5(2,3)	
IRP	85,7(12,6)	111,5(15,8)	
Age	148 (15,7)	152(18,7)	t=-0.91 p=ns
Sexe	Fille : 36% Garçon : 64%	Fille : 33,3% Garçon : 66,7%	$\chi^2=0.038$ p=ns

3.2.2. Epreuve informatisée de mémoire prospective

3.2.2.1. Effet de la pathologie

Les analyses intergroupes réalisées avec le test U de Mann Whitney sur les appuis corrects montrent des différences significatives entre les adolescents DL et les adolescents témoins pour les épreuves de MP-EBP (U=126.5 ; p<.001), de MP-EBR (U=128.5 ; p<.001) et pour l'épreuve de MP-TB (U=202.5 ; p=.05). Pour toutes ces variables, les adolescents DL ont des performances significativement inférieures à celles des témoins (figure1).

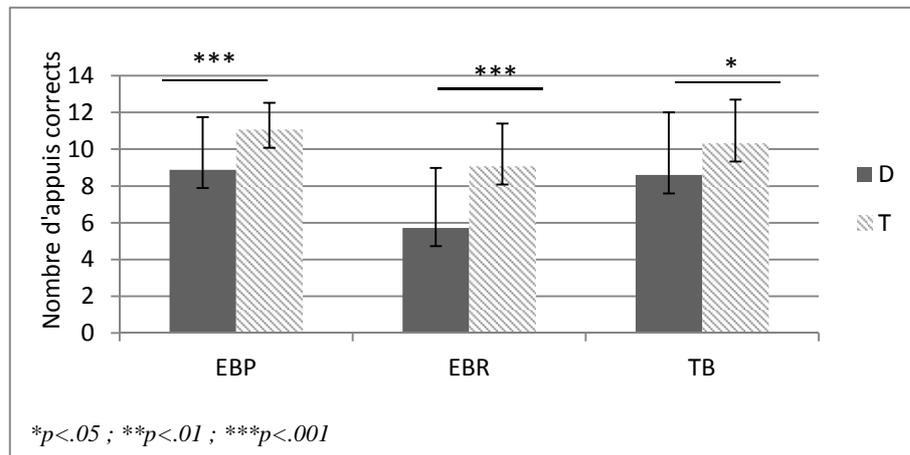


Figure 1 : Moyenne du nombre d'appui en fonction des tâches de MP dans chaque groupe.

Il existe un effet du groupe sur le temps de réaction moyen uniquement pour l'épreuve MP-TB ($U=114$; $p<.001$) en faveur du groupe d'adolescents DL ainsi que sur le score de vérifications à moins de 8 secondes de la cible ($U=93$; $p<.001$) en faveur du groupe d'adolescents témoins. Les résultats sont regroupés dans les figures 2 et 3. En revanche, il n'y a pas de différence significative concernant le temps de réaction moyen en MP-EBP et MP-EBR ni pour le score de vérifications totales en MP-TB.

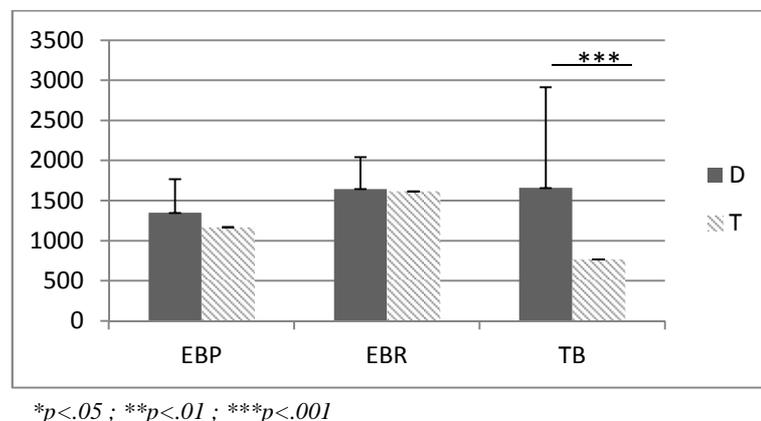


Figure 2 : Moyenne du temps de réaction moyen en fonction des tâches de MP dans chaque groupe.

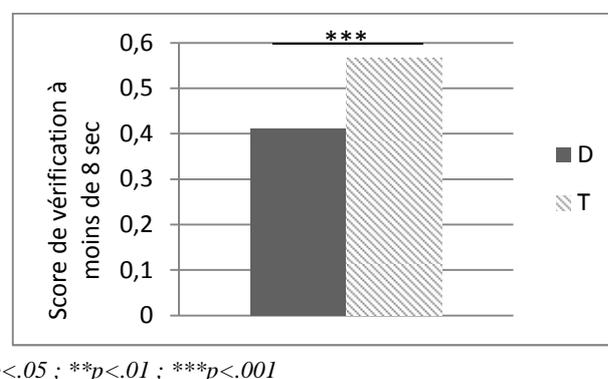
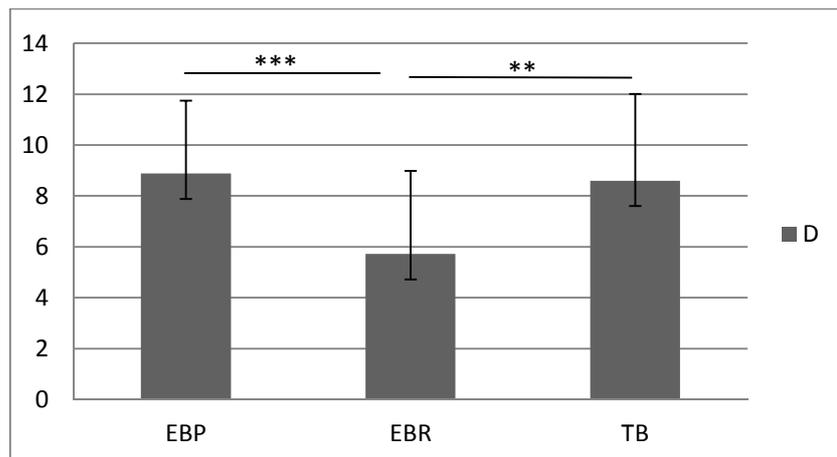


Figure 3 : Moyenne du score de vérifications à moins de 8 secondes dans chaque groupe

3.2.2.2. Effet du type de tâche

Adolescents dyslexiques :

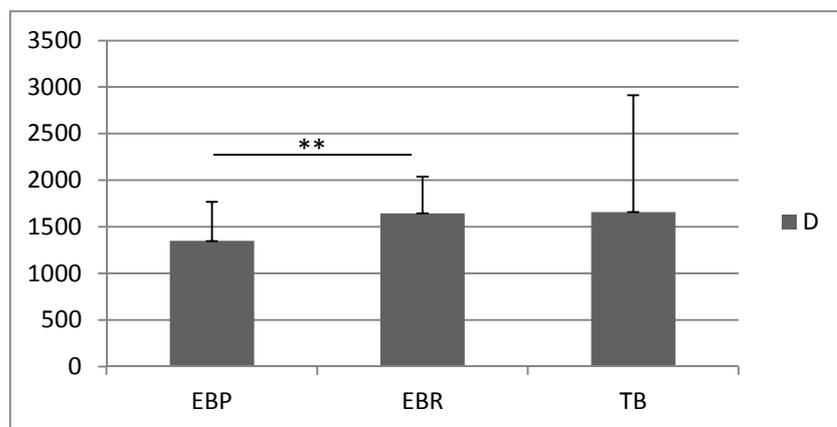
L'ANOVA de Friedman montre un effet significatif du type de tâche sur les scores d'appuis corrects ($\chi^2 [2]=15.17, p<.001$) (figure 4). Le test de Wilcoxon montre une différence significative entre les modalités MP-EBP et MP-EBR ($Z=3.43, p<.001$) ainsi qu'entre les modalités MP-EBR et MP-TB ($Z=2.9, p=.003$). La modalité la mieux réussie est la MP-EBP, puis la MP-TB, la plus difficile est la MP-EBR.



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

Figure 4 : Moyenne du nombre d'appui dans les trois modalités dans le groupe des dyslexiques

On observe un effet significatif du type de tâche sur les temps de réaction moyen ($\chi^2 [2]=6.25, p=.04$). Le test de Wilcoxon montre une différence significative uniquement entre les modalités MP-EBP et MP-EBR ($Z=2.51, p=.01$) (figure 5). La modalité la mieux réussie est la MP-EBP, puis la MP-EBR, la plus difficile est la MP-TB.

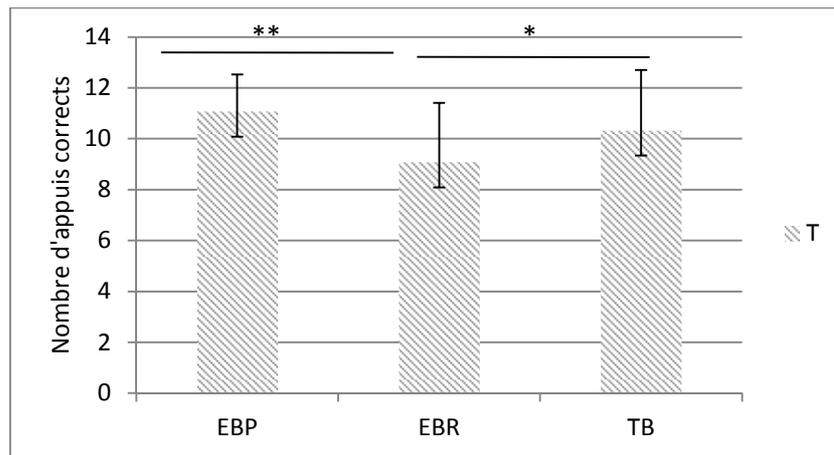


* $p<.05$; ** $p<.01$; *** $p<.001$

Figure 5 : Moyenne des temps de réaction moyen dans les trois modalités dans le groupe des dyslexiques

Adolescents témoins :

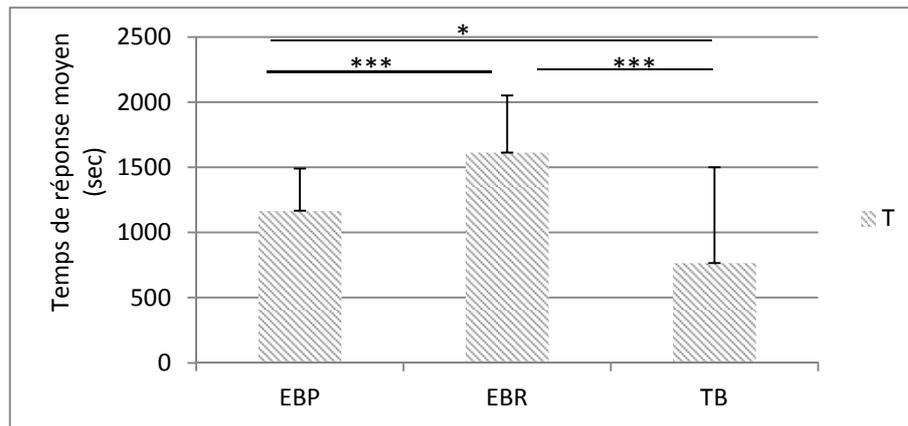
L'ANOVA de Friedman montre un effet significatif du type de tâche sur le score d'appuis corrects ($\chi^2 [2]=13.98, p<.001$). Le test de Wilcoxon montre une différence significative entre les modalités MP-EBP et MP-EBR ($Z=3.07, p=.002$), MP-EBR et MP-TB ($Z=2.15, p=.03$), il n'y a pas de différence significative entre les modalités MP-EBP et MP-TB (figure 6). La modalité la mieux réussie est la MP-EBP, puis la MP-TB, la plus difficile est la MP-EBR.



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

Figure 6 : Moyenne des appuis dans les trois modalités dans le groupe des témoins

Il existe un effet significatif du type de tâche sur les temps de réaction moyen ($\chi^2 [2]=21.91, p<.001$). Le test de Wilcoxon montre une différence significative entre toutes les modalités : MP-EBP et MP-EBR ($Z=3.71, p<.001$), MP-EBP et MP-TB ($Z=2.16, p=.03$), MP-EBR et MP-TB ($Z=3.85, p<.001$) (figure 7). La modalité la mieux réussie concernant le TR moyen est la MP-TB, puis la MP-EBP, la plus difficile est la MP-EBR. Ainsi, les deux groupes ne se comportent pas de la même manière concernant le temps de réaction mais l'épreuve EBP est toujours celle qui demande le moins de temps de réaction dans les deux groupes.



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

Figure 7 : Moyenne des temps de réaction moyen dans les trois modalités dans le groupe des témoins

3.2.3. Questionnaire de mémoire prospective

3.2.3.1. Effet de la pathologie

L'analyse statistique des résultats obtenus chez les adolescents montre une différence significative entre les groupes à l'item « prospectif à court terme, indice environnemental » ($U=25$; $p=.03$) en faveur des DL. Leur plainte pour cet item est donc plus importante. Il n'existe pas d'autre différence significative concernant les items prospectifs, pour les questionnaires destinés aux parents ainsi qu'aux adolescents.

3.2.3.2. Effet du type d'item

Adolescents dyslexiques :

Nous observons un effet significatif du type d'item ($\chi^2 [3]= 9.81, p=.02$). Le test de Wilcoxon montre une différence significative entre plusieurs items : « court terme, indice auto-initié » et « long terme, indice environnemental » ($Z=2.89, p=.003$), « court terme, auto-initié » et « long terme, auto-initié » ($Z=2.42 p=.01$). Dans le premier cas, l'item « prospectif, long terme, indice environnemental » est l'item le plus réussi, dans le second cas, l'item « prospectif, long terme, indice auto-initié » est le mieux réussi.

Nous ne retrouvons pas d'effet significatif du type d'item dans les questionnaires remplis par les parents ($\chi^2 [3]=.46, p=ns$).

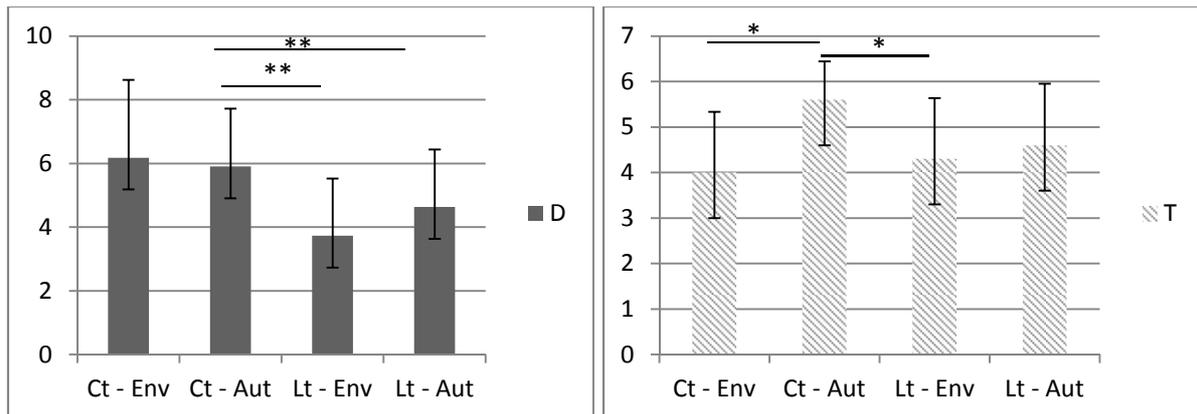
Adolescents témoins :

Nous observons un effet significatif du type d'item ($\chi^2 [3]= 11,67, p<.01$). Le test de Wilcoxon montre une différence significative entre plusieurs items : « court terme, indice auto-initié » et « long terme, indice environnemental » ($Z=2.37, p=.02$), « court terme, indice

environnemental » et « court terme, indice auto-initié » ($Z=2.52$, $p=.01$). Dans le premier cas, l'item « long terme, indice environnemental » est l'item le plus réussi, dans le second cas, l'item « court-terme, indice environnemental » est le plus réussi.

Nous ne retrouvons pas d'effet significatif du type d'item dans les questionnaires remplis par les parents ($\chi^2 [3]=3.45$, $p=ns$).

Les résultats dans les deux groupes sont synthétisés dans la figure 8.



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

Figure 8 : Comparaison des résultats aux items prospectifs du questionnaire dans chaque groupe.

3.2.4. Épreuves complémentaires

3.2.4.1. Mémoire de travail

Les analyses intergroupes montrent des différences significatives sur l'ensemble des épreuves de MDT au détriment des adolescents dyslexiques : empan verbal endroit ($U=98$; $p<.001$), empan verbal envers ($U=154$; $p=.002$), empan visuo-spatial endroit ($U=181,5$; $p=.02$), empan visuo-spatial envers ($U=158$; $p=.003$) et séquences lettres-chiffres ($U=27,5$; $p<.001$).

3.2.4.1. Mémoire épisodique

Pour l'épreuve de rappel de la figure de Rey, le test de Mann Whitney montre un effet significatif du groupe ($U=135.5$, $p=.001$) en faveur des adolescents témoins.

3.2.4.2. Fonctions exécutives

On observe une différence significative entre les deux groupes au détriment des adolescents DL à différentes épreuves : les codes ($U=97$; $p<.001$), le temps de planification de la tour de Londres ($U=276.5$; $p=.01$), le nombre d'erreurs persévératives du WCST ($U=102$; $p<.001$), le score de fluence sémantique ($U=201,5$; $p=.050$) et orthographique ($U=144$;

p=.002). Il n'y a pas de différence significative au score de flexibilité isolée du TMT entre les deux groupes (U=276,5, p=ns), ni au score d'interférence du Stroop (U=29, p=ns).

Les résultats pour les épreuves complémentaires sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats aux épreuves complémentaires entre les deux groupes.

		Dyslexiques	Témoins	p
Mémoire de travail	empan verbal endroit	4,7(1,2)	6,2(0,9)	p<.001 ***
	empan verbal envers	3,4(1,2)	4,7(1,4)	0.002 **
	empan visuo-spatial endroit	5,1(1,3)	6,0(1,2)	0.02 *
	empan visuo-spatial envers	4,4(1,3)	5,5(0,9)	0.003 **
	Séquence Lettres-chiffres	14,4(3,4)	20,5(1,9)	p<.001 ***
Mémoire épisodique	Figure de Rey	16,9(6,5)	23,1(5,0)	0.001 ***
Fonctions exécutives	Codes	44,1(10,8)	56,9(9,8)	p<.001 ***
	Tour de Londres	3,9(2,8)	6,2(4,8)	0.01 *
	WCST	15,1(18,1)	3,7(5,9)	p<.001 ***
	Fluences sémantiques	19,3(6,3)	21,3(4,9)	0.050 *
	Fluences orthographiques	8,8(10,1)	11,3(4,8)	0.002 **
	TMT	1,2(0,5)	1,1(0,4)	ns
	Stroop	20,9(2,8)	6,2(4,8)	ns

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

3.2.5. Tests de corrélation

3.2.5.1. Épreuves de mémoire prospective et mémoire de travail

Adolescents dyslexiques :

Il existe des corrélations négatives entre les scores à l'épreuve « séquence lettres-chiffres » et le temps de réaction moyen en MP-EBP ($r=-0.41$; $p=.04$). Donc, plus le score à cette épreuve de MDT augmente, plus le temps de réaction diminue. On observe des corrélations négatives entre le temps de réaction moyen en MP-EBP et les scores aux épreuves de « séquence lettres-chiffres » ($r=-0.43$; $p=.03$) et d'empan verbal envers ($r=-0.41$; $p=.04$). Donc, pour les adolescents dyslexiques, plus le score pour la séquence lettres-chiffres et l'empan verbal envers augmentent plus le temps de réaction moyen dans la modalité EBR

diminue. Pour la MP-TB, il existe une corrélation positive entre les scores à l'épreuve d'empan verbal endroit et le score de vérifications ($r= 0.44$, $p=.03$) : plus l'empan verbal endroit augmente plus le nombre de vérifications totales dans la modalité TB augmente (tableau 3).

Adolescents témoins :

Une corrélation positive est observée entre le score d'empan visuo-spatial endroit et le score d'appuis corrects en MP-EBP ($r=0,52$, $p=.01$). Ainsi, plus l'empan visuo-spatial endroit augmente plus le score dans la modalité EBP augmente. Il existe une corrélation négative entre le score d'empan visuo spatial envers et le temps de réaction moyen en MP-EBP ($r=-0.40$, $p=.05$). Cela signifie que lorsque le score à l'épreuve d'empan augmente, le temps de réaction diminue. Une corrélation positive est observée entre le score de séquence lettres-chiffres et le score d'appuis corrects en MP-TB ($r=0.42$, $p=.04$), mais aussi avec le score de vérifications totales en MP-TB ($r=0.51$, $p=.01$). Donc, plus le score pour la séquence lettres-chiffres augmente, plus le score à l'épreuve MP-TB et le nombre de vérifications totales augmentent (tableau 3).

Tableau 3: Corrélations significatives entre les épreuves de MP et les épreuves de mémoire de travail

	Dyslexiques		Témoins	
	R	p	R	p
Séquence lettres-chiffres				
MP-EBP TR moyen	-0.41	0.04*	/	/
MP-EBR TR moyen	-0,43	0.03*	/	/
MP-TB Appui	/	/	0.42	0.04*
MP-TB Score de vérifications totales	/	/	0.51	0.01**
Empan verbal endroit				
MP-TB Score de vérifications totales	0.44	0.03*	/	/
Empan verbal envers				
MP-EBR TR moyen	-0,41	0.04*		
Empan visuo-spatial endroit				
MP-EBP Appui	/	/	0,52	0.01**
Empan visuo-spatial envers				
MP-EBP TR moyen	/	/	-0.40	0.05*

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

3.2.5.2. *Epreuve de mémoire prospective et mémoire épisodique*

Adolescents dyslexiques :

Il n'y a aucune corrélation entre le score de rappel de la figure de Rey et les scores d'appuis corrects ni de temps de réaction moyen dans les modalités MP-EBP, MP-EBR et MP-TB, ni avec le nombre de vérifications totales et le score de vérifications à moins de 8 secondes en MP-TB.

Adolescents témoins :

Nous ne retrouvons pas de corrélation entre le score de rappel de la figure de Rey et les épreuves de MP citées ci-dessus.

3.2.5.3. *Epreuves de mémoire prospective et fonctions exécutives*

Adolescents dyslexiques :

Il existe une corrélation négative entre le temps de planification à l'épreuve de la Tour de Londres et les appuis corrects en MP-EBP ($r = -0.39$; $p = .05$). Plus le temps de planification augmente moins le score EBP appui est bon. Une corrélation négative est observée entre le score à l'épreuve des codes et le temps de réaction moyen en MP-EBP ($r = -0.49$, $p = .02$). Ainsi, plus la vitesse de traitement augmente plus le tps de réaction moyen diminue pour EBP. On observe une corrélation positive entre le score de flexibilité isolée et le temps de réaction moyen en MP-EBR ($r = 0.48$; $p = .02$), c'est-à-dire que plus la flexibilité est bonne plus le temps de réaction augmente pour la modalité EBP. Enfin, une corrélation positive est observée entre le score à l'épreuve des codes et les appuis corrects dans l'épreuve de MP-TB ($r = 0.46$; $p = .02$) : plus la vitesse de traitement augmente plus le score TB appui est bon.

Adolescents témoins :

Il existe une corrélation positive entre l'épreuve des codes et le score d'appuis corrects en MP-EBR ($r = 0.43$, $p = .04$). Plus les adolescents sont rapides, meilleures sont les performances en MP-EBR.

Les résultats sont résumés dans le tableau 4 pour les deux groupes.

Tableau 4 : Corrélations significatives entre les épreuves de MP et les épreuves de fonctions exécutives

	Dyslexiques		Témoins	
	R	p	R	P
Temps de planification Tour de Londres				
MP-EBP appui	-0.39	0.05*	/	/
Score de flexibilité isolée TMT				
MP-EBR TR moyen	0.48	0.02*	/	/
Codes				
MP EBP TR moyen	-0.49	0.02*	/	/
MP-EBR appui	0.43	0.04*	0.43	0.04*
MP-TB appui	0.46	0.02*	/	/

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

3.3. Discussion

L'objectif principal de ce mémoire était de s'intéresser au fonctionnement de la MP des adolescents dyslexiques. Plus précisément, nous cherchions à savoir s'il existe un déficit avéré de la MP dans la dyslexie. En évaluant également les autres fonctions cognitives intervenant dans le fonctionnement de la MP, nous souhaitons établir des liens entre les perturbations exécutives et mnésiques démontrées dans la dyslexie et les plaintes rapportées par l'entourage lors des entretiens anamnestiques des bilans orthophoniques pour la dyslexie. En effet, ces plaintes sont directement liées à la MP et ce système mnésique a été peu étudié dans la DL.

Dans cette discussion, nous tenterons tout d'abord de répondre à nos hypothèses, puis d'expliquer en quoi connaître le fonctionnement de la MP dans la dyslexie pourrait permettre d'adapter la prise en charge en orthophonie des adolescents et leur vie quotidienne.

3.3.1. *Fonctionnement de la mémoire prospective dans la dyslexie*

Selon notre première hypothèse, nous nous attendions à ce que les performances des adolescents DL aux épreuves informatisées de MP soient inférieures à celles des adolescents témoins. Notre première hypothèse est validée. En effet, en accord avec les résultats observés par Khan en 2014 (Khan, 2014), notre analyse statistique met en évidence des performances significativement inférieures pour les adolescents DL comparées à celles des adolescents témoins dans les trois modalités de MP testées. Cependant, les adolescents DL sont moins en difficulté pour la modalité TB que pour les deux autres par rapport aux adolescents témoins. Les adolescents DL réussiraient plus les tâches faisant appel à la MP time-based qu'à la MP event-based, c'est-à-dire que les tâches prospectives basées sur une durée seraient mieux réus-

sies que les tâches prospectives basées sur un indice environnemental. Concernant l'ensemble des épreuves informatisées de MP, les différences observées entre les deux groupes sont trop importantes pour pouvoir l'attribuer au seul hasard. Les adolescents DL auraient donc un fonctionnement prospectif particulier, qui n'est toutefois pas aussi efficace que celui des adolescents témoins. Seul le temps de réaction des adolescents DL à la modalité TB est significativement supérieur à celui des adolescents témoins, les adolescents DL mettent plus de temps à réagir à l'indice prospectif et agir en fonction de celui-ci. Sur l'épreuve TB, les adolescents DL vérifient autant le chronomètre que les adolescents témoins mais les adolescents témoins ont tendance à vérifier le chronomètre plus souvent à l'approche de la cible que pendant la totalité de l'épreuve tandis que les adolescents DL vérifient le chronomètre plus régulièrement et de manière homogène quel que soit le temps restant. Ainsi, les adolescents DL semblent avoir une moins bonne estimation du temps restant avant le prochain indice prospectif. Cette différence pourrait être expliquée également par les difficultés de planification observées chez les adolescents DL dans l'étude de Varvara et ses collaborateurs (Varvara, Varuzza, Sorrentino, Vicari et Menghini, 2014)

En analysant plus précisément l'effet du type de tâche au sein d'un même groupe, nous avons remarqué que l'épreuve EBR était la moins bien réussie dans les deux groupes, l'épreuve TB était mieux réussie que l'épreuve EBR mais moins bien réussie que l'épreuve EBP. Cette dernière était la mieux réussie dans les deux groupes. Ainsi, les différences entre les modalités suivent la même tendance quel que soit le groupe. Ce résultat contredit celui décrit plus haut selon lequel la modalité TB serait mieux réussie par les adolescents DL que les modalités EB. Cependant, les écarts de moyenne observés entre les modalités sont plus importants au sein du groupe des adolescents DL. Nous pouvons expliquer la moins bonne réussite à l'épreuve EBR dans les deux groupes par la complexité de la consigne comparée à celles des deux autres épreuves. Dans la dyslexie, une meilleure réussite des tâches EBP que des tâches EBR peut être expliquée par le déficit observé par Menghini et ses collaborateurs (Menghini, Carlesimo, Marotta, Finzi et Vicari, 2010) en ME rétrospective dans la DL car ce système intervient dans le fonctionnement de la MP dans sa composante rétrospective.

Le temps de réaction moyen évolue selon le type de tâche. Les adolescents DL mettent plus de temps à réagir pour l'épreuve TB que pour l'épreuve EBP et moins de temps pour l'épreuve EBP que pour l'épreuve EBR. Cette dernière différence peut être expliquée par la complexité de la consigne de l'épreuve EBR. D'un point de vue qualitatif, il est souvent arrivé que les adolescents DL rapportent que cette épreuve était celle qu'ils avaient trouvé la plus

difficile et d'autant plus qu'ils oubliaient la consigne d'une image sur l'autre. Ces oublis pourraient être expliqués ici encore par le déficit en ME observé par Menghini et ses collaborateurs en 2010 (Menghini *et al.*, 2010). La ME étant moins efficiente dans la dyslexie, les épreuves nécessitant l'intervention de ce système mnésique s'en trouvent affectées. Ainsi, le temps de réaction à cette épreuve se trouvait rallongé. Le temps de réaction moyen est le plus long pour l'épreuve TB pour les dyslexiques tout en restant assez proche du temps de réaction moyen pour l'épreuve EBR. Lors de l'épreuve TB, les vérifications sur le chronomètre ont pu diminuer le temps de réaction car elles demandaient de la flexibilité pour se détourner de la tâche en cours pour vérifier le temps. Le déficit avéré de flexibilité dans la dyslexie (Varvara *et al.*, 2014) peut impacter cette action et ainsi augmenter le temps de réaction. Les épreuves de MP dans les modalités EBR et TB sont donc celles qui demandent le plus de temps aux adolescents DL pour être traitées. Cette augmentation du temps de réaction des adolescents dyslexiques peut également être expliqué par le ralentissement de la mémoire démontré par Kibby (2009) ainsi que par le défaut de stockage du matériel verbal en MDT. Les adolescents DL auraient donc moins bien retenu la consigne et répondu plus lentement du fait de ce déficit. Pour les adolescents témoins, c'est pour l'épreuve TB que le temps de réaction est très nettement moins long que pour les deux autres épreuves. Le temps de réaction pour l'épreuve EBR est le plus long. Pour ce groupe, le temps de réaction allongé pour la modalité EBR peut être expliqué par la complexité de la consigne. Pour la modalité TB, l'augmentation du temps de réaction serait due à l'intervention de la flexibilité mentale pour détourner le regard de l'écran et regarder le chronomètre. Ces deux ralentissements ne semblent toutefois pas anormaux compte-tenu des multiples composantes intervenant dans ces modalités.

Selon notre seconde hypothèse, nous supposons que les scores des adolescents DL au questionnaire de MP seraient supérieurs à ceux des adolescents témoins, c'est-à-dire qu'il y aurait plus d'oublis prospectifs chez les adolescents DL que chez les témoins. L'analyse détaillée des réponses aux items « prospectifs » du questionnaire ne permet pas de valider totalement l'hypothèse. En effet, les adolescents DL ont un score plus élevé que les adolescents témoins uniquement aux questions de mémoire prospective à court-terme, indice environnemental. Cela signifie qu'ils oublient plus fréquemment une tâche prospective lorsqu'elle est à effectuer peu de temps après, à partir d'un indice environnemental. Les oublis d'une tâche à effectuer peu de temps après, plus nombreux pour les adolescents DL, peuvent être expliqués par le déficit avéré en MDT dans la DL (Menghini, Finzi, Carlesimo et Vicari, 2011). Les

oublis des tâches à effectuer lors de la survenue d'un indice environnemental, plus nombreux chez les adolescents DL, pourraient être dus à une moins bonne réussite dans les tâches de MP de type EB que dans les tâches de type TB. Cependant, cela est en partie en désaccord avec les résultats précédents, notant que les adolescents réussissaient mieux les épreuves EBP que TB qui étaient eux-mêmes mieux réussis que les épreuves EBR. La diversité des composantes intervenant en MP-EB nous permet d'expliquer la différence entre les modalités EBP et EBR. Les scores des adolescents DL aux autres items ne sont pas supérieurs à ceux des adolescents témoins, les deux groupes ont donc autant d'oublis pour les items prospectifs « court-terme, indice auto-initié », « court-terme, indice environnemental », « long terme, indice auto-initié » et « long terme, indice environnemental ».

Au sein du groupe des adolescents DL, les deux différences significatives mises en évidence par le test montrent que les items « prospectif, long terme » entraînent moins d'oublis quel que soit l'indice que les items « prospectif, court-terme ». Cette dissociation peut être expliquée par le déficit de MDT dans la dyslexie. Dans le groupe des adolescents témoins, les oublis sont plus fréquents dans la composante « indice auto-initié », les items les plus réussis étant les items relevant de la composante « indice environnemental ». Ainsi, les adolescents témoins auraient plus de difficultés à effectuer les tâches prospectives rappelées par un indice auto-initié et il serait plus difficile pour les adolescents dyslexiques d'effectuer les tâches prospectives faisant appel à la mémoire à court-terme.

Les analyses des réponses des parents aux questionnaires ne montrent aucune différence entre les groupes ni entre les items au sein d'un même groupe. Cela signifie que selon les parents, les adolescents dyslexiques n'ont pas plus ou moins d'oublis de nature prospective que les adolescents témoins. Cette interprétation contredit la réponse à notre première hypothèse. Cependant, un questionnaire d'auto-évaluation est une évaluation subjective, il permet d'avoir une idée qualitative qui peut être intéressante mais l'évaluation menée pour valider notre première hypothèse est plus objective et plus fine. De plus, l'analyse de notre questionnaire est à interpréter prudemment car la taille de l'échantillon ayant répondu au questionnaire ne suffit pas pour généraliser ces résultats.

3.3.2. Fonctionnement cognitif dans la dyslexie

Dans une troisième hypothèse, nous nous attendions à ce que les épreuves complémentaires soient moins bien réussies par les adolescents DL que par les adolescents témoins. Comme attendu au regard de la littérature, notre hypothèse est validée : les adolescents DL ont moins bien réussi les épreuves complémentaires de fonctions exécutives, de mémoire de

travail et de mémoire épisodique. Cependant, notre étude ne montre pas d'effet significatif du groupe pour les épreuves de flexibilité et d'inhibition alors qu'un déficit pour ces fonctions dans la DL a été objectivé par Varvara et ses collaborateurs (Varvara *et al.*, 2014). Les adolescents dyslexiques évalués dans notre étude ont donc des troubles des fonctions cognitives moins importants qu'attendu. Cet écart peut être dû à la variabilité des épreuves ou aux scores utilisés qui pourraient être moins sensibles que dans les études précédemment citées.

3.3.3. Liens entre fonctionnement de la mémoire prospective et fonctionnement cognitif

Notre dernière hypothèse selon laquelle les scores pour les tests complémentaires devraient être corrélés aux scores de MP est en partie validée. En effet, les corrélations ne sont pas présentes pour tous les scores et elles sont différentes entre les deux groupes.

Concernant la mémoire de travail dans le groupe des adolescents dyslexiques, les corrélations démontrent que plus les scores de séquences lettres-chiffres et l'empan verbal envers augmentent plus les TR moyen dans les modalités EBP et EBR diminuent. Or, ces épreuves complémentaires mettent en jeu la mémoire de travail et en particulier la boucle phonologique et l'administrateur central. La corrélation observée entre ces scores chez les adolescents DL pourraient être expliquée par le déficit de mémoire de travail, en particulier dans sa composante phonologique décrit dans la DL (Varvara *et al.*, 2014) et l'intervention de la MDT dans la MP. Effectivement, les modalités EBP et EBR requièrent de retenir l'action à effectuer lorsque l'indice prospectif apparaît. Il faut également pouvoir détecter l'indice dans l'environnement et retenir que l'indice correspond à une action à effectuer. Ainsi, un mauvais fonctionnement de la MDT impacterait le fonctionnement de la MP de type event-based dans la DL, en particulier le temps de réaction aux indices prospectifs intervenant dans l'environnement. On pourrait également supposer que l'augmentation de l'empan visuo-spatial permettrait de mieux détecter un indice dans l'environnement. Cependant, nous n'avons pas montré de corrélations entre les empan visuo-spatiaux et les scores aux épreuves de MP-EBP et EBR. Les difficultés de détection de l'indice prospectif pourraient être dues à une baisse d'attention visuelle. Pour déduire cela, il serait intéressant d'étudier l'intervention de l'attention dans la réalisation des tâches prospectives chez des adolescents DL. Pour la composante TB, l'action à effectuer dépend d'une durée, cela requiert en particulier de retenir sur quelle touche appuyer au temps donné. Nous n'avons pas observé de corrélations entre les épreuves de MDT et les épreuves de mémoire prospective, ce qui peut laisser supposer que l'intervention de la mémoire de travail dans la composante time-based de la MP est moins

importante que dans la composante event-based. Par ailleurs, nous avons observé une augmentation du nombre de vérifications totales à l'épreuve MP-TB en lien avec l'augmentation de l'empan verbal endroit. Or, un bon empan laisse supposer un bon fonctionnement de la MDT qui permettrait de retenir l'information, c'est-à-dire dans notre cas, le temps restant avant la survenue de la cible. La corrélation observée semble donc peu cohérente. Nous pouvons supposer que la modalité TB requiert moins l'intervention de la MDT et l'augmentation du nombre de vérifications des adolescents DL n'a pu être comparée aux performances en MDT.

Pour le groupe des adolescents témoins, nous ne notons pas les mêmes corrélations que dans le groupe des adolescents dyslexiques. Ainsi, nous avons remarqué d'une part que l'augmentation de l'empan visuo-spatial améliore la performance et diminue le TR moyen dans la modalité EBP. Cette corrélation n'était pas observable dans le groupe des adolescents DL. Nous pouvons supposer que l'intervention du calepin visuo-spatial dans la réalisation appropriée de la tâche prospective est nécessaire. Or, l'absence de cette corrélation dans le groupe des adolescents dyslexiques ne permet pas de conclure en ce sens. D'autre part, la réussite aux épreuves de séquence lettres chiffres faisant intervenir l'administrateur central de la mémoire de travail favorise la réussite dans la modalité TB de la MP et l'augmentation du nombre de vérifications totales. Comme relevé ci-dessus, l'augmentation du nombre de vérifications totales dans la modalité TB semble paradoxale avec de bons scores pour les épreuves de MDT, ce qui peut laisser supposer que la comparaison de ces scores pourrait être inadéquate.

Pour la mémoire épisodique, l'absence de corrélation entre les scores dans les deux groupes met en évidence que les capacités de mémoire épisodique rétrospective ne prédisent pas les capacités de MP. Ce résultat est contradictoire avec l'étude de Kliegel, Mackinlay et Jäger (2008) qui montre que le stockage rétrospectif est nécessaire pour retenir l'intention de l'action prospective à effectuer. Cette contradiction peut être due au fait que la mémoire épisodique rétrospective n'ait été évaluée qu'à l'aide de la figure de Rey dans notre protocole. Il serait intéressant de proposer davantage d'épreuves évaluant cette composante mnésique car elle a une place inéluctable dans le fonctionnement de la MP. Elle permet en effet de se souvenir du contenu de l'action prospective à effectuer, un déficit de la mémoire épisodique rétrospective pourrait impacter le rappel de ce contenu.

Concernant les fonctions exécutives dans le groupe DL, les résultats montrent que lorsque les performances en planification et vitesse de traitement augmentent, les performances de MP s'améliorent respectivement dans l'amélioration du score EBP et la diminution du TR moyen dans la composante EBP. Une bonne planification et une vitesse de traitement rapide permettraient donc de répondre efficacement à une tâche prospective de type EBP. Ce résultat est en accord avec le modèle de fonctionnement de la MP de Kliegel et ses collaborateurs (Kliegel, Mackinlay et Jäger, 2008) qui situe la fonction de planification dans la phase de formation de l'intention prospective. Cependant, l'absence de corrélation entre la planification et les scores EBR et TB alors que ce sont les deux scores les plus chutés dans le groupe des DL amène à penser que la planification ne suffit pas à elle seule pour réussir une tâche de MP. En revanche, elle peut améliorer les performances. La vitesse de traitement est également liée au score TB : plus la vitesse de traitement augmente, plus le score TB est bon. La place de la vitesse de traitement dans le fonctionnement de la MP n'est pas encore avérée mais nous pouvons supposer qu'une bonne vitesse de traitement pourrait améliorer le temps de réaction à un indice prospectif. Or, ici, elle permet également d'améliorer les performances en MP dans sa composante time-based. Nous pouvons donc supposer que les processus mis en jeu pour acquérir de la rapidité de traitement des informations contribuent également à estimer le temps. En effet, si l'adolescent n'estime pas correctement le temps qu'il lui reste à l'épreuve des codes, il ne peut pas adapter sa vitesse pour aller le plus loin possible. De la même façon, si l'adolescent ne parvient pas à estimer le délai entre chaque indice prospectif, il peut manquer certaines cibles, le score final s'en trouve alors diminué. D'autre part, nous avons observé que les capacités de flexibilité ne permettent pas de diminuer le temps de réaction car celui-ci augmente au contraire lorsque la flexibilité s'améliore. Or, d'après le modèle de fonctionnement de la MP cité ci-dessus, nous pouvons supposer que plus la flexibilité est bonne, plus se détourner de la tâche en cours pour effectuer l'action est rapide. L'inverse est observé, nous pouvons expliquer cette contradiction par le fait que ce ne serait pas la flexibilité qui permettrait d'améliorer le temps de réaction. En effet, l'absence de corrélation pour les autres scores de flexibilité et de MP pourrait mettre en évidence que ces scores ne sont pas liés entre eux.

L'analyse des corrélations entre les épreuves de MP et de fonctions exécutives dans le groupe des témoins est contradictoire avec ces interprétations. En effet, compte-tenu des observations faites dans le groupe des DL, nous pouvons nous attendre à retrouver les mêmes corrélations dans le groupe des témoins, ce qui aurait permis de confirmer les interactions entre le fonctionnement de la MP et les fonctions cognitives mises en jeu. Or, nous avons ob-

servé que la vitesse de traitement intervient effectivement dans le fonctionnement de la MP mais elle est permet d'améliorer la performance pour la modalité EBR uniquement dans le groupe des témoins. En revanche, ce résultat confirme l'importance de la vitesse de traitement dans l'efficacité du fonctionnement de la MP. Par ailleurs, nous n'avons pas observé de corrélations entre les scores d'inhibition et de MP dans le groupe des témoins. Or, en accord avec le modèle de Kliegel et ses collaborateurs (Kliegel *et al.*, 2008) et la théorie multiprocessus de Einstein et McDaniel (2005), nous nous attendions à ce que les capacités d'inhibition permettaient d'améliorer l'exécution de l'intention en intervenant dans l'interruption de la tâche en cours pour effectuer la tâche prospective. Cette contradiction peut être expliquée par l'utilisation d'un score peu sensible pour l'analyse du Stroop. Il serait bénéfique d'étudier l'intervention de l'inhibition dans le fonctionnement prospectif en proposant plusieurs épreuves d'évaluation de cette fonction pour parvenir à une analyse plus fine de son interaction avec la MP. De la même façon, proposer une évaluation plus précise de la planification dans la MP pourrait permettre d'expliquer l'absence de corrélation entre la planification et les tâches de MP dans le groupe des adolescents témoins, alors qu'elle est présente dans le groupe des adolescents dyslexiques.

L'ensemble des liens étudiés dans ce mémoire entre les fonctions cognitives et la MP dans les deux groupes d'adolescents met donc en évidence de nombreuses contradictions qui ne permettent pas d'observer précisément les liens décrits dans la littérature entre MP et fonctions cognitives. Cependant, ces contradictions soulignent que le fonctionnement de la MP dans la dyslexie est particulier et nécessite d'être étudié de façon approfondie.

3.3.4. Perspectives et adaptations en orthophonie

Suite à cette étude et en la mettant en lien avec les données de la littérature il apparaît difficile d'évaluer la MP de manière isolée. En effet, la MP fonctionne conjointement avec beaucoup de composantes mnésiques et exécutives, ce qui rend l'interprétation des résultats difficile. Une limite à cette interprétation peut être également les écarts d'âge au sein de l'échantillon. En effet, de 10 à 15 ans, la MP continue de se développer et même après cet âge puisqu'elle atteint son point culminant à l'âge adulte seulement. Ainsi, les résultats obtenus varient entre les adolescents de 10 ans et ceux de 15 ans.

Pour approfondir l'étude, nous aurions pu proposer un questionnaire à des orthophonistes pour savoir à quelle fréquence elles rencontrent des plaintes d'oublis de nature prospective en séance ou lors d'entretiens avec les parents, ainsi que leur demande précise en termes d'accompagnement de ces difficultés. Proposer un paradigme d'évaluation de la MP plus éco-

logique à un plus grand nombre de sujets pourrait également être utile afin de comprendre plus précisément les oublis prospectifs de la vie quotidienne de ces adolescents DL. Cela pourrait être fait par la suite, afin de proposer des outils spécifiques en orthophonie répondant à ces plaintes.

Toutefois, notre étude a déjà permis de montrer qu'il existe une particularité du fonctionnement de la MP dans la DL. Celle-ci est à prendre en compte pour envisager différemment l'accompagnement des adolescents dyslexiques. En effet, à cette période, la prise en charge en orthophonie devient plus difficile du fait des spécificités de l'adolescence, qui sont amplifiées chez des adolescents DL. L'investissement des patients a souvent tendance à diminuer, car ils peuvent être suivis depuis longtemps, l'estime de soi est faible à cause des difficultés engendrées par la DL et l'évolution des rapports sociaux à l'adolescence. La prise en charge orthophonique évolue donc vers une intervention indirecte qui peut prendre la forme d'Education Thérapeutique du Patient (ETP). L'adolescent a besoin d'être motivé, de reprendre confiance en lui et d'acquérir une certaine autonomie dans sa vie quotidienne et ses apprentissages.

Notre étude pourra permettre aux orthophonistes de mieux comprendre le fonctionnement cognitif des adolescents DL pour ainsi améliorer l'ETP sur l'autonomie dans la vie quotidienne et les devoirs, mieux adapter les supports, améliorer la compréhension des consignes et proposer une information adaptée des stratégies écologiques et fonctionnelles dans le milieu de vie de chaque enfant. Par exemple, étant donné que la tâche EBR est plus difficile, il pourra être proposé aux adolescents de décomposer les consignes complexes pour les simplifier et mieux les comprendre en mettant en place des astuces de rappel plus saillantes et adaptées à leurs compétences. Sur le modèle de la Gestion mentale, un programme ou un test pourrait être mis en place pour permettre à des adolescents suivis en orthophonie de mieux comprendre le fonctionnement de leur mémoire prospective et de trouver des stratégies personnelles qui facilitent la récupération de l'intention à effectuer. Pour les adolescents DL, la compréhension de ce système mnésique pourrait leur permettre de mieux organiser les tâches à effectuer et d'améliorer leur organisation dans les devoirs et dans la vie quotidienne. Enfin, pour les parents des adolescents DL, ce mémoire pourra amener à une meilleure prise de conscience de la raison pour laquelle leurs enfants ont parfois des comportements d'oublis qui peuvent les ennuyer et rendre le quotidien difficile.

CONCLUSION

L'étude du fonctionnement de la MP dans la DL a fait l'objet de peu de recherches à ce jour, malgré des plaintes de l'entourage et des patients eux-mêmes, observées au sein du suivi orthophonique. Le but de notre recherche était donc d'évaluer la MP chez des adolescents dyslexiques et non-dyslexiques afin de déterminer si elle est déficitaire dans la DL ou non. Notre protocole était composé d'une épreuve informatisée de MP, d'un questionnaire rempli par les adolescents et leurs parents concernant la MP dans leur vie quotidienne ainsi que des épreuves complémentaires de MDT, fonctions exécutives et mémoire épisodique.

Pour ce mémoire, nous avons évalué 4 adolescents dyslexiques âgés de 10 à 15 ans et 6 adolescents témoins appariés en âge et sexe. Ces données ont été rajoutées à d'autres données recueillies dans le cadre d'autres études avec le même protocole. L'analyse statistique porte donc sur 25 adolescents dyslexiques et 24 adolescents témoins appariés en âge et sexe. Les résultats montrent que les adolescents DL ont de moins bonnes performances pour l'épreuve informatisée de MP que les adolescents témoins dans les trois modalités de la MP. Nous avons également remarqué suite à l'analyse des questionnaires que les adolescents oublient plus fréquemment des tâches prospectives relevant de la mémoire à court terme avec un indice environnemental que les adolescents témoins et les tâches prospectives relevant de la mémoire à long terme étaient mieux réussies que les tâches relevant de la mémoire à court-terme pour les adolescents DL. Enfin, nous avons constaté que les performances de MP étaient corrélés à plusieurs fonctions cognitives, notamment la vitesse de traitement et la MDT, mais pas à toutes les fonctions attendues ni pour tous les scores de MP.

Nous espérons que cette étude permettra d'améliorer la prise en charge et l'accompagnement en orthophonie des adolescents DL en offrant de nouvelles perspectives d'Education Thérapeutique du Patient et d'accompagnement. Une meilleure connaissance du fonctionnement de leur MP pourra permettre aux adolescents DL de mettre en place eux-mêmes des stratégies facilitatrices.

Sur le plan personnel, ce mémoire m'aura rendu encore plus sensible aux répercussions de la DL dans la vie quotidienne et à l'importance en tant qu'orthophoniste d'accompagner les adolescents et adultes DL pour qu'ils s'adaptent à leurs difficultés. Ce travail m'aura permis de prendre confiance lors de la passation d'épreuves et de me montrer flexible et adaptée au patient. De plus, l'adaptation de la prise en charge en orthophonie de ces adolescents m'apparaît d'autant plus nécessaire désormais.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- American Psychiatric Association (Éd.). (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5^{ème} éd). Washington, D.C: American Psychiatric Association.
- Azzopardi, B. (2013). *Le vieillissement de la mémoire prospective: mécanismes cognitifs sous-jacents et possibilités d'intervention cognitives*. Université Rennes 2. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00934860/>
- Bacon, A. M., Parmentier, F. B. R. et Barr, P. (2013). Visuospatial memory in dyslexia: Evidence for strategic deficits. *Memory*, 21(2), 189-209. doi.org/10.1080/09658211.2012.718789
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Ballhausen, N., Rendell, P. G., Henry, J. D., Joeffry, S. et Kliegel, M. (2015). Emotional valence differentially affects encoding and retrieval of prospective memory in older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 22(5), 544-559. doi.org/10.1080/13825585.2014.1001316
- Blondelle, G., Hainselin, M., Gounden, Y., Heurley, L., Voisin, H., Bressous, E. et Quaglino, V. (2015). Effet de la valence émotionnelle sur la mémoire prospective au cours du vieillissement. *Revue de neuropsychologie*, 7(3), 189-198.
- Burkard, C., Rochat, L., Blum, A., Emmenegger, J., Juillerat Van der Linden, A.-C. et Van der Linden, M. (2014). A daily-life-oriented intervention to improve prospective memory and goal-directed behaviour in ageing: A pilot study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 24(2), 266-295. doi.org/10.1080/09602011.2014.887023
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, K., Langdon, R. et Ziegler, J. (2001). DRC: a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. Consulté à l'adresse http://lpc.univ-amu.fr/dir_provence/dir_ziegler/article/2001.PsychRev.ziegler.pdf
- Crawford, J. R., Henry, J. D., Ward, A. L. et Blake, J. (2006). The Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ): Latent structure, normative data and discrepancy analysis for proxy-ratings. *British Journal of Clinical Psychology*, 45(1), 83-104. doi.org/10.1348/014466505X28748

- Delis, D., Kaplan, E. et Kramer, J. (2001). Delis-Kaplan Executive Function System. *The Psychological Corporation*.
- Einstein, G. O. et McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(4), 717.
- Einstein, G. O. et McDaniel, M. A. (2005). Prospective memory multiple retrieval processes. *American Psychological Society*, 14(6), 286-290.
- Fisher, S. E. et DeFries, J. C. (2002). Developmental dyslexia: genetic dissection of a complex cognitive trait. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(10), 767-780. doi.org/10.1038/nrn936
- Gonneaud, J., Eustache, F. et Desgranges, B. (2009). La mémoire prospective dans le vieillissement normal et la maladie d'Alzheimer : intérêts et limites des études actuelles. *Revue de neuropsychologie, Volume 1(3)*, 238-246.
- Grant, D. A. et Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38(4), 404-411.
- Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Expertise collective, 15, 150-378. Paris: Les éditions Inserm.
- Jambaqué, I. et Dellatolas, G. (2000). Epreuves de fluence verbale et de dénomination chez l'enfant d'âge scolaire. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, (56), 13-16.
- Jenner, A., Rosen, G. et Galaburda, A. M. (1999). Neuronal asymmetries in primary visual cortex of dyslexic and nondyslexic brains. *Annals of Neurology*, 46(2), 189-196.
- Khan, A. (2014). An investigation into prospective memory in children with developmental dyslexia. *Frontiers in Psychology*, 5. doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01308
- Kibby, M. Y. (2009). Memory functioning in developmental dyslexia: An analysis using two clinical memory measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24(3), 245-254. doi.org/10.1093/arclin/acp028

- Kibby, M. Y. (2009). There are multiple contributors to the verbal short-term memory deficit in children with developmental reading disabilities. *Child Neuropsychology*, *15*(5), 485-506. doi.org/10.1080/09297040902748218
- Kliegel, M., Mackinlay, R. et Jäger, T. (2008). Complex prospective memory: Development across the lifespan and the role of task interruption. *Developmental Psychology*, *44*(2), 612-617. doi.org/10.1037/0012-1649.44.2.612
- Lussier, F., Guérin, F., Dufresne, A. et Lassonde, M. (1998). Étude normative développementale des fonctions exécutives: La tour de Londres. *ANAE Approche Neuropsychologie des Apprentissages chez l'Enfant*, *10*(2), 42-52.
- Mahy, C. E. V., Moses, L. J. et Kliegel, M. (2014). The development of prospective memory in children: An executive framework. *Developmental Review*, *34*(4), 305-326. doi.org/10.1016/j.dr.2014.08.001
- Massinen, S., Tammimies, K., Tapia-Paez, I., Matsson, H., Hokkanen, M.-E., Soderberg, O., ... Kere, J. (2009). Functional interaction of DYX1C1 with estrogen receptors suggests involvement of hormonal pathways in dyslexia. *Human Molecular Genetics*, *18*(15), 2802-2812. doi.org/10.1093/hmg/ddp215
- Mazeau, M. (2005). *Neuropsychologie et Troubles des apprentissages : Du symptôme à la rééducation*. Elsevier Masson.
- McDaniel, M. A., Umanath, S., Einstein, G. O. et Waldum, E. R. (2015). Dual pathways to prospective remembering. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*. doi.org/10.3389/fnhum.2015.00392
- Menghini, D., Carlesimo, G. A., Marotta, L., Finzi, A. et Vicari, S. (2010). Developmental dyslexia and explicit long-term memory. *Dyslexia*, *16*(3), 213-225. doi.org/10.1002/dys.410
- Menghini, D., Finzi, A., Carlesimo, G. A. et Vicari, S. (2011). Working memory impairment in children with developmental dyslexia: Is it just a phonological deficit? *Developmental Neuropsychology*, *36*(2), 199-213. doi.org/10.1080/87565641.2010.549868
- Orsini, A. (1994). Corsi's Block Tapping Test: standardization and concurrent validity with WISC-R for Children aged 11 to 16. *Perceptual and motor skills*, *79*(3f), 1547-1554.

- Pennington, B. F., Gilger, J. W., Pauls, D., Smith, S. A., Smith, S. D. et DeFries, J. C. (1991). Evidence for major gene transmission of developmental dyslexia. *The journal of the American Medical Association*, 266(11).
- Potvin, M.-J. (2011). Évaluation écologique et rééducation de la mémoire prospective chez des patients ayant subi un traumatisme crâniocérébral. Consulté à l'adresse <http://www.archipel.uqam.ca/4630>
- Ramus, F. (2010). Génétique de la dyslexie développementale. *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages*, 67–90.
- Ramus, F., Stuart, R., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S. et Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841-865. doi.org/10.1093/brain/awg076
- Rey, A. (1959). *Manuel du test de copie d'une figure complexe de A. Rey*. Paris: ECPA.
- Robey, A., Buckingham-Howes, S., Salmeron, B. J., Black, M. M. et Riggins, T. (2014). Relations among prospective memory, cognitive abilities, and brain structure in adolescents who vary in prenatal drug exposure. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 144-162. doi.org/10.1016/j.jecp.2014.01.008
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., ... Gore, J. C. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological psychiatry*, 52(2), 101–110.
- Smith, G., Della Sala, S., Logie, R. H. et Maylor, E. A. (2000). Prospective and retrospective memory in normal ageing and dementia: A questionnaire study. *Memory*, 8(5), 311–321.
- Smith, R. E. et Bayen, U. J. (2004). A Multinomial Model of Event-Based Prospective Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(4), 756-777. doi.org/10.1037/0278-7393.30.4.756
- Smith, R. E., Bayen, U. J. et Martin, C. (2010). The cognitive processes underlying event-based prospective memory in school-age children and young adults: A formal model-based study. *Developmental Psychology*, 46(1), 230-244. doi.org/10.1037/a0017100

- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. *Organization of memory*. New York : Academic Press.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual review of psychology*, 53(1), 1–25.
- Valdois, S., Bosse, M.-L. et Tainturier, M.-J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, 10(4), 339–363.
- Varvara, P., Varuzza, C., Sorrentino, A. C. P., Vicari, S. et Menghini, D. (2014). Executive functions in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. doi.org/10.3389/fnhum.2014.00120
- Walter, S. et Meier, B. (2014). How important is importance for prospective memory? A review. *Frontiers in Psychology*, 5. doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00657
- Wang, L., Altgassen, M., Liu, W., Xiong, W., Akgün, C. et Kliegel, M. (2011). Prospective memory across adolescence: The effects of age and cue focality. *Developmental Psychology*, 47(1), 226–232. doi.org/10.1037/a0021306
- Wechsler, D. (2005). *Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants: WISC-IV*. Paris : ECPA.
- World Health Organization. (2011). *ICD-10: International statistical classification of diseases and related health problems*. (10^e éd., Vol. 2). Geneva: World Health Organization.
- Zoubinetzky, R., Bielle, F. et Valdois, S. (2014). New insights on developmental dyslexia subtypes: Heterogeneity of mixed reading profiles. *PLoS ONE*, 9(6). doi.org/10.1371/journal.pone.0099337

Annexe 1 : Lettre d'information pour le recrutement de la population d'intérêt

Objet : Recrutement de patients dans le cadre de mon mémoire de fin d'études.

Madame,

Je suis actuellement étudiante en dernière année d'Orthophonie à l'Université de Caen. Je me permets de vous solliciter dans le cadre de mon mémoire de fin d'étude sous la direction de Madame Bérengère Guillery-Girard et Madame Peggy Quinette, neuropsychologues au sein de l'unité Inserm U1077 du CHU de Caen.

Mon mémoire porte sur les liens entre mémoire prospective et DL. Des retentissements de la DL sur différentes composantes de la mémoire ont déjà été démontrés mais il n'existe aucune étude qui établisse objectivement un lien entre la DL et des difficultés en mémoire prospective, alors que celles-ci semblent pourtant réelles en clinique.

Il s'agit donc de faire passer un protocole d'évaluation de la mémoire prospective et d'autres composantes de la mémoire, des fonctions exécutives et attentionnelles, à cinq adolescents entre 10 et 15 ans, ayant eu un bilan orthophonique posant le diagnostic de DL et un bilan neuropsychologique notant une efficacité intellectuelle normale.

Je m'adresse à vous pour savoir si vous suivez ou avez suivi des adolescents correspondant à ce profil qui sont susceptibles d'être disponibles pour la passation de ce protocole, qui requiert environ trois fois une heure. Si tel est le cas, je vous saurai gré de bien vouloir me contacter dans les plus brefs délais.

Je vous remercie par avance de l'attention que vous porterez à ma demande et reste à votre entière disposition pour de plus amples informations et pour une rencontre.

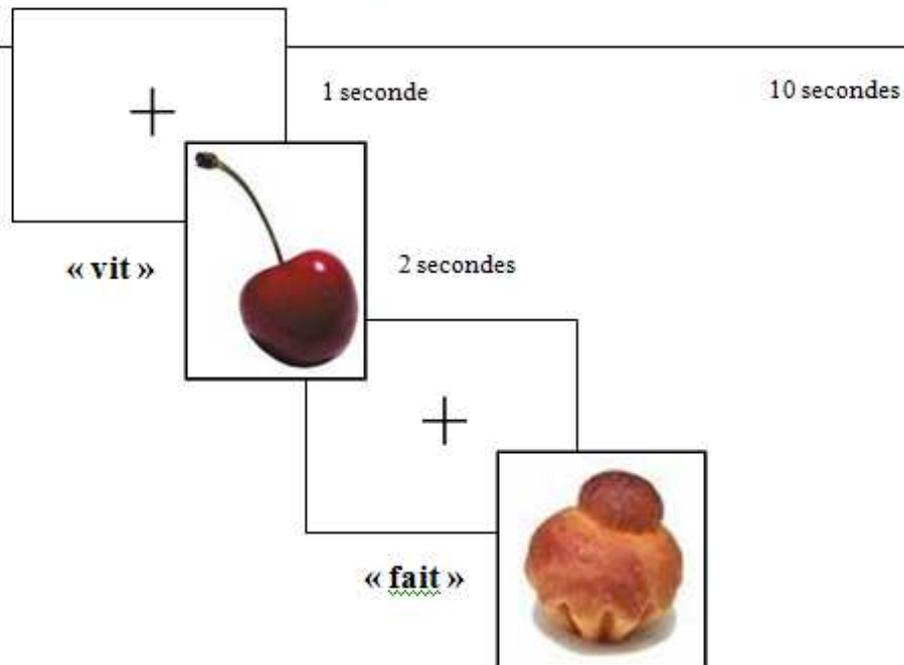
Bien cordialement,

Pauline RICHARD

Annexe 2 : Consignes de la tâche en cours

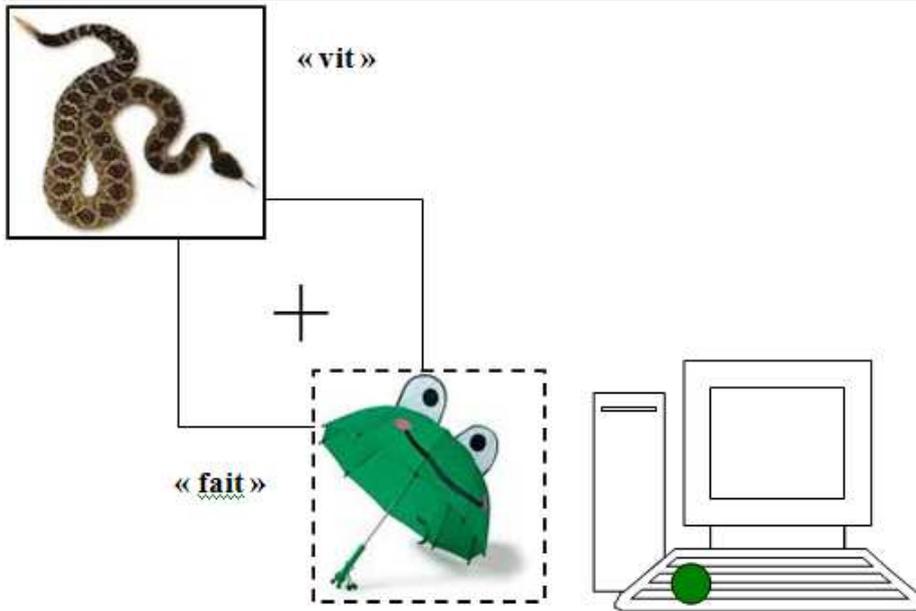
« Tu vas voir des photos d'objets défiler et tu dois les classer en disant oralement « VIT » si l'objet est naturel ou « FAIT » si l'objet est fabriqué et répondre le plus rapidement possible sans faire d'erreurs »

« Objets naturels = ce qui est vivant (animaux, oiseaux, poissons, insectes, fruits, légumes...) et objets fabriqués = ce qui est fabriqué par l'homme (outils, meubles, ustensiles, vêtements, bijoux, appareils électroniques, fournitures...) »



Annexe 3 : Consignes de l'épreuve MP-EBP

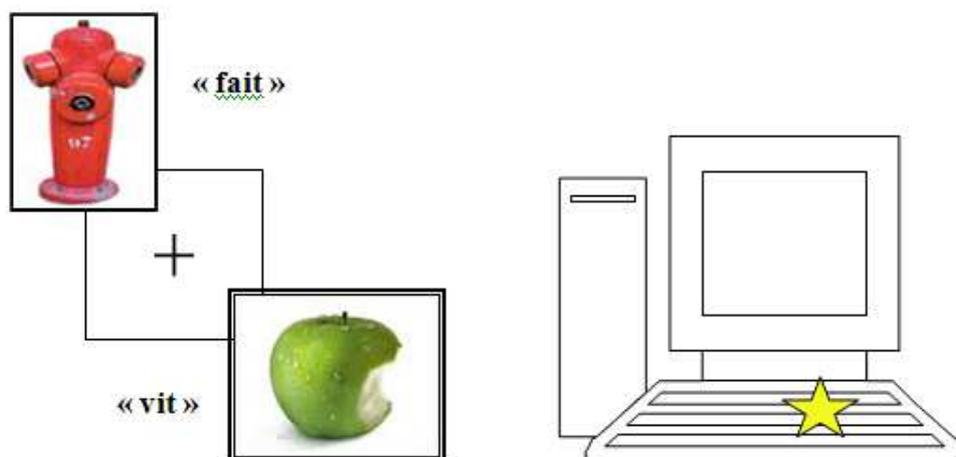
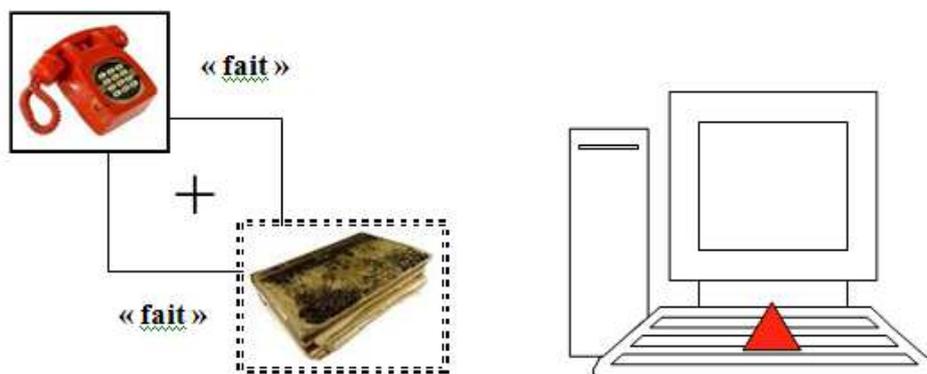
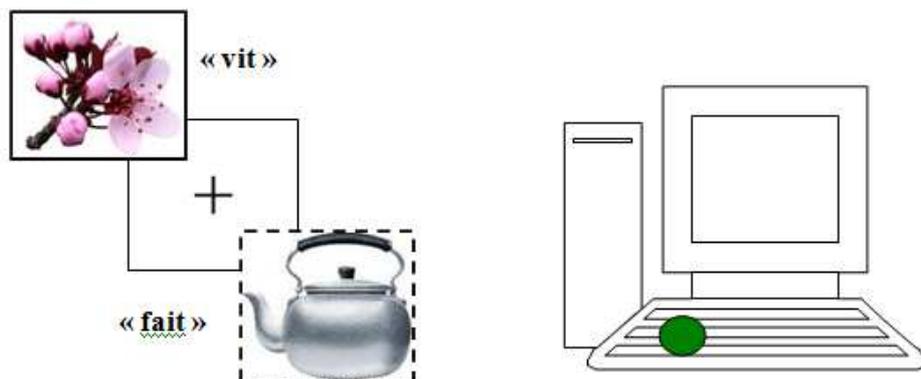
« Tu dois continuer à classer les objets comme tu l'as déjà fait et tu vas avoir à effectuer en plus trois exercices différents »
« Tu dois classer les objets et, en plus, appuyer sur la touche ROND du clavier quand le cadre entourant l'image devient pointillé »



Annexe 4 : Consignes de l'épreuve MP-EBR

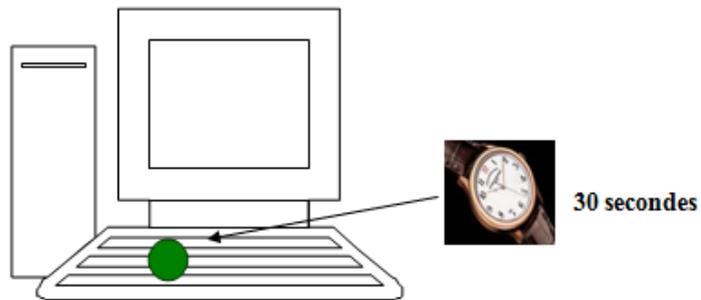
« Tu dois continuer à classer les objets comme tu l'as déjà fait et tu vas avoir à effectuer en plus trois exercices différents »

« Tu dois classer les objets et, en plus, appuyer sur la touche ROND quand le cadre est en pointillés, sur le TRIANGLE lorsqu'il est composé de deux traits pointillés et sur l'ÉTOILE lorsqu'il est composé de deux traits pleins »



Annexe 5 : Consignes de l'épreuve MP-TB

« Tu dois classer les objets et, en plus, appuyer sur la touche ROND du clavier toutes les 30 secondes en vérifiant le temps sur le chronomètre à côté de l'écran »



Annexe 6 : Prospective and Retrospective Memory Questionnaire adapté en français pour des adolescents

Questionnaire de mémoire prospective

Nom : Filles / Garçon :

Prénom : Classe :

Âge :

		Oui, très souvent	Oui, assez souvent	Oui, parfois	Rarement	Non, jamais
1	T'arrive-t-il de vouloir faire quelque chose dans quelques minutes et d'oublier de le faire ?					
3	Quand tu as prévu de faire quelque chose dans quelques minutes, t'arrive-t-il de ne pas le faire alors que ce que tu devais faire se trouve devant toi, comme par exemple, mettre ton réveil ou prendre ton sac de sport ?					

5	T'arrive-t-il d'oublier des événements ou des choses importantes à faire si quelqu'un ne te le rappelle pas ou si tu ne l'as pas noté ? (par exemple à l'école, d'oublier d'apporter des affaires pour un cours particulier)					
7	T'arrive-t-il d'oublier d'acheter quelque chose que tu avais prévu d'acheter comme par exemple du pain même si tu passes devant la boulangerie ?					
10	T'arrive-t-il de prévoir d'emporter quelque chose avec toi avant de sortir d'une pièce ou de chez toi comme ton sac de sport pour le collègue mais de l'oublier alors que cette chose est devant toi ?					
12	T'arrive-t-il d'oublier de transmettre un message ou un objet à quelqu'un alors qu'on t'a demandé de le faire, comme par exemple le cahier de liaison ou prévenir de ton absence au prochain cours de sport ?					
14	Si tu essaies d'appeler un ami ou un proche et qu'il n'est pas là, t'arrives-t-il d'oublier de le rappeler ?					
16	T'arrive-t-il d'oublier de dire quelque chose à quelqu'un alors que tu avais prévu de lui dire ça un peu avant ?					

Annexe 7 : Tableau récapitulatif des tests complémentaires

Fonction cognitive évaluée		Test utilisé	Mesure relevée
Fonctions exécutives	Vitesse de Traitement	Codes (Wechsler, 2005)	Nombre de réponses exactes
	Flexibilité réactive	Wisconsin Card Sorting Test (Grant et Berg, 1948)	Nombre d'erreurs persévératives
		D-KEFS Trail Making Test (Delis <i>et al.</i> , 2001)	Score flexibilité isolée
	Flexibilité spontanée	Fluences sémantiques et orthographiques (Jambaqué <i>et al.</i> , 2000)	Nombre de réponses données
	Inhibition	Test de Stroop (Stroop, 1935)	Score d'interférence
	Planification	Tour de Londres (Lussier <i>et al.</i> , 1998)	Temps moyen de planification
Mémoire de travail	Boucle phonologique	Empans verbaux (endroit et envers) (Wechsler, 2005) ;	Empan endroit, empan envers ;
	Calepin visuo-spatial	Corsi Block Tapping test (Orsini, 1994)	Empan endroit, empan envers ;
	Administrateur central	Séquence Lettres – Chiffres (Wechsler, 2005)	Nombre de bonnes réponses
Mémoire épisodique rétrospective		Figure complexe de Rey (Rey, 1959)	Score en rappel libre
		Rappel immédiat, différé, reconnaissance des histoires de la CMS (Cohen, 1997)	Nombre de bonnes réponses en rappel différé.

Annexe 8 : Tableau récapitulatif des moyennes (écarts-types) aux épreuves du protocole

		Epreuve	Dyslexiques	Témoins
Epreuve informatisée de MP		EBP appui	8,9(2,9)	11,1(1,4)
		EBP TR moyen	1347,8(419,2)	1167,4(324,0)
		EBR appui	5,7(3,3)	9,1(2,3)
		EBR TR moyen	1644,3(395,4)	1614,4(435,8)
		TB appui	8,6(3,4)	10,3(2,4)
		TB TR moyen	1658,0(1255,0)	767,6(732,7)
		TB vérifications totales	52,7(22,3)	54,9(19,1)
		TB vérifications à moins de 8 sec	0,4(0,2)	0,6(0,1)
Questionnaire de MP	Parents	Ct – Env	5,1(2,2)	3,8(1,5)
		Ct – Aut	5,1(2,0)	4,6(1,4)
		Lt – Env	4,5(1,9)	4,7(1,7)
		Lt – Aut	4,6(1,7)	4,1(1,3)
	Adolescents	Ct – Env	6,2(2,4)	4,0(1,3)
		Ct – Aut	5,9(1,8)	5,6(0,8)
		Lt – Env	3,7(1,8)	4,3(1,3)
		Lt- Aut	4,6(1,8)	4,6(1,3)
Mémoire de travail	Boucle phonologique	Empan verbal endroit	4,7(1,2)	6,2(0,9)
		Empan verbal envers	3,4(1,2)	4,7(1,4)
	Calepin visuo-spatial	Empan visuo-spatial endroit	5,1(1,3)	6,0(1,2)
		Empan visuo-spatial envers	4,4(1,3)	5,5(0,9)
	Administrateur central	Séquence Lettres – Chiffres	14,4(3,4)	20,5(1,9)

Mémoire épisodique rétrospective		Figure complexe de Rey	16,9(6,5)	23,1(5,0)
Fonctions exécutives	Vitesse de Traitement	Codes	44,1(10,8)	56,9(9,8)
	Planification	Tour de Londres	3,9(2,8)	6,2(4,8)
	Flexibilité réactive	Wisconsin Card Sorting Test	15,1(18,1)	3,7 (5,9)
		D-KEFS Trail Making Test	1,2(0,5)	1,1(0,4)
	Flexibilité spontanée	Fluences sémantiques	19,3(6,3)	21,3(4,9)
		Fluence orthographique	8,8(10,1)	11,3(4,8)
	Inhibition	Test de Stroop	20,90 (6,80)	23,90 (4,46)

Annexe 9 : Lettre d'information aux parents d'adolescents dyslexiques

Madame, Monsieur,

Je suis actuellement étudiante en 4^{ème} année d'Orthophonie à l'Université de Caen. Je m'adresse à vous dans le cadre de mon mémoire de fin d'études, sous la direction de Madame Béren-gère Guillery-Girard et Madame Peggy Quinette, neuropsychologues au sein de l'unité de recherche Inserm U1077 du CHU de Caen. Mon mémoire porte sur les liens entre la mémoire prospective (mé-moire des intentions futures) et la dyslexie. Des retentissements de la dyslexie sur différentes compo-santes de la mémoire ont déjà été démontrés mais il n'existe aucune étude qui établisse objectivement un lien entre la dyslexie et des difficultés en mémoire prospective, alors que celles-ci semblent pour-tant réelles.

Je m'adresse à vous car j'effectue mes stages de dernière année à Nantes et je cherche des ado-lescents âgés **entre 10 et 15 ans**, ayant eu un **bilan orthophonique** posant le diagnostic de dyslexie et un **bilan neuropsychologique** excluant une déficience intellectuelle ou un haut potentiel intellectuel, afin de leur proposer un protocole de recherche. Je sollicite donc votre accord pour que votre enfant puisse participer à cette étude. L'ensemble du groupe sera bien entendu anonyme et les résultats servi-ront uniquement de point de comparaison avec les données d'un groupe d'adolescents témoins pour analyser les liens qui sont étudiés dans le cadre de mon mémoire.

Le protocole d'évaluation est composé d'une épreuve informatisée évaluant la mémoire pros-pective et d'épreuves complémentaires évaluant les autres composantes de la mémoire, de l'attention et des fonctions exécutives (planification, stratégie). L'ensemble de la passation requiert environ 3h. Ce temps peut être réparti en deux ou trois fois, voire plus si besoin, et les rencontres peuvent être espacées jusqu'à mi-mars. Je me déplace à chaque fois avec le matériel nécessaire pour la passation. Dès la fin de la passation du protocole, l'ensemble des données recueillies devient totalement ano-nyme.

Si vous êtes intéressés pour participer à cette étude pouvant faire évoluer la recherche dans le domaine de la dyslexie afin de proposer des aides toujours mieux adaptées, je vous invite à me contac-ter et à me retourner le coupon-réponse ci-dessous dans les plus brefs délais.

Je me tiens à votre entière disposition pour de plus amples informations et pour une rencontre. Je vous remercie de votre collaboration et vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes salutations respectueuses.

Pauline RICHARD



-
- J'accepte que mon enfant participe à cette étude**
 Je n'accepte pas que mon enfant participe à cette étude

NOM et PRENOM de l'enfant :

Date de naissance :

Fait à :

Le :

Signature des parents :

Annexe 10 : Lettre d'information aux parents d'adolescents témoins

Bonjour,

Je suis actuellement étudiante en 4^{ème} année d'Orthophonie à l'Université de Caen. Dans le cadre de mon mémoire – sous la direction de Madame Bérengère Guillery-Girard et Madame Peggy Quinette, neuropsychologues au sein de l'unité Inserm U1077 du CHU de Caen – je fais une recherche sur les liens entre dyslexie (trouble de la lecture et de l'écriture) et mémoire prospective (mémoire des intentions futures).

Je m'adresse à vous car j'ai besoin d'un groupe témoin composé d'adolescents de **10 à 15 ans sans troubles de la lecture** à qui je dois faire passer un protocole de recherche. Je sollicite votre accord pour que votre enfant puisse participer à cette étude. Le groupe témoin sera bien entendu anonyme et les résultats serviront uniquement de point de comparaison avec le groupe des adolescents en difficulté pour analyser les liens qui sont étudiés dans le cadre de mon mémoire.

Le protocole d'évaluation est composé d'une épreuve informatisée évaluant la mémoire prospective et d'épreuves complémentaires évaluant les autres composantes de la mémoire, de l'attention et des fonctions exécutives (planification, stratégie). L'ensemble de la passation requiert environ 4h. Ce temps peut être réparti en deux ou trois fois, voire plus si besoin, et les rencontres peuvent être espacées jusqu'à mi-mars. Je me déplace à chaque fois avec le matériel nécessaire pour la passation. Dès la fin de la passation du protocole, l'ensemble des données recueillies devient totalement anonyme.

Si vous êtes intéressé, je vous invite à me retourner le coupon-réponse ci-dessous au plus vite.

Je me tiens à votre entière disposition pour de plus amples informations. Je vous remercie de votre collaboration et vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes salutations respectueuses.

Pauline RICHARD



J'accepte que mon enfant participe à cette étude.

Je n'accepte pas que mon enfant participe à cette étude.

A-t-il été ou est-il encore suivi par une orthophoniste ?

NON

OUI Pour quelles raisons :

NOM et PRENOM de l'enfant :

Fait à :

Le :

Date de naissance :

Signature des parents :

Evaluation de la mémoire prospective chez des adolescents dyslexiques

RESUME : Face au manque de travaux sur la mémoire prospective dans la dyslexie, nous avons proposé un protocole d'évaluation informatisée de la mémoire prospective à des adolescents dyslexiques et non dyslexiques âgés de 10 à 15 ans. Le protocole était également constitué d'un questionnaire d'auto-évaluation de la mémoire prospective et d'épreuves complémentaires de mémoire de travail, mémoire épisodique et fonctions exécutives car ces fonctions interviennent dans le fonctionnement de la mémoire prospective. Les analyses statistiques ont mis en évidence des difficultés dans les tâches prospectives pour les dyslexiques. L'analyse du questionnaire montre que les oublis prospectifs relèvent plutôt de la mémoire à court terme avec un indice environnemental pour les adolescents dyslexiques. On observe également que quelques scores de mémoire prospective sont corrélés à des scores pour les épreuves complémentaires. Cette étude pourra ouvrir de nouvelles perspectives d'accompagnement du patient en orthophonie en proposant des consignes adaptées aux difficultés de mémoire prospective observées. De plus, la prise de conscience du fonctionnement de la mémoire prospective pourra permettre aux adolescents dyslexiques et leur entourage de mieux comprendre leur fonctionnement pour améliorer la vie quotidienne et augmenter leur autonomie.

Mots clés : mémoire prospective, dyslexie développementale, adolescence, mémoire de travail, fonctions exécutives

ABSTRACT: Given the lack of research on prospective memory in dyslexia, we suggested a computerized evaluation of prospective memory to dyslexic and non-dyslexic teenagers aged from 10 to 15 years. The protocol includes a questionnaire of prospective memory self-evaluation and additional tests of working memory, episodic memory and executive functions which functions are involved in the operation of prospective memory. Statistical analyses revealed difficulties in prospective tasks for dyslexics. An analysis of the questionnaire shows that looking-forward is linked with the short-term memory with an environmental index for dyslexic adolescents. Some prospective memory scores are also in correlation with scores for complementary tests. This study may open new perspectives in the process of accompanying the patient in speech therapy by providing instructions adapted to the observed prospective memory difficulties. Furthermore, a better understanding of how prospective memory works will allow dyslexic teens and their families to have a better grasp of its functioning, enhance their everyday life and increase their autonomy.

Key words: prospective memory, developmental dyslexia, adolescence, working memory, executive functions