



**HAL**  
open science

# Améliorer la compréhension de textes narratifs chez les élèves dyslexiques de CM2 : le rôle des modalités de présentation

Geneviève Vandembroucke

► **To cite this version:**

Geneviève Vandembroucke. Améliorer la compréhension de textes narratifs chez les élèves dyslexiques de CM2 : le rôle des modalités de présentation. Linguistique. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2016. Français. NNT : 2016TOU20051 . tel-01416775

**HAL Id: tel-01416775**

**<https://theses.hal.science/tel-01416775>**

Submitted on 14 Dec 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.

Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées

# THÈSE

En vue de l'obtention du

## DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université de Toulouse - Jean Jaurès

---

**Présentée et soutenue par :**  
**Geneviève Duwatez Vandembroucke**

le 05 Juillet 2016

**Titre :**

Améliorer la compréhension de textes narratifs chez les élèves dyslexiques de CM2 : le rôle des modalités de présentation

---

**École doctorale et discipline ou spécialité :**

ED CLESCO : Sciences du langage

**Unité de recherche :**

Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE)

**Directeur/trice(s) de Thèse :**

André Tricot, Professeur, Université de Toulouse-Jean Jaurès

Hélène Giraudo, Chargée de Recherche CNRS HDR, Université de Toulouse Jean-Jaurès

**Jury :**

Rapporteurs :

Maryse Bianco, Maître de Conférences HDR, Université de Grenoble-Alpes

Véronique REY, Professeur, Aix-Marseille Université

Autres membres du Jury :

Yves Chaix, Professeur, Université de Toulouse 3 Paul Sabatier

Sandrine Rossi, Maître de Conférences HDR, Université de Caen-Basse Normandie



*« J'ai pris un cours de lecture rapide et j'ai pu lire  
"Guerre et Paix" en vingt minutes. Ça parle de la Russie. »  
Woody Allen*

*A Denis, mon fils, un dys exemplaire sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour.*

Titre : Améliorer la compréhension de textes narratifs chez les élèves dyslexiques de CM2 : le rôle des modalités de présentation

Mots clés : charge cognitive, compréhension, dyslexie, lecture, mémoire de travail, modalité, morphologie

Résumé :

L'acquisition de la lecture, au-delà du décodage, nécessite la maîtrise d'un ensemble complexe de processus qui conduisent à la compréhension. Pour certains enfants, l'étape du décodage est imparfaitement franchie à cause d'un trouble spécifique de la lecture, communément nommé dyslexie. Les sujets dyslexiques représenteraient 5% de la population. Si la recherche a permis de mieux comprendre l'étiologie du trouble, la question de la prise en charge des élèves dyslexiques n'a pas donné lieu à beaucoup de travaux. L'objectif de cette thèse est de mesurer si d'une part, la modalité a un effet significatif sur les performances en compréhension de textes narratifs pour des élèves de CM2, d'autre part, si la mise en relief de morphèmes peut avoir aussi un effet significatif. Trois expériences ont été menées sur la modalité de présentation des textes (présentation orale/écrite). Les résultats montrent que la modalité orale n'améliore pas les performances en compréhension des élèves dyslexiques. De plus, dans les trois expériences, les dyslexiques ont des performances inférieures aux normo-lecteurs, quelle que soit la modalité de présentation utilisée. Une expérience concernant la morphologie et manipulant le format de présentation des lettres écrites a donné les mêmes résultats non significatifs : la mise en relief des éléments saillants des mots n'améliore pas la compréhension. Le résultat principal de ces études est de mettre en évidence l'importance du paramètre temporel dans la réalisation des tâches de compréhension pour les enfants dyslexiques. Ces résultats corroborent certaines données issues des recherches menées dans le cadre de la théorie de la charge cognitive et sur la mémoire de travail, notamment le modèle *TBRS* (*Time-Based Resource Sharing*, modèle de partage temporel des ressources) de Barrouillet, Bernardin et Camos (2004). Des pistes de recommandations pédagogiques sont envisagées.

**Title: Improve reading comprehension of narrative texts for dyslexic students in grade 5 : role of modality**

**Keywords: cognitive load theory, comprehension, , dyslexia, modality, morphology, reading, working memory**

**Abstract:**

Reading comprehension, beyond decoding, is based on a complex set of processes. For some students, decoding is impaired because of specific reading disorder commonly called dyslexia. Dyslexic people represent approximately 5% of the population. Many studies allow to better understand etiology of dyslexia but only few ones are devoted to the compensation or to circumvent the difficulties associated with reading. The aim of this research is, on one hand, to evaluate if spoken presentation improves narrative texts comprehension, and, on the other hand, to evaluate if highlighting some morphemes can also improve reading comprehension of narrative texts for students in grade 5. Three experiments compared spoken vs. visual presentations. Results show that oral modality doesn't improve reading comprehension. However, in the three experiments, dyslexic students perform less than control group, regardless of the modality. One experiment manipulated the color of morphemes written letters presentation. The same non-significant results were obtained: highlighting the salient elements of the words does not improve text comprehension. The main element of these studies is to highlight the importance of time in achieving comprehension tasks for dyslexic children: reading time of dyslexic students is longer than control group's and seems to compensate comprehension much more than document presentation. These results confirm some data from research conducted in the framework of Cognitive Load Theory and working memory, including TBRS model (Time-Based Resource Sharing model) of Barrouillet, Bernardin and Camos (2004). Instructional recommendations are considered.

## Remerciements

Une thèse : aventure intellectuelle ? Certes un moment de l'existence à lire, écrire, réfléchir dans la solitude. Mais aussi... une aventure humaine.

Au début, mon fils, Denis, dyspraxique et dyslexique, à qui je dois d'avoir découvert la sphère des Troubles Spécifiques des Apprentissages. Merci à toi pour ces vingt quatre années de tendresse, de lutte et de fous rires partagés.

Et puis la rencontre décisive : mon directeur de thèse, André Tricot. Une passion pour le sujet que je partageais, une passion pour son métier, une passion pour les autres. Une ineffable personnalité : une intelligence rare, une disponibilité indéfectible, une gentillesse exceptionnelle doublée d'une générosité et d'une modestie extraordinaires. Merci André pour tout ce temps que tu m'as consacré et c'est une grande fierté pour moi d'avoir accompli cette route avec toi.

Et la route est devenue pétillante et lumineuse avec Hélène Giraud, ma co-directrice. Rigueur scientifique, disponibilité, vivacité d'esprit extraordinaire : le sourire et l'expertise d'Hélène ont éclairé ces années de travail : Merci à toi.

Une thèse, c'est aussi la rencontre de tous ceux qui font en sorte que nos chères manip puissent voir le jour. Je voudrais donc remercier les orthophonistes sans qui ce travail n'aurait jamais existé : Barbara Cailhol, Blandine Calmel, Julie Castanier, Elisabeth Delpal, Christine Fischer et Anne Mozer. Je souhaiterais en particulier adresser ma reconnaissance à Laure Farrenq, orthophoniste à Bozouls (12) qui m'a accompagnée pendant ces années en mettant à ma disposition son cabinet et en assurant le recrutement de la plupart des enfants que j'ai testés.

Merci à toutes les familles qui m'ont ouvert leur porte, ont fait des kilomètres (et en Aveyron, les kilomètres, ce n'est pas négligeable !) pour que je puisse rencontrer leurs enfants.

Il aura fallu aussi des professeurs des écoles pour m'accueillir dans leurs classes : je remercie en particulier Céline Acquart qui attend le champagne depuis trois ans et Romain Fayel. Ils m'ont vu revenir à chaque printemps, comme une hirondelle, pour tester leurs élèves, avec toujours la même efficacité dans l'organisation de mes entretiens et la même gentillesse. Merci également à Marie-Angèle Bousely et Laurent Rocacher. Merci enfin à Pascale Bauguil, Sonia Coulon, Lucile Massol et Isabelle Vayssettes qui m'ont ouvert les portes de leur école.

Merci à vous les enfants, tous si différents, mais toujours volontaires, gentils et patients : vous me confortez dans mon désir de poursuivre ces recherches.

J'ai eu aussi le plaisir de croiser sur ma route Nicolas Marchais qui, avec toute l'acuité visuelle qui le caractérise (on n'est pas orthoptiste au hasard), a accepté de relire certaines parties de mon travail et je l'en remercie. De même j'adresse mes remerciements au Docteur Jean-Claude Semet pour avoir orienté mes contacts avec les orthophonistes, conseillé certaines lectures et avoir relu mes travaux.

La liste ne serait pas exhaustive sans une amicale pensée pour mes collègues ruthénois qui ont pris régulièrement des nouvelles de « la thèse », en particulier Martine Fabre dont le sourire et les encouragements ont balisé ma route ainsi que Françoise Recoules. Je tiens aussi à dire toute mon affection à ma collègue d'Auch, Nicole Noizet : ses messages ont été précieux. Merci à Laure et Vincent qui m'ont toujours accueillie avec plaisir à Toulouse lors de mes sessions de formation.

Un clin d'œil amical à Elodie, Julie et Pauline, mes kinés, qui ont pu constater réellement combien il m'est arrivé « d'en avoir plein le dos » !

Et l'existence, c'est aussi les amis de longue date, les « chtis » que je revois toujours avec autant de plaisir et qui n'ont pas manqué de prendre de mes nouvelles : Merci à Annie, Chantal, Hervé, Gérard, Jean-Robert, Sylvie et Thérèse. Nous allons pouvoir enfin parler d'autre chose à l'apéro !

C'est aussi la famille : je tiens à adresser ma reconnaissance à Nathalie, ma plus fidèle supportrice qui m'a vue sacrifier le bronzage à des heures de lecture intense et a partagé mes délires scientifiques. Je la remercie aussi pour ses compétences en informatique sans lesquelles j'aurais peut-être perdu la raison. Merci à Laurène, mon cobaye. Merci à ma mère.

Merci à Caroline, ma petite-fille de six ans qui a si souvent voulu m'aider et commençait les châteaux de sable sans moi pour me laisser terminer de palpitantes lectures !

Je décerne la palme d'or de la patience et de l'abnégation à Paul-André, mon époux : quand tu m'as conseillée de faire une thèse, tu ne savais pas ce qui t'attendait : tu as géré l'intendance, tu m'as encouragée et tu m'as... supportée dans tous les sens du terme. Merci !

Je souhaite adresser enfin mes remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

# Table des matières

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>15</b>
<b>PREMIERE PARTIE : ETAYAGE THEORIQUE</b> .....	<b>19</b>
<b>CHAPITRE 1. Liens entre décodage et compréhension</b> .....	<b>20</b>
1.1. Introduction .....	20
1.2. Un modèle fiable .....	24
1.3. Le mécanisme général de la compréhension .....	25
1.4. Le décodage .....	29
1.5. L'évolution de l'influence des paramètres du modèle SVR au cours de l'expertise.....	32
1.6. Le degré d'indépendance des deux composantes du modèle .....	34
1.7. Bilan.....	37
1.8. Les apports de la neurobiologie .....	38
1.8.1. Introduction.....	38
1.8.2. L'activation cérébrale selon le niveau considéré .....	39
1.8.3. L'activation cérébrale selon la modalité .....	40
1.8.4. Bilan .....	42
<b>CHAPITRE 2. LA DYSLEXIE</b> .....	<b>43</b>
2.1. Définition.....	43
2.2. L'origine des déficits.....	45
2.2.1. Un déficit phonologique .....	46
2.2.2. Les troubles visuels .....	49
2.2.2.1. Des capacités oculomotrices déficitaires .....	50
2.2.2.2. Des difficultés visuo-attentionnelles .....	51
2.2.2.3. Un déficit de l'empan visuo-attentionnel.....	51
2.3. Evolution du trouble .....	54
2.4. Les bases neurobiologiques de la dyslexie .....	54
2.5. Fonctionnement de la compréhension chez le lecteur dyslexique .....	56
2.6. <b>Bilan</b> .....	59
<b>CHAPITRE 3. MORPHOLOGIE, COMPREHENSION ET DYSLEXIE</b> .....	<b>59</b>
3.1. Quelques notions de morphologie en linguistique .....	59
3.2. Morphologie et lecture experte .....	60
3.2.1. Le recours à la conscience morphologique en lecture .....	60
3.2.2. Morphologie et apprentissage implicite .....	61
3.2.3. Liens entre habiletés de lecture et morphologie.....	63
3.2.4. Liens entre conscience phonologique et conscience morphologique .....	65
3.3. Rôle de la morphologie chez les lecteurs en difficulté ou dyslexiques .....	67
3.3.1. Introduction.....	67

3.3.2. Mise en question de l'apport de la morphologie pour des lecteurs en difficulté	69
ou dyslexiques dans des langues autres que le français	69
3.3.3. Description des apports de la morphologie pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques dans des langues autres que le français	71
3.3.4. Recension des effets d'un entraînement morphologique pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques dans des langues autres que le français	73
3.3.5. Etat des recherches sur la morphologie pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques, en français	74
3.4. Bilan	76
<b>Conclusion aux trois premiers chapitres</b>	<b>78</b>
<b>CHAPITRE 4. LA MEMOIRE DE TRAVAIL ET LA COMPREHENSION EN LECTURE</b>	<b>80</b>
4.1. Les modèles de mémoire de travail	80
4.1.1. Le modèle de Baddeley et Hitch	80
4.1.2. Le modèle de Cowan	83
4.1.3. Le modèle de mémoire de travail à long terme (MDTLT) d'Ericsson et Kintsch	85
4.1.4. Le modèle de partage temporel des ressources (TBRS : Time-Based Resource Sharing)	86
4.2. Compréhension en lecture et mémoire de travail	92
4.3. Mémoire de travail et dyslexie	97
4.4. La théorie de la charge cognitive	106
4.4.1. Principes généraux	106
4.4.2. L'effet de modalité	108
4.4.3. L'effet de redondance	111
4.4.4. L'effet de l'information transitoire	111
<b>Conclusion au chapitre 4</b>	<b>114</b>
<b>CONCLUSION DE LA PARTIE THEORIQUE</b>	<b>116</b>
<b>SECONDE PARTIE : EXPERIMENTATIONS</b>	<b>118</b>
<b>Introduction</b>	<b>119</b>
<b>Choix méthodologiques</b>	<b>121</b>
a. Participants	121
b. Matériel	122
c. Procédure	122
d. Mesures	123
<b>1. EXPERIENCE 1 : effet de la modalité orale sur la compréhension d'un texte narratif</b>	<b>123</b>
1.1. Hypothèse	123
1.2. Méthode	124
1.2.1. Participants	124
1.2.2. Matériel	125

1.2.3. Procédure.....	125
1.2.4. Mesures.....	126
1.3. Résultats.....	127
1.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves en difficulté .....	127
1.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur) .....	128
1.3.3. Observation des résultats temps*élèves et scores*élèves .....	128
1.3.4. Recherche d'interaction entre l'effet des difficultés des élèves et celui de la modalité de présentation.....	129
1.4. Discussion .....	130
<b>2. EXPERIENCE 2 : effet de la mise en relief des unités morphologiques en manipulant le format de présentation des lettres écrites sur la compréhension de textes narratifs.....</b>	<b>131</b>
2.1. Hypothèse.....	131
2.2. Méthode.....	132
2.2.1 Participants.....	132
2.2.2. Matériel.....	132
2.2.3. Procédure.....	134
2.2.4. Mesures.....	135
2.3. Résultats.....	136
2.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves dyslexiques .....	136
2.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur) .....	137
2.3.3. Observation des résultats temps*élèves et scores*élèves .....	137
2.3.4. Recherche de l'effet du choix du texte sur les performances en compréhension ....	138
2.4. Discussion .....	138
<b>3. EXPERIENCE 3 : effet de la modalité orale sur la compréhension de textes narratifs .....</b>	<b>140</b>
3.1. Hypothèse.....	140
3.2. Méthode.....	141
3.2.1. Participants.....	141
3.2.2. Matériel.....	141
3.2.3. Procédure.....	142
3.2.4. Mesures.....	142
3.3. Résultats.....	143
3.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves dyslexiques.....	143
3.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur) .....	144
3.3.3. Observation des résultats temps*élèves et scores*élèves .....	144
3.3.4. Recherche d'interaction entre l'effet du profil des élèves et celui de la modalité de présentation .....	145

3.3.5. Recherche de l'effet du choix du texte sur les performances en compréhension de l'ensemble des lecteurs.....	145
3.4. Discussion .....	146
<b>4. EXPERIENCE 4 : effet de la présentation de la modalité orale sur la compréhension de textes narratifs .....</b>	<b>146</b>
4.1. Hypothèse.....	146
4.2. Méthode.....	147
4.2.1. Participants.....	147
4.2.2. Matériel.....	148
4.2.3. Procédure.....	148
4.2.4. Mesures.....	149
4.3. Résultats.....	149
4.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves dyslexiques.....	150
4.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur) .....	150
4.3.3. Observation des résultats scores*élèves .....	150
4.3.4. Recherche d'interaction entre l'effet du profil des élèves et celui de la présentation de la modalité orale.....	151
4.3.5. Recherche de l'effet du choix du texte sur les performances en compréhension .....	154
4.4. Discussion .....	154
<b>DISCUSSION GENERALE .....</b>	<b>156</b>
<b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>162</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>165</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>189</b>
1. Annexes de l'expérience 1 .....	189
1.1. Texte .....	189
1.2. Questionnaire et corrigé .....	191
2. Annexes de l'expérience 2 .....	194
2.1. Texte 1 : Le Monde d'en Haut.....	194
2.2. Texte 1 <i>Le monde d'en haut</i> , version colorée .....	195
2.3. Liste des mots remise aux étudiants pour le texte 1 .....	196
2.4. Questionnaire et corrigé texte : <i>Le monde d'en Haut</i> .....	197
2.5. Texte 2 : <i>Le lion</i> .....	198
2.6. Texte 2 : <i>le lion</i> , version colorée .....	199
2.7. Liste des mots remise aux étudiants pour le texte 2 .....	200
2.8. Questionnaire et corrigé texte 2.....	200
3. Annexes des expériences 3 et 4 .....	202
3.1. Texte 1 : <i>la fièvre</i> .....	202
3.2. Questionnaire et corrigé du texte 1.....	203

3.3. Texte 2 : <i>un roi pacifique</i> .....	204
3.4. Questionnaire et corrigé du texte 2 : <i>un roi pacifique</i> .....	205

## Table des figures

---

Figure 1. Les profils de lecteurs définis par le modèle SVR, d'après Stuart, Stainthorp et Snowling. (2008).....	22
Figure 2. Les types d'inférence représentés par McNamara, D. S., & Magliano, J. (2009, p. 303).....	26
Figure 3. Présentation schématique des régions cérébrales impliquées dans la lecture d'après Dehaene. (2014, p. 97).....	39
Figure 4. Les niveaux d'activation de la parole et de la lecture dans le cortex (Dehaene, 2008. D'après Marinkovic et al., 2003).....	42
Figure 5. Illustration montrant le déficit des connexions chez les dyslexiques d'après Ramus, F. (2014, p. 275, d'après Boets).....	49
Figure 6. Le modèle de Mémoire de Travail à trois composantes proposé par Baddeley.A (2003, p. 829).....	81
Figure 7. Illustration des liens entre Mémoire à Long Terme (LTM, long term memory) et Mémoire de Travail (WM, working memory) d'après Baddeley, A. D. (2012, p. 18).....	82
Figure 8. Illustration du modèle de mémoire de travail incluant le buffer épisodique d'après Baddeley, A. D. (2012, p. 23).....	83
Figure 9. Influence de la durée laissée pour le rafraîchissement des traces mnésiques sur la charge cognitive d'après Barrouillet. P et Camos. V (2012, p.14).....	89
Figure 11. Graphique montrant comment la durée du temps de traitement annule les différences d'âge sur des tâches d'empan complexe, d'après Gaillard, Barrouillet, Jarrold et Camos (2011, p. 477).....	90
Figure 12. Liste des moyens de compensation nécessitant ou non un partage attentionnel d'après Walczyk (2000, p. 561).....	94
Figure 13. Modélisation des interactions des variables du modèle C-EM d'après Walczyk (2000, p. 565).....	96
Figure 14. Courbes de performances en rappel pour le groupe contrôle et le groupe des dyslexiques. (Malstädt et al., 2012, p. 192).....	101
Figure 15. Expérience 1. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score du rappel, selon la modalité, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.....	129
Figure 16. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score total, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.....	151
Figure 17. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score en compréhension littérale, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.....	152
Figure 18. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score en compréhension locale, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.....	152
Figure 19. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score en compréhension globale, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.....	153

## Liste des tableaux

---

Tableau 1. Evolution des âges de lecture (AL) au test de l'Alouette. Comparaison groupe contrôle (CTRL) groupe expérimental (EXPE) d'après Brèthes, H, & Bogliotti, C. (2012, p. 1547).....	74
Tableau 2. Expérience 1. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et normo-lecteurs selon la modalité de présentation. ....	127
Tableau 3. Expérience 2. Présentation du dispositif en carré latin.....	134
Tableau 4. Expérience 2. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et normo-lecteurs selon le mode de présentation.....	136
Tableau 5. Expérience 2. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et des élèves normo-lecteurs, selon le texte. ....	138
Tableau 6. Expérience 3. Présentation du dispositif en carré latin.....	142
Tableau 7. Expérience 3. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves normo-lecteurs et des élèves dyslexiques, selon la modalité de présentation.....	143
Tableau 8. Expérience 3. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et des élèves normo-lecteurs, selon le texte. ....	145
Tableau 9. Expérience 4. Présentation du dispositif en carré latin.....	149
Tableau 10. Expérience 4. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves normo-lecteurs et des élèves dyslexiques, selon la présentation de la modalité orale. ....	149
Tableau 11. Expérience 4. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et des élèves normo-lecteurs, selon le texte. ....	154

## INTRODUCTION

---

Parmi les connaissances secondaires que nous devons acquérir dans nos sociétés modernes, la lecture représente certainement une priorité, tant elle incarne non seulement une voie vers le savoir mais aussi un déterminisme social. Dès lors, le jeune enfant qui commence à fréquenter l'école côtoie rapidement le monde de l'écrit qu'il a déjà fréquenté dans son environnement quotidien. L'Ecole va alors prendre le relais pour faire de l'écrit un objet d'apprentissage, permettant à l'enfant d'appréhender peu à peu ses nombreuses facettes, nécessaires à l'acquisition de la lecture.

Pour certains enfants, le parcours va s'avérer beaucoup plus difficile. Selon l'INSERM, entre 3 et 5 % des enfants seraient concernés par ce qu'il est convenu d'appeler communément la dyslexie, désignée plutôt par trouble spécifique de la lecture par la CIM-10 (Classification Internationale des Maladies, 1993), élaborée par l'Organisation Mondiale de la Santé. Ce trouble développemental ne permet pas à l'enfant d'automatiser le décodage et va perturber non seulement l'acquisition de la lecture mais aussi la compréhension écrite. Dès lors, pour ces enfants, l'école risque de devenir un chemin de croix.

Ce trouble a retenu l'attention du monde médical. L'INSERM a ainsi publié en 2007 un rapport concernant l'ensemble des troubles spécifiques des apprentissages (TSA) dont la dyslexie fait partie. Un an auparavant, naissait le projet NEURODYS, réunissant les chercheurs de 9 pays européens dans le but de mieux cerner les facteurs biologiques et environnementaux de la dyslexie. Une base de données biologiques inédite a pu voir le jour, projet d'ailleurs financé en partie par la Commission Européenne. Pour la France, l'INSERM et le CNRS ont conduit ce projet en association avec six centres référents pour les troubles du langage.

En France, l'Education Nationale, consciente des enjeux, a initié une réflexion pour améliorer la prise en charge de ces élèves. En 2000, Jean Charles Ringard remet un rapport à Ségolène Royal, alors Ministre déléguée chargée de l'Enseignement scolaire, dans lequel il formule des recommandations en 2001, un « plan d'action pour les enfants atteints d'un trouble spécifique du langage » voit le jour et la loi du 12 février 2005 constitue une date clé pour la prise en compte du handicap à l'école, les TSA étant inclus dans le handicap. Plus de dix ans après ce premier élan, nous serions en droit de penser que l'enfant dyslexique a trouvé sa

place au sein du système scolaire. Or mon expérience professionnelle et personnelle m'a prouvé combien cette place est encore fragile. Beaucoup d'enfants ne trouvent aucune réponse face à leur handicap. Les familles sont démunies devant l'ampleur du problème et les enseignants manquent de formation et de réponses solides pour accompagner ces élèves. Certes il existe pléthore d'aménagements, donnés par des associations, des centres de référence pour ces troubles, des professionnels de santé. Mais quelle est la validité scientifique de ces recommandations? C'est cette question qui m'a interpellée et a motivé ma recherche. Pennington (2011) rappelle d'ailleurs l'extrême vigilance qu'il faut exercer au sujet des aménagements et traitements proposés qui n'ont en fait aucune validité scientifique.

L'objectif de ce travail est donc de rechercher les conditions qui permettent d'améliorer la compréhension de textes narratifs chez des enfants scolarisés en CM2. Le choix de ce niveau est pertinent dans la mesure où le décodage doit être automatisé afin de pouvoir traiter des habiletés de haut niveau, nécessaires au traitement de textes plus complexes. Il ne s'agit donc pas de mesurer les effets d'entraînements au décodage ou à la compréhension mais de tester les effets d'aménagements de tâches de lecture afin de pallier les exigences du décodage. Les ressources alors libérées, grâce à cet aménagement, pourraient par conséquent être réinvesties pour la compréhension.

Notre démarche s'organise en deux parties :

La première est consacrée à la présentation des orientations théoriques qui ont étayé notre problématique. Dans un premier chapitre, nous nous attachons à la compréhension en lecture. La recherche des mécanismes de la compréhension en lecture a donné naissance à beaucoup de modèles dont un a retenu notre attention et nous a servi de cadre. Il s'agit du modèle de Gough et Tunmer (1986) connu sous le nom de *Simple View of Reading (SVR)*. Ce modèle a constitué la base de beaucoup de recherches et présente deux avantages par rapport à notre démarche : d'une part, il tient compte du décodage, élément déficitaire chez les sujets dyslexiques et de la compréhension orale. Or cette dernière fait écho aux aménagements souvent proposés aux élèves dyslexiques; d'autre part, ce modèle tient compte des profils de difficulté, notamment les sujets dyslexiques. Les études citant ce modèle permettent d'élargir l'examen des processus de la compréhension en lecture, en particulier les mécanismes développementaux et les interactions entre les deux composantes du modèle *SVR*, décodage et compréhension orale. Le

deuxième chapitre s'attache à décrire la dyslexie. Après avoir rappelé certaines explications de l'origine de ce déficit, nous décrivons les mécanismes de l'évolution de ce trouble et ses bases neurobiologiques. Cela permet ainsi d'appréhender le fonctionnement de la compréhension en lecture chez le sujet dyslexique. Les deux chapitres suivants cernent des notions qui ont guidé le choix de nos expériences : le chapitre trois concerne la morphologie. Après avoir succinctement défini ce domaine, nous présentons l'influence de la morphologie sur la lecture et sa compréhension chez des lecteurs experts. Enfin nous mettons en perspective la morphologie et la dyslexie. Quant au chapitre quatre, il est d'abord consacré à la mémoire de travail. Nous abordons quatre modélisations importantes : le modèle de Baddeley et Hitch (1974), le modèle de Cowan (1988), le modèle d'Ericsson et Kintsch (1995) et le modèle de Barrouillet, Bernardin et Camos (2004). Puis nous présentons les liens entre compréhension et mémoire de travail chez le lecteur expert avant de décrire le fonctionnement de la mémoire de travail en compréhension de lecture chez le lecteur dyslexique. Enfin nous rappelons les bases de la Théorie de la Charge Cognitive (Sweller, 1988) dans la mesure où elle interroge les modalités de présentation des documents. A cette fin, nous rappelons les principes de trois effets qui concernent notre champ de réflexion : l'effet de modalité, l'effet de redondance et l'effet de l'information transitoire.

La seconde partie présente les expériences menées au cours de ce travail. Dans la première expérience, nous avons voulu tester ce qui a motivé notre démarche, à savoir si le passage par la modalité orale améliore la compréhension en lecture de textes narratifs pour des enfants dyslexiques, scolarisés en CM2. Dans la deuxième expérience, notre projet a été de tester les effets de l'aménagement des supports de lecture en utilisant les morphèmes. En fait la recherche a montré que les entraînements morphologiques permettaient d'améliorer les compétences de lecture des sujets dyslexiques (Hurry et al., 2005 ; Goodwin & Ahn, 2010 ; Brèthe & Bogliotti, 2012). Notre expérience vise à savoir si la mise en relief d'unités morphologiques peut prétendre au même résultat, en condition écologique, c'est-à-dire dans un texte narratif pouvant être utilisé en classe. Dans la mesure où nous avons émis des réserves quant à notre premier protocole visant à savoir si la modalité de présentation orale améliore les performances en compréhension, nous avons dans une troisième expérience, réitéré la première en améliorant non seulement les supports, par le choix de textes validés par le Ministère de l'Education Nationale,

mais aussi le recrutement des sujets dans la mesure où il s'agit d'élèves dyslexiques sélectionnés en collaboration avec des orthophonistes. Dans une dernière expérience, au vu des résultats obtenus dans les trois premières, nous avons souhaité vérifier si le paramètre temporel (*i.e.* le temps consacré à la découverte du texte) reste déterminant pour la compréhension, en modalité orale. Nous avons par conséquent fait varier la durée de la bande son.

Enfin une discussion générale et une conclusion mettent en relation nos résultats avec les données de la recherche pour ouvrir vers d'autres perspectives.

## PREMIERE PARTIE : ETAYAGE THEORIQUE

---

# CHAPITRE 1. Liens entre décodage et compréhension

## 1.1. Introduction

---

Dans la perspective d'améliorer la compréhension de textes narratifs chez les enfants dyslexiques, il faut se demander quels liens existent entre le décodage et les processus de compréhension. En effet, l'enfant dyslexique ne parvient pas à automatiser les mécanismes de la lecture et ce déficit peut avoir des répercussions sur la compréhension. Notre démarche ne vise donc pas à étudier les processus de compréhension mais à chercher comment améliorer les conditions de présentation des tâches de lecture pour améliorer la compréhension.

Depuis des décennies, la recherche s'attache à définir la compréhension. Cette tâche s'avère difficile dans la mesure où ce processus est loin d'être monolithique. Ce constat est d'ailleurs partagé par Oakhill, Cain et Bryant (2003) ainsi que Van Den Broek, Kendeou, Kremer, Lynch, Butler, White et Lorch (2005). Si on se réfère à l'étymologie du verbe *comprendre* (du latin *compendere*, de *comprehendere*, de *cum*, avec, et *prehendere*, prendre), on appréhende d'emblée cette complexité; comprendre, c'est se saisir d'éléments (*prehendere*) qu'on met avec (*cum*) d'autres éléments afin d'obtenir un nouvel ensemble. Par conséquent étudier les mécanismes de la compréhension nécessite d'en déterminer les composantes et leurs interactions. En accord avec la synthèse réalisée par l'Observatoire national de la lecture (sous la direction de Fayol, 2000), nous considérons que la compréhension de textes repose sur cinq ensembles de compétences qui sont simultanément requises au cours de l'activité de lecture :

- des compétences de décodage (identification des mots écrits)
- des compétences linguistiques (syntaxe et lexique)
- des compétences textuelles (genres, ponctuation, énonciation, cohésion : anaphores, connecteurs, etc.)
- des compétences référentielles (connaissances encyclopédiques sur le(s) sujet(s) traité(s) dans les textes)
- des compétences stratégiques (régulation, contrôle et évaluation par le lecteur de son activité de lecture)

De fait beaucoup de modèles ont été élaborés afin d'expliquer ces processus. McNamara et Magliano (2009) ont fait une revue des sept modèles principaux de

compréhension : La diversité de ces modèles est due d'abord à la prise en compte de critères différents, qu'il s'agisse des éléments du discours, des types de textes (informatifs ou narratifs), des intentions de lecture (e.g., lire pour apprendre, lire pour se distraire) ou de différences interindividuelles. Ces modèles, malgré leurs différences selon les paramètres privilégiés, se recoupent autour de huit points. Par exemple, le *Causal Network Model* (Trabasso et al., 1989 cité par Mc Namara et al.) met l'accent sur les liens de causalité. Le *Landscape Model* (Van den Broek, Young, Tzeng & Linderhom, 1999 cité par McNamara & Magliano, 2009) reprend les bases du Modèle de Construction-Intégration défini par Kintsch (1988) mais en y intégrant les mécanismes mnésiques, les mécanismes d'activation selon qu'ils sont automatiques ou stratégiques et la quantité d'activation. Cependant, pour McNamara et Magliano, ces modèles présentent tous les mêmes manques : ils ne tiennent pas compte du profil des lecteurs, du genre des textes et des processus de bas niveau (reconnaissance des mots et syntaxe). Or le décodage reste incontournable puisque c'est ce qui fonde la lecture (Perfetti, Landi, & Oakhill, 2005). De plus, dans la perspective de notre étude consacrée aux lecteurs dyslexiques, il est difficile de considérer ces modèles même si leur contenu peut éclairer nos analyses car, comme nous l'avons rappelé, la caractéristique majeure de la dyslexie est un défaut d'automatisation de la lecture (déficit des procédures d'identification des mots par voie d'assemblage ou d'adressage). Dans les recherches menées sur le déficit de la dyslexie, le modèle de la double voie (Coltheart, 1978) sert souvent de cadre théorique. Cependant, ce modèle ne concerne que la reconnaissance de mots isolés. Or il semble fondamental que les processus de bas niveau et leur lien avec la compréhension soient pris en compte. C'est pourquoi nous conduirons notre étude en utilisant un modèle constituant le fondement de beaucoup de recherches : le *Simple View of Reading (SVR)*, élaboré par Gough et Tunmer en 1986. Selon ce modèle, la compréhension en lecture est le produit du décodage, défini comme « la capacité à déchiffrer rapidement les mots écrits pour les retrouver dans le lexique mental et accéder à leur sens »<sup>1</sup> (traduction libre) et de la compréhension du langage oral définie comme « la capacité à saisir le sens des informations lexicales [à savoir, l'information sémantique au niveau du mot] et d'en tirer des interprétations au niveau

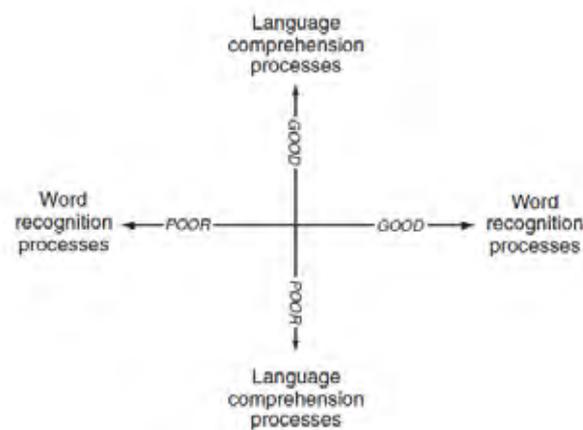
---

<sup>1</sup> "the ability to rapidly derive a representation from printed input that allows access to the appropriate entry in the mental lexicon, and thus, the retrieval of semantic information at the word level." (Hoover & Gough, 1990, p.130)

de la phrase et du discours »<sup>2</sup> (traduction libre). Ce modèle se présente sous l'équation suivante :  $CE = D \times CO$ <sup>3</sup>. D'une part, chacune de ces composantes ne saurait être égale à zéro. Elles sont donc nécessaires; d'autre part, elles sont définies par les auteurs comme des composantes indépendantes.

Ce modèle intégratif repose sur les deux dimensions fondamentales de la lecture, à savoir la compréhension et le déchiffrage du matériau écrit. Il présente également l'avantage de prendre en compte les types de difficultés de lecture, résultant d'un déficit d'identification des mots (dyslexie), d'un déficit de compréhension orale (hyperlexie) ou d'un double déficit (trouble de la lecture ou *reading disability* selon les termes utilisés par Hoover et Gough; voir aussi Adolf, Perfetti & Catts, 2011 ; Catts & Weismer, 2006). Le modèle de la *Simple View of Reading* a d'ailleurs été adopté en Grande Bretagne comme cadre de référence par le Département de l'Education sous l'impulsion du rapport rédigé par Rose (2006) et a été le modèle adopté par le groupe d'étude américain sur la lecture (*RAND*, 2002) dans le rapport remis à l'OERI (*Office of Educational Research and Improvement*; Département de l'Education des Etats-Unis).

Ce modèle a souvent été représenté par le schéma suivant qui détermine quatre profils de lecteurs. Les dyslexiques sont classés dans la partie supérieure gauche et donc définis par rapport à leur déficit en décodage avec une bonne compréhension orale :



**Figure 1.** Les profils de lecteurs définis par le modèle SVR, d'après Stuart, Stainthorp et Snowling. (2008, p. 62).

<sup>2</sup> "Linguistic comprehension is the ability to take lexical information [i.e., semantic information at the word level] and derive sentence and discourse interpretations." (Hoover & Gough, 1990, p.131)

<sup>3</sup> La formule utilisée par Hoover & Gough (1990) est :  $R$  (reading) =  $D$  (decoding) x  $L$  (linguistic comprehension). Dans le présent travail, nous utilisons une version francisée :  $CE$  (compréhension écrite) =  $D$  (décodage) x  $CO$  (compréhension orale).

Le modèle *SVR* est extrêmement utilisé et donne lieu d'ailleurs à d'autres déclinaisons : Dreyer et Katz (1992) suggèrent une version additive :  $CE = D + CO$ . Le produit de  $D$  et  $CO$  montre que c'est l'interaction des deux éléments qui est importante. Chaque élément est nécessaire et non suffisant alors que la version additive traduit l'inverse. Selon leur étude, la version additive a une valeur prédictive supérieure à la version multiplicative. Au contraire, dans une étude plus récente, Joshi et Aaron (2000) montrent que le modèle multiplicatif est légèrement supérieur au modèle additif. Savage et Wolforth (2007) ont mené une expérience concernant des étudiants normo-lecteurs et d'autres présentant un trouble spécifique de la lecture. Ils ont procédé à diverses mesures pour évaluer le décodage et la compréhension orale afin de savoir s'il existe une corrélation positive avec la compréhension en lecture. Selon les auteurs, le modèle multiplicatif et le modèle additif sont équivalents pour prédire les performances en lecture dans la mesure où  $D$  ne vaut jamais 0, d'autant plus que les sujets sont âgés et ont donc acquis des stratégies de compensation par rapport au déficit du décodage. Au contraire, pour de jeunes lecteurs n'ayant pas encore acquis les règles du déchiffrage ( $D$  se rapprochant de 0 dans ce cas), le modèle multiplicatif est plus efficace.

D'autre part, certains auteurs ajoutent des éléments à l'équation de Hoover et Gough. Ainsi Dreyer et Katz (1992) proposent d'ajouter à  $D \times C$  une autre variable : 'S' définie comme la vitesse de dénomination de lettres. L'équation «  $CE = D \times CO + S$  » améliorerait la capacité à prédire la réussite en lecture.

En fait depuis l'apparition du modèle *SVR*, comme le résumait très bien Wagner, Herrera, Spencer et Quinn (2014), la recherche tente de savoir si les deux variables sont suffisantes pour expliquer une construction aussi complexe que la compréhension en lecture et donc par conséquent si d'autres composantes doivent être incluses dans l'équation. Le but est également d'interroger le degré d'interaction entre les deux variables et de les définir.

Quoi qu'il en soit, le modèle établi par Gough, Hoover et Tunmer présente le produit des deux parties majeures de l'engrenage complexe de la compréhension : le décodage considéré comme l'ensemble des processus de bas niveau et la compréhension orale qui regrouperait les processus de haut niveau.

## 1.2. Un modèle fiable

---

Stuart et al. (2008) avancent quatre raisons qui selon eux soutiennent l'efficacité des composantes du modèle SVR. Indépendamment des cas de dyslexie et d'hyperlexie déjà évoqués, ces auteurs réaffirment que les facteurs prédictifs de la lecture (D) sont différents de ceux qui prédisent la compréhension orale (CO). Enfin les effets du contexte ne sont pas les mêmes selon le profil des lecteurs: l'enfant mauvais décodeur utilise le contexte pour déchiffrer le mot alors que l'enfant ayant automatisé le décodage utilise le contexte pour nourrir sa représentation mentale du texte.

Catts, Hogan et Adolf ont conduit une étude longitudinale (2005) qui laisse apparaître que la lecture de mots et la compréhension orale représentent entre 65% et 85% de la variance en compréhension de lecture. De même Joshi et Aaron. (2000) rappellent que le modèle de la SVR est une base importante du *Componential Model of Reading* (CMR) qui prend en compte d'autres variables (*i.e.*, la motivation, l'environnement familial, la langue, le contexte pédagogique, l'influence des pairs). Selon eux, ce modèle explique 40% à 80 % de la variance en compréhension de lecture. D'autres études corroborent ces liens : Lundquist (2004 cité par Braze, Tabor, Shankweiler & Mencl, 2007), dans une étude concernant des étudiants de niveau bac +2, montre que les capacités de décodage, de compréhension orale et de connaissance du lexique expliquent les variances en compréhension de lecture. De même Braze et al. (2007) réaffirment la justesse de l'équation proposée par le *Simple View of Reading* (voir aussi Kirby, 2007). Dans une étude de 2001 menée sur des adolescents de 15 et 16 ans, Savage (2001) souligne la suprématie du modèle SVR sur des tests psychométriques. Par ailleurs Bianco et al. (2012) ont mené une étude longitudinale sur 682 enfants de 4 à 7 ans parlant le français répartis sur 44 écoles. La conscience phonologique et les habiletés en compréhension orale ont été mesurées à 4 ans; puis les enfants ont suivi des séances d'entraînement en classe, soit au sujet des compétences de décodage (*e.g.*, la conscience phonologique) soit au sujet de la compréhension orale (*e.g.*, le traitement des inférences) sur des durées variables. Un groupe témoin n'a pas été entraîné. Pour rappel, la conscience phonologique désigne la capacité d'un individu à traiter les unités sonores de la langue. On distingue les habiletés de type épi-phonologique qui désignent « un simple contrôle exercé par l'organisation des connaissances phonologiques en

mémoire à long terme sans intentionnalité » (Martinot & Gombert, 1996, p 268, cité par Ecalle & Magnan, 2015, p 20) des habiletés de type méta-phonologique qui renvoient « à une prise de conscience des unités traitées » (Ecale & Magnan, 2015, p 20). Ce traitement intentionnel consiste en l'identification, l'extraction et la manipulation d'unités comme les syllabes ou les phonèmes. Les résultats montrent que les mesures de la compréhension orale et des habiletés liées au décodage effectuées à 4 ans prédisent les performances mesurées à 6 ans; de plus les entraînements augmentent ces performances.

Un autre modèle incluant les composantes du modèle *SVR* a montré sa fiabilité. Il s'agit du *multiple indicator multiple indicator cause* (MIMIC) incluant 4 facteurs : décodage (D), raisonnement verbal (l'équivalent de la CO), raisonnement non verbal et mémoire de travail; ce modèle explique 73% à 87% de la variance en compréhension écrite de lecteurs de CE2, 4<sup>ème</sup> et 2<sup>nde</sup>. Mais c'est le raisonnement verbal qui s'avère être le prédicteur le plus important de la compréhension en lecture à tous les niveaux (Tighe, Wagner & Schatschneider, 2015).

Une autre variable, la fluence, a été testée en lien avec le modèle *SVR* par Adolf, Catts et Little (2006). En effet, le décodage, habituellement considéré sous l'angle de la précision comporte aussi une dimension liée à sa fluidité et l'automatisation du décodage permet de dégager des ressources attentionnelles pour la compréhension. Dans cette expérience, il s'agit de savoir si la fluence peut être considérée comme une variable indépendante à ajouter aux paramètres du modèle *SVR*. 522 enfants ayant ou non un déficit en lecture, scolarisés en CE1, CM1 et 4<sup>ème</sup> ont subi des tests de reconnaissance de mots, de fluence, de compréhension orale et de compréhension écrite. Les auteurs démontrent que la fluence n'intervient pas comme variable indépendante pour expliquer les performances en décodage et en compréhension écrite et ils réaffirment l'importance du modèle *SVR*.

### 1.3. Le mécanisme général de la compréhension

Les processus de compréhension du langage oral et de l'écrit présentent des liens. Des processus cognitifs de haut niveau sont impliqués dans la compréhension, quelle que soit la modalité de présentation de l'information. En lecture, la compréhension suppose la construction d'une représentation mentale que l'individu doit mémoriser (Van Den Broek & Kremer, 2000). Le modèle de situation défini par

Van Dijk et Kintsch (1983) sert de point de départ à cette analyse. Pour se représenter ce que le texte raconte, le lecteur doit construire un schéma cohérent à partir de connexions établies entre les différentes informations du texte. Ces connexions reposent sur les liens logiques, notamment causaux qui opèrent la mise en relation des différents événements d'un texte et les anaphores qui désignent toutes les reprises d'un élément antérieur dans un texte. De plus le lecteur doit procéder au traitement des inférences afin de combler les manques. En règle générale, deux types d'inférences sont envisagés : les inférences mettant en relation des éléments dans le texte (*bridging inferences*) : le lecteur établit des liens entre ce qu'il est en train de lire (*current sentence*) et ce qu'il a lu dans le texte, au préalable (*prior sentence*); celles mettant en relation des éléments du texte et les connaissances générales du lecteur (*elaboration*). McNamara et Magliano (2009) les synthétisent selon le schéma suivant :

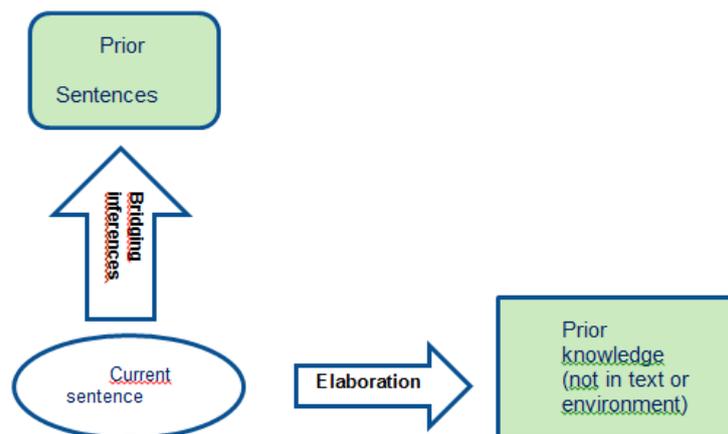


Figure 2. Les types d'inférence représentés par McNamara, D. S., & Magliano, J. (2009, p. 303).

Or la maîtrise de tous ces éléments caractérise les bons lecteurs. En effet, les représentations mentales sont meilleures chez les bons lecteurs (Oakhill et al., 2003). De même l'élaboration des inférences liées aux connaissances générales jouerait un rôle crucial dans l'expertise (Lundquist, 2004 cité par Braze et al., 2007) tout comme la capacité à établir des liens logiques et repérer les anaphores (Van Den Broek et al., 2005). De plus Yuill et Oakhill (1991) expliquent que les moins bons compreneurs ont des connaissances générales déficitaires et ne savent pas quand il faut réaliser des inférences. Ils présentent également un déficit de traitement de l'information qui les empêche de faire des inférences et d'établir des liens entre les

informations du texte et les connaissances antérieures. Ces mêmes auteurs précisent également que l'augmentation du nombre d'inférences à effectuer et la dispersion des informations convergentes rendent la compréhension plus difficile. Par ailleurs cette représentation mentale du texte n'est pas stable. En effet, le lecteur procède par cycles au cours desquels il modifie sa perception de la situation. Comprendre est donc un processus dynamique (Kintsch & Van Dijk, 1978).

Ces processus cognitifs mis en œuvre pour comprendre sont identiques quelle que soit la modalité de présentation (récit lu, récit écouté ou récit audiovisuel). Ainsi, Van Den Broek et al. (2005) font une revue de la recherche concernant de jeunes enfants non-lecteurs à partir d'histoires entendues ou audiovisuelles. Malgré des différences de performances dues au manque de connaissances générales et à l'absence de stratégies (les jeunes enfants ayant une expérience limitée), les jeunes non-lecteurs engagent des processus de compréhension inférentielle et de mise en relation causale identiques à ceux des adultes. Par exemple les auteurs rappellent les travaux de Wenner et Bauer (2001) qui démontrent que des enfants de 2 ans repèrent des liens causaux entre des événements dans des séquences qui en comportent trois. Van Den Broek et al. précisent que la nature des inférences évolue avec l'âge (e.g., d'abord des mises en relation d'événements concrets puis d'événements abstraits); cette évolution est due en partie au développement de la mémoire de travail et des ressources attentionnelles. Enfin la capacité à réaliser les mises en relation des informations dépend de la complexité des inférences. Ces capacités précoces amènent les auteurs à recommander l'apprentissage de la compréhension dès la maternelle, préconisant l'usage de supports vidéo, de récits entendus ou de récits illustrés. Ils ont eux-mêmes soumis des enfants de quatre ans à des tests de compréhension à partir d'épisodes de récits télévisés et de contes entendus. D'une part, les résultats montrent que les processus engagés sont identiques quelle que soit la modalité de présentation; d'autre part, pour un sujet donné, les résultats sont semblables dans les deux modalités. Enfin le niveau de compréhension est indépendant des capacités linguistiques testées en début d'expérience (conscience phonologique, vocabulaire, reconnaissance de mots et de lettres). Dans un second temps, les auteurs ont mené une étude longitudinale en testant les mêmes enfants deux ans après (niveau CP), la question étant de vérifier s'il existe un lien entre le niveau de compréhension orale et le niveau de compréhension en lecture. Un rappel libre et des questions de compréhension

explicite et inférentielle étaient demandés. Les résultats font état d'une très forte corrélation entre les capacités de compréhension orale à 4 ans et les compétences de compréhension en lecture à 6 ans. Kendeou, Bohn-Gettler, White et Van den Broek (2008) ont conduit une série d'expériences similaires avec deux cohortes d'enfants de 4 et 6 ans qu'ils ont suivis à 6 et 8 ans, en utilisant les mêmes modalités (un récit audiovisuel, un récit entendu et un récit lu et illustré). Leurs conclusions sont identiques à celles de Van Den Broek et Kremer. (2000). Pour leur part, Kendeou, Van Den Broek, White et Lynch (2007) ont suivi des cohortes d'enfants de 4, 6, 8 et 10 ans en utilisant la même démarche et arrivent aux mêmes conclusions, montrant que les capacités de compréhension à l'oral sont aussi importantes que les processus de bas niveau pour la compréhension en lecture. Storch et Whitehurst (2002) recommandent également d'entraîner les jeunes enfants à la compréhension du langage oral (notamment le vocabulaire et la syntaxe) avant même de savoir lire. L'étude longitudinale de Bianco et al. (2012) menée sur 682 enfants français de 4 et 6 ans pendant trois ans illustre les effets des entraînements. Les enfants de 3 ans ont été évalués sur leurs capacités en conscience phonologique, compréhension orale et vocabulaire; les enfants de CP ont été évalués sur leurs capacités en lecture, orthographe et compréhension en lecture. Les programmes d'entraînement ont duré soit un semestre soit deux semestres; les enfants ont été entraînés soit en compréhension orale soit en phonologie. Un groupe témoin n'a subi aucun entraînement. Les résultats montrent que les habiletés en compréhension orale sont un prédicteur important de la compréhension en lecture. Par ailleurs les entraînements en compréhension orale améliorent la compréhension en lecture dès les premiers mois d'apprentissage de la lecture et les effets de l'entraînement persistent neuf mois après. L'efficacité d'un entraînement avait été mise en évidence en 1984 par Sticht et James (cités dans Hoover & Gough, 1990) qui avaient fait une revue des études montrant que l'entraînement de la compréhension orale améliore la compréhension écrite. Pour leur part, Catts, Herrera, Nielsen et Bridges (2015) ont présenté des résultats concernant de jeunes enfants de maternelle signalés comme potentiellement à risque de difficultés en lecture. Leurs capacités en langage oral sont corrélées à leurs difficultés de compréhension en lecture en CE2. Les auteurs indiquent que la mesure de la compréhension orale pourrait être un paramètre à prendre en compte pour détecter les futures difficultés d'autant plus qu'un entraînement en vocabulaire et au rappel d'histoires montre une amélioration des

capacités de lecture (même si cela peut s'expliquer par le double rôle du vocabulaire comme nous le verrons ensuite). Utiliser le paramètre de la compréhension orale pour détecter les enfants potentiellement à risque de difficulté en compréhension écrite a été également souligné dans des études antérieures rappelées par Adolf, et al. (2011, p 187).

#### 1.4. Le décodage

---

Il faut tout d'abord souligner l'importance du décodage. L'identification du matériau écrit constitue en effet la composante du modèle *SVR*, spécifique à la compréhension en lecture (Perfetti, Landi & Oakhill, 2005). Gough et Tunmer (1986) rappellent que décoder un mot peut s'opérer soit en le prononçant (« *sounding out* », Gough & Tunmer, 1986, p. 7) soit en le reconnaissant (« *word recognition* », Gough & Tunmer, 1986, p. 7). Ils privilégient néanmoins la reconnaissance directe qui est un signe d'expertise tout en affirmant la nécessité de maîtriser les correspondances graphophonologiques. Cette définition s'inspire du modèle à double voie (Coltheart, 1978) qui a éclairé les mécanismes de la lecture permettant de lier la forme orthographique d'un mot à sa forme phonologique, syntactique et sémantique. Deux voies donnent accès au lexique mental :

La voie d'adressage (ou « *lexicale* ») est une voie directe. La représentation visuelle en mémoire du mot permet sa mobilisation sans recours aux connaissances phonologiques. La voie d'adressage permet l'identification des mots familiers et des mots irréguliers, stockés dans le lexique mental.

La voie d'assemblage (ou « *sublexicale* ») constitue une procédure d'accès indirect au cours de laquelle le lecteur utilise les règles de correspondances graphophonologiques. Le lecteur mobilise cette procédure pour lire des mots nouveaux ou moins familiers et des pseudo-mots.

Un ensemble de recherches a montré l'interaction et la complémentarité de ces deux voies (Ehri, 2005; Tunmer & Nicholson, 2011 cités par Tunmer & Chapman, 2012) : l'accès direct au lexique mental permet d'augmenter les représentations phonologiques, par analogie entre des configurations orthographiques et des configurations phonologiques; à leur tour ces représentations phonologiques vont permettre d'accélérer la reconnaissance des mots par voie directe. Cependant, la voie d'assemblage semble bien être un processus essentiel. Même dans des

langues opaques (pour lesquelles les correspondances entre graphèmes et phonèmes sont irrégulières) comme l'anglais ou le français, une série d'études (Share, 1995 ; Perfetti, 2003) montre que cette voie constitue une procédure importante dans la mesure où elle permet à l'apprenti lecteur de mémoriser les régularités de la langue.

Dans ce processus de décodage, la conscience phonologique est définie comme l'un des éléments majeurs de l'identification des mots. Oakhill et al. (2003) ont soumis 102 enfants de 7 et 8 ans à une série de tâches en compréhension et en lecture; les résultats montrent que la lecture de mots est corrélée positivement à la tâche de suppression de phonèmes. D'autres études plus anciennes établissent aussi un lien entre la maîtrise de la structure sonore de la langue et les capacités de lecture (Stanovich & Stanovich, 1999 ; Wagner, Torgeson, & Rashotte, 1994). Vellutino Tunmer, Jaccard et Chen (2007) ont utilisé deux autres tâches pour tester des enfants de CE2, CM1, 6<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> : la localisation de phonèmes qui requiert de l'enfant la capacité à repérer la place du son différent dans deux mots donnés (début, milieu ou fin) et la discrimination (et l'articulation) de phonèmes au cours de laquelle l'enfant doit prononcer le son qui diffère entre deux mots donnés. Les réussites à ces tests déterminent les capacités de lecture. Par ailleurs, la conscience phonologique serait également un élément prédictif des habiletés de lecture. C'est ce que montre l'étude longitudinale de Bianco et al. (2012) : les habiletés en conscience phonologique (reconnaissance de syllabes, repérage de rimes et discrimination phonologique) représentent la plus grande part de variance avec la lecture de mots. Une autre étude longitudinale menée de la maternelle au CM1 sur 626 enfants (Storch & Whitehurst, 2002) montre que les habiletés en conscience phonologique en maternelle déterminent la réussite en lecture en CP et CE1. L'influence du décodage sur la compréhension en lecture est bien établie par Verhoeven et Van Leeuwe (2008) qui ont suivi plus de 2000 enfants néerlandais du CP à la 6<sup>ème</sup>. L'issue de cette recherche indique que l'identification des mots (épreuve de lecture de mots dans un temps limité) est un facteur essentiel de la compréhension à tous les niveaux pris en compte. L'influence du décodage est encore démontrée par Tighe et al. (2015), notamment en CE2, le décodage ayant été mesuré grâce à des épreuves de lecture de mots et pseudo-mots en temps limité. Par ailleurs cet impact de la conscience phonologique sur la lecture de mots et les performances orthographiques se maintient à l'âge adulte (Savage & Wolforth, 2007). Cependant,

Ziegler et al. (2010) montrent que l'influence de la conscience phonologique est liée au degré de transparence de la langue : Leur étude réalisée sur des enfants de CE1 a porté sur des langues plus ou moins transparentes (finnois, hongrois, portugais, français et néerlandais); l'impact de la conscience phonologique est moindre en finnois qui est une langue régulière.

Une autre théorie, appelée théorie de la granularité (*the grain size theory*) a apporté un éclairage nouveau au modèle double voie. La taille de l'unité linguistique (phonème, syllabe) influe sur les procédures chez les normo-lecteurs (Ziegler & Goswami, 2005). Par exemple, les jeunes lecteurs anglais s'appuient davantage sur les rimes (qui sont l'une des parties de l'unité syllabe)<sup>4</sup> que sur les unités plus petites constituées par les graphèmes et les phonèmes (Carroll & Snowling, 2001 ; Ziegler & Goswami, 2006). les normo-lecteurs d'une langue régulière comme l'italien privilégient les unités de petite taille tandis que les normo-lecteurs d'une langue irrégulière comme l'anglais privilégient les unités de plus grande taille.

Le modèle de la SVR amène à se demander quels liens existent entre l'efficacité du décodage et la compréhension en lecture. Ehri (2005) décrit les mécanismes majeurs de la lecture. Même si le déchiffrement, l'analogie et la prédiction par le contexte constituent des voies d'identification, elles se révèlent moins performantes que la reconnaissance visuelle du mot dans la mesure où elles interrompent la compréhension. L'automatisation de la lecture libère des ressources nécessaires à la mobilisation des processus de haut niveau, comme le traitement des inférences ou des liens logiques (Florit & Cain, 2011 ; Vellutino et al., 2007). Si la capacité à réaliser les correspondances graphophonologiques constitue donc la base du décodage, son automatisation est essentielle à la compréhension, même dans des langues transparentes comme l'italien ou l'espagnol dans lesquelles un phonème correspond le plus souvent à un graphème simple. A ce sujet, une étude menée sur des enfants italiens de CP, CE1 et CE2 montre un recours à la voie sous-lexicale chez des dyslexiques alors que les normo-lecteurs ont adopté la voie lexicale (Zoccolotti, De Luca, Di Pace, Gasperini, Judica & Spinelli, 2005). Par ailleurs, l'influence des habiletés de décodage est déterminée par le type de textes. La

---

<sup>4</sup> L'unité syllabe est décomposable en deux parties : l'attaque et la rime. L'attaque est la consonne ou le groupe de consonnes initial de la syllabe ; la rime est constituée de l'ensemble des phonèmes qui la suivent.

compréhension des textes narratifs est meilleure que celle des textes documentaires chez des enfants de CE2 et elle est davantage corrélée aux compétences de décodage alors que les connaissances générales influent davantage sur les textes documentaires (Best, Floyd & McNamara, 2008 ; voir aussi Garcia & Cain., 2013).

### 1.5. L'évolution de l'influence des paramètres du modèle SVR au cours de l'expertise

Par conséquent, les études montrent le lien entre les composantes du modèle SVR et la compréhension écrite. D'une part, la compréhension orale est fortement corrélée avec la compréhension écrite; d'autre part, le décodage exerce également une influence sur la compréhension écrite notamment chez les apprentis lecteurs. Cependant, ces corrélations évoluent à mesure que l'individu développe ses compétences de lecture.

Il existe un relatif consensus pour admettre que le paramètre du décodage est de moins en moins corrélé avec les performances de lecture au fil de l'apprentissage. Sticht et James (1984 cités par Hoover & Gough, 1990) notent que la corrélation de la compréhension orale avec la compréhension en lecture augmente dès lors que le décodage est automatisé. C'est le constat également réalisé par Muter, Hulme, Snowling et Stevenson (2004). D'ailleurs, Storch et Whitehurst (2002) ont montré qu'au CP et au CE1, les habiletés de décodage déterminent fortement la réussite en lecture alors que les habiletés en compréhension orale interviennent davantage au CE2 et au CM1. D'autre part, au CE1, l'identification des mots peut à elle seule expliquer la variance en compréhension de lecture alors que les résultats s'inversent en 4<sup>ème</sup> où les résultats de performances en compréhension orale et compréhension en lecture se superposent (Adolf et al., 2006). Le lien entre compréhensions orale et écrite s'accroît selon la nature des textes : plus ils sont longs, contiennent du lexique rare et gagnent en complexité syntaxique, plus la compréhension orale est corrélée. Pour Kendeou et al. (2009) également, l'influence du décodage diminue au fil de l'expertise. Dans une méta-analyse plus récente, Garcia et Cain (2013) confirment que l'âge des lecteurs modifie l'influence des paramètres des composantes du modèle SVR sur la compréhension en lecture : même si elle reste corrélée avec le décodage, quelle que soit la tranche d'âge étudiée (de 5 à 53 ans), cette corrélation décroît au cours des années. Cette baisse se mettrait en place à 10 ans, au moment où le lecteur atteint une lecture plus aisée. Enfin cette corrélation

diminue si le lecteur possède des habiletés en compréhension orale élevées. Cette méta-analyse présente aussi un autre intérêt car les auteurs rendent compte de l'influence des méthodes de mesures aux épreuves de lecture, sur les corrélations trouvées. Les tâches de lecture de mots sont plus prédictives de la compréhension en lecture par rapport à celles de lecture de pseudo-mots, de vitesse de lecture et de décision lexicale. De même ils ont étudié l'influence des conditions de passation des épreuves; des résultats sont significatifs pour les plus jeunes lecteurs. Tout d'abord la lecture silencieuse *versus* à voix haute augmente la corrélation entre le décodage et la compréhension en lecture. Ensuite l'aide de l'adulte au cours de la tâche de lecture *versus* aucune aide augmente cette corrélation.

Pourtant, certains auteurs démontrent que même chez des lecteurs plus âgés, les processus de bas niveau constituent un élément de variance de la compréhension en lecture (Bell & Perfetti, 1994 ; Cunningham, Stanovich, & Wilson, 1990 ; Shankweiler, Lundquist, Dreyer & Dickinson, 1996). Dreyer et Katz (1992) avaient déjà constaté dans une étude longitudinale le maintien de la corrélation entre décodage et compréhension écrite aux deux niveaux étudiés (CE2 ET CM2). Cela rejoint ce que nous avons observé pour la conscience phonologique (Savage & Wolforth, 2007).

D'autres études concernent davantage l'évolution de l'influence de la compréhension orale. Tilstra, McMaster, Van den Broek, Kendeou et Rapp (2009) ont montré que l'influence de la compréhension orale sur la compréhension écrite augmente selon les niveaux (19% en CM1, 35% en 5<sup>ème</sup>, 21 % en 3<sup>ème</sup>); cette augmentation s'expliquerait par une maîtrise plus grande du lexique chez les élèves du secondaire, ce qui améliorerait la compréhension orale. Vellutino et al. (2007) montrent également que la compréhension orale devient l'élément dominant chez les sujets maîtrisant davantage les niveaux syntaxique et sémantique, une fois que les processus de bas niveau ont été acquis (étude menée avec des enfants de CE1-CE2 et 6<sup>ème</sup>-5<sup>ème</sup>). Dans une expérience menée en grec, Diakidoy, Stylianou, Karefillidou et Papageorgiou (2005) obtiennent également une corrélation significative entre compréhension orale et écrite après le CE1, une fois l'acquisition des mécanismes de la lecture terminée; cette corrélation est très significative entre le cm1 et la 6<sup>ème</sup>. Ils obtiennent aussi des scores montrant que la différence entre les deux types de compréhension s'estompe au fil des ans. Cependant, le type de texte modifie la corrélation entre la compréhension orale et la compréhension écrite. Elle est

significative pour les enfants à partir du CE1, avec les textes narratifs mais elle ne l'est pas en CM1 et reste faible ensuite avec les textes documentaires. Les méthodes pédagogiques semblent être une explication car les élèves sont très sollicités à l'oral et sont rarement confrontés à des textes documentaires. Le type de langue peut également nuancer le facteur âge. Ainsi, une méta-analyse menée par Florit et Cain (2011) rappelle la corrélation plus importante entre compréhension orale et écrite aux niveaux les plus élevés, notamment pour trois études sur des enfants de langue française alors que pour des langues transparentes (allemand, espagnol, finnois, grec, italien, néerlandais, norvégien), la compréhension orale est une variable plus importante que le décodage même en début d'apprentissage de la lecture. Il faut aussi noter que les deux composantes du modèle *SVR* se développent simultanément (Bus & Van Yzendoorn, 1999 ; Whitehurst & Lonigan, 1998) même si les habiletés de bas niveau activent l'accès aux habiletés de haut niveau (Tannenbaum, Torgesen, & Wagner, 2006).

#### 1.6. Le degré d'indépendance des deux composantes du modèle

Le modèle *SVR* prône l'indépendance de la compréhension orale et du décodage; cette affirmation est corroborée par plusieurs études citées par Kendeou, Van den Broek, White et Lynch (2009) ; de plus ces derniers ont vérifié l'indépendance des deux paramètres chez de jeunes enfants aux USA : deux cohortes d'enfants (113 et 108) sont testées, respectivement à 4 ans et 6 ans puis retestées à 6 ans et 8 ans. Les tests comprennent des épreuves de compréhension orale, de conscience phonologique, d'identification de lettres, d'identification de mots (pour les enfants de 8 ans), de vocabulaire et de compréhension écrite (pour les 8 ans qui ne sont plus testés en conscience phonologique). On observe à la lecture des résultats que le décodage et la compréhension orale sont deux variables indépendantes de la compréhension en lecture (les habiletés en langage oral à 4 et 6 ans prédisent celles à 6 et 8 ans, indépendamment des habiletés en décodage). Oakhill et al. (2003) ont mené une étude similaire. Des enfants de 7-8 ans et 10-11 ans ont été testés sur les mêmes habiletés (la procédure inclut en plus une épreuve de vitesse de lecture et le WISC utilisé comme mesure du quotient intellectuel). L'indépendance des deux composantes du modèle *SVR* est retrouvée. Cependant, on relève une corrélation entre les résultats obtenus en compréhension et ceux obtenus dans une épreuve de

discrimination phonémique. Selon les auteurs, cette corrélation pourrait s'expliquer par l'influence de la MDT (mémoire de travail) corrélée à l'épreuve phonémique. De plus les résultats de l'épreuve de compréhension syntaxique sont également corrélés avec ceux de compréhension et de décodage. Malgré ces deux derniers points, les auteurs concluent en réaffirmant l'indépendance du décodage et de la compréhension orale. Savage et Wolforth, (2007) ont montré que cette indépendance D'autres recherches démontrent également cette indépendance persiste chez des étudiants. L'étude longitudinale française de Bianco et al. (2012) dont nous avons déjà rendu compte témoigne de ces contributions indépendantes : les entraînements à la conscience phonologique améliorent les habiletés de lecture tandis que les entraînements à la compréhension orale améliorent les habiletés en compréhension écrite dès le début de l'apprentissage de la lecture. Dans des langues transparentes comme le grec, il apparaît que les deux variables du modèle SVR restent des facteurs distincts pour des enfants pré-lecteurs (Kendeou, Papadopoulou & Kotzapoulou, 2012).

Pourtant un élément remet en question cette indépendance : le vocabulaire qui désigne l'ensemble des mots que connaît un individu. Son influence sur la compréhension en lecture a fait l'objet de beaucoup de recherches démontrant qu'il s'agit de l'un des prédicteurs les plus pertinents de cette compréhension, dont la valeur prédictive augmente au fil du temps (Snow, 2002). Catts et al. (2015) rappellent le rôle majeur du vocabulaire comme prédicteur de la compréhension en lecture. De même, Vellutino et al. (2007) ont également confirmé l'effet des connaissances sémantiques sur la compréhension orale et écrite, quel que soit l'âge des participants (de niveau CE1, CE2, 6<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup>). L'étude longitudinale néerlandaise menée en 2008 par Verhoeven et Van Leeuwe sur 2143 enfants scolarisés du CP à la 6<sup>ème</sup> fait état de l'influence du vocabulaire sur la compréhension en lecture.

Mais le vocabulaire occupe une place particulière dans le modèle SVR. Dans la définition de D (le décodage), ses auteurs sous-entendent son double statut. Le mot en effet appartient à D dans la mesure où il doit être déchiffré mais il appartient aussi à CO (la compréhension orale) dans la mesure où son (ou ses) sens doit être maîtrisé. Le modèle de l'Hypothèse de la Qualité Lexicale (LQH pour *Lexical Quality Hypothesis*) de Perfetti et Hart (2002) propose que la maîtrise d'un mot suppose quatre habiletés, à savoir son déchiffrement, l'automatisation de ce processus (la voie

orthographique), sa morphologie et son sens (voir aussi Verhoeven & Perfetti, 2008); de plus la compréhension en lecture est corrélée avec le niveau d'habileté de lecture de mots et de pseudo-mots (Perfetti & Hart, 2002). Mais dans le modèle de la SVR, la composante D ne prend pas en compte le sens des mots, dévolu à la composante de la compréhension et ignore la différence entre voie d'assemblage et voie d'adressage (Ouellette & Beers, 2010). Or l'automatisation de la reconnaissance des mots accélère les processus de compréhension en même temps qu'elle facilite le décodage de mots nouveaux. Ce double processus s'enrichit donc mutuellement, révélant un lien entre D et CO. Ouellette et Beers soulignent également l'importance du vocabulaire oral pour la compréhension en lecture, la reconnaissance de mots irréguliers et le décodage. Le vocabulaire oral serait prédicteur des habiletés du décodage en 6ème et de la reconnaissance de mots irréguliers en CP et CE1. Tunmer et Chapman (2012) se sont également intéressés à la place particulière du vocabulaire dans le modèle SVR en remettant en question l'indépendance des deux variables de l'équation initiale puisque les connaissances lexicales modifient le décodage (voir aussi Nation, 2008 ; Snowling, 2004); leurs travaux montrent que la compréhension orale influe directement sur la compréhension écrite. Cependant, la compréhension orale repose en partie sur la connaissance du vocabulaire. Or la connaissance du vocabulaire influence les habiletés en décodage. Plus l'enfant connaît de mots, plus il augmente ses habiletés en décodage. Par conséquent, ils concluent que la compréhension orale et le décodage présentent un lien de dépendance relatif aux connaissances lexicales du sujet. Pour des lecteurs plus âgés (16-24 ans), la composante lexicale influence même directement la compréhension en lecture, indépendamment des contributions du décodage et de la compréhension orale (Braze et al., 2007).

Par ailleurs, Tannenbaum et al. (2006) analysent les constituants de la connaissance des mots, à savoir son étendue (*breadth*), sa richesse, c'est-à-dire la qualité des connaissances sémantiques (*depth*) et de sa fluence (*fluency* : rapidité d'accès au sens) : l'étendue du vocabulaire présente un lien plus fort avec la compréhension en lecture que sa richesse associée à sa fluence. L'étude conclut sur la solidité de la variance entre acquisitions lexicales et compréhension (enfants de CE2). C'est aussi ce qui ressort de l'étude menée par Ouellette et Shaw (2014) ; ces derniers montrent cependant que la richesse du vocabulaire influence aussi la compréhension, mais indirectement, en ayant un effet sur les relations lexico-

sémantiques qui influencent à leur tour la lecture de mots, augmentant par là les scores en compréhension.

En fait comme le soulignent Adolf et al. (2011), le vocabulaire constitue le trait d'union entre le décodage et la compréhension orale et par conséquent ne constitue pas une donnée isolée mais parfaitement intégrée au modèle de la *SVR* (voir aussi Kirby & Savage, 2008). D'ailleurs le modèle de Tunmer et Chapman visant à montrer que la compréhension orale est liée au décodage (via le vocabulaire) a été récemment analysé (Wagner et al., 2014) et la conclusion est que ces deux modèles sont équivalents. D'après une méta-analyse (Garcia & Cain., 2013), le vocabulaire ne présente aucune corrélation avec le décodage et la compréhension orale ; dans la mesure où il influence à la fois les deux composantes du modèle *SVR*, il ne change pas les corrélations entre les deux composantes du modèle. Le vocabulaire est d'ailleurs souvent le seul paramètre utilisé pour tester le niveau de compréhension orale. A ce titre, on comprend pourquoi les performances à l'oral déterminent celles du décodage au début de l'apprentissage (Bianco et al., 2012).

## 1.7. Bilan

---

Le Modèle de la *Simple View of Reading* pose les fondements de l'activité de lecture. Il propose un cadre théorique général qui rend compte d'un processus complexe. En tant que modèle intégratif, il laisse le champ ouvert à des recherches complémentaires qui ont pour objet de considérer les différentes composantes du décodage et de la compréhension orale. Cependant, le pouvoir prédictif de ses deux composantes, décodage et compréhension orale, a été souligné par de nombreuses études. D'autre part, en ayant eu le souci d'établir des profils de lecteurs, ce modèle a l'ambition de pouvoir accompagner les pratiques pédagogiques des enseignants. Enfin ses deux composantes intéressent directement notre recherche. D'une part, la dyslexie se définit en majorité comme un trouble affectant surtout le décodage; d'autre part, la compréhension orale constitue l'un des éléments essentiels de nos expériences.

Cependant, il nous semble indispensable de compléter l'étude de ce modèle en considérant les données de la neurobiologie sur les processus de lecture dans la mesure où elles ouvrent des perspectives nouvelles qui éclairent le modèle *SVR* dans la mesure où elles permettent de comprendre si les activités de compréhension orale *versus* écrite impliquent les mêmes aires cérébrales.

## 1.8. Les apports de la neurobiologie

---

### 1.8.1. Introduction

D'importantes et fructueuses recherches ont permis de dresser une véritable cartographie de l'activité cérébrale lors de la lecture. Des aires spécialisées interviennent à différents niveaux et interagissent lors du processus de lecture, notamment dans l'hémisphère gauche (HG).

Il est communément admis que l'activité de lecture stimule le cortex temporo-pariétal, en particulier le gyrus angulaire (GA), le gyrus supramarginal (GSM) et le gyrus temporal postéro-supérieur (GTS, appelé l'aire de Wernicke). Ces régions concerneraient le traitement phonologique (GSM ; GTS) et sémantique (GA) des mots ainsi que le stockage des représentations auditives des mots (GTS). Ces régions sont d'ailleurs impliquées dans l'analyse de la parole.

De plus le cortex occipito-temporal connaît également des activations au cours de la lecture, notamment dans la VWFA (*visual word form area* ou aire de la reconnaissance de la forme du mot). Cette région ventrale serait spécialisée dans la reconnaissance visuelle des mots, permettant la reconnaissance invariante des lettres et des graphèmes et fonctionne quelle que soit la langue (Dehaene & Cohen, 2011) ; le gyrus temporal médian (GTM) est impliqué au niveau sémantique et le gyrus temporal inférieur (GTI) est lié aux stimuli linguistiques visuels, en corrélation avec le degré des habiletés de lecture (Dehaene, 2007 ; Habib, 2014).

Enfin une troisième région antérieure à l'intérieur et en périphérie du gyrus frontal inférieur (GFI) intervient au cours de la lecture; ces différentes zones (dont l'aire de Broca) interviennent aux niveaux phonologique, sémantique, syntaxique et lexical. L'illustration ci-dessous représente le modèle neurologique de la lecture. De nombreuses régions, spécialisées, de l'hémisphère gauche sont sollicitées. Mais, comme le souligne Dehaene (2014, p. 97), « toutes les régions en vert et en orange ne sont pas spécifiques à la lecture : elles interviennent au premier chef dans le langage parlé ».

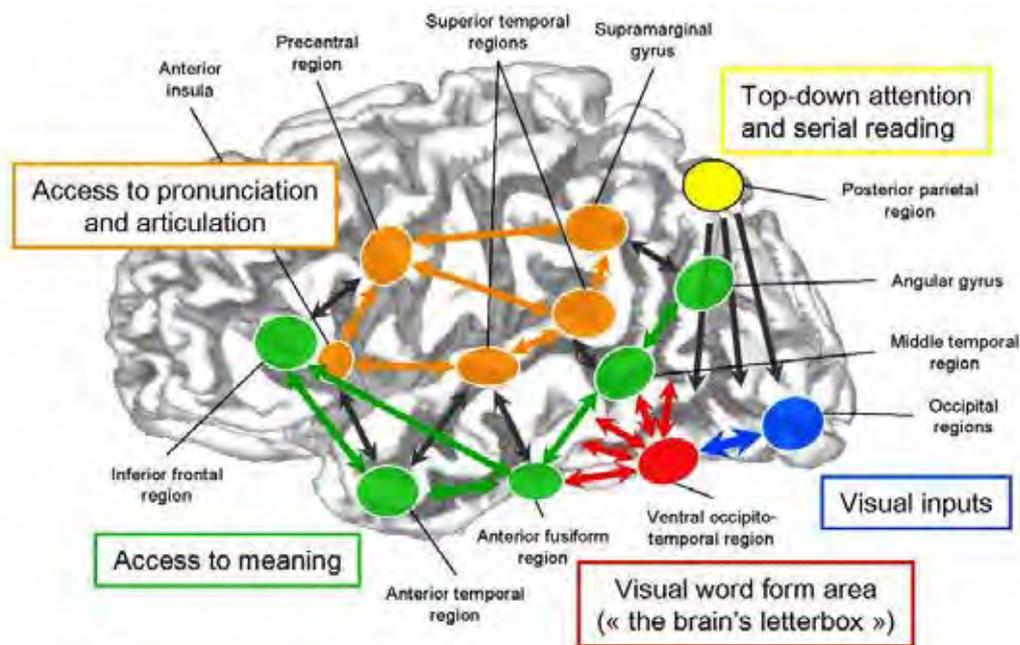


Figure 3. Présentation schématique des régions cérébrales impliquées dans la lecture d'après Dehaene. (2014, p. 97)

La plasticité cérébrale et l'activité de lecture sont liées. Par exemple, Monzalvo et Dehaene-Lambertz (2013) ont montré comment le cerveau se modifie après quelques mois d'apprentissage de la lecture. La VWFA, le planum tempore et les aires du langage de l'HG s'activent davantage (voir aussi Dehaene et al., 2010). Cette plasticité intervient même sur des périodes très courtes; la répétition de mots au cours de tâches de décision lexicale et de dénomination fait diminuer l'activité cérébrale des régions impliquées dans l'assemblage des mots, la diminution étant plus importante pour les tâches de décision lexicale (Katz et al., 2005).

Par ailleurs la revue de la littérature fait état de résultats différents selon que l'on considère différents paramètres intéressant le champ de la compréhension. C'est pourquoi nous allons considérer dans un premier temps l'effet de l'unité considérée. Dans un second temps nous étudierons l'effet de la modalité.

### 1.8.2. L'activation cérébrale selon le niveau considéré

Xu, Kemeny, Park, Frattali et Braun (2005) ont comparé les activations cérébrales lors de trois tâches : la lecture de mots, de phrases et de textes narratifs sur des adultes de moyenne d'âge de 34 ans. Les trois conditions révèlent des activations dans les aires dévolues au langage mais certaines activations sont différentes. L'hémisphère droit est suractivé à mesure que le matériau gagne en complexité. De

plus, cette suractivation est modulée au fil de l'activité de compréhension ; au début de l'histoire, l'HG et l'HD sont sollicités tandis que l'HD intervient de plus en plus au fil de la lecture, la complexité des représentations mentales s'intensifiant. Des processus cognitifs non linguistiques (comme par exemple la mémoire) engagent d'autres zones extrasylviennes (cortex préfrontal ventro-latéral et dorso-latéral). Des études antérieures avaient déjà mis en évidence la particularité des activations en lecture de textes (Braun et al., 2001; Ferstl & von Cramon, 2002). Ces résultats corroborent ceux d'une autre étude menée par Mason et Just (2004), portant sur les inférences causales (*i.e.* les liens qui relient les différents événements d'un récit et ne sont pas exprimés explicitement) : des étudiants lisent des paires de phrases liées par une relation causale plus ou moins inférentielle et on enregistre l'activation cérébrale au cours de la tâche. Les résultats montrent que les relations causales les plus difficiles (*i.e.* celles nécessitant le recours aux inférences) mettent en jeu l'hémisphère droit. A ce propos, dans une méta-analyse, Gernsbacher et Kashak (2003) ont également relevé des activations de l'hémisphère droit pour le traitement des phrases complexes et des textes. Dans une revue de la littérature, Landi (2013) souligne une activation plus importante du gyrus temporal gauche et du gyrus frontal inférieur gauche pour la lecture de phrases que pour la lecture de mots simples.

### 1.8.3. L'activation cérébrale selon la modalité

Les études concernant la modalité présentent souvent des résultats contrastés selon l'unité de traitement considéré (*i.e.* le mot, la phrase ou le texte). Au sujet des textes, Virtue, Haberman, Clancy, Parrish et Beeman (2006) ont soumis des adolescents de 17 ans à une écoute d'histoires courtes suivie de tâches de compréhension. Les questions impliquant la production d'inférences activent davantage le gyrus temporal supérieur et le gyrus frontal inférieur pour construire une représentation cohérente du texte. Comme lors de tâches à l'écrit, le degré de complexité du matériau traité augmente l'activité cérébrale. De plus l'activité cérébrale augmente chez les étudiants ayant une mémoire de travail plus élevée (et donc capables de traiter davantage d'inférences et de gérer la cohérence). Beeman, Bowden et Gernsbacher (2000) confirment quant à eux l'implication et la collaboration des deux hémisphères dans des tâches de compréhension orale de textes, révélant une suractivation de l'HD pour le traitement des inférences.

L'implication de l'HD dans ce traitement a d'ailleurs été démontrée grâce à l'étude de patients présentant des lésions de l'HD. Chez ces derniers, les processus inférentiels et d'intégrations sont déficitaires lors de l'écoute de récits. (Beeman, 1993).

Au niveau syntaxique, Michael, Keller, Carpenter et Just (2001) ont montré une augmentation de l'activation du GTI et des GTS/GTM, du gyrus de Heschl's des deux hémisphères et du GFI gauche en condition d'écoute de phrases et une augmentation de l'activation du cortex visuel primaire en condition visuelle. Il apparaît également que la complexité des phrases accroît l'activation quelle que soit la modalité, dans les aires temporales et le GFI gauche qui semble jouer un rôle clef dans l'analyse syntaxique. Constable et al. (2004) font le même constat. D'après leur étude, les réponses ont lieu de préférence dans le cortex auditif primaire et dans le GTS G et D pour des phrases présentées à l'oral et dans le gyrus angulaire, le gyrus supramarginal et le gyrus fusiforme pour des stimuli écrits (visuels). Le gyrus frontal inférieur gauche intervient quelle que soit la modalité. La complexité des phrases nuance ces résultats : les propositions relatives objet (*i.e.* les propositions relatives dont le pronom relatif a la fonction de complément d'objet direct), plus complexes que les relatives sujet (*i.e.* les propositions relatives dont le pronom relatif a la fonction de sujet), augmentent l'activation dans l'HG, quelle que soit la modalité.

Le traitement du langage écrit et oral présente d'ailleurs une différence au début du traitement; la figure ci-dessous montre cette différence. Dehaene (2008, p 147) décrit les phases de l'illustration :

Selon qu'on entende ou qu'on lise un mot, les voies d'entrées dans le cortex diffèrent, mais l'activité converge ensuite vers les mêmes aires du langage. Chaque image représente un instantané de l'activité cérébrale à la surface du cortex, puis à un moment différent après l'apparition du mot. Seul l'hémisphère gauche est représenté. Durant la lecture, l'activation débute dans le pôle occipital, vers 100 millisecondes, puis vers 170 millisecondes, elle s'étend à la région occipito-temporale gauche, siège présumé de l'analyse de la forme visuelle du mot. Survient ensuite une explosion d'activité dans de multiples régions temporales et frontales partagées avec l'audition des mots (d'après Marinkovic et al., 2003).

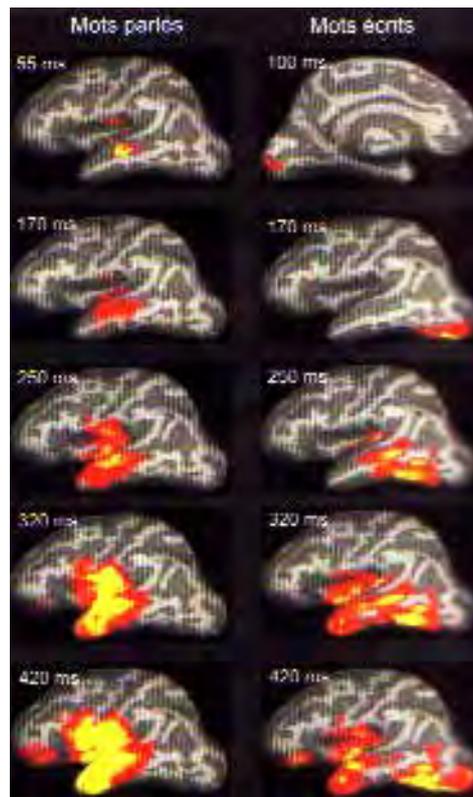


Figure 4. Les niveaux d'activation de la parole et de la lecture dans le cortex (Dehaene, 2008. D'après Marinkovic et al., 2003)

#### 1.8.4. Bilan

Les données de la neuro-imagerie mettent en lumière la spécialisation d'aires cérébrales dévolues à différentes dimensions du langage : représentations visuelles et auditives des mots, représentations sémantiques et syntaxiques. D'autre part la plasticité cérébrale montre que le fonctionnement du cerveau peut s'adapter en fonction du profil du lecteur. De plus il apparaît que la taille de l'unité de langage traitée a une importance considérable sur l'activité cérébrale car les zones cérébrales et les hémisphères ne s'activent pas de la même façon selon le matériau proposé (*i.e.* mots, phrases, textes). A ce titre, il semble que l'hémisphère droit ait une implication particulière pour le traitement de matériau complexe puisqu'il est davantage activé lors du traitement des inférences et pour des unités de langage plus grandes (*i.e.* phrases et textes). Enfin il semblerait que les résultats de la neuro-imagerie remettent en question le modèle SVR dans le sens où certaines zones impliquées dans le traitement d'informations orales ne sont pas forcément les mêmes que celles impliquées dans le traitement d'informations écrites.

## CHAPITRE 2. LA DYSLEXIE

Le modèle *SVR* permet de prendre en compte différents profils de lecteurs. A ce titre, ce modèle concerne directement l'objet de notre étude, les sujets dyslexiques. Nous allons donc dans ce nouveau chapitre nous consacrer à l'étude de ce trouble spécifique des apprentissages. Après l'avoir défini, nous nous intéresserons à son étiologie, à son évolution et à ses bases neurobiologiques. Enfin nous préciserons comment et pourquoi la compréhension des sujets dyslexiques peut être affectée.

### 2.1. Définition

---

La dyslexie est un trouble de la lecture qui affecte environ 5% de la population (Ramus, 2001). Les données de la prévalence peuvent varier en raison des choix de critères différents dans les études épidémiologiques. Les données des études de pays anglophones signalent 3 à 5 % d'enfants de plus ou moins 10 ans (expertise collective, INSERM., 2007). Pour la définir, on se réfère habituellement à deux classifications qui font consensus sur le plan international. La première, connue sous le nom de CIM (Classification Internationale des Maladies) a été élaborée par l'Organisation Mondiale de la Santé<sup>5</sup>. Selon la CIM-10 (1993), la dyslexie (sous le nom de « trouble spécifique de la lecture ») est définie comme :

Une altération spécifique et significative de l'acquisition de la lecture, non imputable exclusivement à un âge mental bas, à des troubles de l'acuité visuelle ou à une scolarisation inadéquate. Les capacités de compréhension de la lecture, la reconnaissance des mots, la lecture orale et les performances dans les tâches nécessitant la lecture, peuvent, toutes, être atteintes. Le trouble spécifique de la lecture s'accompagne fréquemment de difficultés en orthographe, persistant souvent à l'adolescence, même quand l'enfant a pu faire quelques progrès en lecture. Les enfants présentant un trouble spécifique de la lecture ont souvent des antécédents de troubles de la parole ou du langage. Le trouble s'accompagne souvent de troubles émotionnels et de perturbations du comportement pendant l'âge scolaire. (OMS, CIM 10, 1993, chapitre V, F 81.0).

La CIM 10 définit également la dyslexie par des critères d'exclusion : il s'agit d'un déficit d'acquisition de la lecture qui ne peut être mis au compte d'un QI bas, d'un

---

<sup>5</sup> La 11ème version de cette classification est attendue courant 2017.

environnement éducatif inadéquat, d'un déficit sensoriel ou d'un trouble neurologique.

La seconde est le DSM (*Diagnostic and Statistical Manual*, Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux, 5th éd.) de l'*American Psychiatric Association* (l'Association Américaine de Psychiatrie) dont la cinquième édition est parue en mai 2013 (DSM-5). La persistance du trouble dans le temps est réaffirmée de même que les performances en-dessous des attentes (-1,5 DS : cet écart-type correspond à un décalage d'au moins 18 mois entre l'âge de lecture et l'âge mental); on retrouve également les critères d'exclusion qui sont généralement associés à la définition de la dyslexie : « Les troubles d'apprentissage ne sont pas mieux expliqués par une déficience intellectuelle, des déficits sensoriels (visuels ou auditifs) une pathologie neurologique ou des troubles moteurs » (*American Psychiatric Association*, 2013).

Le changement par rapport à la version antérieure (DSM-4) est que le DSM-5 regroupe les troubles de la lecture, des mathématiques et de l'écriture dans la catégorie des troubles spécifiques des apprentissages. Le trouble spécifique avec atteinte de la lecture correspond à la dyslexie; le DSM-5 précise trois domaines déficitaires :

- La précision dans la reconnaissance des mots écrits
- La rapidité dans la reconnaissance des mots écrits et la fluence de la lecture (définie comme la capacité à savoir lire un texte avec aisance en maîtrisant la prosodie, la ponctuation, en sachant faire les pauses et la segmentation du texte en unités syntaxiques)
- La compréhension des textes écrits

Le trouble apparaît pendant la scolarité mais se manifeste au moment où les exigences académiques dépassent les capacités limitées de l'individu et trois niveaux de sévérité sont mentionnés selon que l'enfant parvient à compenser son trouble (trouble léger, modéré ou sévère) (DSM 5, cité par Chaix, 2014).

L'*International Dyslexia Association* (2002) souligne aussi le caractère neurodéveloppemental de la dyslexie: « La dyslexie est un trouble neurodéveloppemental affectant principalement les habiletés de précision de la lecture, de sa fluence et les capacités orthographiques »<sup>6</sup> (traduction libre).

---

<sup>6</sup> "Dyslexia is a neurodevelopmental disorder that primarily affects the development of reading accuracy, fluency and spelling skills." (<http://eida.org/definition-of-dyslexia>)

L'une des caractéristiques de la dyslexie est aussi ses facteurs génétiques (Pennington & Gilger, 1996 cités par Gabrieli, 2009 ; Snowling, Gallagher & Frith, 2003 ; Snowling & Hulme, 2013). L'étude de jumeaux monozygotes et dizygotes amène des résultats intéressants. Si l'un des jumeaux est dyslexique, la probabilité que l'autre le soit est nettement supérieure pour les jumeaux monozygotes (70%) dont la similarité génétique est totale que pour les jumeaux dizygotes (45%) dont la similarité génétique est de 50% (Ramus, 2010; voir aussi l'expertise collective de l'INSERM, 2007, pp.499-500). Ramus (2010) rappelle également que de nombreux sites chromosomiques sont impliqués dans la dyslexie.

## 2.2. L'origine des déficits

---

Nous allons maintenant nous intéresser à l'origine de ce trouble. Comme l'expliquent Ramus et Ahissar (2012), les explications de la dyslexie sont très nombreuses et rendues complexes pour plusieurs raisons : les manques de connaissance dans les processus cognitifs et l'hétérogénéité des profils des dyslexiques qui pourrait être en partie due à la nature des tâches expérimentales effectuées pour déterminer la présence du déficit. Par exemple, le sujet dyslexique présente souvent des difficultés en récupération lexicale (*i.e.* la capacité à récupérer la forme orale d'un mot à partir de son sens ou de sa forme visuelle) qui se traduisent par un nombre d'erreurs plus élevé ou par une plus grande lenteur que pour les normo-lecteurs; pour mesurer cette performance, on utilise des tâches de dénomination rapide (RAN, *Rapid Automated Naming*) Or alors qu'un déficit est présent dans ce type de tâche, il disparaît si on propose au sujet un seul élément à nommer (Elbro et al., 1998; McCrory, 2001). Par conséquent, associer ce déficit à un déficit des représentations phonologiques poserait problème car c'est plutôt la présentation séquentielle de la tâche de dénomination rapide qui gênerait les dyslexiques. D'ailleurs Friedmann (2015) recense 19 types de dyslexie pour lesquels on peut se demander s'ils ne représentent pas plutôt 19 manifestations d'un trouble spécifique de la lecture appelé dyslexie. Cette liste pourrait encore s'étendre si on considère les comorbidités associées à la dyslexie. Deux hypothèses cependant prédominent : le déficit phonologique et les déficits visuels. Ce sont ces deux notions que nous allons approfondir.

### 2.2.1. Un déficit phonologique

L'hypothèse phonologique s'impose comme le modèle explicatif de la dyslexie. Dans l'expertise collective de l'INSERM (2006), cette hypothèse est qualifiée de « robuste » (p 397). Snowling (2000, cité dans le rapport de l'INSERM, 2007, p 419) donne de la dyslexie une définition sans équivoque : « La dyslexie est une forme spécifique de trouble du langage qui affecte la façon dont le cerveau encode les traits phonologiques des mots parlés. Le déficit central concerne le traitement phonologique et résulte de représentations phonologiques sous-spécifiées ». Au cours des trente dernières années, la thèse du déficit phonologique a été attestée par de nombreuses recherches dans beaucoup de langues différentes comme le finnois, l'italien, l'anglais, le français, l'arabe, le chinois ou le grec. Ce déficit se caractérise par un déficit des représentations phonologiques, du stockage en mémoire et de la mobilisation des sons de la parole. Landerl et al. (2013) ont démontré que la conscience phonologique (les tâches de suppression de phonèmes et de dénomination rapide étant les meilleurs indicateurs) chez des enfants dyslexiques de 8 à 11 ans (comparativement à un groupe contrôle) est le meilleur prédicteur de la dyslexie. Néanmoins, ces indicateurs sont plus ou moins significatifs en fonction du degré de transparence de la langue considérée, leur impact étant plus important dans les langues opaques, l'anglais et le français représentant les langues les plus opaques, l'allemand et le néerlandais se situant après, le hongrois et le finnois étant des langues transparentes. Cet impact de la conscience phonologique est retrouvé chez des enfants normo-lecteurs de CE1 pour les mêmes langues (français, hongrois et néerlandais) et le portugais mais pas pour les enfants parlant le finnois (le vocabulaire étant le meilleur prédicteur de la lecture), confirmant que la valeur prédictive de la conscience phonologique dépend du degré de transparence de la langue considérée (Ziegler et al., 2010). Des études plus anciennes montrent que les lecteurs dyslexiques présentent un trouble des représentations phonologiques et de leur utilisation (Liberman & Shankweiler, 1985 ; Rack, Snowling & Olson 1992 ; Wagner & Torgesen, 1987). Des adultes dyslexiques présentent également un déficit phonologique sur l'ensemble des tâches auxquelles ils ont été soumis, à savoir des tâches de suppression de phonèmes, de répétition de non-mots et de dénomination rapide de chiffres et d'images. En outre, ce déficit est indépendant d'autres troubles sensoriels ou moteurs (Ramus et al., 2003). Il y a

également un consensus qui montre que le déficit de la conscience phonologique gêne la qualité et la vitesse de lecture des adultes présentant une dyslexie phonologique (Bone, Cirino, Morris, & Morris, 2002 ; Hatcher, Snowling & Griffith, 2002; Lesaux, Pearson, & Siegel, 2006).

Jucla (2014, p 20) précise que ce déficit appelle « deux types d'observation ». En premier lieu, les individus dyslexiques présentent un déficit des habiletés de type épi-phonologique, amenant des confusions de sons en lecture et de lettres en écriture. En second lieu, les sujets dyslexiques ont aussi un déficit de la conscience méta-phonologique dans la mesure où on note des déficits pour manipuler les unités sublexicales, se traduisant par des difficultés sur des tâches de jugements de rimes (Bruck, 1992 ; Manis, Custodio, & Szeszulski, 1993) et également par la difficulté, voire l'incapacité à segmenter les mots en phonèmes et à manipuler ces derniers : ajouts, suppressions, identification de leur position au sein d'un mot ou d'un non-mot (Bruck ; Manis et al.). La suppression de phonèmes et la lecture de non-mots apparaissent comme des tâches difficiles pour des enfants dyslexiques de 8 et 9 ans (Joanisse et al. 2000). La conscience phonémique explicite apparaît d'ailleurs être l'élément le plus fragile chez les enfants dyslexiques (Melby-Lervåg, Halaas Lyster, & Hulme, 2012). Cette méta-analyse (Melby-Lervåg et al.) montre également que la manipulation des rimes est difficile. La détection d'intrus à l'attaque ou à la rime, dans des mots présentés auditivement se révèle aussi déficitaire (Castel, Pech-Georgel, George & Ziegler, 2008). Pour Vellutino, Fletcher, Snowling, et Scanlon (2004), ce déficit altère la perception des sons de la parole dans les mots ; c'est un déficit des représentations phonologiques et il apparaît que le développement de la conscience phonologique et l'apprentissage de la phonologie soient déficitaires de façon précoce (Carroll & Snowling, 2004). D'autres tâches permettent aussi de mettre à jour un trouble de la conscience phonologique explicite ; la mémoire à court terme et de travail verbales qui représentent la capacité à mémoriser brièvement la parole est l'une des fonctions touchées (Melby-Lervåg et al., 2012). La récupération lexicale (testée dans des tâches de dénomination rapide) est également perturbée. Les tâches de dénomination rapide témoignent de la lenteur d'accès aux représentations phonologiques. Des enfants dyslexiques d'âge moyen de 9 ans et 10 mois ont été soumis à deux tâches de dénomination rapide. La première présente une liste de 5 items (objets, lettres et chiffres) en version continue, sur papier; la seconde présente les mêmes items mais en version discrète (*i.e.* l'un après l'autre)

sur ordinateur. Les résultats sont identiques dans les deux conditions. Même en version discrète, les représentations phonologiques sont faibles (Castel et al., 2008); ces résultats contredisent d'ailleurs ceux de Elbro et al., (1998) et de McCrory (2001). Mais des auteurs nuancent la portée de certains déficits: Pour Isaki, Spaulding et Plante (2008), le déficit en mémoire de travail est supérieur au déficit en mémoire à court terme (qui ne concerne que le maintien des informations et non leur traitement), chez des adultes dyslexiques et il n'intervient que dans les situations où les demandes de traitement d'informations sont trop élevées. Marshall et van der Lely (2009) corroborent ces résultats. Cette étude montre que les dyslexiques sont gênés en mémoire verbale à court terme pour des pseudo-mots assez longs ou des séquences de mots; mais aucun déficit n'est relevé pour des pseudo-mots de une à trois syllabes.

Une nouvelle hypothèse concernant le déficit phonologique est avancée depuis quelques années : les sujets présentant un trouble spécifique de la lecture n'auraient pas leurs habiletés phonologiques dégradées mais ce serait l'accès aux représentations phonologiques qui serait touché. Ramus et Szenkovits (2008) ont mené une série d'expériences qui les amène à conclure que les représentations phonologiques des sujets adultes dyslexiques sont normales alors que le déficit phonologique est bien réel. Ce sont les tâches les plus coûteuses en mémoire de travail qui sont touchées et celles exigeant une exécution rapide (notamment dans les tâches de dénomination rapide). C'est donc la charge en mémoire de travail et la vitesse de traitement des représentations phonologiques qui seraient en cause. A ce sujet, De Clerq-Quaegebeur et al., (2010) ont constaté, en mesurant les capacités d'enfants dyslexiques de 8 à 16-ans, avec le WISC IV<sup>7</sup> que la mémoire de travail était déficitaire, notamment chez les dyslexiques phonologiques. Par ailleurs, Gabrieli note la présence, chez les dyslexiques, de différentes altérations de la substance blanche (2009) dont le rôle est d'assurer la conduction de l'influx nerveux entre deux centres nerveux consécutifs, ou entre un centre nerveux et un nerf. L'étude de Boets et al menée sur 23 adultes dyslexiques et 22 adultes normo-lecteurs confirme cette hypothèse : ils ont soumis les participants à une série de tests réalisés sous imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. Les résultats indiquent une lenteur d'accès

---

<sup>7</sup> Le WISC IV est l'échelle d'intelligence de Wechsler (4<sup>ème</sup> édition, 2005), pour enfants et adolescents qui permet d'évaluer le fonctionnement intellectuel à l'aide de 4 indices : l'Indice de Compréhension Verbale (ICV), l'Indice de Raisonnement Perceptif (IRP), l'Indice de Mémoire de Travail (IMT) et l'Indice de Vitesse de Traitement (IVT)

aux représentations phonologiques ; les connexions entre le gyrus temporal supérieur gauche (où se situe l'aire de Wernicke) et le gyrus frontal inférieur gauche (où se situe l'Aire de Broca), sont fortement activées chez les normo-lecteurs alors qu'elles le sont moins chez les dyslexiques. Des investigations plus poussées montrent que le faisceau arqué assurant la transmission des signaux entre ces deux régions présente une altération de la matière blanche. Les travaux de Boets ont fait l'objet d'un article de Ramus (2014) qui partage la même hypothèse : Ils corroborent les résultats trouvés dans les expériences menées avec Szenkovits (2008) dont nous avons rendu compte précédemment. L'illustration ci-dessous présente les mêmes activations (en jaune) chez les dyslexiques et les normo-lecteurs. L'aire de Broca (en vert) est moins bien connectée (flèche bleue) aux aires temporelles supérieures :

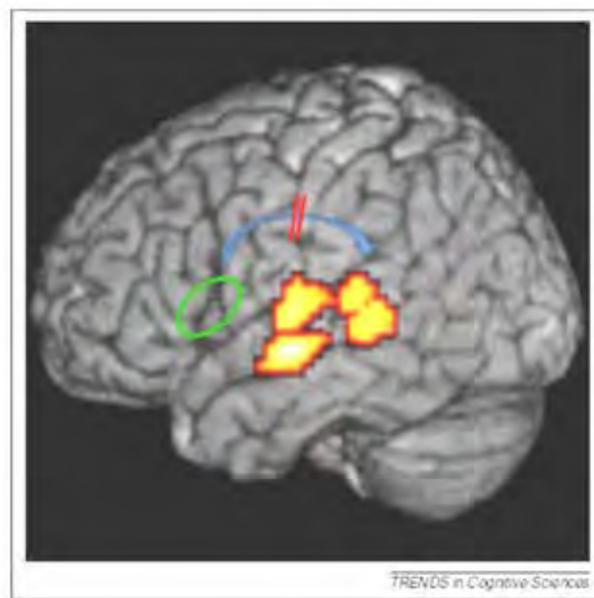


Figure 5. Illustration montrant le déficit des connexions chez les dyslexiques d'après Ramus, F. (2014, p. 275, d'après Boets).

### 2.2.2. Les troubles visuels

Au XIXème siècle, Les premiers cas de dyslexie ont été signalés par des ophtalmologistes ; Hinshelwood, (1900) ; Morgan, (1896) ; Stephenson, (1907) (cités par Ramus & Ahissar, 2012) présentent des profils d'adolescents intelligents en difficulté de lecture : ces médecins parlent alors de cécité verbale et l'explication visuelle a dominé la majeure partie du XXème siècle (Dunlop, 1972 ; Hallgren, 1950 ; Orton, 1937 cités par Ramus & Ahissar, 2012). Actuellement, plusieurs études présentent l'existence de déficits des capacités oculomotrices et visuo-attentionnelles dans la population dyslexique.

### 2.2.2.1. Des capacités oculomotrices déficitaires

Certains travaux montrent que les composantes oculomotrices chez la personne dyslexique sont particulières. L'observation de la motricité oculaire durant la lecture donne deux types d'informations : des indices temporels correspondant à la durée des fixations et des indices spatiaux correspondant à l'amplitude des saccades et au lieu de fixation dans le mot. Les saccades de progression (effectuées de gauche à droite ou inversement selon le sens de lecture de la langue considérée) permettent de fixer les mots l'un après l'autre, les saccades obliques permettent le déplacement du regard d'une ligne à l'autre et les saccades de régression permettent des retours en arrière dans le sens inverse du sens normal de la lecture. Le recours au *eye tracking* (i.e. l'enregistrement des mouvements oculaires) permet de repérer des difficultés de fixations amenant un défaut de vergence qui perturbe le repérage et la fusion des lettres (Bucci, Brémond-Gignac, & Kapoula, 2008 ; Jainta & Kapoula, 2011 ; Valdois, 2014). Le nombre de saccades chez les lecteurs dyslexiques est ainsi plus élevé sur des mots ou des pseudo-mots ; cette anomalie est constatée dans plusieurs langues : l'allemand (Trauzettel-Klosinski et al., 2010), le français (Sparrow, 2005), l'italien en lecture oralisée (De Luca, Borrelli, Judica, Spinelli, & Zoccolotti, 2002 ; De Luca, Pontillo, Primativo, Spinelli & Zoccolotti, 2013). Cela entraîne des régressions plus nombreuses dans des langues et des populations différentes : le croate, chez des enfants de 10 ans et demi (Kuvac Kraljevic & Palmovic, 2011), l'allemand (Trauzettel-Klosinski et al., 2010) chez des enfants de neuf ans et demi et le français chez des adultes (Sparrow, 2005). Cette augmentation du nombre de régressions ralentit la lecture en raison de pauses plus nombreuses (De Luca et al., 2013 ; Sparrow, 2005 ; Trauzettel-Klosinski et al., 2010). D'autre part les fixations sont également perturbées. Elles sont plus nombreuses (De Luca et al., 2013 ; Hawelka, Gagl, & Wimmer, 2010 ; Kuvac Kraljevic & Palmovic, 2011), notamment pour les mots rares, (Sparrow, 2005) et plus longues, (Kuvac et al., 2011 ; Sparrow, 2005) notamment pour les mots longs (Bellocchi et al., 2013). Valdois (2014) rappelle qu'on peut noter des distorsions, des déplacements ou des superpositions dans les fixations chez les sujets dyslexiques. Le lecteur a par conséquent recours à la voie sous-lexicale ; De Luca et al. (2002) indiquent que certains mots longs de 8 à 10 lettres sont segmentés en 3 voire 4 fragments ; mais cette procédure est loin d'être efficiente comme en témoigne le nombre d'erreurs.

Par ailleurs, certaines études mettent en évidence qu'à l'observation de peintures, on note également des difficultés de fixation et de coordination des saccades (Kapoula et al., 2008).

#### 2.2.2.2. Des difficultés visuo-attentionnelles

Le déficit visuel peut se traduire par un encombrement visuel excessif, c'est à dire des difficultés à traiter une information visuelle lorsque celle-ci est entourée d'autres informations du même type. Par conséquent, même si le lecteur dyslexique identifie les lettres lorsqu'elles sont isolées, il éprouve des difficultés quand la même lettre est présentée avec d'autres. D'ailleurs, l'espacement des lettres permet de réduire l'encombrement visuel et augmente la vitesse de lecture pour certains lecteurs dyslexiques (Martelli, Filippo, Spinelli & Zoccoletti, 2009). Un trouble de l'orientation de l'attention spatiale est également relevé. En effet, le point de fixation n'est pas le même chez les dyslexiques et chez les normo-lecteurs ; le point de fixation est placé à 39% du mot alors que pour les dyslexiques, il se décale vers la droite (à 44 % du mot et davantage pour les mots longs) (Sparrow, 2005). Les lecteurs dyslexiques traitent alors de l'information visuelle hors de la zone fovéale et leur attention est dirigée vers la droite d'une cible donnée alors qu'elle est dirigée vers la gauche de la cible chez les normo-lecteurs. On parle donc de biais attentionnel droit chez les dyslexiques (Ducrot, Lété, Sprenger-Charolles, Pynte & Billard, 2003); cette anomalie se manifesterait notamment lors de la lecture de pseudo-mots (Facoetti et al., 2006). Enfin on note aussi la présence d'un déplacement attentionnel ralenti car le lecteur dyslexique a du mal à réengager son attention sur une autre cible après avoir dû l'engager sur une cible initiale (Hari & Renvall, 2001).

#### 2.2.2.3. Un déficit de l'empan visuo-attentionnel

La zone fovéale permet une analyse précise des signes linguistiques pendant la fixation. « La fenêtre attentionnelle » (empan perceptif) est alors définie comme la zone de perception qui permet le traitement de l'information captée par cette zone. Deux tâches sont effectuées dans cette fenêtre : le mot est identifié et le point de fixation suivant est déterminé. Par ailleurs il existerait un point de fixation optimal qui augmente la rapidité et la précision de la perception : à mi-chemin entre le début et le milieu du mot. Tous les signes linguistiques ne sont pas traités de la même façon. Ainsi, si le mot n'est pas connu, le mode de traitement global est inopérant; dans ce cas, la fenêtre attentionnelle se réduit afin de traiter les unités sublexicales Cette

fenêtre s'adapte donc à la longueur du mot. Il se trouve que si elle est réduite, la lecture en mode global est difficile; en cas de réduction extrême, la lecture analytique est également détériorée (Valdois, 2014). C'est en 2007 que Bosse, Tainturier et Valdois ont introduit le concept d'Empan Visuo-Attentionnel (EVA) qui correspond à la quantité d'unités orthographiques distinctes qui peuvent être traitées en une fixation dans la séquence du mot. Ce concept prolonge des études antérieures montrant une réduction des capacités de traitement simultané d'unités linguistiques ou de symboles par les enfants dyslexiques (Hawelka & Wimmer, 2005), ce déficit expliquant d'ailleurs la variabilité des performances en lecture (Pammer, Lavis, Cooper, Hansen, & Cornelissen, 2005; Pelli, Burns, Farell, & Moore-Page, 2006). Valdois (2008) souligne l'existence de dysfonctionnements cérébraux associés au trouble de l'EVA différents de ceux impliqués dans les troubles phonologiques. Dans cette étude, la majorité des 68 enfants dyslexiques testés (plus de 60%) présentait un trouble isolé soit phonologique soit de l'EVA (la proportion entre les deux étant presque la même). Certains présentaient les deux troubles, d'autres aucun de ces deux troubles. L'EVA serait réduit ce qui aurait pour effet de limiter les ressources attentionnelles entraînant alors un traitement partiel des mots (Bosse et al., 2007 ; Valdois, 2008, 2014). D'ailleurs Zoubrinetzky, Bielle et Valdois (2014) montrent qu'un trouble de l'EVA altère la lecture des pseudo-mots en l'absence de déficit phonologique. Cette même étude met en évidence que des troubles cognitifs différents (déficit phonologique ou déficit de l'EVA) produisent les mêmes difficultés pour acquérir les mécanismes de la lecture même si on note plus de confusions entre les consonnes sourdes et sonores chez les sujets ayant un déficit phonologique, en lien avec un déficit de perception catégorielle (Bogliotti, Serniclaes, Messaoud-Galusi & Sprenger-Charolles, 2008). Par ailleurs, cet EVA serait prédictif du niveau de lecture des mots réguliers et irréguliers et des pseudo-mots chez les normo-lecteurs (Muneaux & Ducrot, 2014). Ce constat avait été fait par Bosse et Valdois en 2009 : Les capacités de l'EVA estimées en GS prédisent le niveau ultérieur des enfants en lecture, indépendamment de leurs aptitudes phonologiques.

Cependant, la question largement débattue est de savoir si ces déficits sont une cause ou une conséquence du déficit en lecture (Muneaux & Ducrot., 2014). L'utilisation d'un test visant à contrôler les mouvements oculaires (*DEM test: Developmental Eye Movement test*) de lecteurs arabes et anglais met en évidence que le problème visuel est davantage une conséquence. En effet, des lecteurs

adultes et des enfants de plus de 8 ans lisant en anglais lisent mieux des informations présentées dans le sens conventionnel de lecture. De même, des lecteurs adultes lisant l'arabe et l'anglais lisent les informations aussi bien dans les deux sens. C'est l'effet de l'entraînement en lecture qui détermine les scores, non les mouvements oculaires. D'ailleurs, les enfants plus jeunes lisant en anglais n'obtiennent pas de différences de résultats dans les deux sens de lecture (Medland, Walter & Woodhouse, 2010). Néanmoins Troles, Pichancourt et Gombert (2010) ont décelé des sujets dyslexiques (3 dans leur échantillon, soit 25%) sans troubles phonologiques mais présentant uniquement des difficultés au niveau des capacités visuo-attentionnelles d'où selon eux, l'importance d'outils d'aide au diagnostic de la dyslexie tenant compte de possibles déficits de ces capacités, comme le logiciel « Alex » De plus, Sylviane Valdois (2014) rappelle que les capacités d'attention visuelle sont un prédicteur des habiletés de lecture et d'écriture. Toutefois il semble que ces troubles ne concerneraient qu'une partie de la population dyslexique, de 0 à 25 % (Ramus et al., 2003.). En effet, un certain nombre d'études montre que ces problèmes visuo-attentionnels ou oculomoteurs sont identiques chez des enfants de même âge lecture que chez des groupes de sujets dyslexiques (Häikio, Bertram, Hyönä & Niemi, 2009). Par ailleurs, des lecteurs dyslexiques de langue grecque (langue opaque) de 6<sup>ème</sup> ont été comparés à des lecteurs de même âge chronologique et à des lecteurs d'âge lecture identiques (niveau CE2). 55% des dyslexiques présentent des difficultés dans les tâches orthographiques associées à des troubles visuels. Mais le reste du groupe présente les mêmes déficits en orthographe sans troubles visuels associés. Ces résultats sont les mêmes pour les tâches de dénomination rapide (Georgiou, Papadopoulou, Zarouna & Parrila, 2012). De même des adultes normo-lecteurs lisant un texte complexe présentent les mêmes mouvements oculaires atypiques que des lecteurs dyslexiques (Rayner, Slattery & Belanger, 2010). Hutzler, Kronbichler, Jacobs, et Wimmer (2006) ont montré que les particularités observées en situation de lecture disparaissent lorsque la tâche n'implique pas de lire (sur le même matériau, à savoir des séquences de lettres). Il s'agirait donc de mouvements atypiques et non d'un trouble oculomoteur. De même Judge, Caravolas et Knox (2006) ont montré que le déficit phonologique prédomine par rapport à un trouble de la poursuite oculaire chez des adultes dyslexiques, sur des tâches de lecture de mots et de non-mots. Pour White et al. (2006), le rôle causal du déficit visuel dans les difficultés de lecture des sujets dyslexiques n'est pas

avéré (voir aussi Ramus, Pidgeon & Frith, 2003). Enfin Bucci, Vernet, Gerard et Kapoula (2010) notent l'absence de dysfonctionnement des circuits oculomoteurs du tronc cérébral chez les lecteurs dyslexiques.

### 2.3. Evolution du trouble

---

Les mêmes difficultés phonologiques (conscience phonémique, mémoire phonologique à court terme et lenteur sur des tâches de RAN) se retrouvent chez des adultes dyslexiques quand on les compare à groupe contrôle de même âge (Martin et al., 2010). Ces résultats corroborent d'ailleurs des résultats plus anciens (Dufor et al., 2007; Szenkovits & Ramus, 2005, cités par Martin et al., 2009). Hatcher et al. (2002) ont réalisé une étude sur 23 étudiants dyslexiques ; ils ont testé l'orthographe, la lecture de non-mots, la mémoire à court terme et la vitesse d'écriture : ces quatre domaines sont déficitaires (notamment les trois derniers) et confirment la dyslexie à 95,7%. Cette étude souligne également l'extrême lenteur d'exécution de tâches : les étudiants dyslexiques mettent plus de temps dans tous les domaines (verbaux ou non verbaux) ; dans une tâche de résumé, ils prennent plus de temps pour lire le texte et 71 % d'entre eux (50% chez les normo-lecteurs) n'ont pas pu compléter le résumé dans le temps imparti. Ils ont pris en moyenne 24% de temps supplémentaire pour écrire le résumé et 64% pour lire un texte contenant des mots nouveaux. Ces données concernant la vitesse de lecture confirment celles d'une étude menée par Riddick, Farmer et Sterling (1997 cité par Hatcher et al., 2002). Hatcher et al. (2002) ont réalisé une autre série de mesures sur ces étudiants qui révèle que l'attention et la mémoire sont cliniquement déficitaires chez les sujets dyslexiques. Les troubles visuels persistent également (Sparrow, 2005). La dyslexie persiste donc et peut même affecter l'insertion professionnelle (Maughan et al., 2009).

### 2.4. Les bases neurobiologiques de la dyslexie

---

La neuro-imagerie a permis de mettre en évidence le lien entre la dyslexie et des activités cérébrales spécifiques. Ces études montrent une diminution de l'activation cérébrale dans des régions spécifiques de l'hémisphère gauche, à savoir le cortex pariéto-temporal impliqué dans les processus phonologiques (Paulesu et al., 2001), par exemple sur des tâches au niveau des syllabes (Hommet et al., 2009) et le cortex

occipito-temporal permettant l'accès visuel au lexique orthographique (Shaywitz & Shaywitz, 2002). Paulesu et al. (2001) relèvent la présence d'ectopies neuronales au niveau de la matière grise dans les aires impliquant le traitement du langage parlé et dans la région occipito-temporale concernant la reconnaissance visuelle des mots dans l'HG. De même, la revue de la littérature réalisée par Caylak en 2009 montre des anomalies de fonctionnement de certaines aires cérébrales chez les individus dyslexiques lors de tâches de lecture se traduisant par une suractivation des régions frontales qui compenserait une sous-activation des aires pariéto-temporales ; Cette diminution de l'activité des aires pariéto-temporales apparaît d'ailleurs chez des enfants pré-lecteurs à risque génétique de développer une dyslexie (Raschle, Chang & Gaab, 2011). Les travaux de Monzalvo, Fluss, Billard, Dehaene et Dehaene-Lambertz (2012) confirment la sous-activation de l'aire visuelle de la forme des mots (VWFA) chez les dyslexiques et son rôle prédictif des scores de lecture. Cette étude montre par ailleurs que ces anomalies ne sont pas corrélées à la langue ou au statut socio-économique. Caylak (2009) souligne également l'altération de la matière blanche chez les dyslexiques, impliquée dans la communication entre les aires corticales intervenant dans les processus visuel, auditif et langagier. Cette désorganisation des connexions corticales, notamment entre la région temporale gauche et les régions frontales gauches, est également relatée par Paulesu et al. (2001). Dehaene (2008) rappelle comment la lecture modifie les connexions cérébrales, notamment le faisceau arqué connectant l'aire de Broca et l'aire de Wernicke, mieux organisé chez les bons lecteurs. Nous avons déjà relevé cette anomalie liée à l'hypothèse d'un déficit d'accès aux représentations phonologiques.

Par ailleurs les mécanismes cérébraux fonctionnent de la même manière dans différentes langues comme l'anglais, l'italien et le français (Dehaene, 2007). Une hypo-activation du cortex temporo-pariétal gauche est également relevée par Paulesu (2001) chez des sujets dyslexiques anglais, italiens et français.

D'autres études révèlent une activité supérieure dans l'hémisphère gauche et dans l'hémisphère droit chez les dyslexiques, lors de tâches phonologiques (Shaywitz et al., 2002) et de tâches de lecture de mots (Mc Crory, Mechelli, Frith & Price, 2005). Mc Crory et al., Pugh et al. (2000) ainsi que Dehaene (2008) et Shaywitz et Shaywitz (2005) soutiennent que l'activation de l'HD compenserait le déficit de l'HG. Cette suractivation de l'HD chez les sujets dyslexiques est à relier à une diminution de sa sollicitation au fil de l'apprentissage de la lecture et du

développement des habiletés linguistiques chez les normo-lecteurs, au niveau des gyros frontaux inférieur et supérieur (Meyler, Keller, Cherkassky, Lee & Hoefft, 2007). Pugh et al. (2000), Sarkari et al. (2002), Shaywitz et al. (2002) notent également une activation accrue des aires frontales postérieures et bilatérales.

D'autre part la neuro-imagerie a permis de démontrer que des entraînements phonologiques réalisés avec des enfants dyslexiques modifiaient les aires d'activation du cerveau ; Simos, Breier, Fletcher, Bergman et Papanicolaou (2000) ont entraîné des adolescents dyslexiques de 12 ans à des tâches de rimes sur des pseudo-mots ; le niveau d'activation des aires cérébrales de l'HG augmente de façon significative à 17 ans. (voir aussi Temple et al., 2003 ; Shaywitz & Shaywitz, 2005).

Ces résultats concernent des tâches phonologiques et de lecture de mots. On peut s'interroger sur les processus cérébraux lors de la lecture de phrases. Meyler et al. (2007) ont comparé la compréhension de phrases entre des enfants de CE2 et CM2 normo-lecteurs et dyslexiques. Ils constatent que la compréhension est beaucoup plus lente pour les enfants dyslexiques et davantage dégradée au CM2. Ces conclusions rejoignent celles des études portant sur les tâches phonologiques ou la lecture de mots puisqu'on retrouve la même sous-activation des régions temporo-pariétales (notamment le gyrus angulaire gauche).

Quoi qu'il en soit, la recherche ne sait pas pour l'instant si le fonctionnement atypique du cortex cérébral des dyslexiques est la cause ou la conséquence du trouble. De plus comme le souligne Dehaene (2008, p. 439), les anomalies cérébrales impliquées dans la dyslexie restent complexes.

## 2.5. Fonctionnement de la compréhension chez le lecteur dyslexique

Comme nous l'avons vu dans la partie consacrée à la définition de la compréhension, en nous référant à la formule de Gough et Tunmer (1986), la reconnaissance des mots écrits est fortement impliquée dans la compréhension. Dès 1985, Perfetti note que l'automatisation de la lecture libère des ressources cognitives pour la compréhension. Un déficit de l'identification des mots écrits peut donc avoir un impact sur la compréhension. Or chez les sujets dyslexiques, la qualité du déchiffrement et la vitesse de lecture sont affectées à cause de ces difficultés d'identification des mots écrits. De fait les ressources attentionnelles dévolues au

déchiffrage gênent la construction du sens (Snowling, 2013 ; Vellutino et al., 2004). Gabrieli (2009) identifie la lenteur de lecture comme le second problème majeur des sujets dyslexiques, après le déficit phonologique, d'autant plus qu'elle persiste à l'âge adulte ; il rappelle à cet effet la qualification de double déficit donné par Wolf et Bowers (1999). Cette lenteur gêne alors la construction du sens. Une autre étude indique l'influence de la compréhension orale sur les habiletés d'identification des mots via les connaissances lexicales précisant d'une part que le vocabulaire expressif exerce une valeur prédictive plus significative que le vocabulaire en réception (Wise et al., 2007) et que d'autre part, les connaissances en vocabulaire sont prédictives des habiletés en pré-lecture et en lecture (Wise, Sevcik, Lovett & Wolf, 2007). Il apparaît également que les scores faibles en vocabulaire oral de réception sont souvent corrélés à une reconnaissance des mots déficitaire chez les mauvais lecteurs (Catts & Weismer, 2006). Dans une étude portant sur une langue transparente, le norvégien, Gustafson, Samuelsson, Johansson et Wallmann (2013) ont montré que le lexique est prédicteur de la compréhension orale pour les dyslexiques mais cela reste fortement corrélé au niveau du déchiffrage qui reste la plus forte contribution pour eux. Dans une méta-analyse, Garcia et Cain. (2013) relèvent que la compréhension orale apparaît comme le moyen de compenser le déficit en décodage.

En ce qui concerne les lecteurs adultes, les avis sont partagés quant au lien entre déficit du décodage et compréhension. Certaines recherches démontrent que la dyslexie n'est pas systématiquement associée à un déficit de compréhension; d'autres démontrent le contraire (Stothers & Klein, 2010, p. 2 pour une revue de la littérature). Une recherche a été consacrée à la compréhension des phrases (Wiseheart, Altmann, Park & Lombardino, 2009) : on sait que les phrases complexes, notamment passives ou contenant des subordonnées, notamment des relatives enchâssées (*i.e.* des subordonnées relatives qui interrompent la proposition principale), perturbent la compréhension des normo-lecteurs adultes du fait du rôle important de la mémoire de travail dans le traitement de ces informations (Caplan & Waters, 1999). De même, Gibson (1998) rappelle la difficulté à intégrer des éléments linguistiques éloignés. Ces études font écho à la difficulté à traiter les inférences textuelles (McNamara & Magliano, 2009). Wiseheart et al. (2009) montrent que les étudiants présentant un trouble spécifique de la lecture ont un déficit de compréhension de phrases syntaxiquement complexes, notamment les phrases

contenant une rupture de l'ordre traditionnel (propositions à la voix passive par exemple). Les difficultés apparaissent uniquement pour le traitement des phrases complexes ou sur les textes longs (Simmons & Singleton, 2000). Leikin et Bouskila (2004) se sont également intéressés au traitement des phrases par des enfants dyslexiques de 10-11 ans lisant en hébreu ; leurs conclusions sont plus contrastées. Selon eux, le degré de complexité des constructions syntaxiques n'est pas significatif; la compréhension syntaxique en général est affectée et serait due au double déficit phonologique et en mémoire de travail. Pour ce qui est du décodage, les difficultés semblent persister (Ramus & al., 2003). Parrila, Georgiou et Corkett (2007) rappellent une série d'études qui illustrent la complexité des profils. Certaines habiletés de bas niveau sont plus ou moins affectées mais il semble qu'un pourcentage de sujets ait compensé (22 à 25% selon & Pennington, 1991), et ce d'autant plus que les contraintes de temps sont annulées lors de la compréhension (Mosberg & Johns, 1994). L'un des résultats intéressants obtenus par l'étude de Parrila et al. (2007) est que 21 étudiants sur 28 (âge moyen : 25 ans et onze mois) atteignent un niveau de compréhension équivalent aux normo-lecteurs quand la vitesse de lecture est ralentie, ce qui confirme les résultats de Mosberg et Johns; tous les autres paramètres restent déficitaires (en particulier ceux liés au décodage) ; les auteurs préconisent d'ailleurs que la vitesse de lecture fasse partie des évaluations permettant aux étudiants d'obtenir des aménagements. Il apparaît aussi que la nature des tâches ne mobilise pas les mêmes habiletés chez des enfants norvégiens de 9 ans. Que ce soit en modalité auditive ou à l'écrit, le rappel d'histoires est corrélé aux compétences lexicales et les habiletés liées aux inférences sont liées aux compétences syntaxiques et à la conscience phonémique (Hagtvet, 2003).

Une autre conséquence de la difficulté à déchiffrer est connue sous le nom d'effet Matthieu : le sujet dyslexique n'a aucune appétence à la lecture dans la mesure où l'effort demandé est important. Du coup il lit moins de sorte qu'il n'entraîne pas toutes les autres compétences nécessaires à la construction de la compréhension, notamment les connaissances lexicales. (Stanovich, 1986). Ce cercle vicieux peut donc affecter la compréhension en lecture des sujets dyslexiques (Pfof, Dörfler & Artelt, 2012).

## 2.6. Bilan

---

Il semble donc que l'hypothèse d'un déficit des habiletés phonologiques soit l'objet d'un large consensus, habiletés affectant aussi les sons de la parole. Cette revue de la littérature permet de confirmer que la difficulté du déchiffrement reste le problème majeur du sujet dyslexique. En fait, la question des causes de la dyslexie n'est pas si simple car l'étiologie de la dyslexie est multifactorielle d'autant plus que les facteurs de prédictibilité varient avec l'âge (Peterson & Pennington., 2012). Comme le souligne Dehaene (2008), «c'est peut-être la recherche même de la cause de la dyslexie qui doit être remise en question.» (p 319)

Le modèle de la compréhension auquel nous avons fait référence, à savoir le *Simple View of Reading* de Gough et Tunmer, apporte une contribution à l'étude des processus de lecture chez les lecteurs dyslexiques puisque ce trouble affecte l'une des composantes de ce modèle, à savoir le décodage. Dans la perspective de notre travail de recherche, il faut donc interroger des domaines qui permettent de formuler des hypothèses susceptibles d'ouvrir des pistes d'aménagements des tâches de lecture. L'une des premières voies va consister à rechercher si la morphologie peut contribuer à améliorer la compréhension des lecteurs dyslexiques. La recherche dans ce domaine met en effet en lumière le rôle important de la morphologie dans les capacités de lecture et rend compte de son influence sur les capacités de lecture des sujets dyslexiques. Le levier morphologique permettrait d'intervenir directement sur le matériau écrit.

Nous allons donc aborder le rôle de la morphologie dans le processus de lecture, d'une part chez les normo-lecteurs d'autre part chez les dyslexiques.

## CHAPITRE 3. MORPHOLOGIE, COMPREHENSION ET DYSLEXIE

### 3.1. Quelques notions de morphologie en linguistique

---

Une définition minimaliste de la morphologie<sup>8</sup> consiste à la réduire à l'étude des morphèmes. Ces derniers constituent les plus petites unités formelles ayant une signification (Corbin, 1987). Le lexique se compose de mots simples, composés d'un seul morphème (*ex.*: *fil*) et de mots complexes composés d'au moins deux

---

<sup>8</sup> Nous ne développerons pas la notion de la morphologie qui constitue un vaste domaine en linguistique et psycholinguistique.

morphèmes : une base (ou radical) qui donne au mot son identité sémantique et au moins un affixe (ex : *fillette*; mot composé d'un radical *fille-* et d'un affixe *-ette*.) qui modifie le sens de la base.

Les morphèmes lexicaux correspondent aux mots du lexique; les morphèmes grammaticaux représentent une catégorie grammaticale et ce sont des morphèmes liés car ils ne peuvent fonctionner de manière autonome et sont joints à un morphème lexical. Il existe deux types de morphèmes grammaticaux, les morphèmes flexionnels qui indiquent le genre, le nombre, le temps la personne, le mode (ex : *le S de chats; le ONS de chantons*) et les morphèmes dérivationnels qui permettent la création de nouveaux mots soit par ajout d'affixes à la base soit par composition. Parmi les affixes dérivationnels, on distingue les préfixes (placés avant le radical : *supporter*) des suffixes (placés après *amabilité*). La morphologie dérivationnelle a été plus largement explorée que la morphologie flexionnelle.

Parmi cette apparente simplicité, la morphologie propose une organisation lexicale construite au travers des relations systématiques forme-sens que les mots entretiennent entre eux. Les domaines phonologique et sémantique interviennent donc dans son fonctionnement.

### 3.2. Morphologie et lecture experte

Les études concernant les effets de la morphologie sur les lecteurs experts ou les enfants au cours de l'apprentissage de la lecture, et les liens entre morphologie et phonologie sont peu nombreuses au regard de celles concernant les compétences phonologiques.

#### 3.2.1. Le recours à la conscience morphologique en lecture

Un certain nombre d'études montre que les habiletés morphologiques sont utilisées par les lecteurs experts, et ce dans des langues variées, qu'elles soient opaques ou transparentes. Carlisle et Stone, (2003) démontrent en effet que les lecteurs de sept ans s'appuient sur des procédures morphologiques pour des mots ou des pseudo-mots. Des enfants de niveau élémentaire lisent les mots dérivés plus rapidement que les mots simples. Au niveau secondaire cependant, ils notent que les élèves lisent plus vite les mots dérivés pour lesquels base et formes dérivées sont phonologiquement transparentes (Carlisle & Stone, 2005). Des effets d'amorçage

sont vérifiés par Casalis, Dusautoir, Colé et Ducrot (2009) pour des lecteurs de 9-10 ans, démontrant des effets morphologiques au cours de la reconnaissance visuelle de mots isolés.

Les unités morphologiques (bases et suffixes) sont également utilisées par de plus jeunes lecteurs pour lire de nouveaux mots (Colé, Bouton, Leuwers, Casalis, & Sprenger-Charolles, 2012). Pourtant, la présentation des mots à lire, segmentés sur le plan syllabique (*ma lade*) ou morphémique (*mal ade*) n'opère aucune variation en temps de lecture. Quémart, Casalis et Duncan (2012) observent également les effets de la présence des morphèmes sur des enfants de 8 à 11 ans même si les plus jeunes ne bénéficient pas autant de cette présence que les enfants plus âgés. Quoiqu'il en soit la présence de suffixes facilite l'accès au lexique en termes de rapidité et de qualité, pour tous les élèves testés. Par ailleurs dans des langues transparentes, les résultats sont concordants; en italien par exemple, l'effet de la morphologie sur la lecture est constaté aussi bien chez des adultes que chez des enfants de 8 à 10 ans (Burani, Marcolini, & Stella, 2002). L'efficacité du recours à la morphologie augmente avec l'âge chez les enfants tandis que le recours aux procédures phonologiques diminue. Ces conclusions démontreraient que le lexique mental est organisé aussi autour des unités morphémiques. Une étude comparative entre l'anglais et le français, sur des sujets âgés de 5 à 8 ans, a montré une plus grande sensibilité méta-morphologique des enfants français, sur la connaissance des suffixes et la capacité à transférer ces savoirs à d'autres contextes (Duncan, Casalis & Colé, 2009).

Il apparaît donc que le lecteur expert exerce sa conscience morphologique quand il lit. Cette analyse consciente est décrite par Carlisle comme « la prise de conscience de la composition morphologique des mots et la capacité à réfléchir sur cette structure et à la manipuler »<sup>9</sup> (traduction libre).

### 3.2.2. Morphologie et apprentissage implicite

Le modèle de lecture de Gombert (2003) fait référence au rôle des apprentissages implicites; l'enfant traite le langage oral à l'aide de quatre processeurs. Trois d'entre eux (processeur pictural, phonologique et sémantique) interagissent pour créer un

---

<sup>9</sup> « the conscious awareness of the morphological composition of words and the ability to reflect on and manipulate that structure. » (1995, cité par Berthiaume & Daigle, 2014.)

autre processeur, le processeur orthographique, dédié au traitement de l'écrit. Dès lors le jeune lecteur va pouvoir utiliser ces informations phonologiques et morphologiques (Marec-Breton, Gombert, & Colé, 2005) pour reconnaître des mots écrits même s'il n'a pas conscience des processus utilisés. Cet apprentissage implicite est une fondation sur laquelle peuvent se construire les démarches conscientes d'appropriation des mécanismes de la lecture, autrement dit l'apprentissage explicite. Les régularités morphologiques de la langue activent des patterns de signification qui sont mémorisés par l'enfant, malgré lui. Selon Colé et Fayol (2000), l'explosion lexicale que connaissent les enfants à environ deux ans pourrait reposer en partie sur cette connaissance implicite des règles morphologiques. Certaines recherches en ont démontré l'existence. En témoigne l'expérience de Tunmer, Bowey et Grieve (1983) menée avec de jeunes enfants de 5-6 ans. Les auteurs montrent que les enfants scandent les mots à partir de leurs unités morphémiques. Dans une étude longitudinale réalisée sur des enfants français de la grande section de maternelle (GSM) au CE1, les enfants ont été soumis à une tâche de jugement de relation morphologique et une tâche d'extraction de la base. Il apparaît que les élèves de maternelle sont capables de réussir ces tâches (Sanchez, Ecalle & Magnan, 2012). La tâche de jugement de relation de mots a été donnée à des enfants de CP et CE1; les résultats sont identiques à l'étude précédente (Colé, Royer, Leuwers & Casalis, 2004). De même, des enfants en début de CP réussissent des tâches de segmentation morphémique à 50% et des tâches de composition à 80% (Casalis & Louis-Alexandre, 2000). Le concept de famille morphologique et la construction de familles de mots sont maîtrisés au CP (Colé, Marec-Breton, Royer & Gombert, 2003). Ces auteurs précisent que racines et affixes comptent autant dans l'analyse opérée par le jeune lecteur. Ces connaissances implicites s'avèrent importantes dans la mesure où elles sont corrélées au niveau de lecture atteint par les apprentis-lecteurs, dès le CP (Colé et al., 2004).

Par conséquent, les connaissances implicites constituent une donnée essentielle pour permettre l'analyse consciente des mots en morphèmes, même si souvent cette connaissance concerne le traitement des mots à l'oral.

### 3.2.3. Liens entre habiletés de lecture et morphologie

Les connaissances morphologiques participent donc à l'expérience de lecture. Il reste à déterminer dans quelle mesure elles l'influencent. Les connaissances morphologiques prédiraient 33% de la variance en lecture en CP et 4% de la variance en CM, indépendamment des effets de la phonologie (Carlisle & Nomanbhoy, 1993). Une étude menée par Kirby et al. (2012) sur des enfants de 6 à 8 ans montre que la conscience morphologique est un prédicteur des habiletés de lecture de mots et de pseudo-mots; de plus elle prédit la vitesse de lecture des mots et des textes. Fowler et Liberman (1995) relèvent des contributions à la lecture de mots, contributions qui augmentent du CE2 au CM2 (voir aussi Carlisle, 2000). Ces effets sur les habiletés de décodage apparaissent aussi dans l'étude de Mahony, Singson et Mann (2000), dans les mêmes proportions. Des études plus récentes mettent également l'accent sur le lien entre la variable morphologique et la reconnaissance des mots pour des lecteurs âgés de 10 à 14 ans; cette contribution serait une fois encore indépendante des apports de l'orthographe et de la phonologie (Roman, Kirby, Parrila, Wade-Woolley & Deacon, 2009). Pour d'autres auteurs, au sujet d'enfants âgés de 7 à 9 ans, le lien entre conscience morphologique/décodage est bidirectionnel car les deux habiletés se renforcent mutuellement (Deacon, Benere & Pasquarella, 2013). Cette réciprocité est aussi relevée par Kruk et Bergman (2013) pour des enfants de 6 à 9 ans. Pour des sujets de 7 à 9 ans, une autre étude confirme le rôle de la conscience morphologique sur la reconnaissance des mots même si elle indique aussi l'implication de la conscience orthographique (Apel, Wilson-Fowler, Brimo, & Perrin, 2012). Chez des sujets plus âgés, entre 9 et 15 ans, l'apport de la morphologie est également souligné au sujet des habiletés de lecture, comme étant d'ailleurs la seule mesure significative. L'implication de la morphologie dans ces habiletés est notée aussi pour des lecteurs français de CE1 (Casalis & Louis-Alexandre, 2000). En français aussi, les connaissances morphologiques expliquent 5% de la variance en lecture de mots en GSM (Sanchez et al., 2012).

Un autre domaine qui semble concerné par la morphologie est celui du vocabulaire. Les connaissances morphologiques relevées à différents niveaux (du CM1 à la 3<sup>ème</sup>) montrent une contribution significative aux connaissances lexicales (Nagy, Berninger & Abbott, 2006). De plus des enfants de CM2 et 4<sup>ème</sup> capables d'utiliser l'analyse morphologique peuvent déterminer la signification de mots

inconnus, cette capacité étant plus marquée pour les élèves les plus âgés (Mc Cutchen & Logan, 2011). Par ailleurs on relève des effets significatifs de ces connaissances sur la maîtrise de l'orthographe (Apel et al., 2012 ; Nagy et al., 2006).

Mais s'il est un champ qui nous intéresse en particulier, c'est celui de la compréhension en lecture. Toutes les compétences déjà citées contribuent d'ailleurs à cette compréhension dans la mesure où elles l'améliorent indirectement en automatisant le décodage et en augmentant le vocabulaire du lecteur. De plus, des études ont évalué l'impact de la morphologie sur les habiletés de compréhension en lecture; les résultats vont tous dans le même sens, à savoir que la conscience morphologique augmente la compréhension; dans une étude longitudinale de la GSM au CE1, la conscience morphologique est le meilleur prédicteur de la compréhension en lecture (Fowler & Liberman, 1995 ; Kirby et al., 2012) ; Nunes, Bryant et Barros (2012) montrent que les habiletés morphologiques mesurées chez des enfants âgés de 8-9 ans sont prédictives de la compréhension en lecture et de la fluence mesurées à 12 et 13 ans; mais il semble que la conscience morphologique agisse plus tardivement que la conscience phonologique (Casalis & Louis-Alexandre, 2000) ; Kieffer et Leseaux (2008) notent aussi un renforcement de son effet entre le CM2 et la sixième. Chez des enfants de 7 et 9 ans, ou de 8 et 11 ans on observe les mêmes corrélations (Appel et al., 2012 ; Carlisle, 2000). C'est la compréhension en lecture qui est le plus fortement corrélée à la conscience morphologique, pour des élèves âgés de 9 à 15 ans (Nagy et al., 2006) et la morphologie constituerait l'unique variance pour la compréhension, chez des élèves de CM2 et 4<sup>ème</sup> (Mc Cutchen & Logan, 2011). Cependant, pour Kruk et Bergman, (2013), il s'agit d'un apport réciproque : l'étude longitudinale réalisée sur des enfants de 6 à 9 ans montre que le niveau de compréhension en lecture est corrélé aux capacités de segmentation de mots et que les compétences morphologiques sont prédictives des compétences de compréhension. Ce lien est d'ailleurs mis en évidence par Tong, Deacon, Kirby, Cain et Parrila (2011) chez qui des enfants de 8 à 11 ans, identifiés comme des compreneurs en difficulté se révèlent posséder peu d'habiletés morphologiques. Enfin on peut citer les résultats obtenus par Deacon et Kirby (2004); la seule réussite d'une tâche de morphologie flexionnelle par des enfants de CM1 contribue à leur compréhension en lecture durant le CM1 et le CM2.

D'autre part quelques revues de la littérature font le point sur l'effet des entraînements à la morphologie sur des sujets normo-lecteurs. La première concerne

7 programmes d'entraînement réalisés entre 1986 et 2006, concernant des lecteurs de 7 à 14 ans (Reed, 2008) ; l'impact de la morphologie se révèle positif à la fois sur l'orthographe, l'identification de mots, le vocabulaire et la compréhension en lecture. L'un des points importants de cette synthèse est que les connaissances morphologiques et la capacité des élèves à les généraliser augmentent avec l'âge. En outre, les effets de l'entraînement s'accroissent au fil de l'exposition à des mots complexes et lorsqu'on mène un travail spécifique sur la racine des mots. En 2010, une revue de la littérature est réalisée dans le même domaine : Carlisle recense 16 études concernant une large population, de la maternelle à l'université, sur des sujets normo-lecteurs ou présentant un trouble de la lecture; l'entraînement à la morphologie présente un intérêt dans trois domaines : la phonologie, l'orthographe et le sens des mots. Cependant, ces deux synthèses montrent les limites de ces travaux, insistant en particulier sur l'extrême variété des dispositifs proposés et des mesures. D'autre part, Marec Breton, Besse, et Royer ont publié en 2010 une revue synthétique des liens entre morphologie et apprentissage de la lecture. Tout en réaffirmant l'importance de la morphologie, les auteurs mettent en évidence le lien de réciprocity unissant morphologie et apprentissage de la lecture, les deux domaines se renforçant mutuellement. Cette synthèse corrobore les résultats d'une synthèse antérieure dans laquelle Kuo et Anderson (2006) présentent les mêmes résultats, notant par ailleurs que la conscience morphologique devient un meilleur prédicteur des capacités de lecture à mesure que l'enfant grandit.

Cet ensemble d'études permet de mettre en lumière le rôle important de la morphologie dans l'amélioration des compétences de lecture notamment de la compréhension. Dans la perspective de nous focaliser sur le public des lecteurs dyslexiques, il paraît intéressant de se demander quelle est la nature du lien entre conscience phonologique et conscience morphologique.

#### 3.2.4. Liens entre conscience phonologique et conscience morphologique

Un courant de recherche soutient que la maîtrise de la conscience phonologique est un préalable à l'exercice des habiletés morphologiques. C'est d'ailleurs ce qui ressort du modèle réalisé par Frith (1985); c'est au stade orthographique que s'opèrerait la mise en place d'unités plus larges, les morphèmes, qui permettrait au lecteur de procéder par analogie. Le recours à la morphologie serait un signe

d'expertise (voir aussi Seymour, 1997). D'ailleurs des apprentis lecteurs ont recours aux correspondances graphophonologiques plutôt qu'aux procédures analogiques (notamment aux rimes) pour lire des pseudo-mots (Duncan, Seymour & Hill, 1997). Les analogies reposant sur les rimes sont faites au cours du CE1 (Duncan, Seymour & Hill, 2000).

Pourtant, d'autres auteurs pensent que les compétences morphologiques sont indépendantes des compétences phonologiques et que les premières se mettent en place parallèlement aux secondes. Même si on note que les connaissances morphologiques augmentent avec le niveau de scolarité et les capacités phonologiques, il n'en reste pas moins que les scores obtenus en habiletés morphologiques sont indépendants des autres variables (Roman, Kirby, Parrila, Wade-Wooley & Deacon, 2009 ; Singson, Mahony & Mann, 2012) Cette caractéristique est réaffirmée par Deacon (2012). Casalis et Colé (2009) ont mené une étude auprès d'enfants de GS; les effets d'un entraînement morphologique et phonologique démontrent que les deux domaines font bien appel à deux compétences spécifiques. De plus, cette étude met en lumière la relation à double sens entre conscience phonologique et conscience morphologique. Les effets du double entraînement enrichissent les compétences dans les deux domaines, même s'il s'agit de compétences spécifiques (l'entraînement morphologique augmente la sensibilité phonologique mais n'impacte pas l'analyse consciente des phonèmes; l'entraînement phonologique a un effet sur des tâches de segmentation mais pas sur des tâches de dérivation). Cette influence mutuelle est soulignée également dans d'autres études (Deacon et al., 2013 ; Kruk & Bergman, 2013); les connaissances morphologiques seraient impliquées dans l'apprentissage de la lecture, au même titre que les connaissances phonologiques et orthographiques. Ces liens entre les compétences morphologiques et phonologiques illustrent la théorie de « la triple forme du mot » qui postule que la lecture d'un mot s'effectue par une mise en relation d'informations phonologiques auditives, d'informations orthographiques visuelles et d'informations morphologiques à la fois visuelles et auditives (Berninger, Abbott, Nagy & Carlisle, 2010). Les orthographes opaques, comme le français, tirent un meilleur parti de cette conception dans la mesure où l'orthographe peut utiliser d'autres sources que le code graphophonologique, la morphologie constituant l'une de ces sources. De plus ce code morphologique permet un accès plus rapide aux représentations sémantiques. On peut donc faire l'hypothèse que le lecteur peut

s'appuyer sur ces trois variables pour lire un mot. Par conséquent, si un des domaines est déficitaire, il pourrait s'appuyer sur les autres. C'est ce que semble démontrer l'étude de Deacon (2012) selon laquelle la conscience morphologique aurait un impact plus important sur la lecture pour des enfants en difficulté en conscience phonologique. Cette conclusion ouvre des perspectives intéressantes pour les lecteurs dyslexiques.

### 3.3. Rôle de la morphologie chez les lecteurs en difficulté ou dyslexiques

#### 3.3.1. Introduction

Si les études concernant la place de la morphologie dans le champ des compétences de lecture et d'orthographe sont relativement nombreuses, il n'en est pas de même pour les investigations concernant les lecteurs en difficulté et en particulier les lecteurs dyslexiques.

Nous avons recensé des études depuis les années 80. La vue d'ensemble donne un aspect très hétérogène; les résultats sont très contrastés d'une étude à l'autre. Si certaines études montrent que des compétences morphologiques sont déficitaires chez les lecteurs fragiles, d'autres au contraire font état de l'absence de différences de traitement entre les normo-lecteurs et les lecteurs en difficulté voire dyslexiques, ou témoignent de résultats peu différents ou identiques à ceux de sujets de même niveau de lecture, de vocabulaire ou d'orthographe. Comment expliquer une telle diversité? Les explications données par les chercheurs donnent des éléments convergents. Soulignons tout d'abord que l'ensemble de la recherche concerne des langues très contrastées : des langues transparentes comme l'italien, l'espagnol, le finlandais, le néerlandais; des langues opaques comme l'anglais, le français, le danois, ou d'autres non alphabétiques comme l'hébreu, l'arabe et le chinois. Par ailleurs Berthiaume, Besse, et Daigle (2011) ont proposé une typologie des tâches proposées pour l'évaluation de la conscience morphologique dans 27 études. Ils ont identifié 70 tâches qu'ils ont analysées en fonction des caractéristiques suivantes:

- Les appellations pour désigner la tâche ;
- Les objectifs assignés à la tâche ;
- Les conditions expérimentales caractérisant la tâche ;
- Les principaux effets recherchés (âge, niveau de lecture...) par la tâche ;
- Le type de matériel relié à l'utilisation de la tâche

Une typologie s'appuyant sur le type d'opération mentale suscitée par ces tâches est alors proposé. Cette étude permet de mettre en lumière les difficultés à comparer les résultats des recherches tant les tâches sont différentes; Quémart et Casalis (2015) font le même constat. Par exemple l'utilisation de pseudo-mots peut être un paramètre qui modifie considérablement les résultats. C'est ce que soulignent Berthiaume et Daigle (2014), les pseudo-mots étant fortement corrélés aux habiletés phonologiques. Lazaro, Camacho, et Burani (2013) soulignent également la nécessité de prendre en compte les différences entre les tâches expérimentales interrogées. L'une des conditions expérimentales qui peut être décisive pour une population en difficulté de lecture est soulignée d'ailleurs par Berthiaume et Daigle (2014). Il s'agit de la condition écrit/oral. Enfin pour en finir avec la typologie des tâches, il faut souligner l'importance des contraintes cognitives impliquées, rappelées par Berthiaume et al. (2010) et par Berthiaume et Daigle (2014) : quels sont les paramètres d'une tâche morphologique implicite ou explicite? Comment différencier les procédures implicites des procédures explicites? D'autre part, il apparaît que la comparaison entre les lecteurs en difficulté avec les lecteurs de même âge chronologique ou avec les lecteurs de même niveau dans la tâche ciblée par l'étude, ne donne pas les mêmes résultats, avec des conclusions fortement différentes, du déficit en connaissances morphologiques au constat d'un processus de développement morphologique différent (Berthiaume & Daigle, 2014 ; Quémart & Casalis, 2015). Mahfoudi, Elbeheri, Al-rashidi et Everatt (2010) rappellent également les variations de résultats, dues selon eux à plusieurs raisons : le choix de la langue, les choix des mesures, les groupes testés.

En ce qui concerne les populations testées, il semble difficile de parvenir à une certaine homogénéité tant les profils peuvent être différents, notamment en ce qui concerne la population dyslexique. Deux études dans toutes celles recensées établissent des différences entre les lecteurs dyslexiques. La première est celle de Schiff et Raveh (2007) qui scindent le groupe expérimental en trois, dyslexiques phonologiques, dyslexiques de surface et dyslexiques mixtes. La seconde est celle de Casalis, Colé, et Sopo (2004) qui constituent des sous-groupes en fonction des habiletés phonologiques de l'ensemble des enfants dyslexiques testés.

Afin de pallier l'hétérogénéité des résultats et dans un souci de clarté, nous allons présenter les données de la littérature en quatre étapes : les études portant sur des langues autres que le français, présentant des conclusions mettant en question le

rôle positif de la morphologie pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques; les études portant sur des langues autres que le français présentant des conclusions soulignant l'apport de la morphologie sur ces populations une recension d'études concernant les entraînements morphologiques s'appuyant sur les méta-analyses conduites par Goodwin et Ahn (2010), Bowers, Kirby, et Deacon (2010) et Reed (2008); les études portant sur le français que nous développerons en détail.

### 3.3.2. Mise en question de l'apport de la morphologie pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques dans des langues autres que le français

Les connaissances morphologiques sont-elles déficitaires chez les enfants dyslexiques? Ce point est discuté dans l'étude de Rubin, Patterson, et Kantor (1991); des enfants dyslexiques anglais de 7 ans sont moins performants que leurs pairs dans des tâches morphologiques orales et écrites; il existe ainsi une corrélation entre les connaissances morphologiques à l'oral, qu'elles soient implicites ou explicites et les performances écrites, en morphologie. Il semblerait donc que les dyslexiques aient un déficit en connaissances morphologiques. Or, Mahfoudi et al. (2010) constatent que les enfants dyslexiques possèdent des connaissances morphologiques qu'ils ne parviennent pas à investir pour améliorer leur compréhension en lecture. Ce type de distorsion apparaît aussi dans l'étude de Ben Dror, Frost et Bentin (1995), dans une langue comparable, l'hébreu; sur une tâche de jugement de relation morphologique entre des paires de mots, les enfants en très grande difficulté de lecture (le terme de dyslexie n'est pas utilisé) réussissent moins bien que les groupes appariés en âge chronologique ou de même niveau de vocabulaire alors qu'ils produisent le même nombre de mots que ce dernier groupe. Cet écart s'expliquerait là aussi par une difficulté à appliquer de façon consciente des savoirs linguistiques implicites.

Un manque de sensibilité morphologique est aussi noté en ce qui concerne la reconnaissance de mots. Girauo (2001) constate que dans une tâche d'amorçage de mots dérivés, *pottery/pot* (poterie-pot) et de mots pseudo-dérivés, *potato/pot* (pomme de terre-pot), les enfants dyslexiques ne détectent pas les dérivations justes plus rapidement, au contraire d'enfants normo-lecteurs. De la même façon quand on présente des mots avec des divisions morphologiques, *ACTor* (ACTeur) ou phonologiques, *ACtor* (ACteur) à des lecteurs en difficulté de CM1- 6<sup>ème</sup>, ces derniers

sont plus lents à lire les segmentations liées à la morphologie. Cette difficulté à reconnaître les suffixes se manifeste aussi sur des tâches de décision lexicale pour des lecteurs en difficulté même si les auteurs notent pourtant une sensibilité à la structure interne des mots (Duncan, Gray, Quémart & Casalis, 2010). De même la tâche de choix de suffixe serait déficitaire chez des enfants à risque ainsi que la tâche de jugement de relation, mieux réussie cependant (Nagy, Berninger, Abbott, Vaughan & Vermeulen, 2003).

Enfin un certain nombre d'études présente des résultats nuancés; même si les manipulations morphologiques décrites n'entraînent pas toujours des résultats totalement positifs, il semble que les conditions de passation de la tâche, le type de matériel choisi influent sur l'issue de l'expérience. De fait, les tâches orales sont mieux réussies que les tâches écrites (Champion, 1997 ; Windsor & Hwang, 1997). De plus le degré de transparence phonologique et/ou orthographique entre les bases et les formes dérivées modifie les résultats (Carlisle, Stone & Katz, 2001 ; Champion, 1997, Windsor, 2000). Par exemple, Fowler et Libermann (1995) précisent que même si on peut noter un manque de sensibilité à la morphologie dérivationnelle chez des sujets ayant un retard en lecture, la transparence phonologique du matériau utilisé influe sur le résultat. Une étude va même plus loin, affirmant que le déficit morphologique ne serait que la conséquence du déficit phonologique constaté chez les dyslexiques (Shankweiler et al., 1995). Les changements phonologiques entre base et mot dérivé affectent d'ailleurs aussi les normo-lecteurs (Mahony et al., 2000). Par ailleurs l'utilisation de pseudo-mots semble gêner à la fois les normo-lecteurs et les dyslexiques (Siegel, 2008). Mais les enfants en difficulté rencontrent davantage de problèmes si on leur demande de produire une réponse plutôt que d'en choisir une (Champion, 1997 ; Windsor & Hwang, 1997).

Chez des étudiants dyslexiques, il semblerait qu'il n'y ait pas de sensibilité à la morphologie dérivationnelle, dans des tâches en temps limité, sur des tâches de décision lexicale. Ce résultat plaide en faveur de l'existence d'une voie différente d'identification des mots dérivés chez les adultes dyslexiques ayant compensé et atteint un niveau de compréhension en lecture identique à leurs pairs (Deacon, Parrila & Kirby, 2006). Le même constat, en hébreu, a été établi. Des adultes dyslexiques, pourtant performants en lecture (niveau de lecture universitaire), se montrent en difficulté dans des tâches d'amorçage de complèment de mots (Schiff & Raveh, 2007) et de décision lexicale (Schiff & Raveh ; Schiff & Ravid, 2004). Ce

manque d'habiletés morphologiques entraîne des déficits en orthographe (Schiff & Ravid, 2004). Pour Schiff et Raveh, ce déficit s'expliquerait dans la mesure où les connaissances générales, développées chez les étudiants, leur permettent de compenser ; de plus les tâches demandées dans les expériences exigent des compétences métalinguistiques qui sont très difficiles pour des dyslexiques.

### 3.3.3. Description des apports de la morphologie pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques dans des langues autres que le français

Un certain nombre d'études s'accorde pour constater que dans des épreuves de tâches morphologiques, les enfants dyslexiques atteignent un niveau comparable à celui d'enfants appariés de même niveau en lecture et/ou en lexique (Bryant, Nunes & Bindman., 1998 ; Champion, 1997). Sur des tâches de lecture à voix haute de mots et de pseudo-mots dérivés, Burani, Marcolini, De Luca et Zoccolotti, (2008) notent que les dyslexiques et les enfants appariés de même niveau lexique tirent avantage des morphèmes de la même façon, sur la lecture de pseudo-mots dérivés (même vitesse de lecture et même nombre d'erreurs pour les deux groupes). Pour la lecture de mots dérivés ou simples, les dyslexiques lisent les mots simples aussi vite que le groupe d'âge lexique et lisent les mots dérivés plus rapidement. En ce qui concerne la prononciation, les dyslexiques commettent moins d'erreurs que le groupe d'âge lexique. Par ailleurs des résultats similaires entre dyslexiques et enfants de même âge orthographique se retrouvent sur des tâches d'orthographe (Bourassa & Treiman, 2008) ; tous utilisent de la même manière le principe de constance morphologique qu'ils étendent à des mots dérivés subissant un changement orthographique par rapport à la base (ils écrivent *explanation* pour *explain*), ce qui montre qu'ils utilisent la base, *explain*). Carlisle (1988) note également un écart entre les connaissances sur la morphologie dérivationnelle et l'orthographe des formes dérivées chez des sujets dyslexiques puisque des dyslexiques de classe de 5ème ont des connaissances en morphologie dérivationnelle qui les situent entre la 6<sup>ème</sup> et la 4ème mais sur l'orthographe des formes dérivées, leur niveau correspond à celui d'enfants de CM1.

Au-delà de cette comparaison avec les lecteurs appariés selon le niveau, le recours à la morphologie, par les dyslexiques, paraît être plus utilisé que le recours à la phonologie et constituer une stratégie compensatoire qui aide à la lecture. Dans

une étude de 2010, Burani compare la lecture de mots simples et dérivés courts à celle de mots simples et dérivés longs. Les dyslexiques lisent plus vite les mots dérivés, quelle que soit leur longueur, que les mots simples, qu'ils soient courts ou longs. De même ils commettent moins d'erreurs de prononciation sur les mots dérivés longs et rares que sur les mots simples longs et rares. D'après l'auteur, il semblerait que, au moins dans des langues transparentes, le recours à l'unité morphologique soit un puissant levier pour améliorer la fluence de lecture des dyslexiques. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par une autre étude portant également sur l'italien puisqu'en lecture à voix haute, les dyslexiques bénéficient des morphèmes pour lire des mots et des pseudo-mots complexes (Traficante, Marcolini, Luci & Zoccolotti & Burani, 2011). Cette facilitation de la morphologie pour l'accès au lexique et pour la fluence de lecture ne dépend d'ailleurs pas de la fréquence du mot (Marcolini, Traficante, Zoccolotti & Burani, 2011). La manipulation de la racine met en évidence le même apport bénéfique car une racine conduit à une tâche de dénomination plus rapide et plus précise qu'une non racine (Traficante et al., 2011). Dans d'autres langues comme l'hébreu, on note également des effets d'amorçage positifs pour des mots dérivés dans une tâche de décision lexicale (Leikin & Zur Hagit, 2006).

Dans une étude antérieure, Lentz et Hugues (1990) ont montré que des adolescents dyslexiques, entraînés à une stratégie de décodage basée sur l'influence du contexte et la segmentation morphémique commettent moins d'erreurs en lecture à voix haut. De plus certains améliorent leur compréhension de textes. Cela rejoint les résultats de Elbro et Arnbak (1996) qui montrent que les dyslexiques s'appuient sur les morphèmes durant la reconnaissance visuelle des mots. De plus, l'efficacité est plus grande quand on les contraint à utiliser une fenêtre pour lire les mots morphème par morphème.

Certains traits spécifiques au matériau nuancent les apports de la morphologie pour les lecteurs dyslexiques. Par exemple, en espagnol, la fréquence des constituants morphémiques a un effet sur une tâche de définition de pseudo-mots chez des enfants en difficulté (Lazaro, 2012) alors que dans une autre étude (Lazaro, Camacho & Burani, 2013), l'effet de fréquence de la base n'est pas retrouvé, probablement sous l'effet de contraintes plus importantes pour les lecteurs dyslexiques (pseudo-mots et tâches en temps limité.) Le choix des affixes peut se révéler aussi important; à ce sujet, Henry (2003 cité par Goodwin & Ahn, 2010)

propose une amélioration des habiletés en orthographe et en lecture, fondée sur l'utilisation des affixes d'origine grecque et latine. C'est le constat qu'elle avait déjà fait dans son programme d'entraînement pour les dyslexiques, programme pris en compte dans la méta-analyse de Goodwin et Ahn (2010). Une autre variable, déjà abordée ci-dessus concerne le degré de transparence entre la base et le mot dérivé, mais plus particulièrement le degré de transparence sémantique ; les mots sémantiquement transparents comme *sunburn* (coup de soleil) sont lus plus rapidement que les mots sans transparence sémantique comme *window* (fenêtre) (Elbro & Arnbak, 1996).

#### 3.3.4. Recension des effets d'un entraînement morphologique pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques dans des langues autres que le français

Les trois méta-analyses déjà citées (Goodwin & Ahn, 2010 ; Bowers et al., 2010 ; Reed, 2008) donnent des résultats convergents sur l'effet d'entraînements morphologiques sur des sujets dyslexiques ou en difficulté de lecture. Bowers et al. (2010) élargissent le panel retenu par Goodwin et Ahn (2010) à des normo-lecteurs. Nous ne tiendrons pas compte de ces études ; de même Reed (2008) retient trois études qui ne concernent pas les lecteurs en difficulté. Finalement c'est l'étude de Goodwin et Ahn qui offre la meilleure perspective pour ce profil de lecteurs.

Leur analyse porte sur 17 études, en tenant compte des méthodes utilisées, du profil des participants, des types d'entraînement et des mesures des résultats. L'ensemble des résultats montre l'efficacité d'un entraînement morphologique sur la plupart des compétences de lecture. Il permet en effet d'améliorer à la fois la conscience phonologique et morphologique; le vocabulaire bénéficie également de ce type d'intervention, à la fois sur le plan sémantique et orthographique. Ces avancées ont un effet direct sur la compréhension en lecture. A ce sujet, les auteurs notent le réel potentiel existant, dans la mesure où les supports utilisés pour mesurer la compréhension ne contenaient pas les 60 à 80% de mots morphologiquement complexes présents habituellement dans les textes. Par ailleurs cet entraînement profite à tous les groupes, quelle que soit leur taille, avec un effet maximum pour les petits groupes. Un autre fait majeur est que tous les enfants présentant des difficultés tirent parti de ces entraînements (enfants présentant des difficultés de lecture, des troubles du langage oral, des troubles d'apprentissage, un retard de lecture et de parole, dyslexiques).

Une autre étude, non prise en compte par cette méta-analyse témoigne de l'efficacité de l'entraînement aux habiletés morphologiques, de manière indirecte. Après une formation des enseignants sur le rôle de la morphologie en orthographe, ces derniers ont modifié leur pratique, ce qui en retour a augmenté les compétences orthographiques d'élèves de 7 et 11 ans et de milieu socio-économique bas, dont beaucoup avaient l'anglais comme seconde langue (Hurry et al., 2005).

D'autres programmes d'entraînement morphologique parviennent à la conclusion que le vocabulaire s'améliore sous l'effet de ces entraînements (Carlisle 2007 ; Katz & Carlisle, 2009). De plus ces mêmes auteurs relèvent des progrès en lecture

### 3.3.5. Etat des recherches sur la morphologie pour des lecteurs en difficulté ou dyslexiques, en français

Des programmes d'entraînement ont été conduits en français et ont donné des résultats concluants. Colé, Casalis et Dufayard (2012) mis au point un logiciel d'entraînement, « Morphorem », à destination d'élèves dyslexiques, de classes de cinquième. Grâce à cet outil, les élèves progressent dans plusieurs domaines : analyse morphologique, compréhension des mots suffixés et décodage. Cet outil a été utilisé pour l'expérience menée par Brèthe et Bogliotti (2012) : six adolescents, âgés de 10 à 14 ans, ayant un trouble sévère de la lecture (35 mois de retard) ont participé à un programme d'entraînement portant à la fois sur les bases, les préfixes et les suffixes, dans un contexte oral et écrit. Ils ont tous progressé sur les tâches entraînées (*i.e.* tâches de dérivation, de jugement d'intrus et de définition). Par ailleurs le test de lecture de l'Alouette a permis de mettre en évidence de nets progrès en décodage (+ 9 mois d'âge lexique) ; nous reproduisons ci-dessous les tableaux réalisés par les auteurs :

Groupes	Age chronologique (en années+mois)		Age lexique (en années+mois)	
	Septembre 2010 (début d'entraînement)	Mars 2011 (fin d'entraînement)	Septembre 2010 (début d'entraînement)	Mars 2011 (fin d'entraînement)
<b>CTRL</b>	12,1	12,7	8,6	8,8
<b>EXPE</b>	11,11	12,5	8,5	9,2

Tableau 1. Evolution des âges de lecture (AL) au test de l'Alouette. Comparaison groupe contrôle (CTRL) groupe expérimental (EXPE) d'après Brèthes, H, & Bogliotti, C. (2012, p. 1547)

Enfin les marges de progression les plus importantes concernent la lecture de mots réguliers, irréguliers, de pseudo-mots et de mots affixés : en termes de rapidité, on

note des améliorations sur les mots non affixés mais surtout sur les mots affixés (gain de 34%).

Au-delà des entraînements, d'autres études se sont intéressées à l'évaluation de compétences spécifiques dans le domaine de la morphologie chez des enfants dyslexiques. Elles révèlent pour la plupart que les lecteurs dyslexiques réussissent davantage dans des tâches sémantiquement signifiantes (Casalis, Mathiot, Bécavin & Colé, 2003); les tâches de complèment de phrases sont aussi bien réussies que le groupe apparié en âge lecture et supérieurs pour la production de mots dérivés (Casalis et al., 2004). Cet effet du sens est d'autant plus significatif que les dyslexiques réussissent moins bien dans des tâches similaires sur des pseudo-mots. De même on observe également une augmentation des difficultés si les liens phonologiques entre bases et suffixes sont plus complexes et ces difficultés sont proportionnelles à l'intensité du déficit phonologique du sujet (Casalis et al., 2004). Quémart et Casalis (2015) ont utilisé des tâches d'amorçage masqué afin de vérifier l'influence des propriétés sémantiques des morphèmes durant la reconnaissance visuelle des mots chez des enfants dyslexiques. On remarque un niveau morpho-sémantique de représentation plutôt que morpho-orthographique (pas d'effet sur les pseudo-mots) ; de plus, les tâches d'amorçage masqué montrent que l'activation des représentations morphologiques est rapide et automatique. Dans une deuxième expérience, les auteurs ont évalué l'influence des propriétés formelles des morphèmes. Le lien sémantique est maintenu. Les résultats montrent que les dyslexiques s'appuient sur les morphèmes malgré les changements de formes entre bases et dérivés. En définitive, à la lecture de ces travaux, il apparaît que les compétences morphologiques des dyslexiques se développent, au moins en partie, indépendamment de leurs habiletés phonologiques. La valeur sémantique du morphème prévaudrait sur sa forme.

Quand on observe des élèves dyslexiques sur des tâches morphologiques spécifiques, on relève de réelles aptitudes en conscience morphologique, bien au-delà de leurs aptitudes phonologiques. Ces résultats témoignent de connaissances morphologiques préservées. C'est le cas sur des tâches de suppression de suffixes (Casalis et al., 2004) même si les dyslexiques phonologiques sévères sont plus sensibles à l'effet de changement phonologique de la syllabe entre base et dérivé. Mais Berthiaume et Daigle (2014) obtiennent des résultats inverses; mais la tâche s'effectuait à l'écrit. En outre cette tâche consistait à supprimer aussi des préfixes.

Sur d'autres épreuves, comme le choix de dérivés en contexte, les résultats sont équivalents entre dyslexiques et enfants d'âge-lecture pour les mots et on note peu de différences entre les trois groupes (dyslexiques, groupe âge lecture, groupe âge chronologique) pour les pseudo-mots. (Casalis et al., 2003). Sur une tâche de recherche d'intrus, les scores dépendent de la nature de l'intrus recherché (base, pseudo-dérivé, suffixe), avec de plus grandes difficultés pour les pseudo-dérivés et les suffixes (Casalis et al., 2003). Sur une tâche proche, de jugement de plausibilité, on constate une certaine sensibilité morphologique pour cette tâche implicite bien que les dyslexiques n'atteignent pas le score des deux autres groupes. Mais il s'agit là encore d'une tâche proposée à l'écrit (Berthiaume & Daigle, 2014). Enfin les dyslexiques obtiennent des résultats similaires à ceux des enfants d'âge lecture sur des tâches de fusion mais se montrent moins performants sur des tâches de segmentation (Casalis et al., 2004). L'issue de ces études montre en général que les enfants dyslexiques ont développé une conscience morphologique supérieure à ce que laissent présager d'une part leurs habiletés phonologiques, d'autre part leur niveau en lecture.

### 3.4. Bilan

---

L'unité morphologique apparaît comme un paramètre déterminant des processus de lecture. D'une part, le repérage des morphèmes améliore non seulement le déchiffrage mais booste aussi les connaissances lexicales. Leur maîtrise serait également bénéfique à la compréhension. Notons surtout que leur influence est indépendante des habiletés phonologiques. D'autre part, l'utilisation des morphèmes évolue avec l'âge et prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure que celles des phonèmes décroît. La maîtrise de la morphologie serait donc un signe d'expertise même si des recherches ont démontré le caractère implicite de l'apprentissage qui pourrait même expliquer le phénomène d'explosion lexicale. Enfin un certain nombre d'études montre l'effet bénéfique d'entraînement à la morphologie sur la conscience phonologique et orthographique ainsi que sur le lexique, induisant alors un effet positif sur la compréhension.

En ce qui concerne la population dyslexique, même si les dyslexiques obtiennent des scores inférieurs aux élèves de même âge chronologique dans des tâches morphologiques, il s'avère que leurs résultats sont souvent semblables à ceux

d'élèves contrôles (d'âge lexique et/ou lecture). Les résultats semblent indiquer que les habiletés morphologiques des enfants dyslexiques seraient moins dégradées que leurs habiletés phonologiques. Le recours à l'unité morphologique, renvoyant non plus au son mais au sens, serait donc un moyen compensatoire de décodage pour les dyslexiques. Chez eux, la corrélation entre conscience morphologique et habiletés de lecture et orthographique est plus élevée que celle liant ces mêmes compétences à la conscience phonologique et syntaxique. A ce stade, nous rejoignons donc les préoccupations de Casalis et al. (2003, p 9) : « la question qui se pose désormais à nous est de savoir dans quelles mesures ces compétences peuvent être directement exploitées dans la lecture proprement dite, tant dans l'identification des formes orthographiques que dans la compréhension de phrases. »

## Conclusion aux trois premiers chapitres

---

La compréhension en lecture constitue un processus complexe dont l'étude montre ses limites dans la mesure où il est impossible d'englober la totalité des paramètres qui le constituent. Le modèle sur lequel nous avons choisi de travailler, le modèle de la *Simple View of Reading (SVR)*, rend compte de cette complexité en tant que modèle intégratif. D'une part, il met en avant l'importance du décodage, spécificité du langage écrit, sans lequel il est impossible de lire. Ce paramètre est le facteur clé des études sur la dyslexie, définie comme « une altération spécifique et significative de l'acquisition de la lecture » (CIM 10). D'autre part, en définissant la compréhension écrite comme le produit du décodage et de la compréhension orale, il permet d'intégrer d'autres paramètres comme les capacités lexicales et syntaxiques. De plus comme la compréhension du langage oral, la compréhension du langage écrit exige la construction d'une représentation mentale mobilisant notamment le traitement des inférences et des anaphores et les connaissances du lecteur. Notre revue de la littérature concernant les processus de compréhension et la dyslexie a permis de mettre à jour le lien entre déficit du décodage et déficit en compréhension, notamment à cause du défaut d'automatisation de l'acquisition lexicale. De plus, la compréhension des adultes dyslexiques peut continuer à être déficitaire notamment celle de phrases complexes et de textes longs. Les critères du modèle *SVR* permettent donc de rendre compte des spécificités des sujets dyslexiques. Par ailleurs, dans le cadre de notre travail qui consiste à trouver comment aménager les tâches de lecture pour améliorer la compréhension des élèves dyslexiques, il nous a paru opportun d'orienter notre réflexion sur la morphologie. La théorie de la granularité (Ziegler & Goswami, 2005) amène en effet à se demander si d'autres unités que le phonème et le graphème faciliteraient l'accès au code des sujets dyslexiques et par conséquent améliorerait leur compréhension. La revue de la recherche a permis de montrer que l'unité morphologique pourrait constituer un levier efficace.

Néanmoins, il existe d'autres processus plus généraux intervenant dans la compréhension du langage oral. Cette partie de l'équation de Gough et Tunmer est d'ailleurs souvent présentée de façon monolithique et moins étudiée que le décodage. Cutting et Scarborough (2012) rendent compte de cet état de fait et signalent certaines fonctions exécutives. Selon eux, un déficit de certaines d'entre

elles pourrait même déterminer de nouveaux profils d'individus présentant des problèmes de compréhension. C'est pourquoi nous souhaitons aborder le domaine de la mémoire de travail. En effet, la mémoire de travail (MDT) apparaît comme l'un des facteurs importants intervenant dans le traitement des processus cognitifs complexes dont la compréhension du langage fait partie. D'ailleurs certains travaux que nous avons explorés en rendent compte : l'un des modèles cités, le MIMIC (*multiple indicator multiple indicator cause*, p 25), incluant le modèle SVR prend en compte la MDT dans les facteurs expliquant la variance en compréhension écrite. De plus la revue des déficits affectant les sujets dyslexiques a mis en lumière un déficit en MDT (De Clerq-Quaeghebeur et al., 2010, p 50). A ce sujet, l'hypothèse de Ramus et Szenkovits (2008), partagée par Boets et al. (2013) et Gabrieli (2009) donne un nouvel éclairage (p. 50). Le déficit phonologique serait un déficit d'accès aux représentations phonologiques expliquant pourquoi ce sont les tâches les plus coûteuses en MDT qui sont touchées. D'ailleurs ce rôle de la MDT dans le traitement de tâches complexes au niveau phrastique, même chez des normo-lecteurs, est rapporté dans des études antérieures (Caplan, 1999 ; Gibson, 1998). Pour Leikin et Bouskila (2004), c'est d'ailleurs la MDT et le déficit phonologique qui expliqueraient la difficulté de compréhension des structures syntaxiques complexes et non un déficit général du traitement syntaxique. La mémoire de travail apparaît par conséquent être fortement impliquée dans la compréhension et être un facteur discriminant des sujets dyslexiques. Nous avons donc voulu approfondir cette voie afin d'envisager comment elle intervient dans les processus de compréhension à la fois chez des normo-lecteurs et des sujets dyslexiques.

## CHAPITRE 4. LA MEMOIRE DE TRAVAIL ET LA COMPREHENSION EN LECTURE

La mémoire de travail (MDT) concerne tous les apprentissages; Fenesi, Sana, Kim et Shore (2015) rappellent combien le champ de l'Éducation se superpose aux recherches menées sur la MDT. Certains travaux indiquent que la MDT reste le meilleur prédicteur de la réussite scolaire (Dehn, 2008 ; Kane and Engle, 2002); par les processus d'inhibition, de maintien, de traitement et de rappel de l'information, la MDT assure les apprentissages. Par ailleurs, quel que soit le modèle utilisé pour définir la compréhension en lecture, tous indiquent que comprendre un texte suppose la construction d'une représentation mentale dont le lecteur doit se souvenir pour pouvoir la traiter. Cela suppose le traitement actif d'informations en mémoire de travail (Kendeou, Van Den Broek, Helder & Karlsson, 2014). Engle (2002) rappelle que les performances en MDT prédisent les performances dans des activités cognitives de haut niveau, notamment la compréhension du langage (voir aussi Engle & Kane, 2004). Nous allons donc consacrer ce chapitre à l'étude de la MDT et de son implication dans les processus de compréhension

Tout d'abord, notre étude s'attachera à définir certains modèles de la MDT, en lien avec la compréhension. Puis, nous examinerons les liens entre compréhension en lecture et MDT avant d'examiner les relations entre la MDT et la dyslexie. Enfin nous verrons comment la Théorie de la Charge Cognitive, qui repose sur la MDT, offre des perspectives de réflexion intéressantes, au vu de nos objectifs, permettant d'opérationnaliser les processus de la MDT dans l'environnement de l'apprentissage.

### 4.1. Les modèles de mémoire de travail

---

#### 4.1.1. Le modèle de Baddeley et Hitch

Ce modèle a adopté le concept de mémoire de travail, remplaçant le concept de mémoire à court terme de Miller (1956 cité par Sweller, 2003) même si le terme de mémoire de travail a été inventé par Miller, Galanter et Pribram (1960 cité par Baddeley, 2003), passant de l'idée d'un processus de stockage à l'idée de traitement. Le modèle de Baddeley et Hitch (1974, cité par Baddeley, 2003) est un modèle modulaire en ce sens qu'il repose sur l'existence d'unités distinctes interconnectées; le schéma ci-dessous reproduit les trois unités décrites dans ce modèle :

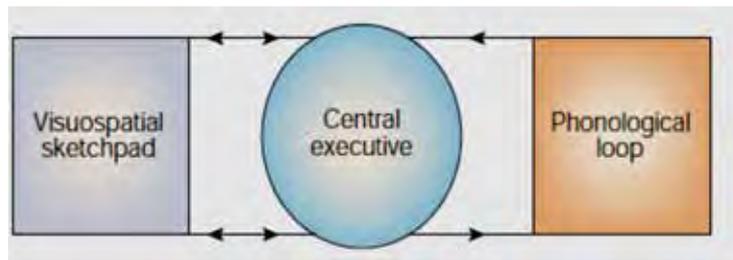


Figure 6. Le modèle de Mémoire de Travail à trois composantes proposé par Baddeley.A (2003, p. 829).

Un centre exécutif (ou administrateur central) contrôle et régule les opérations de traitement des données. Chanquoy et Negro (2004, p. 203) décrivent ces diverses fonctions : « L'administrateur central répartit les ressources attentionnelles, régule le flot des informations en MDT, aide à la récupération d'informations en MLT, sélectionne des stratégies cognitives et coordonne les traitements et le stockage des informations.»

Deux systèmes esclaves dépendent de lui :

- la boucle phonologique assure le stockage et le traitement du matériel verbal et acoustique ; deux sous- processus sont impliqués : un registre de stockage passif et un processus de répétition subvocale qui recode des informations visuelles en information phonologique ou permet le rafraîchissement des traces phonologiques.
- Le calepin visuo-spatial assure quant à lui le traitement et le maintien du matériel visuel et spatial ainsi que la représentation et la manipulation des images mentales. Il est organisé comme la boucle phonologique en deux sous-systèmes, d'une part, le cache visuel dont la fonction est le stockage passif des informations visuelles, d'autre part, le scribe interne qui permet leur rafraîchissement. Cette mémoire de travail se caractérise par une limitation du nombre d'informations pouvant être traitées tant sur le plan quantitatif que sur le plan temporel.

En 2000, Baddeley a modifié son modèle en ajoutant un troisième système esclave, le buffer épisodique qui présente les mêmes limites que les deux autres, en termes de temps et de capacité. Le buffer épisodique permet le stockage d'informations multimodales provenant soit du calepin visuo-spatial et de la boucle phonologique soit de la mémoire à long terme ; il joue donc le rôle d'interface entre les différentes composantes du modèle initial en assurant la coordination entre les différentes sources d'information et avec la mémoire à long terme. Il interviendrait

notamment lors du traitement du langage écrit qui requiert à la fois un traitement phonologique et un traitement visuel (voir aussi Baddeley, 2012).

Un ensemble d'études visant à tester les capacités en MDT verbale et en MDT visuo-spatiale tend à confirmer que le maintien de ces informations requiert bien l'allocation de ressources distinctes comme l'établit le modèle de Baddeley alors que le traitement serait dû à un mécanisme général (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006).

En 2012, Baddeley a apporté des éléments nouveaux au fonctionnement de son modèle, notamment sur les liens entre MDT et mémoire à long terme (MLT), répondant aux conceptions de Cowan et de Kintsch qui remettent en cause l'indépendance des deux systèmes. Baddeley, se référant au modèle de la MDTLT de Kintsch, reconnaît que l'expertise booste la MDT. Cependant, selon lui, cela n'explique pas la modélisation de Kintsch et Cowan mais souligne plutôt l'interaction entre MLT et MDT (Baddeley, 2012) ; il définit alors la MDT comme une interface entre cognition et action selon le modèle suivant :

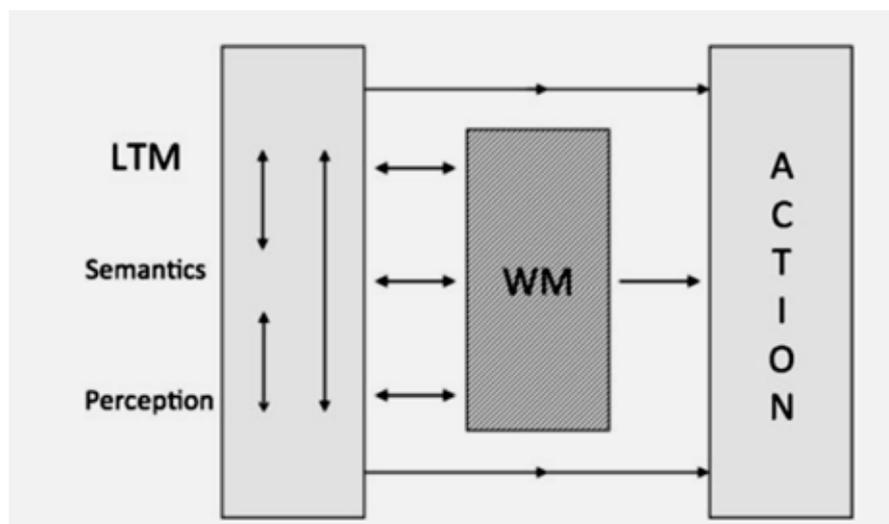


Figure 7. Illustration des liens entre Mémoire à Long Terme (LTM, long term memory) et Mémoire de Travail (WM, working memory) d'après Baddeley, A. D. (2012, p. 18).

L'organisation de la MDT subit également un changement dans la mesure où le buffer épisodique apparaît comme un sous-système du centre exécutif ; il n'est plus mis au même niveau que les systèmes esclaves ; la figure ci-dessous illustre cette nouvelle répartition :

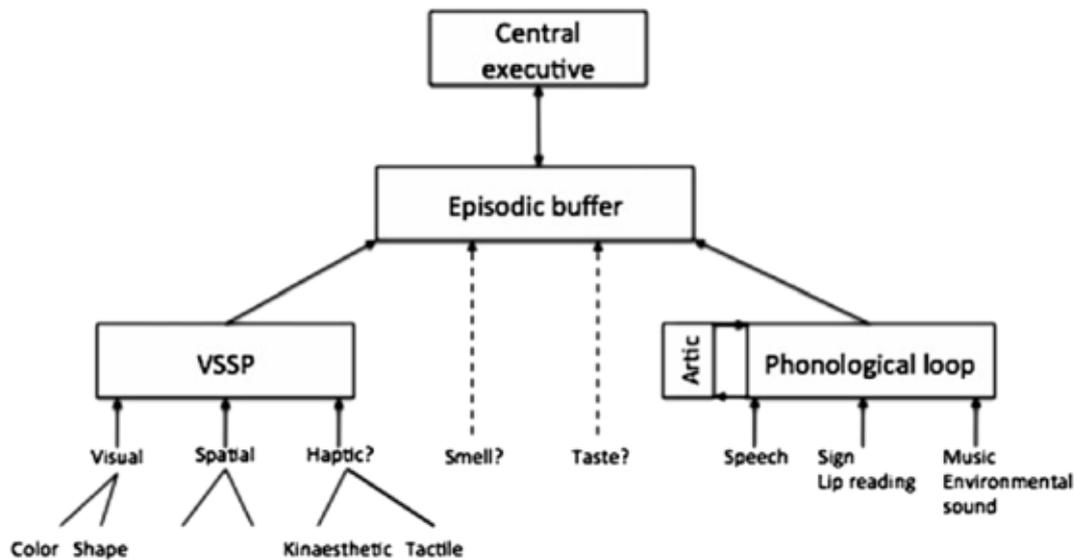


Figure 8. Illustration du modèle de mémoire de travail incluant le buffer épisodique d'après Baddeley, A. D. (2012, p. 23).

#### 4.1.2. Le modèle de Cowan

Contrairement à Baddeley, Cowan va proposer un modèle unitaire de la MDT; même si on y retrouve un système de stockage (stockage à court terme) et un système de traitement, la MDT est conçue comme la partie activée de la mémoire à long terme. Au sein de cette partie activée, Cowan définit une partie encore plus restreinte, suractivée, qu'il appelle le focus attentionnel (Cowan, 1988) correspondant au système de traitement. Il faut noter cependant que les informations automatisées ne nécessitent pas un traitement par le focus attentionnel (Cowan, 1988). Il s'agit donc d'une évolution fondamentale dans la mesure où la MDT ne se conçoit plus en termes de capacité de stockage mais en termes de capacité à maintenir et contrôler l'attention au cours d'une tâche spécifique. Par ailleurs ce modèle n'opère plus de scission entre MDT et mémoire à long terme, la première n'étant qu'une partie plus activée de la seconde (voir aussi Cowan, 1988). D'ailleurs la nouvelle organisation de la MDT proposée par Baddeley (2012) semble tendre vers ce modèle. Le buffer épisodique pourrait correspondre au focus attentionnel, partie suractivée de la MLT. Le modèle de Cowan se rapproche aussi de celui d'Engle; ce dernier partage avec Cowan l'idée que c'est le rôle du contrôle attentionnel qui est au cœur du fonctionnement et de l'architecture de la MDT même si pour Engle, la capacité de

l'attention contrôlée est limitée. Ce dernier conserve aussi l'idée qu'il existe des composantes de stockage distinctes.

Une autre dimension importante des modèles de la MDT est la question des limites tant en durée qu'en capacité. Cowan reconnaît aussi ces limites. Il existe selon lui une limite temporelle de l'activation des items et une limite en capacité pour le focus attentionnel (Cowan, 2010, 2011). Sur ce point, il précise que la création de réseaux entre items verbaux (*chunks*) permet d'augmenter cette capacité (Cowan, 1988). Ce nombre d'unités ou de *chunks* serait limité à 3 quand la répétition subvocale est supprimée (Chen & Cowan, 2009). Néanmoins le concept de limite de la capacité est reconsidéré et l'implication de la MLT pourrait modifier cette limite notamment dans des tâches complexes (Cowan et al., 2012). D'ailleurs Cowan reconnaît les incertitudes qui persistent au sujet de cette notion de limite, qu'il s'agisse des limites de stockage, de temps ou de traitement. D'autre part il cite une série de travaux qu'il a menés, tendant à démontrer que cette limite de la capacité de stockage est développementale (Cowan, 2014). Cowan, Morey, AuBuchon, Zwilling et Gilchrist (2010) démontrent aussi que la capacité de stockage varie selon les individus ; le caractère développemental des capacités de stockage des items visuels, non liées aux processus d'encodage est également souligné (Cowan, AuBuchon Gilchrist, Ricker & Saults, 2011) ; par ailleurs le nombre d'items pouvant être stocké est indépendant de la modalité (Cowan., 2011).

Par ailleurs Cowan (1992) montre qu'un balayage rapide des items pendant les pauses entre les réponses permet la réactivation de celles-ci avant le déclin des traces mnésiques. Il existerait donc une corrélation non pas entre le taux de rappel et l'empan en MDT mais bien entre la durée du rappel et l'empan en MDT. De plus, cette réactivation ne serait pas due à la répétition subvocale car l'effet de longueur des mots est négatif. Cette réactivation serait due au focus attentionnel. Plus récemment, il cite d'autres travaux en appui de ses observations; ce qui est coûteux sur le plan attentionnel ne serait pas le stockage mais la capacité à rafraîchir les items (Barrouillet, Bernardin, Portrat, Vergauwe & Camos, 2007; Barrouillet, Portrat, & Camos, 2011). Chen et Cowan (2009), quant à eux, admettent que l'attention est mobilisée pour le maintien des items à rappeler lorsque la charge en mémoire dépasse les limites.

#### 4.1.3. Le modèle de mémoire de travail à long terme (MDTLT) d'Ericsson et Kintsch

Ce modèle né en 1995 présente plusieurs éléments intéressants. En premier lieu les auteurs font directement référence à l'activité de compréhension de texte en tant que processus impliquant une lourde charge en mémoire de travail, ce qui rejoint l'objet même de notre étude. En effet, cette tâche est définie comme une tâche complexe qui requiert le traitement d'un flux d'informations nombreuses et différentes, chaîne anaphorique, intégration des éléments lus aux éléments précédents et connaissances du lecteur. Kintsch, Patel et Ericsson (1999) présentent à nouveau la compréhension en lecture comme une tâche complexe requérant deux niveaux de traitement pour la MDTLT, un niveau qui permet de traiter les informations du texte et de relier les propositions, un niveau permettant l'intégration des informations fournies par le texte aux connaissances d'un individu. Le résultat de cette intégration est l'élaboration d'un modèle de la situation décrite par le texte. En deuxième lieu, les auteurs remettent en question les limites de la capacité de la MDT ainsi que ses limites temporelles (voir aussi Tricot & Sweller, 2014); les éléments de connaissances contenus dans la mémoire à long terme et traités en mémoire de travail peuvent être nombreux et retenus longtemps. C'est la définition même du terme de mémoire de travail à long terme. La notion d'empan n'existe donc pas dans ce modèle sauf pour la mémoire de travail à court terme qui concerne l'encodage d'informations nouvelles. La MDT n'est qu'une partie activée de la mémoire à long terme. En troisième lieu, Kintsch a montré qu'en compréhension de lecture, la construction de schémas mentaux est fondamentale, construction reposant sur le champ des connaissances du lecteur. C'est le modèle de Construction-Intégration qu'il propose dès 1988. Cette notion de schémas se retrouve au cœur du modèle de MDTLT. Enfin ce modèle vaut pour les individus experts dans le domaine traité (voir aussi Kintsch et al., 1999). Cette importance de l'expertise est d'ailleurs soulignée par Tricot et Sweller (2014) qui relatent les travaux de Binet au sujet d'Inaudi, calculateur génial et de Mozart, prodige de la musique. En fait si on compare les résultats d'un caissier expert avec ceux d'Inaudi, il s'avère que le premier obtient des résultats similaires à ce dernier; de même tout musicien est capable de reproduire un morceau de musique tonale et sur ce point précis, la capacité de Mozart à reproduire une œuvre entendue ne fait pas de lui un génie dans la mesure où ce sont les connaissances spécifiques dans un domaine précis qui prédisent la performance.

D'autres travaux, notamment ceux de Bisseret (1970 ; cité par Tricot & Sweller, 2014) au sujet des performances des contrôleurs aériens confirment que l'expertise augmente la MDT et que l'empan n'est pas limité dans ce cas de figure. A ce sujet, Sweller (2003) relate l'exemple des joueurs d'échecs rapporté par Groot (1965) et Chase et Simon (1973). Le joueur expert peut mobiliser des schémas entiers de parties d'échecs, d'où ses performances. Au sujet de la lecture, Schneider, Korkel et Weinert (1989) ont évalué les performances en mémoire et en compréhension de lecture d'un texte relatif au football, de deux groupes, l'un expert en football mais aux capacités linguistiques faibles, l'autre novice en football mais possédant de bonnes capacités linguistiques. Les individus experts en football obtiennent de meilleurs résultats aux tests. La MDT n'aurait donc pas de limites quand elle traite des informations en MLT (Ericsson & Kintsch, 1995; Sweller, 2003)

#### 4.1.4. Le modèle de partage temporel des ressources (TBRS : Time-Based Resource Sharing)

En 2004, Barrouillet, Bernardin et Camos proposent un nouveau modèle de la MDT chez les adultes qu'ils nomment le modèle de partage temporel des ressources (*TBRS : Time-Based Resource sharing* ; voir aussi Barrouillet & Camos, 2007). Dès 2009, une étude a montré que ce modèle est également opérationnel chez des enfants de 10 ans (Portrat, Camos & Barrouillet, 2009). Le fondement principal de ce modèle repose sur le temps de traitement des informations. D'ailleurs, des travaux antérieurs avaient déjà montré que les capacités de la MDT ne dépendaient pas de la complexité de la tâche secondaire ou des capacités de stockage mais de la durée pendant laquelle les sujets peuvent rappeler l'information (Hitch, Towse, & Hutton, 2001; Towse, Hitch & Hutton 2000). Ce modèle repose aussi sur l'idée du partage de l'attention tel qu'il a été proposé par Towse et al. En fait, l'attention se porte alternativement sur le traitement et le stockage (*switching*). Mais à la différence de ce modèle, Barrouillet et al. (2004) proposent que ce partage de l'attention entre traitement et stockage ait lieu pendant le traitement, le sujet opérant des micro-pauses pendant le traitement, pauses qui lui permettent de rediriger son attention sur le stockage pour rafraîchir les traces mnésiques. Ce modèle repose donc sur les fondements suivants :

- Contrairement au modèle de Baddeley et Hitch, une même ressource limitée, l'attention contrôlée, (Engle et al., 1999, cité par Camos & Barrouillet, 2014a), conditionne le fonctionnement du maintien et du traitement en MDT, qu'il s'agisse de traitements simples ou complexes.
- Le fonctionnement cognitif est séquentiel; d'une part, si on considère ce fonctionnement comme un processus attentionnel, l'attention ne peut traiter qu'une information à la fois. D'autre part, si on considère que cette séquentialité est une limitation centrale de la cognition, il se forme un goulet d'étranglement qui ne laisse filtrer qu'un seul traitement si bien que l'attention occupée au traitement d'une information n'est plus disponible pour le maintien actif des traces mnésiques. Cela dit, l'empan de traitement du focus attentionnel fait l'objet de controverses, certaines études lui conférant la capacité à traiter quatre éléments à la fois (Cowan, 2001, 2010 ; Saults & Cowan, 2007)
- Les traces mnésiques se dégradent au fil du temps dès lors qu'elles ne sont plus sous le focus de l'attention. Le modèle *TBRS* fait état des deux voies qui permettent le rafraîchissement des traces mnésiques, la répétition subvocale telle qu'elle est définie dans le modèle de Baddeley et la refocalisation attentionnelle telle qu'elle est définie par Cowan (1992) opérée même pendant le traitement au cours de micro-pauses.
- Le partage de l'attention entre maintien et traitement repose sur un processus d'alternance (le *Switching*) rapide et continu. Le rythme imposé à cette alternance modifie les performances de la MDT. Par exemple, si on allonge la durée de traitement, l'attention ne peut plus se déplacer vers le maintien; de même, une tâche simple peut avoir le même effet si le sujet ne peut avoir le contrôle de l'alternance (Lépine, Bernardin & Barrouillet, 2005).

En conséquence, la charge cognitive ne dépend pas forcément du degré de complexité de la tâche mais se détermine par « le rapport entre la durée de la capture attentionnelle et le temps total pour exécuter la tâche. » (Camos et al., 2014a, p. 4). Barrouillet et al. (2004) ont réalisé une série d'expériences (notamment les expériences 5, 6 et 7) qui démontrent que la vitesse de présentation des items au cours du traitement conditionne le rappel des items stockés en MDT. L'attention pouvant moins se déplacer sur eux, les périodes de refocalisations sont plus courtes. De plus, des tâches simples peuvent représenter une charge cognitive lourde si elles sont réalisées sous contrainte temporelle (voir aussi Lépine, Barrouillet & Camos,

2005). L'attention impacte les processus complexes mais aussi les processus élémentaires. Barrouillet, Lépine et Camos (2008) notent que les mesures d'empan lors de tâches complexes sont proportionnelles à celles effectuées lors de tâches élémentaires. De même le nombre de distracteurs n'a pas d'impact sur le nombre de rappels en MDT à partir du moment où leur rythme de présentation reste constant (Barrouillet, Portrat, Vergauwe, Diependaele & Camos, 2011). Une autre expérience menée par Barrouillet, de Paepe et Langerock (2012) a démontré que l'allongement du temps de traitement diminue les performances de rappel. Comme le montre le schéma ci-dessous, le temps disponible pour le rafraîchissement des traces mnésiques détermine les capacités de la MDT (Barrouillet & Camos, 2012) ; les flèches bleues déterminent l'intervalle entre la présentation de deux items en mémoire (« *M* » sur la figure). Si on donne le même nombre de distracteurs (« *D* » sur la figure) en faisant varier le temps total entre les deux items en mémoire (les deux schémas du haut), la charge cognitive est plus importante quand le sujet dispose de moins de temps pour le rafraîchissement de l'item en mémoire. Le même résultat est obtenu si l'intervalle reste inchangé mais qu'on augmente la durée de traitement des distracteurs (barres orange sur la figure) en augmentant leur complexité (3<sup>ème</sup> schéma). Les meilleurs résultats sont donc obtenus quand on diminue la charge cognitive des distracteurs (moins d'items) en laissant le même intervalle de temps pour leur traitement (dernier schéma). Les charges cognitives sont représentées par les barres de graphique orange, sur la droite de la figure :



Figure 9. Influence de la durée laissée pour le rafraîchissement des traces mnésiques sur la charge cognitive d'après Barrouillet, P et Camos, V (2012, p.145)

La charge cognitive (CL) nécessaire au traitement de l'information peut donc se définir selon l'équation suivante :  $CL = ta/T$ , où « ta » représente le temps durant lequel l'attention est occupée et « T » le temps total dévolu à la tâche (Barrouillet et al., 2011). De fait, l'augmentation de la charge cognitive lors du traitement a un effet sur le rappel des informations.

Le modèle *TBRS* désigne donc trois facteurs possibles qui limitent les capacités de la MDT (Barrouillet et al., 2004 ; Camos & Barrouillet, 2011a ; Camos et al., 2014a) qui pourraient être des données développementales de la MDT. Le premier de ces facteurs est dû aux capacités attentionnelles du sujet : plus elles sont élevées, plus l'attention peut se focaliser sur le rappel des informations conservées en MDT. Le deuxième facteur reposerait sur l'efficacité du *switching* qui serait utilisé dès l'âge de 7 ans et augmenterait ensuite (Barrouillet, Gavens, Vergauwe, Gaillard & Camos, 2009 ; Camos & Barrouillet, 2011b). La vitesse du déclin temporel des items stockés représente le troisième facteur. Gaillard, Barrouillet, Jarrold et Camos (2011) ont montré par ailleurs que les différences de performances sur des tâches d'empan complexe entre des enfants de 9 et 11 ans disparaissaient dès lors que les plus jeunes disposaient de temps de réactivation plus longs. La refocalisation de l'attention sur les traces mnésiques permet leur rafraîchissement. Les résultats de

cette recherche sont visibles sur la figure ci-dessous montrant que l'âge n'est plus une donnée significative sur les capacités de rappel. On constate que les plus jeunes obtiennent des performances équivalentes quand on leur donne plus de temps entre les tâches de traitement (expérience 3 dans le graphique ci-dessous).

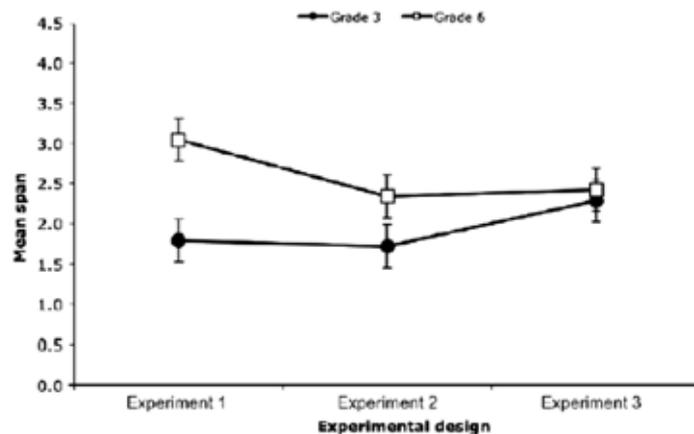


Figure 10. Graphique montrant comment la durée du temps de traitement annule les différences d'âge sur des tâches d'empan complexe, d'après Gaillard, Barrouillet, Jarrold et Camos (2011, p. 477).

La différence développementale se situe donc au niveau de la rapidité de réactivation (les plus âgés sont plus rapides).

Par ailleurs le modèle *TBR*S remet en question le modèle de Baddeley et Hitch quant aux relations entre le contrôle exécutif et la MDT : car il met à jour des interférences entre les composantes indépendantes identifiées par Baddeley et Hitch, à savoir le centre exécutif et les systèmes esclaves et ce, quelles que soient les modalités. En 2009, Vergauwe, Barrouillet et Camos ont mené une série d'expériences dans lesquelles ils ont manipulé la modalité (visuelle/spatiale) de la tâche secondaire et des éléments à rappeler; que celle-ci soit identique ou différente de la modalité de la tâche de rappel ne modifie pas les performances. Les mêmes auteurs ont mené le même pattern expérimental en manipulant des composantes verbales et des composantes visuelles (Vergauwe, Barrouillet & Camos, 2010) et aboutissent aux mêmes conclusions. De plus ils ont relevé que le maintien des informations verbales est dû à deux processus, la répétition subvocale et le rafraîchissement attentionnel alors que les informations visuo-spatiales ne sont maintenues que par le rafraîchissement attentionnel (voir aussi Camos, Lagner & Barrouillet, 2009); Camos et Barrouillet (2014b) nomment ce mécanisme attentionnel de rafraîchissement des informations verbales, « boucle exécutive »

(*executive loop*). D'ailleurs, Mora et Camos (2015) ont répliqué ces expériences au sujet du maintien des informations verbales par rafraîchissement ou répétition subvocale sur des enfants de 8 ans ; ils obtiennent les mêmes résultats ; les deux mécanismes fonctionnent et sont indépendants. D'autre part, il semble que le mécanisme de rafraîchissement attentionnel soit nécessaire pour le maintien des informations verbales à long terme et que ce maintien dépende de la charge cognitive de la tâche secondaire (Camos & Portrat, 2015). De plus la nature de l'information détermine le recours à l'une ou l'autre des deux procédures, tout au moins chez les adultes. L'effet de similarité phonologique (PSE, *Phonological Similarity Effect*) est présent lors de tâches secondaires coûteuses attentionnellement ce qui signifie que l'information est prise en charge par la répétition subvocale. Mais au cas où l'attention peut être utilisée pour le maintien d'items phonologiques similaires, le PSE disparaît (Camos, Mora & Oberauer, 2011 ; voir aussi Camos, Mora & Barrouillet, 2013), d'où l'idée de l'indépendance des deux systèmes. L'effet de la longueur des mots reproduit cette indépendance de deux systèmes de traitement de l'information verbale (Mora & Camos, 2013). Par ailleurs l'interdépendance entre les composantes de la MDT a été confirmée par Vergauwe, Dewaele, Langerock et Barrouillet (2012), démontrant aussi que le stockage et le traitement des informations reposent sur un partage temporel de ressources générales qui peuvent être indépendantes des modalités. Dès lors, maintien et traitement partageraient des ressources communes, à savoir les ressources attentionnelles, montrant alors que le stockage des informations en MDT n'est pas passif mais requiert également un contrôle exécutif. D'autre part Plancher et Barrouillet (2013) ont démontré que la nature des distracteurs, qu'ils soient connus ou nouveaux, n'interfère pas sur les performances de rappel; c'est encore le rythme de présentation des distracteurs qui impacte sur ces performances.

Plus récemment les auteurs du modèle *TBRS* se sont intéressés à l'impact du stockage sur le traitement (Vergauwe, Camos & Barrouillet, 2014) puisqu' en accord avec le modèle *TBRS*, quand l'attention est dévolue au rafraîchissement, aucun nouvel élément ne peut être traité. Les résultats montrent encore que stockage et traitement sont dépendants, le mécanisme attentionnel permettant le rafraîchissement des traces mnésiques perturbe le traitement.

En conclusion ce modèle propose que le temps devienne l'une des données essentielles dans l'efficacité de la MDT alors que les autres modèles considèrent que

c'est la complexité des tâches qui est déterminante (Barrouillet, Bernardin et al., 2007). La charge cognitive ne dépend plus seulement de la quantité d'informations à traiter. De plus, pour reprendre l'expression de Barrouillet et Camos (2010, p. 375), « le traitement et le stockage paraissent reliés comme les deux faces d'une même pièce de monnaie. »<sup>10</sup> (Traduction libre).

#### 4.2. Compréhension en lecture et mémoire de travail

---

Dès 1980, Daneman et Carpenter ont montré la corrélation entre MDT et compréhension en lecture; de même, dans une méta-analyse conduite par Daneman et Merikle (1996), il apparaît que les performances en MDT sont un prédicteur solide des habiletés de compréhension du langage, en considérant à la fois les processus de traitement et le stockage. Seigneuric, Ehrlich, Oakhill et Yuill (2000) confirment ces résultats sur des enfants de CM1; la MDT serait une variable indépendante des habiletés de décodage et en vocabulaire. Cette étude met également en évidence que les ressources utilisées en MDT relèvent de la manipulation de symboles (mots, chiffres ou nombres). Cette corrélation est d'ailleurs réaffirmée en 2005 par Seigneuric et Ehrlich qui montrent à nouveau que la capacité en MDT influence le développement des performances en compréhension de lecture à partir du CE2, indépendamment des habiletés lexicales. Une méta-analyse plus récente montre que l'influence de la MDT sur la compréhension est corrélée aux tâches et au degré d'attention exigé. D'une part, le traitement des items verbaux dans des tâches complexes (demandant maintien et traitement) gêne les compreneurs en difficulté alors que dans les mêmes conditions, les items visuo spatiaux ne modifient pas les résultats. D'autre part, les tâches requérant à la fois maintien et traitement impactent la compréhension quelle que soit la modalité (Carretti, Borrella & De Beni, 2009). En outre, plus la demande est exigeante quant au processus d'intégration tel qu'il est décrit par Kintsch, plus la MDT est corrélée à la performance de compréhension. Cette forte demande en MDT pour connecter des informations dispersées dans un texte est également soulignée par Oakhill, Hartt et Samols (2005) sur des élèves de 9 à 10 ans, bons déchiffreurs ; les moins bons compreneurs ont un déficit en MDT mais ce déficit est d'autant plus grand que la compréhension exige la mise en relation d'informations éloignées les unes des autres. C'est pourquoi des textes dont

---

<sup>10</sup> "Processing and storage appear as closely related with each other as the two sides of the same coin." (Barrouillet & Camos, 2010, p. 375)

les parties sont fortement reliées sont mieux rappelés, même par des lecteurs en difficulté (Espin, Cevasco, Van den Broek, Baker, & Gersten, 2007). On constate donc que la représentation mentale d'un texte liée au processus de Construction-Intégration constitue un coût cognitif important qui se traduit par des difficultés en MDT. Du reste Cain, Oakhill et Bryant (2004) rappellent combien les processus de haut niveau impliqués dans la compréhension (construction des inférences textuelles et extra textuelles) requièrent la mobilisation de la MDT chargée d'intégrer les nouvelles informations dans le schéma mental du texte. Leur étude longitudinale (sur des enfants de 8 à 11 ans) démontre l'implication de la MDT dans le traitement des inférences et le contrôle de la compréhension en lecture (voir aussi Cain, 2010). Dans une étude longitudinale sur des élèves du CE2 à la 5<sup>ème</sup>, Barrouillet, Camos, Morlaix et Suchaut (2008) avaient rapporté des résultats qui corroborent l'influence de la MDT sur les différences de progressions entre élèves de cycle 3. Ces auteurs notent cependant que la compréhension simple présente des liens faibles avec la MDT. Plus récemment, Kendeou et al. (2014) soulignent l'implication de l'inhibition, de la MDT et de l'attention dans la construction des représentations mentales indispensables à la compréhension d'un texte.

Par ailleurs, la nature de la mesure des tâches de compréhension est révélatrice de cet effet comme en témoigne l'étude de Goff, Pratt et Ben Ong (2005). Il semblerait que la MDT soit significativement corrélée à la compréhension en lecture (chez des enfants de CE2 à CM2); mais les auteurs notent que si la compréhension est mesurée avec des questions à choix multiple, hors contrainte temporelle et avec la possibilité de relire le texte pour en retrouver les éléments pertinents, alors la MDT n'est plus un prédicteur important de la compréhension. Cette question de la relecture et du facteur temps est abordée par Walczyk (2000) qui propose le modèle d'Encodage Compensatoire (C-EM) dont le paramètre principal est le temps. Quel que soit le mode compensatoire utilisé par un lecteur pour comprendre un texte, ce mode nécessite du temps supplémentaire.

Voici le tableau de certaines stratégies de compensation énumérées par l'auteur :

**Table 2** Compensatory behaviors, compensatory strategies, and reading subcomponents for which they may compensate

---

---

*Compensatory behaviors* overcome verbal inefficiency and other problems in ways minimally disruptive of text modeling. They do not require a sustained shift of attention.

1. *Slowing reading rate.* One can compensate for inefficient decoding, a small working-memory capacity, or inefficient access to semantic information by slowing reading rate (adjusting the rate of information encoding).
2. *Looking back in text.* A small verbal working memory or inefficient anaphor resolution can be compensated for by briefly looking back in text to be reminded of a specific item of information. Regressive eye movements are an example (Rayner, 1997).
3. *Reading aloud/subvocalizing.* Reading aloud or subvocalizing can facilitate acoustic recoding and assist in the decoding of low-frequency words (Batyl, 1990).
4. *Pausing.* Readers can pause at phrase and sentence boundaries to assist inefficient proposition integration or inefficient anaphor resolution (Daneman & Carpenter, 1983).

*Compensatory strategies* overcome verbal inefficiency and other problems via the sustained shifting of attention from text modeling.

5. *Shifting attention.* Attention can be shifted from text modeling to assist in word recognition, anaphor resolution, proposition integration, and so forth (Perfetti, 1988). Often metacognitive knowledge is consulted regarding likely sources of a problem (e.g., a reader's lack of relevant background knowledge) and possible remedies (e.g., engaging in background reading before tackling the passage again).
  6. *Rereading text.* Text can be reread if it is difficult, or if one has forgotten much of what was read previously. This compensatory strategy can overcome less efficient decoding, inefficient semantic memory access, and a small verbal working memory span. It requires the shifting of attention to the reprocessing of text, though, and adds considerably to the time necessary to comprehend literally.
- 

**Figure 11. Liste des moyens de compensation nécessitant ou non un partage attentionnel d'après Walczyk (2000, p. 561).**

Walczyk propose ce modèle pour les lecteurs avancés, ayant automatisé les processus de bas niveau. Ces stratégies de compensation ne représentent donc pas un coût attentionnel supplémentaire si le lecteur n'a pas de contrainte temporelle. Dans une étude précédente réalisée sur des adultes normo-lecteurs, cet auteur (1995) démontre que les composantes de la lecture (accès au lexique, mémoire sémantique, MDT verbale, maîtrise des anaphores, inférences contextuelles) sont moins corrélées à la compréhension hors contrainte temporelle (11%) que sous contrainte temporelle (29 %). Les stratégies de compensation peuvent se mettre en effet en place sans augmenter la charge cognitive de la tâche et donner accès à la compréhension. Sous contrainte temporelle, l'accès au lexique et à la mémoire sémantique sont déficitaires, affectant ainsi la mémoire de travail. A propos des retours en arrière au cours de la lecture, Burton et Daneman (2007) ont réalisé des tests d'*eye tracking* sur des lecteurs adultes ayant des performances en MDT inférieures à la moyenne ; deux groupes ont été constitués, se différenciant par leur degré de maîtrise de stratégies métacognitives. Il apparaît que les étudiants possédant ces stratégies opèrent davantage de retours en arrière qui compensent le déficit en MDT, en permettant le rafraîchissement des informations. Ces compensations sont d'autant plus importantes quand on sait combien la MDT intervient dans la compréhension des inférences (modèle de Daneman, 1987, cité par Simmons & Singleton, 2000). A ce sujet, Schotter, Masson, Potter et Treiman (2016) rappellent l'intérêt des mouvements oculaires comme stratégies de

compensation à la compréhension.puisque que, les fixations plus longues et les régressions facilitent la compréhension (Schotter, Tran, & Rayner, 2014).

Par conséquent, les sujets dyslexiques pourraient utiliser ces stratégies de compensation pour pallier le déficit en MDT. Or on peut faire l'hypothèse que ce type de stratégie n'est pas mis en place pour la compréhension mais pour le déchiffrage. Ces compensations représentent un coût attentionnel car les pauses, les retours en arrière nécessaires au déchiffrage interrompent la construction de la compréhension et entravent le processus de construction-intégration. La compensation a bien lieu mais elle ne serait pas forcément dévolue au même objectif. D'ailleurs Walczyk et Zha (2007), tout en confirmant les résultats précédents évoquent le cas des lecteurs présentant un trouble de la lecture en se demandant si ces derniers utilisent les stratégies compensatoires. Ce processus semble fondamental si on se réfère à l'étude de Burton et Daneman (2007) puisqu'il pallie le déficit en MDT. Les sujets dyslexiques opèrent ces retours en arrière, mais pour le décodage.

Nous reproduisons ci-dessous la figure élaborée par l'auteur pour rendre compte de l'interaction qu'il définit entre les contraintes temporelles, les performances verbales et les stratégies compensatoires ; quand un problème est détecté par le lecteur (losange dans la figure), moins les stratégies de compensations sont acquises, plus elles prennent de temps (les boucles les plus longues sur le schéma). La nature de ce problème peut être aussi bien un problème de décodage ou un problème de compréhension. Si le lecteur le moins performant dispose de temps pour gérer les stratégies de compensation, il réussit à comprendre (d'autant plus s'il maîtrise ces stratégies).

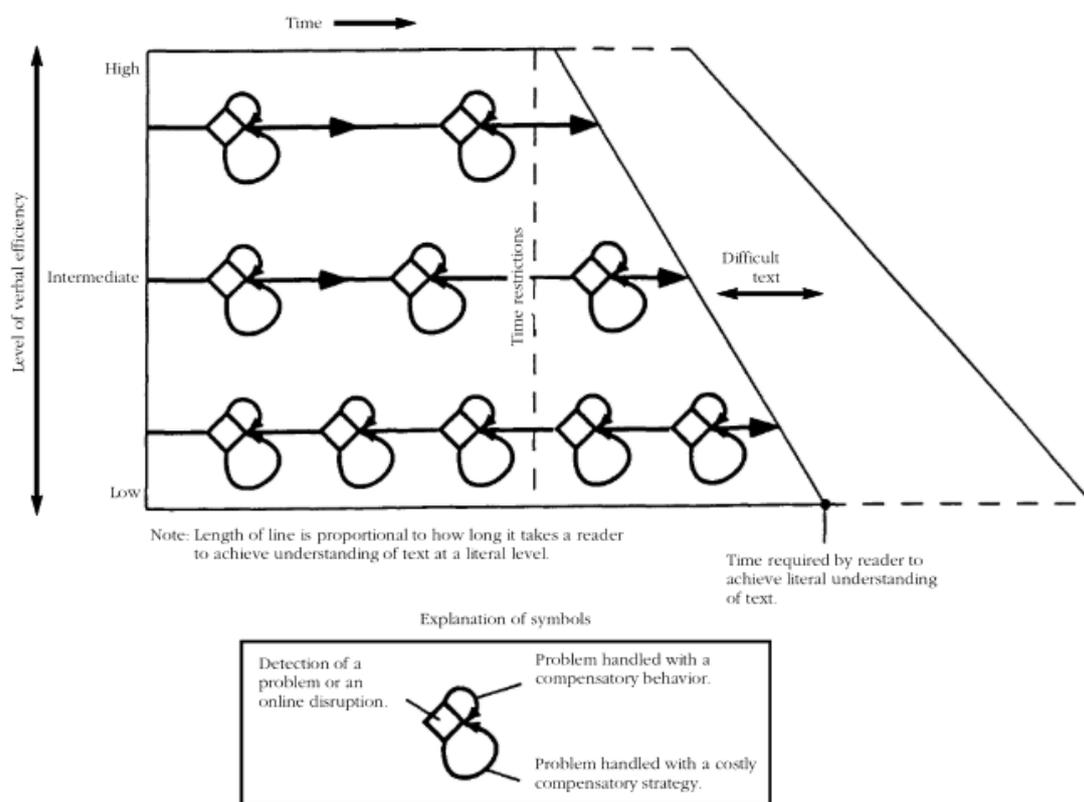


Figure 12. Modélisation des interactions des variables du modèle C-EM d'après Walczyk (2000, p. 565).

Les travaux de Kintsch sur les connaissances du lecteur et sa définition de la mémoire de travail à long terme établissent un lien fort entre compréhension en lecture et mémoire. Un vaste champ de la recherche a exploré ce domaine. Kendeou, Smith et O'Brien (2013) rappellent que le modèle de Construction-Intégration unanimement reconnu nécessite le recours à des opérations spécifiques pour gérer la MDT. En effet, l'actualisation de la représentation du texte est un processus dynamique qui requiert de la part du lecteur des processus de mise à jour, et de mise à distance d'informations contradictoires (*updating* et *outdating*). Cependant, ces mises à distance dans la MDT subsistent en MLT et pour peu qu'une information nouvelle ait un lien avec ce type d'information, celle-ci peut être réactivée en MDT et perturber parfois la compréhension. A ce sujet, les auteurs ont montré que l'insertion de réfutations de l'information erronée sous formes d'explications fortement connectées au contenu du texte annihile la perturbation de la compréhension et élimine même le rappel de l'information erronée.

Une autre composante cognitive est souvent discutée. Il s'agit du contrôle de l'attention. Sur cette question, Unsworth et McMillan (2013) ont établi la relation entre faibles capacités en MDT, contrôle de l'attention et décrochage (*mind wandering*). Ils

ont relevé les mêmes résultats entre intérêt, motivation et décrochage alors qu'aucune corrélation n'apparaît entre MDT d'une part, et intérêt et motivation d'autre part. Les décrochages impactent directement les capacités en MDT par les pertes d'attention qu'ils provoquent. Mais on peut se demander si ce n'est pas le déficit en mémoire de travail qui diminue l'intérêt, la motivation et par conséquent rend les distractions plus nombreuses. Sur le même sujet, Mc Vay et Kane (2012) montrent que c'est la variation du contrôle attentionnel en MDT qui amène les décrochages et explique les différences en MDT. D'autre part, en utilisant l'*eye tracking*, Reichle, Reineberg et Schooler (2010) ont montré que les individus ayant des décrochages n'encodent pas le texte aussi bien que leurs pairs moins sujets aux pertes d'attention (moins de régressions, moins de mots fixés, fixations moins sensibles à la longueur et à la fréquence des mots). Cette question du contrôle attentionnel est traitée dans un article de 2009 dans lequel Connors considère ce paramètre comme une troisième composante du modèle *SVR*. Le contrôle attentionnel assurerait le lien entre décodage et compréhension et son efficacité augmenterait le rendement du produit. L'efficacité du contrôle attentionnel est liée au degré d'automatisation du décodage et de la compréhension. L'étude montre en effet que le contrôle attentionnel est une variable significative par rapport aux deux autres paramètres du modèle chez des enfants de 8 ans. Il nous semble pour autant que le contrôle attentionnel ne doit pas être considéré comme un troisième élément. Comme l'affirme d'ailleurs Connors, le contrôle attentionnel joue plutôt le rôle de coordinateur entre les processus de compréhension et de décodage en repérant et réparant les erreurs.

#### 4.3. Mémoire de travail et dyslexie

---

Mc Vay et al. (2012) rappellent l'étude de Palmer, MacLeod, Hunt et Davidson (1985) selon laquelle les lecteurs novices, mobilisant leurs ressources attentionnelles sur les processus de bas niveau, à savoir le décodage, peuvent difficilement créer une représentation mentale du texte lu. De fait les lecteurs dyslexiques se rapprochent du profil des lecteurs novices dans la mesure où l'automatisation du décodage est déficitaire. Ce problème de représentation mentale du texte lu est central dans une étude de Miller et Keenan (2009) qui montre que des enfants de CM1, mauvais déchiffreurs, présentent un déficit quant à la remémoration des idées centrales d'un texte (*centrality deficit*) dans la mesure où cette compétence nécessite

des ressources cognitives pour réaliser les inférences textuelles, ressources non disponibles car dévolues au décodage non automatisé. Par ailleurs, ces auteurs proposent une hypothèse selon laquelle les connaissances du lecteur pourraient constituer une compensation à ce déficit. Cela rejoint les travaux de Tricot et Sweller (2014) au sujet de l'expertise. De même la compréhension inférentielle textuelle est déficitaire et la compréhension écrite ou orale est corrélée à la mémoire de travail chez des sujets dyslexiques de 8 à 15 ans dans une étude plus récente (de Carvalho, de SB Kida, Capellini & de Avila, 2014).

D'autre part, la mémoire de travail joue un rôle d'autant plus important que la syntaxe est complexe. A ce sujet, les travaux de Wiseheart et al. (2009) mentionnent la forte implication de la MDT dans le traitement de l'information linguistique, y compris chez des étudiants dyslexiques, concluant d'ailleurs que les problèmes de compréhension syntaxique ne seraient pas en soi un problème linguistique mais une difficulté de traitement par la MDT. Le même déficit est également présent chez les enfants dyslexiques (Casalis, Leuwers & Hilton, 2012); mais pour ces auteurs, ce sont davantage les difficultés de décodage que la mémoire de travail qui entrent en jeu car c'est en modalité écrite que les difficultés sont les plus nombreuses. Or, Beidas, Khateb et Breznitz (2013) rendent compte de recherches qui notent un déficit en mémoire de travail aussi bien verbale (Share & Levin, 1990 ; Smith-Spark, Fisk, Fawcett & Nicolson, 2003 ; Smith-Spark & Fisk, 2007) que non verbale (Banai & Ahissar, 2010). Smith, Macaruso, Shankweiler et Crain (1989) avaient d'ailleurs montré qu'un déficit en MDT impactait la compréhension de phrases complexes chez de jeunes enfants sans utiliser de matériau linguistique.

De plus, Cain et al. (2004) précisent que l'automatisation du décodage permet de libérer la MDT. Les ressources alors disponibles peuvent être allouées à la mémorisation du texte et au traitement des inférences. On comprend donc que les sujets dyslexiques vont allouer leurs ressources attentionnelles au décodage et que par conséquent la compréhension va être altérée. Les processus mis en jeu en MDT se concentrent sur le décodage, négligeant alors le traitement de la compréhension notamment la construction du modèle mental. D'autres études ont établi le lien entre problèmes de décodage et déficit en MDT (Baddeley & Wilson, 1988 ; Tractenberg, 2002). D'ailleurs Brunswick, Martin et Rippon (2012) rappellent que les capacités de stockage et l'efficacité des processus de traitement et de contrôle en MDT (notamment la mémoire phonologique) constituent une variable significative de

l'acquisition du décodage chez de jeunes enfants. Fischbach, Könen, Rietz et Hasselhorn (2014) citent les multiples études montrant que la MDT est l'un des facteurs déterminants des difficultés de lecture que ce soit au niveau du stockage ou du traitement de l'information phonologique. Casalis et al. (2013) établissent également un lien entre compréhension de phrases et mémoire de travail; ces auteurs démontrent qu'en condition orale, des enfants dyslexiques scolarisés du CM2 à la classe de cinquième ont de meilleurs résultats qu'en condition écrite. L'explication retenue est une surcharge de la MDT à l'écrit.

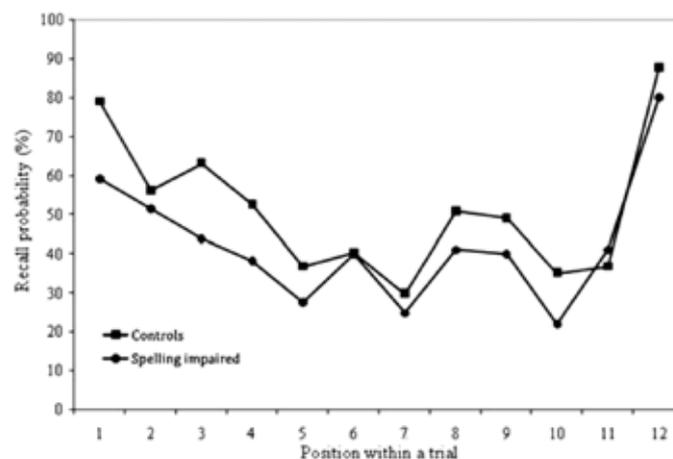
Un consensus apparaît donc sur le déficit en MDT des sujets dyslexiques. Le problème en MDT a même été constaté chez des adultes dyslexiques (Palmer, 2000). Dans une étude récente, la MDT verbale et visuo-spatiale apparaît préservée (Alloway, Wootan & Deane, 2014), les capacités verbales étant moins préservées que les capacités visuo-spatiales et ces résultats concernant davantage les garçons que les filles. Cependant, les auteurs émettent une réserve dans la mesure où les sujets concernés sont des étudiants de bon niveau qui ont développé des stratégies de compensation. Quoi qu'il en soit, l'une des questions largement débattue est de savoir ce qui est impliqué, le stockage et/ou le traitement. Cette question est également reliée à la nature des items à traiter : verbaux, visuels ou spatiaux. Kibby, Marks, Morgan et Long (2004) montrent que la MDT verbale est déficitaire chez des enfants dyslexiques de 9 à 13 ans, de langue anglaise (américain) et que c'est la capacité de stockage qui serait en cause. Selon eux le centre exécutif n'est pas en cause. Pourtant, une autre étude fait état de déficits de la boucle phonologique et de l'administrateur central (De Jong, 2006).

En ce qui concerne les informations visuo-spatiales, Fischbach et al. (2014) font état d'une recherche moindre et ne faisant pas consensus quant à un déficit de leur stockage et de leur traitement. Kibby et al. (2004) ne mentionnent aucun déficit du calepin visuo-spatial. D'ailleurs il peut être identique à celui du groupe contrôle et les auteurs concluent donc que le calepin visuo-spatial n'est pas dégradé chez les dyslexiques. En revanche d'après les travaux de Malstädt, Hasselhorn et Lehmann (2012), le traitement des informations visuo-spatiales via le calepin visuo-spatial est jugé difficile. Dans un article de 2009, Miller et Kupfermann rendent compte des différentes recherches menées à propos de la MDT et de la dyslexie et montrent combien il reste difficile de savoir quelles stratégies les sujets dyslexiques adoptent pour traiter les informations en MDT; c'est notamment le cas des stratégies visuelles

qui sont loin de faire consensus. Pour leur part, ces auteurs ont soumis des jeunes de 14-15 ans, parlant l'hébreu, à des tests visant à savoir la nature des stratégies impliquées dans le traitement d'items verbaux. Il en ressort que ces sujets montrent une sensibilité importante aux propriétés visuelles des mots écrits, sensibilité qu'on ne retrouve pas chez les normo-lecteurs. Mais les performances en MDT des dyslexiques restent déficitaires, ce qui prouverait que les stratégies visuelles sont moins opérationnelles que les stratégies phonologiques, en général, et que le déficit en MDT est global et non spécifique à l'utilisation d'une stratégie particulière. Mais il faut tenir compte que le groupe des dyslexiques ne comprenait que des sujets manifestant une dyslexie phonologique. Cette sensibilité visuelle apparaît dans une autre étude réalisée sur des adultes de langue anglaise (Brunswick, Martin & Marzano, 2010) dont les résultats montrent une supériorité des hommes dyslexiques sur les femmes et le groupe contrôle, sur des tâches visuo-spatiales. Les mêmes se montrent également plus rapides mais pas plus précis que les autres sujets pour reproduire des figures complexes. Cette supériorité masculine a été mise aussi en évidence par Alloway et al. (2014). En fait, les sujets utiliseraient des capacités visuo-spatiales comme stratégie de compensation des capacités linguistiques. Cela a d'ailleurs été noté dans des tâches de rotation d'images 3D où, cette fois, les femmes dyslexiques réussissent aussi bien que les hommes lorsqu'elles utilisent des stratégies visuo-spatiales (Peters et al., 1995). En ce qui concerne le recours aux stratégies visuo-spatiales, Alloway et al ont aussi montré que des tests d'attention soutenue sont significativement corrélés à la MDT verbale pour des normo-lecteurs alors que pour les dyslexiques, ils sont corrélés à la MDT visuo-spatiale. En résumé, il n'existerait pas de supériorité visuo-spatiale chez les dyslexiques mais une capacité à utiliser des stratégies visuo-spatiales comme compensation au déficit verbal. Par conséquent, Alloway et al. préconisent des supports visuo spatiaux pour aider les dyslexiques lors de tâches verbales.

D'autres études ont testé des items de nature différente. Fischbach et al. (2014) ont réalisé une étude longitudinale sur trois ans (du début à la fin de l'école primaire) sur des enfants ayant un trouble spécifique de la lecture et/ou une dysorthographe. Le déficit en MDT concerne à la fois la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial dans des tâches dynamiques, qu'il s'agisse des capacités de stockage ou des fonctions de l'administrateur central, notamment dans le traitement des informations sérielles, quelle que soit la modalité. Des difficultés en MDT verbale et dans

l'attention visuo-spatiale (le contrôle automatique et la vitesse de l'attention visuelle et verbale) sont également relevées chez des enfants et des adolescents (Varvara, Varuzza et al., 2014) ; le stockage des informations, quelle que soit la modalité, serait moindre. Les auteurs pensent qu'un déficit du centre exécutif plus global expliquerait ces résultats. Un déficit neuro cognitif existerait donc chez les sujets dyslexiques, au-delà d'un problème purement phonologique. L'implication de la boucle phonologique ainsi que du centre exécutif est également constatée dans le déficit en MDT d'enfants de langue allemande, de 7 à 10 ans, qu'il s'agisse du traitement de matériel verbal ou visuel (Maehler & Schuchardt, 2011). Le centre exécutif et la boucle phonologique sont également impliqués dans le déficit de la MDT chez des enfants dyslexiques de huit ans, de langue allemande, testés dans des tâches de rappel (Malstädt et al., 2012); les résultats obtenus prouvent que le déficit en MDT des sujets dyslexiques testés ne relève pas seulement d'un problème de stockage de l'information phonologique mais d'un déficit du traitement. Par ailleurs, on retrouve l'effet de primauté et l'effet de récence pour les deux groupes (l'effet de récence étant plus important), comme le montre le graphique ci-dessous :



**Figure 13. Courbes de performances en rappel pour le groupe contrôle et le groupe des dyslexiques. (Malstädt et al., 2012, p. 192).**

La similarité des stratégies entre dyslexiques et non dyslexiques est également relevée dans une étude effectuée sur des enfants de 7-8 ans, de langue allemande, dans des tâches de rappel sériel au cours desquelles les effets de similarité phonologique et de longueur des mots sont identiques chez les dyslexiques et les normo-lecteurs même si les performances restent plus faibles pour les dyslexiques. Ce résultat montre que la boucle phonologique est utilisée mais avec moins d'efficacité (Steinbrink & Klatté, 2007). Des scores semblables entre les deux

groupes sont également constatés dans le traitement d'items présentés visuellement et rappelés sous forme d'illustrations. Selon les auteurs de cette étude, le déficit en lecture pourrait être dû à un défaut des représentations phonologiques en mémoire à long terme se traduisant par une lenteur d'accès à ces représentations. L'effet de longueur des mots est aussi signalé sur les sujets dyslexiques et contrôles, prouvant le fonctionnement normal de la répétition subvocale (Kibby et al., 2004). De même l'effet de similarité phonologique apparaît mais uniquement sur des mots courts ce qui montre que le stockage phonologique existerait mais serait impacté dans le cas de traitements plus importants au niveau des processus phonologiques. Ces travaux d'ailleurs rejoignent les résultats d'une étude au cours de laquelle Gathercole, Alloway, Willis et Adams (2006) ont testé des enfants en difficulté de lecture (mais non dyslexiques) de 6 à 11 ans, de langue anglaise, notant que le déficit en MDT est nettement marqué dans le traitement de tâches complexes.

Le constat d'un double déficit, dans le stockage et dans le centre exécutif, est également signalé pour 22 adultes dyslexiques de langue anglaise, sur des tâches simples et complexes, verbales et visuo-spatiales et des tâches de mise à jour de matériau verbal (consonnes) ou spatial (Smith-Spark & Fisk, 2007). Smith-Spark et Fisk émettent l'idée d'un déficit attentionnel car les tâches impliquant des ressources exécutives coûteuses sont les plus touchées indépendamment de la boucle phonologique et du calepin visuo attentionnel. De même, dans des tâches verbales impliquant une charge importante dans le traitement du langage (mémorisation de phrases et réponses à des questions sur ces phrases), des étudiants américains dyslexiques de 18 à 29 ans, avec ou sans trouble des apprentissages associé, obtiennent des résultats plus bas que le groupe contrôle aussi bien sur les tâches de traitement que sur les tâches de stockage (Isaki et al., 2008). C'est donc la charge lourde qui entraîne la mobilisation des ressources cognitives à la fois pour le stockage et le traitement, ces ressources s'avérant donc insuffisantes selon les auteurs. D'ailleurs, ils précisent que le déficit en MDT n'est pas global puisque les participants réussissent aussi bien que le groupe contrôle dans des tâches simples. Ces résultats sont corroborés par d'autres études mettant en évidence un déficit des fonctions exécutives chez les sujets dyslexiques. Par exemple, une méta-analyse fait état d'un déficit de sélection de l'information pertinente, des processus d'inhibition et de l'accès aux éléments stockés en mémoire à long terme chez des enfants dyslexiques (Booth, Boyle & Kelly, 2010). Le déplacement attentionnel serait

également problématique chez des enfants (Laasonen, Salomaa et al., 2012). De même, l'ajout d'une tâche de contrôle exécutif de mise à jour ou d'alternance à une tâche de sélection (sélectionner une caractéristique d'une lettre) impacte fortement les temps de réponses d'enfants faibles lecteurs de langue française de niveau CE2. Pour leur part, Boulc'h, Gaux & Boujon, (2007) se réfèrent au modèle du partage des ressources en MDT de Baddeley pour expliquer l'incapacité à alterner la mobilisation des processus entre stockage et traitement. De plus, le focus attentionnel ne permet pas le traitement simultané de tâches de stockage et de traitement (Boulc'h et al., 2007). De même, Van der Schoot, Licht, Horsley et Sergeant (2000) montrent que des enfants dyslexiques de 9 à 12 ans ont un déficit sur des tâches d'inhibition de réponses et que leurs erreurs seraient dues à l'incapacité d'inhiber des réponses erronées et non à une sur-utilisation du contexte. De plus, les sujets qui lisent lentement et avec plus d'acuité obtiennent de meilleurs résultats que ceux qui lisent vite, de manière imprécise. (Van der Schoot & al., 2004). Cette question du temps rappelle le modèle *TBRS* qu'illustre l'étude de Corbin, Moissenet et Camos (2012), menée sur des élèves de 10 ans et 11 mois, pris en charge par un RASED (pas de profil dyslexique). Elles relèvent qu'ils présentent un retard de développement dans la capacité de stockage. Par ailleurs, conformément au modèle *TBRS*, plus le traitement est long et occupe l'attention, plus les capacités en mémoire de travail diminuent. Le mécanisme de rafraîchissement attentionnel est impacté et présente également un retard de développement. Ce paramètre temporel est d'ailleurs au cœur d'une recherche menée par Robertson et Joanisse (2010) qui ont évalué la compréhension de phrases en variant le délai de présentation entre les phrases et les illustrations qui les représentent; plus le délai est long entre la présentation des phrases et des illustrations, moins les dyslexiques et les normo-lecteurs sont performants. De plus les dyslexiques sont sensibles à la complexité syntaxique. Au contraire si les deux supports sont présentés simultanément, les résultats des dyslexiques sont identiques à ceux des normo-lecteurs. Pour les auteurs, cette étude démontre un déficit en MDT.

Un autre domaine de la recherche explore le traitement des tâches d'ordre sériel et inversé avec des résultats contrastés. La MDT est affectée chez des adultes néerlandais dyslexiques quand il s'agit de tâches d'ordre sériel alors que des rappels d'items ne sont pas dégradés. Ce déficit lors des tâches d'ordre sériel, qu'il s'agisse d'éléments verbaux ou non verbaux, peut conduire aux problèmes de lecture des

sujets dyslexiques dans la mesure où le décodage repose sur une reconnaissance et une intégration sérielle des unités phonologiques du langage (Hachmann et al., 2014). Cette étude rejoint les conclusions de celle de Martinez Perez, Majerus et Poncelet (2013) menée sur des adultes dyslexiques français, avec des items verbaux. Mais cette fois le rappel des items est également déficitaire. La même équipe a réalisé une étude longitudinale auprès d'enfants dyslexiques pré-lecteurs puis après un an de lecture (2011). Il en ressort que les capacités d'ordre sériel en MDT sont prédictives de celles du décodage. Selon eux, ces capacités en MDT joueraient un rôle causal dans l'acquisition de la lecture. Ce déficit en MDT pour des items verbaux, visuels et spatiaux est également rapporté pour des enfants italiens de 8 à 13 ans, les items verbaux étant plus dégradés que les autres. Les auteurs font donc l'hypothèse que le déficit phonologique n'explique pas tout et qu'un déficit de séquençage temporel pourrait être à l'origine du problème constaté lors des rappels sériels (Menghini, Finzi, Carlesimo & Vicari, 2011). Les résultats sont identiques chez des adolescents de 14-15 ans chez qui l'ordre de rappel d'items verbaux est déficitaire, quelle que soit la stratégie adoptée (Miller & Kupfermann, 2009). Au contraire, chez des enfants néerlandais de 9 à 11 ans, Staels et Wim Van den Broeck (2014) ne trouvent pas de déficit lors de tâches d'ordre sériel; ils s'appuient d'ailleurs sur les recherches menées en neuro-imagerie pour conclure que le rappel d'items est indépendant des tâches sérielles qui ne sont pas corrélées aux processus linguistiques. En effet, des études montrent que les aires dévolues à la phonologie et au traitement sémantique des informations sont activées lors du rappel d'items en MDT alors que les tâches d'ordre sériel en MDT convoquent d'autres aires non linguistiques (Majerus et al., 2006).

Le rappel inversé des items visuo-spatiaux semble également déficitaire chez les adultes dyslexiques alors que le rappel sériel n'est pas touché. Il semblerait que des stratégies visuelles pourraient compenser ce déficit (Bacon, Parmentier & Barr, 2013). Ces auteurs émettent l'idée d'un trouble du centre exécutif chez les dyslexiques. Pour des items visuels, des enfants dyslexiques italiens de 8 et 10 ans ne présentent pas de différence entre des tâches de rappel sériel ou inversé. Mais leurs performances sont moindres que celles du groupe contrôle, même sur des tâches spatiales. Par contre, elles sont identiques à celles du groupe contrôle sur des tâches visuo-spatiales. Les dyslexiques réussissent d'ailleurs mieux ces dernières lors de tâches de rappel inversé (Garcia, Mammarella, Tripodi & Cornoldi, 2014).

Ces auteurs remarquent également que les ressources visuo-spatiales permettent de compenser le déficit verbal.

A la lumière de toutes ces études, on peut se demander si entraîner la MDT pourrait conduire à une amélioration des performances. A ce sujet, l'entraînement de la MDT semble avoir un effet sur la compréhension en lecture auprès d'enfants de 9 à 11 ans atteints de troubles d'apprentissage et en particulier de troubles de l'attention. Ces enfants progressent d'ailleurs uniquement dans ce domaine puisque le décodage et l'orthographe ne bénéficient pas de l'entraînement (Dahlin, 2011). Une autre étude plus récente montre que des enfants de 8 ans, soumis à un entraînement pendant 20 à 25 sessions, améliorent leurs capacités sur des tâches de MDT non entraînées après un an et les gains en MDT verbale sont conservés après cette période bien que ce dispositif n'ait pas permis le transfert de l'amélioration en situation écologique d'apprentissage qui mobilise la MDT (Dunning, Holmes & Gathercole, 2013). Le bénéfice des entraînements en MDT est très controversé comme le montre la recension d'études faite par Cowan (Cowan, 2014). L'effet obtenu en entraînement n'est pas généralisable; parfois l'amélioration obtenue pour certaines fonctions exécutives se transfère dans des tâches nécessitant les mêmes processus. Cowan évoque par ailleurs la possibilité d'entraîner les stratégies pour exécuter une tâche spécifique plutôt que la MDT elle-même comme par exemple apprendre à cumuler les items à retenir (*e.g. cow/fish/stone. → Cow/ cow fish/cow fish stone*). Le recours à des stratégies d'encodage améliore les performances en rappel même si toutefois le transfert ne s'effectue pas d'une tâche entraînée à une nouvelle tâche (Corbin & Camos, 2011).

Un autre critère a été exploré, la fluence de lecture. Il semble qu'il n'y ait aucune corrélation entre MDT, fluence et compréhension en lecture chez des sujets dyslexiques de 8 à 14 ans (de Carvalho et al., 2014). Mais si on se réfère aux travaux antérieurs de LaBerge et Samuels (1974), la qualité de la fluence conditionne le décodage et par conséquent les ressources augmentent en MDT pour la compréhension. Mais chez des lecteurs de 8 à 10 ans en grande difficulté, la fluence ne progresse pas sous l'effet d'entraînements (Torgesen et al., 2001). Selon Swanson et O'Connor (2009), l'entraînement à la fluence n'influence pas le lien entre la MDT et la compréhension en lecture et n'a pas d'effet sur les performances en lecture de mots. Autrement dit, chercher à améliorer la fluence n'améliore en rien la MDT. Une autre donnée intéressante de cette recherche est que la MDT et le

décodage sont corrélés de la même façon à la compréhension chez les lecteurs dont la fluence est déficitaire. La compréhension requiert en effet des processus de haut niveau qui interagissent simultanément et mobilisent donc davantage la MDT qui jouerait par conséquent un rôle important dans la compréhension en lecture, indépendamment du décodage.

De plus, il ressort de cette étude que l'entraînement à la fluence pénalise davantage les sujets ayant de faibles empan en MDT. Cela corrobore le modèle *TBRS* de Barrouillet, Bernardin et Camos (2004) : accélérer la lecture diminue la possibilité de rafraîchir les traces mnésiques.

#### 4.4. La théorie de la charge cognitive

---

##### 4.4.1. Principes généraux

La théorie de la charge cognitive (*cognitive load theory, CLT*) a été initiée par John Sweller dans les années 80. Comme il le rappelle, « la théorie de la charge cognitive a été conçue pour dresser des lignes directrices visant à améliorer la présentation de l'information lors des situations d'apprentissage dans le but d'accroître les performances intellectuelles »<sup>11</sup> (traduction libre). Cette théorie repose sur une limite en mémoire de travail et cherche notamment à améliorer les performances des apprenants en manipulant l'environnement de l'apprentissage. L'enseignant doit tenir compte de cette limite en MDT pour créer un environnement efficace. L'objectif de la *CLT* est clairement d'optimiser les conditions de l'apprentissage en utilisant le lien entre MDT et Mémoire à Long terme (MLT) (Paas & Ayres, 2014)

L'un des premiers éléments de cette théorie repose sur la théorie des schémas dans la mesure où l'apprentissage gère la double mission de construction et d'automatisation de schémas, intégrés peu à peu à notre mémoire à long terme. Ce processus dynamique de construction permet la mise en réseau des informations dans notre architecture cognitive. Plus les réseaux se développent, plus les connaissances sont mobilisables et augmentent. Par ailleurs l'activation de l'un de ces schémas en MDT mobilise beaucoup de données en une seule fois si bien que les informations traitées en MDT sont plus nombreuses. De même, l'automatisation des schémas libère la charge en MDT (Sweller, et al., 1998 ; Van Merriënboer &

---

<sup>11</sup> "Cognitive load theory has been designed to provide guidelines intended to assist in the presentation of information in a manner that encourages learner activities that optimize intellectual performance." (Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998, p.1)

Sweller, 2005 ; Chanquoy, Tricot & Sweller, 2007). Mais le traitement d'informations nouvelles à fort degré d'interactivité requiert de larges capacités en MDT car les éléments ne peuvent pas être traités les uns après les autres mais simultanément. Or la MDT a une capacité limitée pour traiter les nouveaux éléments (Sweller, 2003). Il faut donc une période d'apprentissage plus ou moins longue pour que ce matériau à fort degré d'interactivité puisse être constitué en un schéma et stocké comme tel en MLT ; après quoi il pourra être remobilisé en MDT comme un seul élément. La *CLT* se caractérise par différents types de charge (Sweller et al., 1998 ; Van Merriënboer et al., 2005)

- la charge intrinsèque est déterminée par ce qui doit être appris. La notion d'interactivité est importante dans la mesure où plus les éléments à apprendre sont en interactivité, plus ils mobilisent la MDT. Tous les éléments requièrent en effet un traitement simultané pour que l'ensemble puisse être compris. La charge intrinsèque dépend donc de la complexité de l'objet d'apprentissage et du degré d'expertise de l'apprenant.

- La charge extrinsèque (ou inutile) n'implique pas l'objet d'apprentissage mais les conditions de l'apprentissage et ne concerne pas la construction de schémas. Si les procédés utilisés ne sont pas appropriés, alors la charge extrinsèque augmente. Comme les deux types de charge -intrinsèque et extrinsèque- s'ajoutent, l'apprentissage n'est pas efficace. La charge extrinsèque puise des ressources en MDT, indisponibles pour la construction de schémas. Cette corrélation est d'autant plus grande que la charge intrinsèque est élevée.

- La charge pertinente (Sweller & al., 1998) représente l'engagement de l'apprenant dans la construction de schémas. Il s'agit donc d'une charge utile qui permet d'acquérir et d'automatiser des schémas. Mais cette charge paraît être redondante avec la charge intrinsèque. En fait elle correspondrait aux ressources activées en MDT pour traiter la charge intrinsèque (Kalyuga, 2011 ; Sweller, 2010).

Ces premiers éléments de réflexion permettent de réanalyser l'activité de lecture du sujet dyslexique de la façon suivante : la compréhension demeure l'objet même de cette activité et constitue donc la charge intrinsèque. Pour la réaliser, il faut décoder mais le modèle *SVR* a permis de montrer que la compréhension écrite est aussi dépendante de la compréhension orale, qui d'ailleurs, s'opère avec les mêmes processus cognitifs que la lecture de l'écrit ou la lecture d'images. Par conséquent, le décodage représente la charge extrinsèque qui parasite la compréhension. Le

champ de la *CLT* a permis de dégager deux voies permettant d'augmenter l'efficacité de la MDT et donc de l'apprentissage. Soit on agit sur le matériel de l'apprentissage en cherchant comment l'améliorer, soit on agit sur la tâche d'apprentissage en cherchant comment l'alléger ou la simplifier. Les études menées dans le cadre de la *CLT* ont conduit des expériences visant à utiliser ces voies et ont déterminé ce qu'il est convenu d'appeler des effets. Deux effets ont retenu notre attention dans le cadre de notre recherche sur l'amélioration des performances des enfants dyslexiques en compréhension de lecture. Cet intérêt est encore en lien avec l'idée empirique largement utilisée dans les préconisations faites aux élèves dyslexiques, à savoir qu'il faut utiliser l'oral en lieu et place de la lecture pour faciliter la compréhension des élèves dyslexiques. L'effet de modalité et l'effet de l'information transitoire, testés largement par la *CLT* ouvrent par conséquent des pistes de réflexion pour étudier certains aménagements proposés.

#### 4.4.2. L'effet de modalité

L'effet de modalité est défini de la manière suivante : une information verbale accompagnant une illustration ou une animation devrait être présentée oralement plutôt que visuellement (Penney, 1989), les informations étant complémentaires. Cet effet est également décrit sous le terme de principe de modalité (Mayer, 2014). Il intègre en fait le modèle de MDT de Baddeley reposant sur le traitement de l'information via deux capacités de stockage, la boucle phonologique et le calepin visuo-attentionnel. En fait, si une information est présentée en même temps de manière visuelle et auditive, alors elle sera traitée par ces deux voies. Du coup, la capacité de la MDT est augmentée (Ginns, 2005 ; Kalyuga, 2000). Cet effet a fait ses preuves dans de nombreux domaines, par exemple pour la présentation de données en géométrie (Mousavi, Low & Sweller, 1995), en électricité (Tindall-Ford, Chandler, & Sweller, 1997) ou dans d'autres domaines scientifiques tels que l'anatomie ou la mécanique (Mayer, 1997). Il apparaît que cet effet fonctionne davantage lorsque l'information inclut la mise en évidence de relations de cause à effet. Par ailleurs l'effet de modalité est moindre lorsque les individus testés sont experts dans le domaine utilisé (Mayer, 1997 ; Kalyuga, Chandler, & Sweller, 2000). Cette série de constats rejoint une autre idée émise par Nelson, Ballas et Perfetti (2005) selon laquelle, pour des adultes experts, la mémorisation de mots est meilleure en

condition orale dans la mesure où ils bénéficient d'un double traitement à la fois visuel et phonologique. A ce sujet, l'effet de modalité semble confirmé par Cowan et Morey (2007) sur le plan du traitement de l'information puisque traiter deux informations visuelles est plus coûteux que traiter une information visuelle et une information verbale. De plus, le fait de devoir à la fois traiter une information et en retenir une autre représente aussi une difficulté, au-delà de la prise en compte de la modalité des informations traitées.

Pourtant, certaines recherches ont remis en cause l'effet de modalité; quand le sujet a la maîtrise du rythme de la tâche, cet effet disparaît (Tabbers, 2002) dans la mesure où le sujet peut manipuler le rythme d'accès au document car, dans une présentation uniquement visuelle, il dispose de davantage de temps pour établir des liens entre le texte et l'image. Dans ce cas on obtient un effet inverse et la condition visuelle est meilleure que la condition auditive en termes de performances. Les présentations audio/visuel ne seraient efficaces que lorsque le rythme de présentation est contrôlé par l'expérimentateur, autrement dit lorsque le sujet a accès aux sources simultanément, ce qui réduit la charge extrinsèque.

Un autre point intéressant amené par les travaux de Tabbers est l'utilisation du principe de contiguïté temporelle défini par Mayer (2001) qui explique que la supériorité de la présentation bimodale démontrée dans beaucoup de travaux ne serait pas due à une plus grande capacité en MDT mais au fait que les informations visuelle et auditive soient traitées simultanément. Cette contiguïté temporelle permet à l'attention de traiter les deux sources d'informations en même temps. Au contraire, quand un texte écrit accompagne une image, l'attention doit se déplacer pour traiter l'un ou l'autre de ces supports, entraînant donc un déclin de la trace mnésique pour le support échappant au traitement. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par des études plus récentes montrant que le partage de l'attention entre texte écrit et schéma amoindrit les performances, notamment sous contrainte de temps (Tabbers, Martens, & Van Merriënboer, 2004 ; Ayers & Sweller, 2005 cités par Broek, Segers & Verhoeven, 2014). Ce processus rappelle le modèle de la MDT de Barrouillet, Bernardin et Camos (2004) d'autant plus que Tabbers précise que c'est le temps supplémentaire pour déplacer l'attention d'un support à l'autre qui pénalise l'apprentissage : « il semble que le temps supplémentaire nécessaire pour passer d'une information verbale à une information visuelle est en grande partie responsable

de l'effet négatif de la présentation visuelle par rapport à la présentation orale. »<sup>12</sup> (traduction libre) (Tabbers, 2002. p. 44). D'ailleurs le fait de doubler le temps de la tâche quand elle est contrôlée, annihile l'effet de modalité lors du transfert. Il est noté par ailleurs que l'effet de modalité, même s'il est opérant juste après la tâche n'apparaît plus lors de tâches de rétention ou de transfert des informations au cours du temps : A ce sujet, Broek et al. (2014) citent un ensemble de travaux qui montrent l'annulation de l'effet de modalité ou même l'effet inverse après des délais de un jour, une semaine ou cinq semaines auprès d'enfants ou de lycéens (Segers, Verhoeven, & Hulstijn-Hendrikse, 2008; She & Chen, 2009; Witteman & Segers, 2010). Dans leur étude, Van den Broek et al. n'obtiennent aucun effet de modalité chez des étudiants, juste après la tâche et un effet inverse après un jour, à la fois sur des tâches de transfert et de rappel.

Enfin les travaux de Tabbers (2002) mettent en évidence que la modalité visuelle est supérieure à la modalité orale même quand cette dernière est sous le contrôle du sujet dans la mesure où la relecture produit de meilleurs résultats que la réécoute. Selon l'auteur, la condition orale est plus passive que la condition visuelle. C'est en lien avec l'effet noté par Broek et al. (2014) ; avec le même temps d'étude, les étudiants en condition visuelle visualisent plusieurs fois les diapositives, ce qui pourrait expliquer leur meilleure performance. Au contraire, les étudiants en condition audio/visuelle sont gênés par le rythme de la narration orale. Dans le même ordre d'idée, les questions écrites sont mieux gérées que les questions orales probablement par effet de l'expérience. D'ailleurs, les réponses orales ont rarement fait l'objet de corrections, à la différence des réponses écrites.

La méta-analyse conduite par Ginns en 2005 réaffirme l'ensemble de ces résultats. L'effet de modalité est mis en évidence lorsque les éléments à traiter présentent un degré d'interactivité élevé. Quant à l'effet du rythme de présentation des informations à traiter, des expériences montrent l'effet de modalité, que l'information orale soit donnée simultanément ou séquentiellement à l'information écrite (Mousavi, Low, & Sweller, 1995). Les expériences de Tabbers sont sensiblement différentes dans la mesure où c'est la possibilité d'un va et vient entre les deux sources d'informations qui annihile l'effet de modalité. Les résultats de

---

<sup>12</sup> "It seems that the extra time needed to switch between verbal and pictorial information is mainly responsible for the detrimental effect of presenting text visually instead of auditorily." (Tabbers, 2002. p. 44)

Tabbers ont été également trouvés avec des étudiants allemands (Stiller, Freitag, A., Zinnbauer, P., & Freitag, C., 2009) pour qui les conditions optimales sont obtenues quand le sujet travaille sans contrainte de temps et lit le texte.

#### 4.4.3. L'effet de redondance

L'effet de redondance est à mettre en relation avec l'effet de modalité dans la mesure où la MDT doit traiter cette information redondante. Cela représente une charge inutile. L'effet de redondance se manifeste pour les « *seductive details* » (Mayer, Heiser, & Lonn, 2001 ; Moreno & Mayer, 2000) : il s'agit d'informations sans lien avec l'objet à enseigner dont le but est de rendre la présentation attrayante. On obtient aussi un effet de redondance pour une information identique présentée en mode visuel et oral (Kalyuga, 2000 ; Le Bohec & Jamet, 2001) ou des informations déjà connues de l'apprenant (Kalyuga, 2000). Dans ces conditions, l'effet de modalité s'annule.

#### 4.4.4. L'effet de l'information transitoire

Une autre explication de l'annulation de l'effet de modalité est apportée par l'effet de l'information transitoire qui montre que lorsque l'information à traiter est longue, la modalité auditive ne permet pas la rétention de l'information en mémoire de travail. Elle est par nature éphémère. Cela vaut aussi pour des situations où la charge intrinsèque est importante. Dans une première expérience, Leahy et Sweller (2011) ont cherché à vérifier si le traitement d'une information complexe peut annuler l'effet de modalité. Il s'agissait d'un graphique de températures accompagné d'une explication soit présentée par un texte écrit, soit par une piste audio. L'ensemble graphique + commentaire était présenté sous la forme d'un diaporama. Les élèves de 11 à 12 ans à qui on présentait ces supports devaient ensuite répondre à 7 questions vérifiant leur capacité à comprendre le graphique. Le groupe placé dans la condition à deux modalités (graphique + commentaires audio) obtient de moins bons résultats que l'autre groupe (graphique + commentaires texte). Selon les auteurs, l'effet transitoire de la modalité orale accroît l'exigence de la tâche et par conséquent, les capacités en MDT sont dépassées. Dans une seconde expérience, des élèves du même âge ont été soumis aux mêmes matériaux; mais l'explication a été présentée de façon fractionnée dans la condition écrite et dans la condition orale, augmentant

le nombre de diapositives et le nombre de pauses entre chaque diapositive (des diapositives vierges sont insérées entre les diapos contenant l'information afin de permettre à l'enfant d'engager une représentation mentale). Dans cette nouvelle expérience, on retrouve l'effet de modalité puisque les élèves ayant écouté les explications (segmentées), obtiennent de meilleurs résultats que ceux uniquement soumis aux supports visuels. Cet effet de la segmentation qui réduit voire annule l'effet de l'information transitoire est retrouvé quand on utilise des animations. Par exemple, Spanjers, Wouters, van Gog et van Merriënboer (2011) ont présenté à des étudiants de 16 ans d'âge moyen des exercices de probabilité dans deux conditions, une animation continue et la même animation fractionnée. Les résultats montrent que le format avec segmentation facilite la tâche des novices (*i.e.* ayant moins de connaissances antérieures sur le sujet) alors que la version continue bénéficie aux experts. Les auteurs avancent deux explications possibles pour comprendre le résultat des novices; d'une part, la segmentation leur donne plus de temps pour traiter les informations, d'autre part, la segmentation découpe l'information en blocs sémantiques qui permettent de mieux intégrer l'enchaînement des informations. Dans une autre expérience (Wong, Leahy, Marcus & Sweller, 2012), des enfants de 11 -12 ans ont eu à traiter les mêmes supports que ceux utilisés par Leahy et Sweller (des graphiques de températures accompagnés d'une explication soit présentée par un texte écrit, soit par une piste audio). Mais les expérimentateurs ont fait varier la quantité d'informations contenue dans l'explication; cela aboutit à 4 conditions expérimentales : une version courte visuelle, une version longue visuelle, une version courte audiovisuelle et une version longue audiovisuelle. Le groupe avec la version visuelle longue réussit mieux que celui avec la version audiovisuelle longue. A l'inverse, quand on compare le groupe avec la version audiovisuelle courte et la version visuelle courte, l'effet de modalité est retrouvé. Ces résultats confirment ceux de la première expérience de Leahy et Sweller (2011) : un effet de l'information transitoire se produit lorsque la longueur de l'information à traiter excède les capacités en MDT. Leahy et Sweller (2016) ont réalisé une expérience sur des élèves de 14 à 15 ans dans 4 conditions, 2 conditions de modalité (visuelle/audiovisuelle) et 2 conditions concernant la longueur des explications (textes courts/longs). Si on compare les deux groupes ayant eu respectivement la longue version visuelle et la longue version audiovisuelle, on obtient un effet de modalité inverse : la longueur de l'information provoque un effet de l'information

transitoire et le groupe ayant travaillé avec la version courte audiovisuelle n'obtient pas de meilleurs résultats que celui ayant utilisé la version courte visuelle. Une deuxième expérience a donc été réalisée pour laquelle rien n'a été modifié à l'exception de la longueur de l'information pour les versions courtes, qui a encore été raccourcie. Un effet de modalité est relevé à l'issue des tests puisque le groupe en condition audiovisuelle avec version courte réussit mieux que le groupe en condition visuelle avec version courte. Par contre on ne retrouve pas l'effet de l'information transitoire de l'expérience précédente. En effet, les deux groupes ayant les versions longues, mais avec les modalités différentes, réussissent aussi bien l'un que l'autre. En fait, les auteurs soulignent que les participants ont un niveau plus élevé que ceux de l'expérience 1 ; c'est l'effet de l'expertise.

Le choix de la modalité de présentation de supports d'apprentissage ne semble donc pas suffire à en déterminer l'efficacité ; leur longueur et leur complexité sont aussi déterminantes.

## Conclusion au chapitre 4

---

Les principaux modèles de la mémoire que nous avons voulu recenser concernent les paramètres de la compréhension en lecture : le modèle modulaire de Baddeley et Hitch permet de mettre en évidence le double processus de la lecture, à la fois dans sa dimension visuelle et phonologique. Le modèle de Cowan, considérant la MDT comme la partie activée de la MLT, met en avant l'importance de l'automatisation des informations qui ne nécessitent donc pas de traitement : le décodage, une fois automatisé, permettrait donc de libérer les ressources attentionnelles pour la compréhension. Quant au modèle d'Ericsson et Kintsch, il fait directement écho au modèle de situation de Van Dijk et Kintsch (1983) et au modèle de construction-intégration de Kintsch (1988) : la mobilisation des connaissances du lecteur est un élément déterminant de la compréhension, élément dépendant de l'activation de la MLT, d'où l'importance de la notion d'expertise du lecteur dans le modèle de MDTLT. Par ailleurs le profil des sujets dyslexiques est marqué par une activation différente de la MDT des sujets non dyslexiques. Cela amène donc à reconsidérer l'analyse de leur déficit en lecture. En effet, le déficit du décodage est souvent mis en avant et les aménagements relatifs à la prise en charge du trouble de la lecture en environnement scolaire concernent souvent le problème du décodage. Cependant, la MDT fortement impactée, devrait elle aussi faire l'objet d'attention. De manière empirique, les documents institutionnels relatifs à la prise en charge de ce handicap mentionnent souvent l'aménagement du temps scolaire, sans trop de précisions, comme si les éducateurs avaient conscience que l'enfant dyslexique a besoin de davantage de temps mais sans savoir pour quelles raisons. Ce paramètre temporel fait écho au modèle *TBRS* de Barrouillet, Bernardin et Camos (2004) : le sujet dyslexique en train de lire est soumis à un traitement attentionnel difficile donc coûteux temporellement ; selon ce modèle, l'attention ne peut plus être allouée au rafraîchissement d'autant plus que les tâches scolaires s'effectuent le plus souvent en temps limité. Le temps supplémentaire permettrait alors une amélioration du switching, avec pour conséquence un meilleur rappel des items en MDT. Le modèle *TBRS* redéfinit par conséquent la notion de charge cognitive en prenant en compte la durée de traitement des tâches. C'est donc un facteur qui pourrait être déterminant pour les lecteurs dyslexiques.

Comme nous l'avons vu, la théorie de la Charge cognitive offre un terrain expérimental intéressant pour étudier l'environnement des tâches d'apprentissage, en particulier les modalités de présentation des supports de travail. Ce cadre rejoint les remarques préliminaires que nous faisons et qui ont motivé notre recherche, à savoir la fiabilité scientifique des aménagements proposés pour les élèves dyslexiques. Même si l'ensemble des travaux menés dans le cadre de la *CLT* ne concerne pas les sujets dyslexiques, les résultats invitent à une démarche expérimentale qui va dans le même sens, permettant de tester les élèves dyslexiques dans des modalités différentes.

## CONCLUSION DE LA PARTIE THEORIQUE

---

Au terme de notre réflexion, nous constatons que la compréhension en lecture mobilise, même à travers un modèle aussi intégratif que celui de la *Simple view of reading*, de nombreux paramètres qui sont de plus en constante interaction. Outre la conscience phonologique qui détermine pour une bonne part la qualité du décodage, le lecteur doit aussi mobiliser des compétences lexicales et syntaxiques. La morphologie constitue également une unité spécifique qui aide à la lecture. Au-delà de ces compétences inhérentes au matériau à traiter, la compréhension en lecture exige de la part du sujet la mobilisation des connaissances générales qui facilitent la construction d'un modèle mental en constante construction. Ce processus est rendu complexe par le traitement des inférences qu'il mobilise. De plus la compréhension, en tant qu'opération cognitive complexe, requiert le traitement des informations en mémoire à long terme et en mémoire de travail (MDT). Faire sens pour le lecteur est donc un chemin âpre en perpétuelle évolution. Les sciences du langage ont par ailleurs trouvé dans la neuro-imagerie un terrain de connaissances dont elles doivent se nourrir. Elle a permis de montrer que le traitement de matériaux complexes, les textes en particulier, mobilise l'hémisphère droit en plus de certaines aires de l'hémisphère gauche. C'est notamment le cas lors du traitement des inférences causales et cette mobilisation est encore plus importante à la lecture de la fin d'un texte, au moment où la représentation mentale du récit est nécessaire. Enfin, l'activité cérébrale n'est pas tout à fait la même selon la modalité, orale *versus* écrite.

Qu'en est-il alors du lecteur dyslexique? La conquête du sens, passant par le déchiffrage, représente un chemin extrêmement périlleux. Le recours à la phonologie est déficitaire et ne permet pas de mobiliser les processus cognitifs de haut niveau, à l'œuvre pour le traitement du sens. Là encore la neuro-imagerie apporte une contribution majeure ; lors de tâches de bas niveau, phonologiques et lectures de mots, l'hémisphère droit est mobilisé chez le lecteur dyslexique. Il semble donc qu'il mobilise ses deux hémisphères pour le traitement du code. On comprend dès lors que le traitement de la compréhension puisse être rendu difficile puisque les ressources de l'hémisphère droit, nécessaires à ces tâches, sont dévolues au code. Par ailleurs la recherche a démontré que les lecteurs dyslexiques présentent un déficit en MDT. Le modèle *TBRS* permet de mieux appréhender comment ces

lecteurs traitent le matériau écrit. En effet, l'attention longtemps mobilisée sur le traitement du matériau écrit, ne peut se déplacer sur les items stockés en MDT, d'où un déficit de la compréhension, notamment sur des textes dans la mesure où le traitement des inférences est plus important. L'un des paramètres décisifs semblerait donc lié au temps. D'ailleurs, les travaux de Walczyk éclairent cette question. En travaillant sur les stratégies de compensation, il a démontré que la contrainte temporelle augmente la charge cognitive. De plus le but de ces stratégies ne serait pas le même pour les dyslexiques; par exemple les retours en arrière permettraient de mieux déchiffrer là où pour les normo-lecteurs, ils permettent l'intégration de l'information. D'autres recherches insistent sur cette contrainte temporelle (Gabrieli, 2009 ; Hatcher et al., 2002 ;Parrila et al., 2007).

A ce stade de notre démarche, il semble que la question des aménagements des tâches de lecture pour les lecteurs dyslexiques ouvre des perspectives expérimentales larges tant les paramètres influençant la compréhension sont multiples : qualité du décodage, connaissances lexicales, traitement des inférences, traitement temporel et capacité de la mémoire de travail semblent en être les principaux facteurs. Dans nos expérimentations nous allons chercher à vérifier si certaines modalités de présentation du matériau écrit facilitent l'accès à la compréhension de textes narratifs.

## SECONDE PARTIE : EXPERIMENTATIONS

---

## Introduction

---

Notre démarche consiste à nous demander comment aménager les tâches de lecture afin d'améliorer la compréhension en lecture de textes narratifs des enfants dyslexiques. Nos réflexions nous conduisent vers deux voies qui représentent les facettes du modèle SVR : en premier lieu, trouver des moyens d'agir sur le matériau à déchiffrer. Pour cette voie, l'unité morphologique semble un levier possible. En second lieu contourner le matériau écrit en passant par d'autres modalités, en particulier la modalité orale dans la mesure où la compréhension orale requiert les mêmes habiletés que la compréhension écrite. Notre démarche expérimentale vise donc à manipuler séparément ces paramètres- morphèmes et modalité orale- pour vérifier si cela a un effet sur la compréhension écrite.

Nous formulons donc la série d'hypothèses suivantes :

- La mise en relief des éléments saillants des mots sur le plan morphémique est de nature à faciliter la compréhension de textes narratifs d'élèves dyslexiques de CM2. Cette hypothèse a été testée dans la deuxième expérience.
- Ecouter un texte (au lieu de le lire) permet une amélioration de la compréhension de textes narratifs d'élèves dyslexiques de CM2. Cette hypothèse a été testée dans les expériences 1 et 3. Nous avons réitéré l'expérience 1 en améliorant la fiabilité du matériau proposé et le recrutement des élèves : dans l'expérience 1, il s'agit d'élèves en difficulté de décodage; dans l'expérience 2, il s'agit d'élèves dyslexiques.
- Les conditions de présentation de la bande son (version continue, version avec des pauses imposées à chaque fin de phrase et version durant laquelle l'enfant peut gérer les pauses à son gré) influent sur les performances en compréhension de textes narratifs d'élèves dyslexiques de CM2. Cette hypothèse a été testée dans la quatrième expérience.

La compréhension est évaluée en tenant compte des trois niveaux qui la définissent, à savoir compréhension littérale (informations données de façon explicite dans le texte), compréhension locale (au sens de *bridging inferences* selon McNamara & Magliano, 2009) et compréhension globale (au sens de *elaboration* selon McNamara et al.).

Nous avons choisi deux plans d'expérience :

- pour la première expérience, les élèves sont soumis soit à la modalité orale soit à la modalité écrite, le même texte est utilisé quelle que soit la modalité.

- Pour les trois autres expériences, chaque élève est soumis à deux conditions :  
Pour la deuxième expérience : lecture de deux textes différents en faisant varier la présentation de l'écrit (texte normal/morphèmes mis en relief)  
Pour la troisième expérience : utilisation de deux textes différents, l'un étant lu, l'autre étant écouté  
Pour la quatrième expérience : utilisation de deux textes différents ; tous les deux sont présentés en modalité orale, l'un en version continue, l'autre en version contenant des pauses (soit des pauses contrôlées, soit des pauses libres)

Même si les hypothèses concernent le public des enfants dyslexiques, nous avons souhaité constituer un groupe témoin d'enfants normo-lecteurs pour chaque expérience. Ce choix est motivé par la volonté de vérifier s'il existe une interaction entre les deux variables indépendantes suivantes : le profil des lecteurs et les modalités de présentation du texte. Ceci nous permet de voir si l'éventuel effet obtenu est spécifique (aux élèves dyslexiques) ou générique.

Nous avons choisi le niveau CM2 pour trois raisons. Tout d'abord, les mécanismes de bas niveau, à savoir le décodage, l'identification des mots écrits et la fluence de lecture sont bien automatisés à ce stade de la scolarité. Le risque qu'ils interfèrent dans les résultats pour les normo-lecteurs est donc faible. Ensuite cette classe, jusqu'en 2016, occupait une place particulière dans le cursus scolaire puisqu'elle constituait le dernier niveau du cycle 3 de l'école élémentaire. A ce titre, il semble indispensable de chercher à aménager les tâches de lecture pour des élèves qui vont entrer au collège et vont donc être confrontés à un environnement pédagogique différent de l'école élémentaire. Enfin, la prise en charge de la dyslexie est souvent liée à des stratégies de remédiation en vue d'améliorer les déficits. Cette prise en charge est réalisée par des professionnels de santé, en particulier les orthophonistes. Mais pour les élèves dyslexiques, l'enseignant doit procéder à une pédagogie de contournement qui passe donc par des aménagements. Par conséquent il a semblé prioritaire de réfléchir aux aides à mettre en place pour des enfants plus âgés (qui n'ont d'ailleurs pas forcément bénéficié de plusieurs années de rééducation).

## Choix méthodologiques

### a. Participants

Chaque expérience a nécessité de recruter deux groupes de sujets : un groupe contrôle et un groupe d'élèves en difficulté de déchiffrage pour l'expérience 1, un groupe d'élèves dyslexiques pour les 3 expériences suivantes. Les effectifs sont relativement homogènes ainsi que la moyenne d'âge et le sex ratio :

	Nombre total	Dyslexiques	Groupe contrôle	Age moyen DYS	Age moyen G contrôle
Expérience 1	40 : 18 garçons 22 filles	20 : 10 garçons 10 filles	20 : 8 garçons 12 filles	11 ans 4 mois	10 ans 6 mois
Expérience 2	44 : 28 garçons 16 filles	20 : 11 garçons 9 filles	24 : 17 garçons 7 filles	11 ans 1 mois	10 ans 8 mois
Expérience 3	40 : 18 garçons 22 filles	20 : 11 garçons 9 filles	20 : 7 garçons 13 filles	11 ans	10 ans 10 mois
Expérience 4	40 : 21 garçons 19 filles	20 : 9 garçons 11 filles	20 : 12 garçons 8 filles	10 ans 8 mois	10 ans 6 mois

Pour la première expérience, ce recrutement s'est opéré en tenant compte d'une part des résultats scolaires (sur le décodage) obtenus et transmis par l'enseignant; d'autre part des résultats au test de l'Alouette<sup>13</sup> auquel nous avons soumis tous les enfants. En ce qui concerne les enfants dyslexiques recrutés pour les trois expériences suivantes, nous nous sommes fondés sur le diagnostic médical établi par les orthophonistes et/ou le Centre de Référence des Troubles Spécifiques des Apprentissages de l'hôpital de Rodez. Cependant nous n'avons pas cherché à affiner le profil des sujets dyslexiques dans la mesure où nous ne nous inscrivons pas dans un contexte de laboratoire ou un contexte médical. Notre projet est d'examiner l'impact d'aménagements pouvant être réalisés dans le contexte écologique d'une classe en vue d'améliorer les performances de compréhension des élèves. Par conséquent, un enseignant sait seulement qu'un élève est dyslexique mais ne connaît pas le type de dyslexie et n'a pas accès aux mesures des tests effectués, qu'il s'agisse des tests psychométriques, d'orthophonie ou de mémoire de travail. En

<sup>13</sup> Ce test est décrit en détail en page 123.

fait, toutes les recherches en « *instructional design* » (l'environnement d'apprentissage) sont fondées sur une approche naturelle. Enfin, afin d'éviter une trop grande hétérogénéité entre élèves, nous avons limité notre recrutement dans trois écoles élémentaires en travaillant pour les quatre expériences avec les mêmes professeurs des écoles. Ce parti pris nous assure que les élèves recrutés ont bénéficié des mêmes conditions d'apprentissage.

#### b. Matériel

Nous avons souhaité que les conditions de nos expériences soient le plus écologiques possible. C'est pourquoi nous avons choisi pour l'expérience 1 un texte issu de la littérature de jeunesse. Dans le souci d'un meilleur contrôle de la difficulté du support de lecture, nous avons retenu pour l'expérience 2, deux textes ayant fait l'objet d'un étalonnage de la difficulté dans le cadre d'une évaluation diagnostique de la compréhension en lecture pour le cycle 3, figurant dans le projet DEVCOMP, initié par Bianco, Colé, Megherbi et Dessus (2014). Pour les deux expériences suivantes, nous avons utilisé deux textes figurant dans les évaluations nationales de CM2, afin de mesurer les performances en compréhension de textes narratifs (évaluations de 2009 et 2013). Le changement des textes pour les expériences 3 et 4 a été rendu nécessaire dans la mesure où trois élèves ont participé aux expériences 2 et 3.

#### c. Procédure

Les conditions de passation des épreuves sont identiques pour l'ensemble des expériences : il s'agit de passations individuelles ayant eu lieu en contexte scolaire ou en cabinet d'orthophonie. Aucune contrainte de temps n'a été fixée pour la lecture des textes. Les enfants ont eu également accès aux questions de compréhension, sous forme écrite. Cependant l'expérimentateur les lit à voix haute et les répète, à la demande de l'enfant, afin d'éviter les erreurs de compréhension dues à un déchiffrage erroné. De même, aucune contrainte de temps n'est exigée pour la formulation des réponses qui sont enregistrées afin de ne pas pénaliser les élèves en difficulté (expérience 1) ou dyslexiques (expériences 2, 3 et 4) qui peuvent rencontrer des difficultés en production d'écrit.

Un plan d'expérience en carré latin a été utilisé pour les expériences 2,3 et 4.

#### d. Mesures

Pour chaque expérience, un questionnaire a été proposé afin de mesurer les trois niveaux de compréhension (littérale, locale et globale). Un rappel libre propositionnel a été également évalué dans l'expérience 1 (évalué de 0 à 96 ; 1 point valide une proposition). Pour chaque dimension étudiée, le score est calculé en faisant la somme du nombre d'items répondus correctement. L'unité de mesure est le nombre de bonnes réponses, chaque bonne réponse valant 1. Pour la plupart des questions, la mesure est de 0 à 1 (0 valide une absence de réponse ou une réponse erronée ; 1 valide une bonne réponse). Deux questions relatives à l'un des textes de la seconde expérience sont validées différemment : 2 pour une réponse exacte ; 0 dans les autres cas (questionnaires et détail des points donnés en annexes). Pour l'expérience 1, la mesure est identique mais pour certaines questions, les réponses sont nombreuses et chaque élément cité vaut un point: les valeurs maximales sont données dans la présentation de l'expérience (entre crochets, dans la partie mesures). Pour les expériences 2,3 et 4, les mesures étant différentes, nous avons divisé  $x$  (le score obtenu) par la valeur maximale pour obtenir un taux de réussite allant de 0 à 1.

Pour la mesure du temps de lecture ou d'écoute, l'unité de mesure choisie est la minute.

## 1. EXPERIENCE 1 : effet de la modalité orale sur la compréhension d'un texte narratif

### 1.1. Hypothèse

---

Comme nous l'avons précisé dans notre introduction générale, notre recherche a d'abord été motivée par la volonté de vérifier si les pratiques conseillées aux élèves dyslexiques, à savoir remplacer la lecture par l'écoute des textes à comprendre, étaient efficaces. Le modèle SVR dont nous avons rendu compte au chapitre 1 pourrait d'ailleurs justifier cette approche intuitive. Dans la mesure où la compréhension écrite serait le produit du décodage et de la compréhension orale, l'usage de la modalité orale pourrait se substituer à la modalité visuelle. D'autre part la théorie de la charge cognitive permet de montrer que dans des cas précis, la

modalité orale pourrait présenter certains avantages. Cependant, les études en neuro-imagerie montrent que les processus impliqués dans la compréhension orale ne sont pas totalement superposables à ceux impliqués dans la compréhension écrite, l'hémisphère droit et les aires frontales bi-latérales étant plus activées lors de la compréhension orale (Bianco, 2014). Par ailleurs l'effet de l'information transitoire établi par les recherches menées dans le cadre de la théorie de la charge cognitive (Leahy & Sweller, 2016) vient nuancer l'efficacité de la modalité orale. Pour toutes ces raisons, nous avons voulu dans une première expérience, vérifier si, pour des élèves en difficulté de décodage, écouter un texte narratif *versus* le lire en améliore la compréhension. Comme indiqué précédemment, nous avons utilisé un groupe d'élèves de CM2 normo-lecteurs pour contrôler si l'éventuel effet obtenu serait spécifique aux élèves en difficulté de lecture ou général (*i.e.* valable pour tous les élèves).

## 1.2. Méthode

---

### 1.2.1. Participants

Quarante élèves scolarisés en CM2 dans deux écoles de l'Aveyron (18 garçons et 22 filles ; âge moyen : 11 ans 1 mois) ont été recrutés pour cette première expérience. Parmi les enfants en difficulté de décodage, 7 d'entre eux ont redoublé une fois. Tous ont le français comme langue maternelle. Les autorisations parentales ont été obtenues préalablement.

2 groupes (20x2) ont été constitués, un groupe de normo-lecteurs et un groupe d'enfants en difficulté de décodage. Les élèves ont été répartis au sein de ces deux groupes en tenant compte de deux paramètres :

- L'expertise du professeur des écoles au vu des résultats obtenus par ces élèves aux évaluations organisées dans la classe
- Les résultats obtenus au test de l'Alouette (Éditions du Centre de Psychologie Appliquée : ECPA) auquel nous avons soumis chaque élève afin d'évaluer leur niveau de décodage. Ce test évalue le nombre de mots lus (le texte en contient 265) en 3 minutes (donné en secondes : 180). Nous avons mesuré les indices quantitatifs qui incluent le temps de lecture (TL), le nombre de mots lus (M), le nombre d'erreurs (E) et le nombre de mots correctement lus (C). Ces mesures donnent deux indices : l'indice de précision ( $CM = C/M$ ) et l'indice de vitesse (CTL

=  $[C \times 180] / TL$ . Les moyennes de ces indices pour les deux groupes de lecteurs sont les suivantes :

- Pour les lecteurs en difficulté (âge moyen : 11 ans 4 mois) : CM = 90,76 (écart-type : 4,7) ; CTL = 192,09 (écart-type : 54,6)
- Pour les normo-lecteurs (âge moyen : 10 ans 6 mois) : CM = 96,83 (écart-type : 1,4) ; CTL = 326,42 (écart-type : 58)

### 1.2.2. Matériel

Le support choisi est un texte de littérature de jeunesse de Didier Levy, intitulé *L'oncle Américain d'Achille Pellisson* paru en 2009 chez Oskar éditeur (835 mots). Cet album a été soumis à la lecture de trois professeurs des écoles afin qu'ils puissent estimer le niveau de difficulté de compréhension du récit pour des élèves de CM2 ; Selon eux, ce récit présente un niveau de difficulté adéquat pour des élèves de CM2 ; il demande des connaissances sur le monde que les élèves ne possèdent pas forcément mais suffisamment explicites au cours du récit (New York et le Jazz) ; les liens entre les personnages non présents peuvent être difficiles à appréhender (liens familiaux). Ce récit comporte deux personnages principaux (une mère et son fils) et une seule intrigue. Le récit évolue dans un même lieu. Le vocabulaire ne comporte pas de difficultés majeures : seul trois mots ne font pas partie de la base Manulex (base de données lexicales qui fournit les fréquences d'occurrences de mots calculées à partir d'un corpus de 54 manuels scolaires). Par ailleurs, cette édition comprend également un cd présentant la version audio du texte, avec bruitage (7 minutes). Le texte est donné en annexes

### 1.2.3. Procédure

Lors de la passation de l'expérience, chaque participant est confronté à une condition expérimentale. Le choix de la condition, oral/écrit, est aléatoire. La passation est individuelle. La bande son est générée en sortie directe d'un ordinateur. Aucune contrainte temporelle n'est imposée pour la lecture. Pour la condition orale, l'auditeur est soumis au rythme de lecture de la bande son sans retour en arrière possible ni pause. Le temps de lecture est prélevé.

Une fois l'écoute et la lecture terminées, le questionnaire est remis au participant qui peut le lire. Même si chaque question est lue à voix haute par l'expérimentateur.

Les réponses sont formulées à l'oral et enregistrées afin d'éviter les difficultés d'une mise en mots à l'écrit. Aucune contrainte temporelle n'est imposée pour la formulation des réponses.

#### 1.2.4. Mesures

Pour mesurer la compréhension, nous avons créé un questionnaire spécifique composé de dix items (annexe 1.2). Pour élaborer ces questions, nous nous sommes appuyés sur les études concernant la compréhension en lecture qui déterminent trois niveaux. Ceux-ci permettent au lecteur de construire un modèle de situation tel qu'il a été défini par Van Dijk et Kintsch (1983). Les informations du texte à mettre en relation obligent le lecteur à établir des liens logiques et à construire des inférences, soit à partir des éléments du texte soit à partir des connaissances du lecteur (Mc Namara et al., 2009); ces processus amènent à identifier un niveau de compréhension locale nécessitant le traitement des inférences liées au texte par la mise en relation des phrases ou des paragraphes et un niveau de compréhension globale dont la construction s'appuie sur les connaissances du lecteur et la représentation du thème général. De plus la compréhension évalue le prélèvement d'informations explicites dans le texte. Le rappel libre propositionnel est inspiré des travaux de Kintsch et Van Dijk (1978). Le questionnaire s'établit donc de la façon suivante (annexe 1.2) :

- une question métacognitive de perception de la difficulté (item 1). L'échelle de perception de la difficulté est celle issue des travaux de Paas, Van Merriënboer et Adam (1994). Cet item est mesuré par un score variant de 1 à 9, la valeur 1 correspondant à une perception de très grande facilité [1 ;9].
- trois items de compréhension explicite (items 3, 4, 6). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 33, [0;33]
- deux items nécessitant des inférences globales (items 5,10) : Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 2, [0;2]
- trois items nécessitant des inférences locales (items 7, 8, 9) : Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 14, [0;14]
- un rappel libre de l'histoire qui fera l'objet d'une analyse propositionnelle (item 2). Il est mesuré par un score variant de 1 à 96, [0;96]. On attribue 1 point par proposition donnée.

### 1.3. Résultats

Voici le tableau global des résultats obtenus après analyse :

Elèves	Modalité	Temps	Difficulté Perçue	Questions Littérales	Inférence Locales	Inférences globales	Nb propositions rappelées
En difficulté	Ecoute	7 (0)	3,5 (1,5)	9,9 (5,6)	7,8 (1,5)	0,5 (0,7)	13,3 (6,5)
	Lecture	7,5 (1,3)	4,2 (0,4)	10,1 (3,9)	8,5 (2,2)	0,4 (0,7)	14,6 (9,4)
Normo lecteurs	Ecoute	7 (0)	3,9 (0,3)	14,4 (2,8)	8,9 (1,7)	1,4 (0,8)	23,8 (14,5)
	Lecture	5 (1)	3,4 (1,3)	13,6 (3,1)	9 (1,9)	1,3 (0,7)	14,9 (7,6)

Tableau 2. Expérience 1. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et normo-lecteurs selon la modalité de présentation.

#### 1.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves en difficulté

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur la variable dépendante « temps »

Pour les élèves en difficulté de lecture, en ce qui concerne le temps, l'analyse de variance ne peut être réalisée dans la mesure où le temps d'écoute est fixe. Cependant, le temps de lecture (7,5) est plus élevé que le temps d'écoute (7).

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur la variable dépendante « difficulté perçue »

Pour les élèves en difficulté, la difficulté perçue est en moyenne de 3,5 en modalité orale et de 4,2 en modalité écrite. Malgré ces résultats sensiblement différents, on ne note pas d'effet significatif ( $F(1,18) = 1.99, p = .175, \eta^2_{\text{partiel}} = .100$ )

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

La modalité de présentation n'a pas d'effet sur les scores en compréhension quel que soit le niveau de compréhension considéré ; on obtient :

§ Pour la compréhension globale :  $F(1,18) = 0.10, p = .754, \eta^2_{\text{partiel}} = .006$

§ Pour la compréhension littérale :  $F(1,18) = 0.01, p = .927, \eta^2_{\text{partiel}} = .000$

§ Pour la compréhension locale :  $F(1,18) = 0.68, p = .418, \eta^2_{\text{partiel}} = .037$

De même on ne relève aucun effet significatif de la modalité sur le rappel libre propositionnel ( $F(1,18) = 0.12, p = .724, \eta^2_{\text{partiel}} = .007$ )

### 1.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur)

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur la variable dépendante « temps »

Par comparaison, pour les normo-lecteurs, même s'il n'est pas possible de conduire une analyse de la variance sur le temps (la modalité écoute ne variant pas), on voit qu'ils lisent plus vite que le temps de l'écoute, les valeurs étant respectivement de 5 et 7.

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur la variable dépendante « difficulté perçue »

La difficulté perçue est en moyenne de 3,9 en modalité orale et de 3,4 en modalité écrite. Malgré ces résultats sensiblement différents, on ne note pas d'effet significatif ( $F(1,18) = 1.47, p = .241, \eta^2_{\text{partiel}} = .076$ )

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

La modalité de présentation n'a pas d'effet sur les scores en compréhension quel que soit le niveau de compréhension considéré ; on obtient :

§ Pour la compréhension globale :  $F(1,18) = 0.08, p = .773, \eta^2_{\text{partiel}} = .005$

§ Pour la compréhension littérale :  $F(1,18) = 0.36, p = .552, \eta^2_{\text{partiel}} = .020$

§ Pour la compréhension locale :  $F(1,18) = 0.01, p = .903, \eta^2_{\text{partiel}} = .001$

De même on ne relève aucun effet significatif de la modalité sur le rappel libre propositionnel ( $F(1,18) = 2.94, p = .103, \eta^2_{\text{partiel}} = .141$ )

### 1.3.3. Observation des résultats temps\*élèves et scores\*élèves

L'analyse de variance réalisée pour tester l'effet du profil des lecteurs sur le temps montre un effet significatif ( $F(1,38) = 24.37, p^* < .001, \eta^2_{\text{partiel}} = .575$ ) : les enfants en difficulté de décodage mettent 50 % temps supplémentaire par rapport au temps des normo-lecteurs.

Si on observe les scores en compréhension des élèves en difficulté par rapport à ceux des normo-lecteurs, sans tenir compte de la variable indépendante étudiée (*i.e.* la modalité), on obtient les résultats suivants :

§ Pour la compréhension globale :  $F(1,38) = 15.78, p^* < .001, \eta^2_{\text{partiel}} = .293$

§ Pour la compréhension littérale :  $F(1,38) = 10.44, p^* = .003, \eta^2_{\text{partiel}} = .216$

§ Pour la compréhension locale :  $F(1,38) = 1.94, p = .172, \eta^2_{\text{partiel}} = .049$

On ne relève aucun effet significatif du profil des lecteurs sur le rappel libre propositionnel ( $F(1,38) = 2.76, p = .104, \eta^2_{\text{partiel}} = .068$ )

Le score des élèves en difficulté est plus faible pour la compréhension globale et la compréhension littérale.

#### 1.3.4. Recherche d'interaction entre l'effet des difficultés des élèves et celui de la modalité de présentation

Nous avons ensuite exploré les données à la recherche d'une éventuelle interaction entre l'effet des difficultés des élèves et celui de la modalité de présentation.

- Pour le rappel libre, cette analyse montre qu'il n'existe aucune interaction entre les deux variables considérées. L'interaction n'est pas statistiquement significative sur les scores en rappel libre ( $F(3,36) = 2.60, p = .116, \eta^2_{\text{partiel}} = .067$ ).

Pourtant, quand on compare les moyennes du rappel libre, on constate que la modalité orale ne bénéficie pas aux élèves en difficulté alors qu'elle a un effet positif avec les normo-lecteurs. Au contraire, la performance entre les deux groupes est équivalente avec la modalité écrite. Ces résultats sont illustrés par le graphique ci-dessous :

**Figure 14. Expérience 1. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score du rappel, selon la modalité, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.**

Si on poursuit l'analyse pour les niveaux de compréhension, il n'existe aucune interaction entre les deux variables considérées. L'interaction n'est pas statistiquement significative ; on obtient les résultats suivants :

§ Pour la compréhension globale :  $F(3,36) = 0.00$ ,  $p = 1.000$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}} = .000$

§ Pour la compréhension littérale :  $F(3,36) = 0.15$ ,  $p = .696$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}} = .004$

§ Pour la compréhension locale :  $F(3,36) = 0.26$ ,  $p = .611$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}} = .007$

#### 1.4. Discussion

---

Les résultats de cette expérience ne confirment pas notre hypothèse de départ; en effet, la modalité orale n'a aucun effet sur les performances en compréhension des élèves en difficulté de déchiffrage.

Cependant, cette étude met clairement en évidence l'influence du paramètre temporel : il s'avère que les élèves en difficulté mettent 50% plus de temps à lire que les normo-lecteurs.

Un autre résultat concerne les élèves normo-lecteurs qui obtiennent de meilleurs scores en rappel libre en modalité orale. Ce résultat peut s'expliquer si on considère le temps consacré à l'exercice : les normo-lecteurs lisent plus vite qu'ils n'écoutent ; on peut donc faire l'hypothèse qu'en modalité écrite, ils omettent de lire certains passages ou mots.

Un autre résultat nous semble important : les scores en compréhension globale et littérale restent inférieurs pour les élèves en difficulté, quelle que soit la modalité (lecture/écoute). Cela signifierait que le décodage n'est pas le seul paramètre à prendre en compte pour expliquer le déficit en compréhension d'élèves ayant des difficultés de déchiffrage.

Mais nous voyons deux limites dans la conduite de cette expérience. D'une part, elle a été menée auprès d'élèves en difficulté recrutés selon deux critères : les évaluations menées par l'enseignant et les résultats aux tests de l'Alouette menés par nos soins. Ce mode de recrutement ne constitue pas une approche suffisamment rigoureuse et ne concerne pas directement les élèves dyslexiques. D'autre part, le choix du texte peut être remis en cause du fait de sa longueur. Il peut être sujet à plusieurs interprétations et l'effet de l'information transitoire peut être plus important (Leahy & Sweller, 2011 ; Wong, Leahy et al, 2012). De plus il n'a donné lieu à aucun étalonnage de la difficulté. Il s'agit d'un texte littéraire choisi hors contexte didactique. Pour les expériences suivantes concernant la modalité, ces deux limites seront prises en compte.

## 2. EXPERIENCE 2 : effet de la mise en relief des unités morphologiques en manipulant le format de présentation des lettres écrites sur la compréhension de textes narratifs

### 2.1. Hypothèse

---

La majorité des mots est pluri-morphémique; en effet, 80% des mots du Robert Méthodique sont complexes (Rey-Debove, 1984.) La revue de la littérature a permis de mettre en évidence que la morphologie participe à l'activité de lecture chez les normo-lecteurs, les habiletés morphologiques apparaissant avant l'apprentissage de la lecture et se poursuivant encore au moins jusqu'au CM2. D'autre part elle a aussi montré que les lecteurs dyslexiques possèdent de bonnes capacités morphologiques malgré leur déficit phonologique et que les habiletés morphologiques interviennent dans la compréhension en lecture et la lecture de mots réguliers et irréguliers, chez beaucoup d'entre eux, notamment lors d'entraînements. A partir de ces résultats, nous nous sommes demandé si l'impact de la morphologie peut se vérifier en contexte écologique. En effet, les résultats de plusieurs études montrent qu'un entraînement à la morphologie améliore les performances des élèves dyslexiques en phonologie, morphologie et vocabulaire (Goodwin & Ahn, 2010) ; Hurry et al. (2005) notent des progrès en orthographe ; enfin Colé et Casalis (2012) notent une amélioration en décodage, tous ces progrès ayant une incidence sur la compréhension. La morphologie serait alors considérée comme une stratégie de compensation pour les lecteurs dyslexiques qui présentent un déficit phonologique. L'attention dévolue au décodage, en diminuant, libère les ressources cognitives pour la compréhension écrite : on peut ainsi améliorer la compréhension chez les enfants dyslexiques.

On souhaite donc vérifier si la mise en relief des unités pluri-morphémiques dans un texte narratif peut faciliter l'identification des mots écrits et donc améliorer la compréhension.

D'autre part, nous vérifions si le format choisi augmente la vitesse de lecture.

## 2.2. Méthode

---

### 2.2.1 Participants

Vingt-quatre élèves normo-lecteurs, scolarisés en CM2, ont été recrutés dans deux écoles de l'Aveyron (17 garçons et 7 filles ; âge moyen : 10 ans 8 mois). Ils ont été sélectionnés sur la base des évaluations en compréhension écrite de textes narratifs, obtenues par l'élève dans le cadre normal des situations pédagogiques proposées par l'enseignant. Nous avons vérifié que ces évaluations prenaient bien en compte la compréhension explicite et implicite.

Vingt enfants dyslexiques, scolarisés en CM2 ont été recrutés (11 garçons et 9 filles ; âge moyen : 11 ans 1 mois). 4 d'entre eux ont redoublé une fois. Cet échantillon a été sélectionné par l'intermédiaire du centre de référence des Troubles Spécifiques des Apprentissages de l'hôpital de Rodez, sous la direction du Docteur Semet. Les enfants ont donc subi une batterie de tests permettant d'écarter les sujets présentant un trouble de l'attention, une déficience intellectuelle, un trouble de l'acquisition et de la coordination ou un trouble spécifique du langage oral. Ce sont les orthophonistes travaillant en lien avec le Docteur Semet qui ont conduit ces tests suivants :

- L2MA2 (Éditions du Centre de Psychologie Appliquée : ECPA) pour les stratégies de lecture, la compréhension et l'orthographe, la conscience phonologique et la dénomination rapide
- L'Alouette pour la leximétrie
- Chronodictées (Orthoédition) pour l'orthographe

Tous les enfants ont le français comme langue maternelle. Les autorisations parentales ont été obtenues préalablement.

### 2.2.2. Matériel

Nous avons choisi deux textes narratifs appartenant à une épreuve de compréhension de textes étalonnée pour les CM2 visant essentiellement à évaluer les habiletés requises pour construire les modèles de situation. Il s'agit d'une évaluation diagnostique de la compréhension en lecture pour le cycle 3 initiée par Bianco et al dans le cadre du projet DEVCOMP (2014).

Le choix des unités mises en relief s'est opéré de la façon suivante :

Certains mots sont davantage saillants du point de vue de la structure morphologique autrement dit du point de vue des parties tandis que d'autres sont davantage saillants du point de vue du tout. Cette saillance est déterminée par le rapport fréquentiel des éléments en concurrence. La saillance des préfixes et des suffixes peut être liée à des critères sémantiques ; c'est le cas de certains paradigmes de série : par exemple le suffixe « IER », inséré dans un contexte où il est question de « métier » véhiculera le sens de « métier ». La valeur sémantique de ce suffixe concerne plusieurs catégories et par conséquent n'est pas toujours nette : le contexte peut éclairer l'effet. La méthode va consister à colorer les éléments les plus perceptivement saillants. La liste des mots complexes des textes utilisés a été soumise à des étudiants à qui il a été demandé de définir si c'est le tout ou la/les parties qui sont les plus saillantes. (Liste en annexe). La consigne était la suivante : « Pour chaque mot de la liste, vous indiquerez, selon vous, si ce mot est fréquent globalement ou en partie. Autrement dit le tout est-il supérieur, inférieur ou égal à ses parties ? Si c'est le tout, surlignez le mot en entier. Si c'est une partie, surlignez-la ; et si c'est deux parties surlignez distinctement ces deux parties. »

Voici un extrait de l'un des textes dans les deux versions (intégralité des textes donnée en annexes) :

« Le navire du jeune capitaine Dick Sand avait fait naufrage sur les côtes africaines. Chaque jour, il explorait les alentours à la recherche de nourriture. Dans la journée du 9 juillet, il eut à faire preuve d'un extrême sang-froid. Dick Sand était seul à terre, à l'affût d'un caama dont les cornes se montraient au-dessus d'un taillis, et il venait de le tirer, lorsque bondit, à trente pas, un formidable chasseur, qui sans doute venait réclamer sa proie et n'était pas d'humeur à l'abandonner. C'était un lion de grande taille, de ceux que les indigènes appellent « kamos », et non de cette espèce sans crinière, dite « lion du Nyassi ». Celui-là mesurait cinq pieds de haut, une bête extraordinaire. »

« Le navire du jeune capitaine Dick Sand avait fait naufrage sur les côtes africaines. Chaque jour, il explorait les alentours à la recherche de nourriture. Dans la journée du 9 juillet, il eut à faire preuve d'un extrême sang-froid. Dick Sand était seul à terre, à l'affût d'un caama dont les cornes se montraient au-dessus d'un taillis, et il venait de le tirer, lorsque bondit, à trente pas, un formidable chasseur, qui sans doute venait réclamer sa proie et n'était pas d'humeur à l'abandonner. C'était un lion de grande taille, de ceux que les indigènes appellent « kamos », et non de cette

espèce sans crinière, dite « lion du Nyassi ». Celui-là mesurait cinq pieds de haut, une bête extraordinaire. »

### 2.2.3. Procédure

L'étude a été menée en utilisant un plan d'expérience en carré latin : cinq élèves TSLE, de CM2 ont lu un texte A dans un format de présentation classique et un autre texte B dans un format modifié : les parties saillantes des mots sont colorées en rouge et mises en caractères gras. L'ordre de passation a ensuite été inversé pour 5 autres enfants afin de vérifier si la fatigue de la première tâche peut influencer sur la seconde. Pour 10 autres élèves, le dispositif a été répliqué en inversant aussi le texte classique et le texte au format modifié. Le même dispositif a été soumis à 20 élèves normo-lecteurs (2x10) de CM2, de même âge chronologique ; cela permet de comparer une population sans problème de compréhension à l'écrit et à l'oral, et sans problème de décodage avec la population dyslexique de même niveau supposé en compréhension orale, mais avec un déficit en décodage et en compréhension écrite. Par ailleurs pour les normo-lecteurs, il pourra être intéressant de mesurer si le format de présentation choisi a aussi un impact.

Aucune contrainte de temps n'a été fixée pour la lecture des textes et pour le temps des réponses. Les questions ont été données à l'écrit et lues par l'expérimentateur. Les réponses ont été enregistrées. Les lecteurs dyslexiques ont en effet des difficultés supplémentaires pour la mise en mots à l'écrit. Ce dispositif permet d'éviter d'introduire une autre variable : les difficultés en production d'écrit.

On obtient la répartition suivante :

UN GROUPE DYSLEXIQUE CM2 = 20 enfants	5 lisent d'abord le texte A en présentation normale	Puis les mêmes lisent le texte B en présentation améliorée
	5 autres lisent le texte B en présentation améliorée	Puis les mêmes lisent le texte A en présentation normale
	5 autres lisent d'abord le texte B en version normale	Puis les mêmes lisent le texte A en présentation améliorée
	5 autres lisent le texte A en présentation améliorée	Puis les mêmes lisent le texte B en version normale
UN GROUPE NM CM2 =24 enfants	Même dispositif	Même dispositif

**Tableau 3. Expérience 2. Présentation du dispositif en carré latin**

#### 2.2.4. Mesures

Pour mesurer la compréhension, nous avons utilisé les questionnaires élaborés par Bianco et al.

Pour le texte intitulé *le monde d'en Haut* (414 mots), le questionnaire comporte 8 items (annexe 2.4) :

- deux items de compréhension littérale (items 2 et 6). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 2, [0;2]
- quatre items de compréhension locale (dont un QCM ; items 1, 3, 4 et 7). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 4, [0;4]
- deux items de compréhension globale (dont un QCM ; items 5 et 8). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 2, [0;2]
- Le score total est mesuré par un score variant de 0 à 8 ; [0;8]

Pour le texte intitulé *le lion* (331 mots), le questionnaire comporte 10 items (annexe 2.8) :

- trois items de compréhension littérale (items 1, 4, 9). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 3, [0;3]
- trois items de compréhension locale (dont un QCM ; items 2, 3, 6). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 4, [0;4]
- trois items de compréhension globale (dont un QCM ; items 5, 7, 8, 10). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 5, [0;5]
- La performance du score total est mesurée par un score variant de 0 à 12 ; [0;12]

La nature de la cohérence a été définie de la manière suivante par Bianco et al : La cohérence locale concerne « essentiellement le traitement anaphorique et la compréhension de la causalité entre événements adjacents. » La cohérence globale concerne des « questions portant sur le thème général et des inférences de connaissance. » (DEVCOMP, 2014). Les trois niveaux de compréhension testés sont les mêmes que ceux de la première expérience et nous avons supprimé le rappel libre et la perception de la difficulté afin de respecter rigoureusement le test proposé par Bianco et al.

## 2.3. Résultats

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des résultats obtenus :

	Mode de présentation	temps	Score total	Compréhension littérale	Compréhension locale	Compréhension globale
Dyslexiques	Texte normal	6,2 (2,7)	0,6 (0,2)	0,9 (0,15)	0,4 (0,3)	0,6 (0,4)
	Texte coloré	6,1 (3,4)	0,6 (0,2)	0,9 (0,2)	0,5 (0,3)	0,4 (0,3)
Normo lecteurs	Texte normal	2,4 (0,8)	0,7 (0,2)	0,9 (0,1)	0,6 (0,3)	0,6 (0,3)
	Texte coloré	2,4 (0,8)	0,7 (0,2)	0,9 (0,1)	0,5 (0,3)	0,6 (0,4)

**Tableau 4. Expérience 2. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et normo-lecteurs selon le mode de présentation.**

### 2.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves dyslexiques

- Effets de la variable indépendante « condition de présentation du texte » sur la variable dépendante « temps »

Pour les élèves dyslexiques, nous constatons que la variable présentation du texte n'influe pas sur la vitesse de lecture ; l'effet est non significatif ( $F(1,38) = 0.01, p = .918, \eta^2_{\text{partiel}} = .000$ ).

- Effets de la variable indépendante « condition de présentation du texte » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

Nous avons exploré ensuite les données à la recherche d'un effet de la condition de présentation du texte sur les scores en compréhension des élèves dyslexiques. Les résultats montrent que la modalité de présentation des textes n'a aucun effet significatif sur les scores en compréhension des sujets dyslexiques. On obtient les résultats suivants :

§ Score total en compréhension :  $F(1,38) = 0.67, p = .417, \eta^2_{\text{partiel}} = .017$

§ Compréhension littérale :  $F(1,38) = 0.55, p = .463, \eta^2_{\text{partiel}} = .014$

§ Compréhension locale :  $F(1,38) = 0.67, p = .417, \eta^2_{\text{partiel}} = .017$

§ Compréhension globale :  $F(1,38) = 3.02, p = .090, \eta^2_{\text{partiel}} = .074$

### 2.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur)

- Effets de la variable indépendante « condition de présentation du texte » sur la variable dépendante « temps »

Par comparaison, pour les normo-lecteurs, la condition de présentation du texte n'a également aucun effet sur le temps de lecture ( $F(1,46) = 0.04, p = .837, \eta^2_{\text{partiel}} = .001$ )

- Effets de la variable indépendante « condition de présentation du texte » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

Les scores ne montrent aucun effet significatif de la modalité de présentation, et ce quel que soit le niveau de compréhension considéré : on obtient les résultats suivants :

- § Score total en compréhension :  $F(1,46) = 1.67, p = .202, \eta^2_{\text{partiel}} = .035$
- § Score en compréhension littérale :  $F(1,46) = 0.16, p = .690, \eta^2_{\text{partiel}} = .003$
- § Score en compréhension locale :  $F(1,46) = 2.57, p = .116, \eta^2_{\text{partiel}} = .053$
- § Score en compréhension globale :  $F(1,46) = 0.16, p = .688, \eta^2_{\text{partiel}} = .004$

### 2.3.3. Observation des résultats temps\*élèves et scores\*élèves

Nous avons comparé le temps de lecture des élèves dyslexiques à celui des normo-lecteurs ; l'analyse montre un effet significatif du profil des lecteurs sur le temps de lecture ( $F(1, 86) = 65.42, p^* < .001, \eta^2_{\text{partiel}} = .432$ ). Les sujets dyslexiques mettent 156% de temps supplémentaire par rapport au temps des normo-lecteurs.

Par ailleurs, il y a bien un effet significatif du profil des lecteurs sur le score total obtenu ( $F(1,86) = 4.64, p^* = .034, \eta^2_{\text{partiel}} = .051$ ), les dyslexiques réussissant moins bien que les normo-lecteurs. Si on affine les résultats par type de compréhension, il apparaît qu'aucun effet n'est significatif selon le type de compréhension ; on obtient les résultats suivants :

- § Pour la compréhension littérale :  $F(1,86) = 2.28, p = .134, \eta^2_{\text{partiel}} = .026$
- § Pour la compréhension locale :  $F(1,86) = 1.43, p = .247, \eta^2_{\text{partiel}} = .016$
- § Pour la compréhension globale :  $F(1,86) = 1.22, p = .272, \eta^2_{\text{partiel}} = .014$

### 2.3.4. Recherche de l'effet du choix du texte sur les performances en compréhension

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

	Choix du texte	Score global	Compréhension littérale	Compréhension locale	Compréhension globale	temps
Normo lecteurs	Le monde d'en haut	0,7 (0,2)	1 (0)	0,6 (0,3)	0,6 (0,4)	2,7 (0,74)
	Le lion	0,7 (0,15)	0,9 (0,15)	0,5 (0,3)	0,7 (0,3)	2,1 (0,75)
dyslexiques	Le monde d'en haut	0,7 (0,15)	1 (0,1)	0,4 (0,3)	0,6 (0,4)	6,8 (3,3)
	Le lion	0,6 (0,2)	0,8 (0,2)	0,5 (0,3)	0,4 (0,3)	5,4 (2,7)

Tableau 5. Expérience 2. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et des élèves normo-lecteurs, selon le texte.

Si on considère le choix des textes, on obtient un effet significatif sur le score en compréhension littérale, quel que soit le profil des lecteurs ( $F(1,86) = 15.99, p^* < .001, \eta^2_{\text{partiel}} = .157$ ). Si on affine ce résultat selon le profil des lecteurs, on obtient :

- Pour les dyslexiques :  $F(1,38) = 7.51, p^* = .009, \eta^2_{\text{partiel}} = .165$
- Pour le groupe contrôle :  $F(1,46) = 9.47, p^* = .004, \eta^2_{\text{partiel}} = .171$

Un effet significatif du choix du texte est également relevé pour le groupe des lecteurs dyslexiques sur le score en compréhension globale ( $F(1,38) = 5.09, p^* = .030, \eta^2_{\text{partiel}} = .118$ )

Pour ces effets significatifs, c'est le texte intitulé *Le monde d'en haut* qui donne les meilleures performances.

## 2.4. Discussion

---

Les résultats de cette expérience ne confirment pas notre hypothèse de départ puisque la mise en relief des unités pluri morphémiques dans les mots des textes narratifs n'a aucun effet sur les performances en compréhension de lecture des élèves dyslexiques, qu'il s'agisse des performances générales, de celles en compréhension littérale, locale ou globale. Cette mise en relief n'a également aucun effet sur la vitesse de lecture des participants dyslexiques. Même si les morphèmes constituent une unité moins dégradée que les phonèmes chez les dyslexiques et que l'effet des entraînements peut être concluant sur la lecture de mots, le décodage et l'analyse morphologique (Casalis, Mathiot, Bécavin & Colé, 2003), au regard de nos résultats, leur mise en relief dans un texte narratif ne présente aucun intérêt.

Cependant, on note un effet significatif du choix des textes sur la compréhension littérale des normo-lecteurs et des dyslexiques. Le même texte présente les mêmes difficultés pour les deux groupes de lecteurs. Si on compare les questionnaires des deux textes utilisés, on remarque que pour le texte intitulé *Le Lion*, les questions littérales obligent le lecteur à maîtriser davantage les chaînes anaphoriques ; le questionnaire en effet fait référence à plusieurs animaux, nommés différemment dans le texte. Nous pensons que cette question des substituts explique les scores en compréhension littérale, plus faibles pour ce texte. On note aussi un effet significatif du choix des textes sur la compréhension globale chez les lecteurs dyslexiques ; c'est encore le texte intitulé *Le Lion* qui a posé davantage de problèmes de compréhension. En fait le type de questions appelle le recours à des inférences qui mobilisent des relations causales impliquant les mobiles et émotions du personnage. Comme le soulignent Van den Broek et al. (2005), ce type d'inférences est complexe.

Le dernier élément à souligner concerne le temps de lecture : un effet significatif apparaît quel que soit le texte et quelle que soit leur présentation : les dyslexiques mettent 2,54 fois plus de temps que les normo-lecteurs. Ce résultat nous interpelle car il rejoint, qualitativement, celui trouvé dans la première expérience concernant la modalité de présentation des textes (écrit/oral).

Enfin on note que le score total en compréhension des élèves dyslexiques est inférieur à celui des normo-lecteurs, quelle que soit la condition de présentation.

Cependant, il est important de souligner que les élèves n'ont pas été entraînés à ce format de présentation. Il pourrait être intéressant de réitérer l'expérience après avoir entraîné les élèves à lire des textes avec les morphèmes colorés. Dans le cadre de nos travaux, cette issue n'a pas été rendue possible pour des contraintes de temps. De même, il aurait peut-être été intéressant d'entraîner les élèves à identifier la structure morphologique de mots, qu'il s'agisse des bases ou des affixes ; rappelons les travaux de Marec-Breton et al. (2005) qui montrent l'existence d'une conscience morphologique qui précède l'apprentissage de la lecture, sur la totalité de la structure des mots. On peut faire l'hypothèse que l'enfant dyslexique pourrait être entraîné à cette reconnaissance des morphèmes avant de lui présenter des textes tels que nous les avons utilisés.

D'autre part le choix des unités mises en relief pourrait être remis en question : nous avons choisi de colorer les éléments les plus perceptivement saillants ; pour cela, des étudiants ont réalisé la tâche. Il s'agissait d'avoir une approche

morphologique plus lexicaliste que syntaxique ; nous nous référons aux propos de Giraud (2015, p 53) qui rappelle que « selon le modèle constructionnel proposé par Danielle Corbin (1987, 1991), la construction d'un lexème relève d'un principe d'association entre une opération sémantique, une ou plusieurs opérations morphologiques (qui dépendent de contraintes diverses, entre autres phonologiques) et un rapport catégoriel." Nous avons privilégié une entrée plus sémantique que décompositionnelle ; et ce choix est justifié en référence aux travaux cités (Casalis et al., 2003, 2004 ; Quémart et al., 2015). On pourrait réitérer l'expérience en utilisant une démarche plus linguistique : il s'agirait alors de colorer les morphèmes dans une logique décompositionnelle des mots, par exemple en colorant exclusivement les bases des mots.

Enfin l'évaluation des capacités morphologiques et méta-morphologiques des élèves aurait permis de dégager différents profils de lecteurs. On aurait pu pour cela, utiliser la tâche de jugement de relations de mots, la tâche d'extraction de la base et la tâche de compréhension d'affixes, telles que les définissent Colé et al. (2004, pp 715-717).

Ce manque de résultats significatifs nous a conduits à mener une troisième expérience qui reprend la variable de la modalité de présentation des textes (écrit/oral) en modifiant les paramètres qui nous semblaient déficitaires, à savoir la longueur des textes et le profil des sujets.

### 3. EXPERIENCE 3 : effet de la modalité orale sur la compréhension de textes narratifs

#### 3.1. Hypothèse

---

A l'issue de notre première expérience, nous avons émis deux réserves : le profil des participants et la longueur du support utilisé. C'est pourquoi nous avons souhaité réitérer cette première expérience en tenant compte de ces deux paramètres : en premier lieu, le recours à des textes plus courts pourrait effacer l'effet de l'information transitoire puisque le nombre d'informations à mémoriser est moins important ; En second lieu, le recrutement des élèves a évolué : 20 enfants dyslexiques ont été sélectionnés par des professionnels de santé.

L'objectif est identique à celui de notre première expérience, à savoir tester la modalité orale pour la compréhension d'un texte narratif par rapport à la modalité

écrite puisqu'il s'agit d'une pratique conseillée aux élèves dyslexiques. Nous formulons donc la même hypothèse que dans la première expérience : On veut vérifier si la compréhension de textes narratifs courts chez des enfants dyslexiques scolarisés en CM2 se trouve améliorée par l'écoute du texte *versus*. le lire.

## 3.2. Méthode

---

### 3.2.1. Participants

Vingt élèves normo-lecteurs, scolarisés en CM2, ont été recrutés dans deux écoles de l'Aveyron (7 garçons et 13 filles ; âge moyen : 10 ans 10 mois) et vingt enfants dyslexiques, scolarisés en CM2 ont été recrutés (11 garçons et 9 filles ; âge moyen:11 ans). Parmi les enfants dyslexiques, deux d'entre eux ont redoublé une fois. Les conditions du recrutement ont été semblables à celles de la seconde expérience : les normo-lecteurs ont été sélectionnés sur la base des évaluations en compréhension écrite de textes narratifs, obtenues dans le cadre normal des situations pédagogiques proposées par l'enseignant. Nous avons vérifié que ces évaluations prenaient bien en compte la compréhension explicite et implicite. Quant aux enfants dyslexiques, ils ont été recrutés par l'intermédiaire d'orthophonistes de l'Aveyron, dans le cadre de leur suivi, en lien avec le centre de références des troubles des apprentissages de Rodez. Les évaluations établissant la dyslexie ont donc été réalisées par ces professionnels de santé avec les tests suivants :

- L2MA2 pour les stratégies de lecture, la compréhension et l'orthographe, la conscience phonologique et la dénomination rapide
- L'Alouette pour la leximétrie
- Chronodictées pour l'orthographe

Tous les enfants ont le français comme langue maternelle. Les autorisations parentales ont été obtenues préalablement.

### 3.2.2. Matériel

Nous avons choisi deux textes narratifs appartenant à une épreuve de compréhension de textes étalonnée pour les CM2, utilisée par le Ministère de l'Education Nationale pour l'évaluation de la compréhension lors de tests nationaux. Le premier texte comprend 466 mots et la bande son dure 3'52". Il s'agit d'un texte extrait du recueil de nouvelles *Les neiges du Kilimandjaro* d'Ernest Hemingway

(Gallimard). Nous y avons ajouté un titre. Ce texte figure dans les évaluations de 2009. Le second texte comprend 275 mots et la bande son dure 2'26". Il s'agit d'un texte extrait du roman *Le grizzli* de James Oliver Curwood, (Gallimard jeunesse). Nous y avons également ajouté un titre. Ce texte figure dans les évaluations de 2013.

### 3.2.3. Procédure

Les conditions de passation des épreuves sont les mêmes que pour l'expérience 1 et 2.

Un carré latin a été également utilisé selon le modèle suivant :

UN GROUPE DYSLEXIQUE CM2 = 20 enfants	5 élèves lisent d'abord le texte A	Puis les mêmes écoutent le texte B
	5 élèves écoutent d'abord le texte B	Puis les mêmes lisent le texte A
	5 élèves écoutent d'abord le texte A	Puis les mêmes lisent le texte B
	5 élèves lisent d'abord le texte B	Puis les mêmes écoutent le texte A
même dispositif avec 20 SUJETS CONTROLE		

Tableau 6. Expérience 3. Présentation du dispositif en carré latin

Chaque participant est soumis aux deux modalités, sur des textes de longueur et de difficulté similaire ce qui rend les résultats plus fiables puisque les différences inter-sujets et inter-modalités sont moindres que dans la première manipulation. La bande son est générée par un ordinateur et écoutée au casque. Nous avons opté pour cette variante par rapport à la première expérience afin de minimiser les risques liés à la perception de sons interférants pendant l'écoute.

### 3.2.4. Mesures

A l'exception de la première question pour le texte d'Hemingway et de la question 4 pour le texte de Curwood, issues du questionnaire proposé par le MEN, nous avons créé un questionnaire spécifique. Les questions élaborées par le MEN considéraient en effet la compréhension sous l'angle du lexique et les trois niveaux de compréhension évalués dans les deux premières expériences n'étaient pas pris en considération. Nos questionnaires sont composés, pour chaque texte (annexes 3.2 et 3.4), de :

- trois items de compréhension littérale (items 2, 3, 6 pour *la fièvre* ; items 2, 3, 7 pour *un roi pacifique*). Cette performance est mesurée par un score variant de 0 à 3, [0;3]

- trois questions de compréhension locale (dont un QCM par texte ; items 1, 4, 5 pour *la fièvre* ; items 1, 5, 6 pour *un roi pacifique*). Cet item est mesuré par un score variant de 0 à 1, [0;3]
- trois questions de compréhension globale (dont un QCM par texte ; items 7, 8, 9 pour *la fièvre* ; items 4, 8, 9 pour *un roi pacifique*). Cet item est mesuré par un score variant de 0 à 1, [0;3]
- Pour chaque texte, la performance du score total est mesurée par un score variant de 0 à 9, [0;9]

### 3.3. Résultats

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

	Modalité	temps	Score total	Compréhension littérale	Compréhension locale	Compréhension globale
Dyslexiques	Lecture	5,7 (1,7)	0,4 (0,2)	0,4 (0,3)	0,5 (0,3)	0,3 (0,3)
	Ecoute	2,8 (0,7)	0,4 (0,2)	0,4 (0,2)	0,4 (0,3)	0,4 (0,3)
Normo Lecteurs	Lecture	2,1 (0,9)	0,5 (0,2)	0,5 (0,3)	0,6 (0,3)	0,3 (0,2)
	Ecoute	2,8 (0,7)	0,6 (0,2)	0,5 (0,2)	0,7 (0,2)	0,5 (0,3)

Tableau 7. Expérience 3. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves normo-lecteurs et des élèves dyslexiques, selon la modalité de présentation.

#### 3.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves dyslexiques

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur la variable dépendante « temps »

En ce qui concerne le temps de lecture pour les élèves dyslexiques, l'analyse de variance ne peut être réalisée dans la mesure où le temps d'écoute est fixe. Cependant, on relève que le temps de lecture (5,8) est plus élevé que le temps d'écoute (2,85).

- Effets de la variable indépendante « modalité » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

Nous avons ensuite exploré les données à la recherche d'un éventuel effet de la modalité sur les performances en compréhension des élèves dyslexiques, autrement dit : l'écoute du texte permet-elle d'augmenter les scores en compréhension chez les

élèves dyslexiques ? La série d'analyses réalisée ne montre aucun effet significatif de la modalité. Nous obtenons les scores suivants :

- § score total :  $F(1,38) = 0.05, p = .813, \eta^2_{\text{partiel}} = .001$
- § compréhension littérale :  $F(1,38) = 0.03, p = .852, \eta^2_{\text{partiel}} = .001$
- § compréhension locale :  $F(1,38) = 0.20, p = .653, \eta^2_{\text{partiel}} = .005$
- § compréhension globale :  $F(1,38) = 0.59, p = .448, \eta^2_{\text{partiel}} = .015$

### 3.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur)

#### - Effets de la variable indépendante « modalité » sur la variable dépendante « temps »

Par comparaison, même s'il n'est pas possible de conduire une analyse de la variance sur le temps (la modalité écoute ne variant pas), on voit que les normo-lecteurs lisent plus vite que le temps de l'écoute, les valeurs étant respectivement de 2,14 et 2,85.

#### - Effets de la variable indépendante « modalité » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

Par ailleurs on ne retrouve aucun effet significatif de la modalité sur les scores en compréhension. Nous obtenons les scores suivants :

- § score total :  $F(1,38) = 3.02, p = .090, \eta^2_{\text{partiel}} = .074$
- § compréhension littérale :  $F(1,38) = 0.00, p = 1.000, \eta^2_{\text{partiel}} = .000$
- § compréhension locale :  $F(1,38) = 2.84, p = .100, \eta^2_{\text{partiel}} = .070$
- § compréhension globale :  $F(1,38) = 3.57, p = .066, \eta^2_{\text{partiel}} = .086$

### 3.3.3. Observation des résultats temps\*élèves et scores\*élèves

L'analyse montre un effet significatif du profil des lecteurs sur le temps de lecture ( $F(1,78) = 28.44, p^* < 0.001, \eta^2_{\text{partiel}} = .267$ ). Les sujets dyslexiques mettent 171 % de temps supplémentaire par rapport au temps des normo-lecteurs.

Par ailleurs, nous avons observé qu'il existe un effet significatif du profil des lecteurs sur les scores en compréhension. On obtient les résultats suivants :

- § Pour le score total en compréhension :  $F(1,78) = 5.17, p^* = .026, \eta^2_{\text{partiel}} = .062$
- § Pour la compréhension littérale :  $F(1,78) = 3.30, p = 0.73, \eta^2_{\text{partiel}} = .041$
- § Pour la compréhension locale :  $F(1,78) = 5.52, p^* = .021, \eta^2_{\text{partiel}} = .066$
- § Pour la compréhension globale :  $F(1,78) = 0.34, p = .557, \eta^2_{\text{partiel}} = .004$

Les résultats sont significatifs pour le score total et celui en compréhension locale, les dyslexiques réussissant moins bien que le groupe contrôle.

### 3.3.4. Recherche d'interaction entre l'effet du profil des élèves et celui de la modalité de présentation

Nous avons ensuite exploré les données à la recherche d'une éventuelle interaction entre l'effet du profil des élèves et celui de la modalité de présentation. Il n'y a aucun effet significatif quel que soit le type de compréhension considéré ; on obtient les résultats suivants :

- § score total :  $F(3,76) = 0.99, p = .322, \eta^2_{\text{partiel}} = .013$
- § compréhension littérale :  $F(3,76) = 0.02, p = .891, \eta^2_{\text{partiel}} = .000$
- § compréhension locale :  $F(3,76) = 2.13, p = .148, \eta^2_{\text{partiel}} = .027$
- § compréhension globale :  $F(3,76) = 0.35, p = .553, \eta^2_{\text{partiel}} = .005$

### 3.3.5. Recherche de l'effet du choix du texte sur les performances en compréhension de l'ensemble des lecteurs.

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

	Choix du texte	Score total	Compréhension littérale	Compréhension locale	Compréhension globale	temps
Ensemble des lecteurs	La fièvre	0,5 (0,2)	0,5 (0,3)	0,7 (0,3)	0,4 (0,3)	3,9 (1,5)
	Un roi pacifique	0,4 (0,2)	0,5 (0,2)	0,5 (0,35)	0,4 (0,3)	2,9 (1,85)

Tableau 8. Expérience 3. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et des élèves normo-lecteurs, selon le texte.

Si on considère le choix des textes, quel que soit le profil des lecteurs, on obtient un effet significatif sur :

- § le score total :  $F(1,78) = 4.62, p^* = .035, \eta^2_{\text{partiel}} = .056$
- § le score en compréhension locale :  $F(1,78) = 11.25, p^* = .001, \eta^2_{\text{partiel}} = .126$

Pour les deux types de compréhension, c'est le texte *un roi pacifique* qui entraîne les scores les moins bons.

### 3.4. Discussion

---

Nous avons cherché à renouveler la première expérience en améliorant d'une part le recrutement des élèves, d'autre part, en utilisant des textes standardisés, utilisés comme outils d'évaluation par le Ministère de l'Éducation Nationale. Malgré ces changements, les résultats concordent avec ceux de la première expérience : la modalité orale n'améliore pas les scores en compréhension des élèves dyslexiques. On retrouve également l'importance du paramètre temporel, les enfants dyslexiques mettant 2,8 fois plus de temps à lire que les normo-lecteurs

Enfin, les dyslexiques ont un score inférieur pour le score total en compréhension et en compréhension locale, quelle que soit la modalité. Ce résultat corrobore notre conclusion précédente : le décodage ne serait pas le seul facteur déficitaire qui entraverait la compréhension puisque ces résultats sont indépendants de la modalité.

Un effet du texte apparaît également : le texte qui donne les moins bons résultats (*un roi pacifique*) comporte une chaîne anaphorique pour le personnage principal (*roi pacifique/grizzli*). La compréhension locale exigeait le repérage de ces substituts. Cela peut expliquer l'effet du texte.

## 4. EXPERIENCE 4 : effet de la présentation de la modalité orale sur la compréhension de textes narratifs

### 4.1. Hypothèse

---

Les études 1 et 3 ont permis de comparer deux modalités de compréhension: la modalité écrite et la modalité orale. Les résultats obtenus montrent que les sujets dyslexiques ne tirent pas profit de la modalité orale. Ce constat peut s'expliquer par l'effet de l'information transitoire mis à jour dans le cadre de la Théorie de la Charge Cognitive. On pourrait alors se demander si en aménageant la tâche d'écoute pour amoindrir cet effet, le score en compréhension de lecture pourrait être amélioré. Par conséquent, favoriser les traitements en MDT en allégeant la Charge Cognitive amènerait les lecteurs à une compréhension accrue. Nous avons donc imaginé une expérience avec deux conditions nouvelles : d'une part, le participant peut arrêter la bande son d'un texte, à son gré (autant de fois et aussi longtemps qu'il le souhaite ; version que nous appellerons « version pauses libres »); d'autre part, il écoute un

texte avec une pause fixée par l'expérimentateur, à chaque fin de phrase (version que nous appellerons « pauses imposées »). Cette dernière condition se rapproche d'ailleurs d'une tâche de lecture classique puisqu'en lisant, nous effectuons des pauses de ce type : Rayner et al (2016) rappellent des travaux antérieurs sur les mouvements oculaires (Jucla, Ward & McNamara, 1982 ; Potter, Kroll & Harris, 1980 ; Masson, 1983) qui montrent la présence de ces pauses et leur effet positif sur la compréhension, y compris dans des programmes de lecture rapide. Nous faisons donc l'hypothèse que ralentir la bande son pourrait permettre de faciliter le maintien des informations en mémoire.

## 4.2. Méthode

---

### 4.2.1. Participants

Vingt élèves normo-lecteurs, scolarisés en CM2, ont été recrutés dans deux écoles de l'Aveyron (12 garçons et 8 filles ; âge moyen : 10 ans et 6 mois) et vingt enfants dyslexiques, scolarisés en CM2 ont été recrutés (9 garçons et 11 filles ; âge moyen: 10 ans et 8 mois). Parmi les enfants dyslexiques, 7 d'entre eux ont redoublé une fois. Les conditions du recrutement ont été semblables à celles de la seconde expérience. Les normo-lecteurs ont été sélectionnés sur la base des évaluations en compréhension écrite de textes narratifs, obtenues dans le cadre normal des situations pédagogiques proposées par l'enseignant. Nous avons vérifié que ces évaluations prenaient bien en compte la compréhension explicite et implicite. Quant aux enfants dyslexiques, ils ont été recrutés par l'intermédiaire d'orthophonistes de l'Aveyron, dans le cadre de leur suivi, en lien avec le centre de références des troubles des apprentissages de Rodez, pour la majorité d'entre eux. Les tests établissant la dyslexie ont donc été réalisés par ces professionnels de santé. Les tests utilisés sont les suivants :

- L2MA2 pour les stratégies de lecture, la compréhension et l'orthographe, la conscience phonologique et la dénomination rapide
- L'Alouette pour la leximétrie

Nous avons également fait appel à d'autres orthophonistes qui ne sont pas intervenus dans les deuxième et troisième expériences. Ces dernières utilisent les tests suivants :

- L'E.CO.S.SE (éditions Septentrion): pour la compréhension de l'écrit

- L'Alouette pour la lecture
- Chronodictées pour l'orthographe
- L2MA2 et ELO (Éditions du Centre de Psychologie Appliquée : ECPA) pour le langage oral et les habiletés métaphonologiques

Tous les enfants ont le français comme langue maternelle. Les autorisations parentales ont été obtenues préalablement.

#### 4.2.2. Matériel

Le matériel utilisé est strictement identique à celui de l'expérience 3. Nous précisons les temps d'écoute :

- Pour le texte intitulé *Un roi pacifique* :
  - Version continue : 2'26 secondes
  - Version pauses imposées : 3'58 secondes
- Pour le texte intitulé *la fièvre* :
  - Version continue : 3'52 secondes
  - Version pauses imposées : 5'53 secondes

#### 4.2.3. Procédure

Un plan d'expérience en carré latin a été également utilisé. Chaque enfant est soumis à deux conditions : il écoute un premier texte en continu à l'issue duquel les questions de compréhension lui sont posées oralement ; l'expérimentateur rédige les réponses. L'enfant peut revenir sur ses réponses et redemander la question. Il travaille sans contrainte de temps. Puis il écoute un second texte, soit avec les pauses en fin de phrase, prévues par l'expérimentateur (version pauses contrôlées), soit en gérant les pauses, hors de toute contrainte temporelle (version pauses libres). Puis il répond aux questions de compréhension dans les mêmes conditions que précédemment.

Cela donne le dispositif suivant :

UN GROUPE DYSLEXIQUE CM2 = 20 enfants	5 élèves écoutent le texte A en version continue	Puis le texte B en version pauses contrôlées
	5 élèves écoutent le texte A en version continue	Puis le texte B en version pauses libres
	5 élèves écoutent le texte B en version continue	Puis le texte A en version pauses contrôlées
	5 élèves écoutent le texte B en version continue	Puis le texte A en version pauses libres
Réplication du dispositif pour les 20 NORMO-LECTEURS de CM2		

**Tableau 9. Expérience 4. Présentation du dispositif en carré latin**

#### 4.2.4. Mesures

Les mesures sont rigoureusement les mêmes que celles de l'expérience 3.

#### 4.3. Résultats

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

	Modalité	Temps	Score total	Compréhension littérale	Compréhension locale	Compréhension globale
Dyslexiques	Total continue	2,9 (0,6)	3,6 (1,9)	1 (0,7)	1,6 (1)	1 (0,9)
	Total pauses imposées	4,5 (1)	4,6 (1,35)	1,3 (0,5)	2 (0,9)	1,4 (1)
	Total pauses libres	3 (0,8)	3,3 (1,25)	1 (0,7)	1 (1)	1,2 (0,6)
	Total toutes versions	3,3 (1)	3,8 (1,7)	1 (0,65)	1,5 (1)	1,2 (0,9)
Normo lecteurs	Total continue	2,9 (0,6)	4,8 (1,3)	1 (0,7)	2 (0,75)	1,6 (0,75)
	Total pauses imposées	4,5 (1)	4,6 (1,35)	1,2 (1)	2 (0,9)	1,4 (0,8)
	Total pauses libres	3,3 (1,2)	5,6 (1,6)	1,5 (0,7)	2 (0,6)	1,9 (0,7)
	Total toutes versions	3,4 (1)	5 (1,4)	1,25 (0,8)	2 (0,8)	1,6 (0,8)

**Tableau 10. Expérience 4. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves normo-lecteurs et des élèves dyslexiques, selon la présentation de la modalité orale.**

#### 4.3.1. Résultats obtenus pour le groupe des élèves dyslexiques

- Effets de la variable indépendante « présentation de la bande son » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

Nous avons d'abord exploré les données à la recherche d'un éventuel effet de la modalité de présentation sur les performances en compréhension des élèves dyslexiques, autrement dit : les conditions d'écoute du texte influencent-elles les scores en compréhension chez les élèves dyslexiques ? La série d'analyses réalisée ne montre aucun effet significatif des conditions d'écoute. Nous obtenons les scores suivants :

§ score total en compréhension :  $F(2,37) = 1.74, p = .188, \eta^2_{\text{partiel}} = .086$

§ compréhension littérale :  $F(2,37) = 0.77, p = .464, \eta^2_{\text{partiel}} = .040$

§ compréhension locale :  $F(2,37) = 1.76, p = .185, \eta^2_{\text{partiel}} = .087$

§ compréhension globale :  $F(2,37) = 0.52, p = .595, \eta^2_{\text{partiel}} = .028$

#### 4.3.2. Résultats obtenus pour le groupe témoin (normo-lecteur)

- Effets de la variable indépendante « présentation de la bande son » sur les variables dépendantes « scores de compréhension »

Par comparaison le même type d'analyse pour les normo-lecteurs montre qu'on n'obtient aucun effet significatif des modalités d'écoute sur les scores en compréhension :

§ score total en compréhension :  $F(2,37) = 1.51, p = .233, \eta^2_{\text{partiel}} = .076$

§ compréhension littérale :  $F(2,37) = 0.69, p = .501, \eta^2_{\text{partiel}} = .036$

§ compréhension locale :  $F(2,37) = 0.18, p = .832, \eta^2_{\text{partiel}} = .010$

§ compréhension globale :  $F(2,37) = 1.06, p = .354, \eta^2_{\text{partiel}} = .055$

#### 4.3.3. Observation des résultats scores\*élèves

Par ailleurs, nous avons observé qu'il existe un effet significatif du profil des lecteurs sur les scores en compréhension, les dyslexiques réussissant moins bien que le groupe contrôle. On obtient les résultats suivants :

§ score total :  $F(1,78) = 11.07, p^* = .001, \eta^2_{\text{partiel}} = .124$

§ compréhension littérale :  $F(1,78) = 1.48, p = .279, \eta^2_{\text{partiel}} = .015$

§ compréhension locale :  $F(1,78) = 7.08, p^* = .009, \eta^2_{\text{partiel}} = .083$

§ compréhension globale :  $F(1,78) = 5.94, p^* = .017, \eta^2_{\text{partiel}} = .071$

Les résultats sont significatifs pour le score total, la compréhension locale et la compréhension globale.

#### 4.3.4. Recherche d'interaction entre l'effet du profil des élèves et celui de la présentation de la modalité orale

Nous avons ensuite exploré les données à la recherche d'une éventuelle interaction entre l'effet du profil des élèves et celui de la présentation de la modalité orale. Il n'y a aucun effet significatif quel que soit le type de compréhension considéré ; on obtient les résultats suivants :

§ score total :  $F(5,74)=2.86$ ,  $p=.064$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}}=.072$

§ compréhension littérale :  $F(5,74)=0.87$ ,  $p=.423$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}}=.023$

§ compréhension locale :  $F(5,74)=1.691$ ,  $p=.191$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}}=.044$

§ compréhension globale :  $F(5,74)=1.033$ ,  $p=.361$ ,  $\eta^2_{\text{partiel}}=.027$

Pourtant, la comparaison des moyennes des bonnes réponses par type de compréhension permet d'affiner la lecture de ces résultats. Nous présentons les graphiques pour chaque niveau de compréhension.

§ Score total :

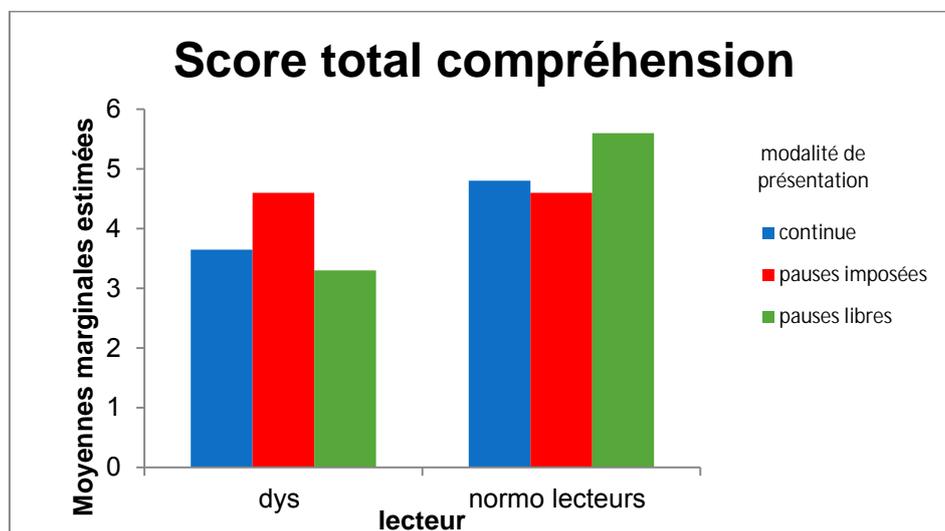


Figure 15. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score total, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs.

§ Score de compréhension littérale :

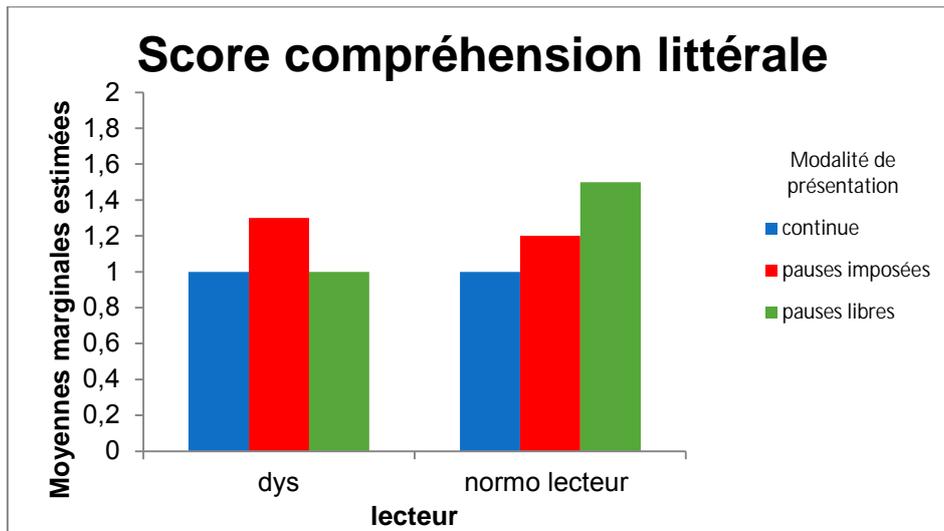


Figure 16. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score en compréhension littérale, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs

§ Score de compréhension locale :

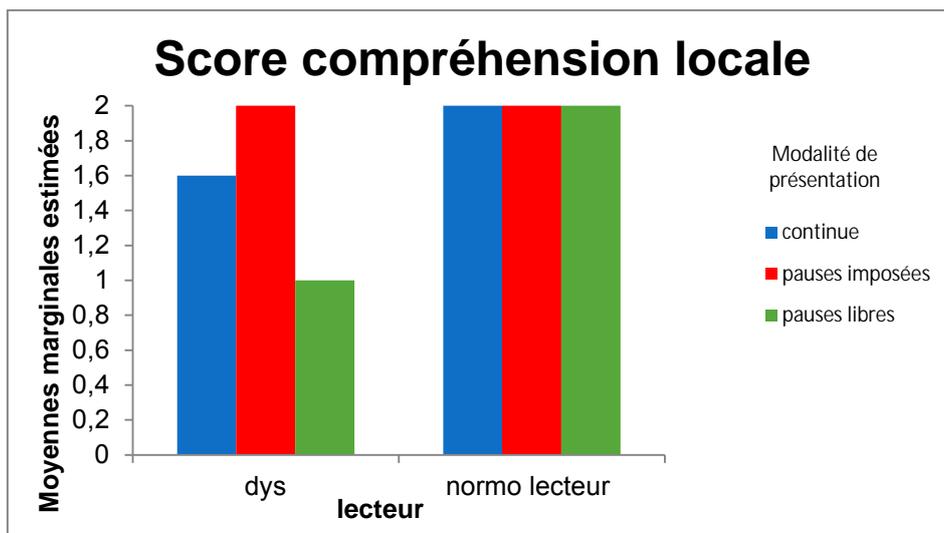


Figure 17. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score en compréhension locale, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs

§ Score de compréhension globale :

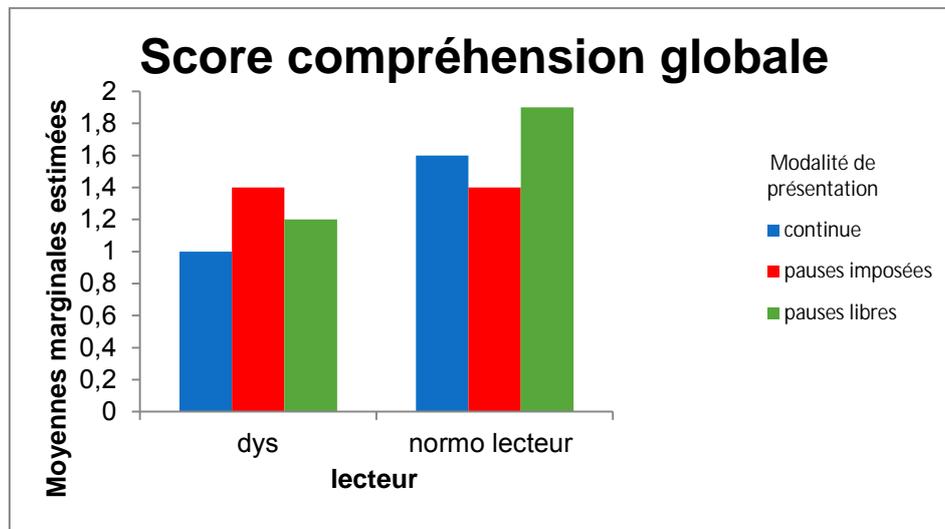


Figure 18. Expérience 4. Moyennes marginales estimées de bonnes réponses par question pour le score en compréhension globale, selon la présentation de la modalité orale, pour les élèves dyslexiques et les élèves normo-lecteurs

#### Observations pour le groupe des dyslexiques :

Le premier commentaire concerne l'ensemble des résultats : le meilleur score est obtenu avec la version pauses imposées.

On relève que les résultats obtenus avec les deux autres présentations (version continue et version pauses libres) sont quasiment équivalents. Seuls les résultats pour la compréhension locale semblent supérieurs en version continue. Cette similarité s'explique dans la mesure où seulement un enfant dyslexique sur 10 a utilisé la possibilité des pauses libres.

#### Observations pour le groupe contrôle :

Si on analyse les résultats des normo-lecteurs, on note une amélioration des résultats dans la version pauses libres, pour le score de chaque niveau de compréhension, nettement plus marquée pour les niveaux de compréhension littérale et globale ainsi que pour le score total. 7 enfants normo-lecteurs sur 10 ont réalisé des pauses pendant l'écoute.

Par ailleurs la présentation pauses imposées est la moins efficace et donne des scores se rapprochant de ceux de la version continue, sauf pour le score en compréhension globale où l'écart avec la version continue est un peu plus important.

### Comparaison des résultats entre les deux groupes :

La lecture des graphiques montre qu'avec la présentation pauses imposées, les dyslexiques et les normo-lecteurs obtiennent des scores identiques, le score en compréhension littérale étant même légèrement à l'avantage des dyslexiques (1.3 /1.5).

Les plus gros écarts de performances entre les deux groupes sont obtenus avec la présentation pauses libres.

#### 4.3.5. Recherche de l'effet du choix du texte sur les performances en compréhension

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

	Choix du texte	Score total	Compréhension littérale	Compréhension locale	Compréhension globale	Temps
Ensemble des lecteurs	La fièvre	4,7 (1)	1 (0,4)	2 (0,8)	1,6 (0,7)	4 (1)
	Un roi pacifique	5 (1,6)	1,6 (0,9)	2 (0,76)	1,6 (0,9)	2,6 (0,6)

Tableau 11. Expérience 4. Moyennes (et écart-types) des performances des élèves dyslexiques et des élèves normo-lecteurs, selon le texte.

Si on considère le choix des textes, quel que soit le profil des lecteurs, on obtient un effet significatif sur :

§ le score en compréhension littérale :  $F(1,78) = 9.67$ ,  $p^* = .003$ ,  $\eta^2_{partiel} = .110$

C'est le texte *un roi pacifique* qui enregistre les scores les plus faibles en compréhension littérale.

#### 4.4. Discussion

---

Dans cette dernière étude, nous avons cherché à vérifier si la manipulation de la bande son contribue significativement à améliorer les performances des dyslexiques. Il apparaît que lorsqu'on contrôle les pauses, ils obtiennent les meilleurs résultats et se rapprochent des résultats des normo-lecteurs testés dans la même condition. C'est donc quand on se rapprocherait de la condition de lecture classique que les participants dyslexiques obtiennent de meilleurs résultats dans la mesure où mettre des pauses à la fin de chaque phrase dans la bande son simule le comportement du lecteur qui arrête sa lecture à la fin de chaque phrase (Rayner et al., 2016).

On note de plus que la condition pauses libres n'a quasiment pas été utilisée par les enfants dyslexiques. Cela peut s'expliquer si on considère que le recours aux

pauses relève d'une stratégie métacognitive. La gestion de la compréhension, quelle que soit la modalité, reste difficile pour eux.

En revanche la condition pauses libres bénéficie largement aux normo-lecteurs, plus habitués à gérer leur lecture. D'ailleurs le fait de contrôler les pauses nuit à leurs résultats : la version pauses imposées est la moins efficace et donne des scores se rapprochant de ceux de la version continue, sauf pour le score en compréhension globale où l'écart avec la version continue est plus important.

L'effet du texte est significatif pour les scores en compréhension littérale. Pour le texte ayant posé le plus de problèmes (*la fièvre*), une réponse était un nombre et une autre faisait référence à un mot étranger (« *setter* »). Ces particularités peuvent expliquer les difficultés par rapport à l'autre texte.

## DISCUSSION GENERALE

---

Selon le modèle SVR, la compréhension en lecture serait le produit de la compréhension orale et du décodage, défini comme les habiletés permettant au lecteur de traiter le matériau écrit à la fois sur le plan visuel et phonologique. La voie d'adressage serait le moyen le plus efficace car elle assure l'automatisation de la reconnaissance des mots. Par là-même, le lecteur, libéré du long et fastidieux travail d'assemblage, peut consacrer ses ressources attentionnelles au traitement du sens, c'est-à-dire à la compréhension.

Par ailleurs, le modèle SVR permettrait la prise en compte des profils des lecteurs. Parmi ces profils, nous avons isolé les lecteurs atteints d'un trouble spécifique de la lecture, plus connu sous le nom de dyslexie. Ce trouble spécifique des apprentissages repose largement sur l'hypothèse d'un trouble phonologique, se manifestant en particulier au cours de la lecture.

A la lumière de ce modèle, nous avons donc émis l'hypothèse que modifier la charge cognitive liée au décodage (quelle que soient les voies utilisées) pourrait améliorer la compréhension (aussi bien la compréhension littérale, locale que globale) des lecteurs dyslexiques. Le cadre de la Théorie de la Charge Cognitive ouvre deux directions pour diminuer la charge cognitive extrinsèque de l'apprenant : améliorer la présentation des supports ou modifier la modalité de présentation de l'information. Nous avons souhaité travailler ces deux voies.

Afin d'améliorer la présentation des supports écrits, notre recherche s'est appuyée sur le champ d'étude de la morphologie. En premier lieu, le français est une langue pluri-morphémique. De plus, de nombreux travaux ont montré l'impact des connaissances morphologiques dans les processus de lecture. Enfin, d'après certaines études, l'unité morphologique est préservée chez les lecteurs dyslexiques par rapport à l'unité phonologique ; de plus des séances d'entraînement morphologique semblent améliorer leurs performances de lecture. Nous avons donc émis l'hypothèse que la mise en relief des éléments saillants des mots sur le plan morphémique, dans un texte narratif peut faciliter l'identification des mots écrits et donc améliorer la compréhension. Cette question a guidé notre deuxième expérience. A l'issue de ce travail, l'hypothèse n'est pas vérifiée. Cette mise en relief des unités morphémiques des mots des textes utilisés dans notre expérience n'améliore pas les scores en compréhension des élèves dyslexiques. Cette absence

d'effet est également vérifiée pour le groupe contrôle des normo-lecteurs. De plus, il n'y a aucun effet significatif de la présentation du texte sur le temps de lecture

Afin de modifier la modalité, nous avons choisi de présenter les textes sous la modalité orale, faisant l'hypothèse que la suppression de la charge extrinsèque due au décodage, chez les lecteurs dyslexiques, améliorerait la compréhension des textes narratifs. Cette solution est d'ailleurs très souvent recommandée dans les listes d'adaptations proposées par des professionnels de la sphère médicale et éducative. Nous avons expérimenté l'effet de la modalité orale sur les scores en compréhension en le comparant à l'utilisation du support écrit dans deux expériences. Dans l'expérience 1, nous avons travaillé avec des enfants en difficulté de lecture mais dont le diagnostic de dyslexie n'était pas posé. C'est pourquoi nous avons souhaité répliquer cette expérience (expérience 3) en recrutant des élèves diagnostiqués dyslexiques. Le bilan de ces deux expériences montre que notre hypothèse n'est pas vérifiée : la modalité orale n'améliore pas les performances en compréhension des élèves en difficulté et des dyslexiques que nous avons testés. Cette absence d'effet est également vérifiée pour le groupe contrôle des normo-lecteurs.

Malgré la non-validation de nos hypothèses, une conjonction de résultats nous interpelle.

Tout d'abord, pour les expériences 1, 2 et 3, le temps de lecture des dyslexiques est plus long que celui des normo-lecteurs : ces écarts sont très importants allant de 50% (expérience 1) à 171 % (expérience 3) ; de plus, le temps de lecture des dyslexiques est supérieur au temps d'écoute (expériences 1 et 3). Ces résultats convergent avec ce qui est empiriquement constaté dans les pratiques de classe et rejoint les recommandations préconisées pour les élèves dyslexiques, notamment lors des examens, à savoir la nécessité d'un temps supplémentaire, connu sous l'appellation de tiers-temps. Mais nos résultats dépassent le volume d'un tiers-temps. Par ailleurs l'expérience 4 met en évidence que ce besoin de temps pour comprendre l'information apparaît aussi lors du traitement de la parole. C'est dans la condition pauses imposées (*i.e.* avec pause à la fin de chaque phrase) que les dyslexiques réussissent le mieux l'épreuve de compréhension. On remarque également que les versions pauses imposées donnent un temps d'écoute supérieur au tiers-temps des aménagements. L'aménagement du temps est donc un paramètre essentiel pour les élèves dyslexiques, qui va au-delà de ce qui est habituellement

préconisé. Gabrieli (2009) souligne cette lenteur de lecture chez les dyslexiques et considère ce paramètre comme le second problème majeur du trouble, après le déficit phonologique.

Pour autant, les résultats de l'expérience 4 ne permettent pas de valider l'hypothèse de départ. En fait, si on réalise une analyse de variance, l'aménagement de la tâche d'écoute ne constitue pas une variable significative pour le résultat des scores en compréhension. La taille de la population pourrait expliquer le manque de significativité des résultats. Mais la lecture des moyennes modifie cette perception. D'ailleurs si on observe les moyennes en condition pauses imposées, on note que les résultats des lecteurs dyslexiques sont quasiment équivalents à ceux des normo-lecteurs.

Une autre série d'observations nous a intéressés; le score des lecteurs dyslexiques (ou en difficulté pour l'expérience 1) est souvent inférieur à celui des normo-lecteurs, quelle que soit la modalité, pour les quatre expériences. Si on reprend l'ensemble des résultats, on a un effet significatif du profil des élèves sur les scores suivants :

- Expérience 1 : compréhension globale et littérale
- Expérience 2 : score total
- Expérience 3 : score total et compréhension locale
- Expérience 4 : score total, compréhension locale et compréhension globale

Tous les niveaux de compréhension sont donc déficitaires même si c'est de manière hétérogène. Il faut d'ailleurs remarquer que c'est dans l'expérience 4 où les élèves n'ont pas dû lire que le maximum de niveaux de compréhension est touché : la modalité orale semble pénaliser les élèves dyslexiques.

Un effet du texte (quelle que soit la modalité) apparaît pour les trois expériences qui font intervenir deux textes :

- Pour l'expérience 2 : effet du texte sur la compréhension littérale
- Pour l'expérience 3 : effet du texte sur le score total et la compréhension locale
- Pour l'expérience 4 : effet du texte sur le score de compréhension littérale

Le choix du texte peut donc interférer avec les scores en compréhension. Nous avons souligné que le traitement des inférences et des chaînes anaphoriques augmente la difficulté.

Nous avons également étudié la présence d'interactions entre l'effet des difficultés des élèves et celui de la modalité de présentation. Aucune interaction n'est relevée.

Or, pour l'expérience 1, si on étudie les moyennes, les normo-lecteurs réussissent beaucoup mieux le rappel libre en modalité orale (moyenne de 23,8 en condition orale/14,9 en condition lecture). A l'écrit, les enfants en difficulté obtiennent un score quasi identique : 14,6. Cette similarité des scores à l'écrit peut s'expliquer par le temps de lecture des normo-lecteurs qui lisent plus vite que le temps de la bande son (même rythme de lecture lors de l'expérience 3). On peut donc penser qu'ils lisent trop vite et que cela contribue à une perte d'informations, notamment pour une tâche de rappel libre.

Par ailleurs l'expérience 4 présente un résultat que nous souhaitons prendre en compte. La condition d'écoute la plus favorable aux normo-lecteurs est celle en pauses libres : sept enfants sur 10 ont décidé de réaliser des pauses; à l'inverse, 1 enfant dyslexique sur 10 a décidé d'utiliser cette possibilité. Cette décision relève de stratégies métacognitives. Le normo-lecteur utilise ses compétences de lecteur en condition d'écoute et l'utilisation de pauses gérées en écoute correspond à ses habitudes de lecteur expert qui gère les pauses comme stratégie de compensation. Ce constat fait écho aux travaux de Walczyk et de son modèle compensatoire que nous avons cités (p.96).

Par conséquent, trois lignes de force se dessinent :

- Que la modalité soit orale ou écrite, le sujet dyslexique présente un déficit de compréhension, à tous les niveaux (littérale, locale, globale).
- Le facteur temps est une des caractéristiques de l'activité de compréhension du sujet dyslexique.
- Le sujet dyslexique ne sait pas utiliser de stratégies métacognitives (e.g. bénéficier de pauses au cours de l'écoute d'un récit) pour faciliter la compréhension.

Si nous mettons en regard ces lignes directrices avec la revue de la littérature que nous avons réalisée, nous constatons d'abord que la piste phonologique soutient nos résultats; les difficultés persistant à l'oral, c'est bien la dimension phonologique du langage qui semble impliquée (Dehaene, 2008).

La question du temps supplémentaire nécessaire au décodage pourrait s'expliquer par la non automatisation des processus de lecture chez les dyslexiques, qu'il s'agisse de la voie d'assemblage ou de la voie d'adressage. Pourtant, les dyslexiques de l'expérience 4 ont mieux réussi à comprendre quand la bande son est ralentie. L'effet du temps ne serait donc pas simplement lié à un problème de traitement du matériau écrit. Nous pensons que le déficit en mémoire de travail qui

caractérise les sujets dyslexiques peut en partie expliquer la nécessité de « ralentir » l'activité de compréhension d'autant plus que la mémoire de travail verbale est liée aux aires temporo-pariétales gauche et droite, des aires qui ne fonctionnent pas de la même manière chez le sujet dyslexique que chez le normo-lecteur (Raschle, Chang & Gaab, 2011). Dans cette perspective, le modèle *TBRS* de la mémoire de travail, initié par Barrouillet, Bernardin et Camos (2004) pourrait expliquer pourquoi le traitement de la compréhension est difficile pour les dyslexiques. Le processus d'intégration (Kintsch, 1988) nécessaire à la compréhension sollicite davantage la mémoire de travail dans ses deux dimensions, le stockage des informations et leur traitement. Le modèle *TBRS* pourrait expliquer ce qui se passe pour les sujets dyslexiques que nous avons testés. En fait, la compréhension d'informations complexes, par exemple des textes narratifs, nécessite un va et vient important de l'attention entre le maintien et le traitement de ces informations. Les pauses à la fin de chaque phrase dans l'expérience 4 permettent de segmenter les informations lors de leur traitement (et donc d'alléger la tâche) et de ménager des intervalles durant lesquelles l'auditeur peut rafraîchir les traces mnésiques. Cela correspondrait au comportement du lecteur opérant des pauses qui lui permettent de déplacer son attention pour récupérer les informations en mémoire. On peut également admettre pour l'expérience 4 que l'effet de la segmentation (condition pauses imposées) soit à relier à l'un des paramètres décrits dans l'effet de l'information transitoire : fractionner l'information améliore les résultats (Leahy & Sweller, 2011); même si les résultats ne sont pas significatifs avec l'analyse de variance, c'est la version pauses imposées qui donne les scores les plus élevés pour les dyslexiques. En revanche, conformément à cet effet de la segmentation décrit dans l'effet de l'information transitoire (Spanjers & al., 2011), le fractionnement ne bénéficie pas aux normo-lecteurs (effet de l'expertise).

Enfin la question du recours aux stratégies de compensation est ébauchée avec l'expérience 4. La liste de stratégies donnée par Walczyk (2000) correspond au comportement de lecteur de l'enfant dyslexique : temps de lecture important, retours en arrière, relectures, pauses sont autant de signes décrits au cours de son activité. Mais ces stratégies coûteuses en temps concernent aussi ou seulement le traitement du décodage. De plus ce recours à ces stratégies pour le dyslexique est coûteux en termes de partage attentionnel puisqu'il suppose d'interrompre le traitement pour

remobiliser l'attention sur le maintien des mots lus; on retrouve le cadre du modèle *TBRS*.

Conformément au modèle de la *Simple View of reading*, la compréhension orale semble bien reposer sur les mêmes processus que la compréhension écrite puisque les mêmes résultats sont obtenus par les lecteurs de nos expériences. Cependant, comme le décodage, la compréhension orale fait intervenir les aires phonologiques pour le traitement de l'information auditive. Le déficit phonologique des enfants dyslexiques intervient donc non seulement dans le traitement de l'écrit qui met en lien aires phonologiques et aires visuelles, mais aussi dans le traitement de la chaîne parlée. Le recours à l'audition de textes pour mieux comprendre pourrait donc susciter les mêmes difficultés dans la mesure où la voie orale mobilise aussi les compétences phonologiques ; c'est tout au moins le constat que nous avons fait avec les enfants testés. Il serait nécessaire de réitérer les mêmes expérimentations sur d'autres enfants en connaissant leur niveau de compréhension orale et leur niveau cognitif. On pourrait conclure en affirmant que les deux composantes du modèle *SVR* ne sont peut-être pas indépendantes dans la mesure où elles nécessitent toutes deux un traitement phonologique. D'autre part la classification des profils de lecteurs élaborée par ce modèle semble caduque dans la mesure où les dyslexiques étaient considérés uniquement sous l'angle de leur déficit en décodage (Stuart et al. 2008). Plus que jamais, la définition de la dyslexie donnée par la CIM-10 ne doit pas être perdue de vue : « Les enfants présentant un trouble spécifique de la lecture ont souvent des antécédents de troubles de la parole ou du langage » (OMS, CIM 10, 1993, chapitre V, F 81.0). Et si le trouble de la lecture n'était que la partie la plus visible de la dyslexie ?

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

---

Au terme de notre travail, nous souhaitons en dresser les limites. Dans les expériences 1, 2 et 3, nous avons soumis chaque enfant à deux conditions. Ce protocole nécessite le recours à deux textes différents. L'effet des textes constitue peut-être une variable parasite même si nous avons eu le souci de choisir des textes équivalents en durée et en difficulté. Cependant, cet effet est très hétérogène : par exemple les mêmes textes ont été utilisés pour les expériences 3 et 4 et l'effet des textes est différent. De plus, notre souci était d'analyser les performances en compréhension à partir de réels supports pédagogiques et la variété en fait donc partie.

Le recrutement des élèves est aussi une autre limite; nous pourrions l'améliorer. D'une part, le choix des élèves normo-lecteurs a été décidé à partir des évaluations effectuées en classe. Même si le nombre d'écoles a été volontairement restreint (les deux mêmes écoles en majorité pour toutes les expériences), nous pourrions envisager des tests d'évaluation plus affinés aussi bien en décodage qu'en compréhension pour les normo-lecteurs. D'autre part, la population dyslexique est malheureusement très hétérogène, d'où d'ailleurs la difficulté à l'étudier. Bien que notre recherche s'inscrive dans le cadre expérimental de l'*instructional design*, nous estimons que les résultats seraient plus intéressants si nous avions eu connaissance du niveau de compréhension orale des enfants dyslexiques et de leurs capacités en MDT. Malgré un choix exercé par l'intermédiaire de professionnels de la santé, les troubles de l'attention qui accompagnent souvent la dyslexie ont pu biaiser les résultats. Il faudrait encore sélectionner les dyslexiques de manière plus rigoureuse, par exemple en les sélectionnant à partir d'un même centre de références ayant réalisé les bilans. Cela rendrait le groupe plus homogène. Une autre limite concerne le nombre de participants; des populations plus nombreuses donneraient des résultats plus fiables.

En ce qui concerne l'expérience 2, il nous semblerait intéressant de la réitérer en entraînant les élèves à la lecture de textes contenant des morphèmes colorés, avant l'expérience.

Enfin nous avons conscience que nous nous sommes heurtés à une question cruciale de la recherche sur la compréhension en lecture. Que cherchons-nous à évaluer précisément? La nécessité d'harmoniser les outils utilisés est une priorité.

Les projets tels que DEVCOMP (Bianco et al., 2014) permettent d'envisager une meilleure efficacité de l'évaluation de la compréhension.

Au-delà de ces limites, nos recherches ouvrent des perspectives à la croisée des sciences du langage, de la psychologie cognitive et des neurosciences.

L'effet de modalité mérite d'être approfondi dans la mesure où nous n'avons présenté que des versions soit écrites soit orales. Selon l'effet de modalité, une information présentée en bi-modalité, à partir du moment où elle n'est pas redondante, est mieux comprise que si elle est présentée dans une seule modalité. Il serait donc intéressant de poursuivre les expériences en utilisant les deux modalités pour un même document. Le recours à l'image (fixe ou mobile) pourrait aussi entrer dans ce champ d'expérience.

Nous aimerions aussi revenir sur la question du recours aux stratégies compensatoires. Le lecteur dyslexique opère des pauses et des retours en arrière nombreux et les études utilisant l'eye tracking ont montré la multiplicité des saccades régressives et des temps de fixation plus longs. Mais ces particularités sont-elles uniquement dévolues aux tâches de décodage ou sont-elles en partie utilisées pour comprendre (e.g. rechercher un élément du texte pour réaliser une inférence causale)? Nous pourrions envisager des expériences sous forme d'entretien avec des lecteurs dyslexiques. De même, des expériences avec des lecteurs dyslexiques adultes ayant compensé permettraient de mieux appréhender quelles procédures ils ont mis en place. A ce sujet, nous avons cité l'expérience menée par Parrila et al. (2007) qui, montre que le temps supplémentaire est une stratégie de compensation chez des adultes dyslexiques.

Enfin, il serait souhaitable de mieux observer les processus de mémorisation des sujets dyslexiques au cours de la lecture, en utilisant le modèle *TBRS*. L'expérience 4 a initié cette recherche car, en segmentant la bande son, nous avons placé des intervalles de temps entre les traitements des informations, permettant peut-être à l'attention de se remobiliser sur les items maintenus en mémoire. Nous pourrions la répliquer avec des matériaux plus courts pour savoir dans quelles conditions le *switching* est le plus efficace et dans quelles conditions on peut réduire la vitesse du déclin temporel. L'expérience pourrait combiner trois variables indépendantes, l'intervalle de temps entre deux items en mémoire, la durée de traitement des informations et leur complexité.

Notre question de départ, à savoir comment améliorer la compréhension de textes narratifs chez des élèves dyslexiques de CM2 n'a pas trouvé de réponses dans le sens de nos hypothèses. Ni le recours à la mise en relief des éléments saillants des mots, ni le passage par la modalité orale, n'ont permis d'améliorer les performances en compréhension. En l'état actuel de nos recherches, il n'est pas permis de savoir si l'audition de textes est supérieure à leur lecture. On peut simplement constater que pour les enfants testés, le fait de ménager des pauses en cours d'audition augmente les compétences en compréhension. Sur un autre plan, nos études démontrent que le tiers-temps alloué aux dyslexiques dans les aménagements est loin de pallier leur rythme de lecture. En ce sens, la compréhension de textes narratifs pourrait être envisagée sur des temps de découverte fractionnée. Enfin elles montrent que l'apprentissage de la compréhension doit être mené aussi bien à l'oral qu'à l'écrit et doit être explicite, en particulier pour ce profil d'élèves, afin qu'ils automatisent des procédures de compréhension leur permettant de diminuer la charge cognitive demandée par le traitement des mots (lus ou entendus).

Le domaine des aménagements scolaires demeure un vaste chantier de recherche que nous nous devons d'explorer car l'Ecole a la mission de s'adapter à tous les élèves afin qu'ils prennent leur place au sein d'une même communauté éducative. Il est de notre responsabilité de chercheur de donner aux enseignants les outils pour accompagner les enfants dans une même classe, quelle que soit leur différence.

Nous allons donc reprendre les chemins de l'école pour proposer à tous ces enfants de nouvelles épreuves de compréhension, avec l'espoir de les voir un jour sourire en croisant *Alice au pays des merveilles* ou *Le vilain petit canard*.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Adlof, S. M., Catts, H. W., & Little, T. D. (2006). Should the simple view of reading include a fluency component?. *Reading and Writing, 19*(9), 933-958.
- Adlof, S. M., Perfetti, C. A., & Catts, H. W. (2011). Developmental changes in reading comprehension: Implications for assessment and instruction. In S. J. Samuels & A. E. Farstrup (Eds.), *What research has to say about reading instruction* (pp. 186-214). Newark, DE: International Reading Association.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable?. *Child development, 77*(6), 1698-1716.
- Alloway, T. P., Wootan, S., & Deane, P. (2014). Investigating working memory and sustained attention in dyslexic adults. *International Journal of Educational Research, 67*, 11-17.
- Alvarez, C. J., Carreiras, M., & Taft, M. (2001). Syllables and morphemes: Contrasting frequency effects in Spanish. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 27*(2), 545.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm/dsm-5>
- Apel, K., Wilson-Fowler, E. B., Brimo, D., & Perrin, N. A. (2012). Metalinguistic contributions to reading and spelling in second and third grade students. *Reading and Writing, 25*(6), 1283-1305.
- Bacon, A. M., Parmentier, F. B., & Barr, P. (2013). Visuospatial memory in dyslexia: Evidence for strategic deficits. *Memory, 21*(2), 189-209.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences, 4*(11), 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience, 4*(10), 829-839
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology, 63*, 1-29.
- Baddeley, A., & Wilson, B. (1988). Comprehension and working memory: A single case neuropsychological study. *Journal of Memory and Language, 27*(5), 479-498.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., & Camos, V. (2004). Time constraints and resource sharing in adults' working memory spans. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*(1), 83.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., Portrat, S., Vergauwe, E., & Camos, V. (2007). Time and cognitive load in working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*(3), 570.
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2007). The time-based resource-sharing model of working memory. In N. Osaka, R. Logie, & M. D'Esposito (Eds.), *Working memory: Behavioral and neural correlates* (pp. 59-80). Oxford: Oxford University Press.
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2007a). Le développement de la mémoire de travail. In J. Lautrey (Ed.) *Psychologie du développement et de l'éducation* (51-86). Paris : PUF.
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2010). Working memory and executive control: A time-based resource-sharing account. *Psychologica Belgica, 50*(3-4).

- Barrouillet, P., & Camos, V. (2012). As time goes by temporal constraints in working memory. *Current Directions in Psychological Science*, 21(6), 413-419.
- Barrouillet, P., Camos, V., Morlaix, S., & Suchaut, B. (2008). Progressions scolaires, mémoire de travail et origine sociale : quels liens à l'école élémentaire?. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (162), 5-14.
- Barrouillet, P., De Paepe, A., & Langerock, N. (2012). Time causes forgetting from working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(1), 87-92.
- Barrouillet, P., Gavens, N., Vergauwe, E., Gaillard, V., & Camos, V. (2009). Working memory span development: a time-based resource-sharing model account. *Developmental psychology*, 45(2), 477
- Barrouillet, P., Lépine, R., & Camos, V. (2008). Is the influence of working memory capacity on high-level cognition mediated by complexity or resource-dependent elementary processes?. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(3), 528-534.
- Barrouillet, P., Portrat, S., & Camos, V. (2011). On the law relating processing to storage in working memory. *Psychological Review*, 118(2), 175.
- Barrouillet, P., Portrat, S., Vergauwe, E., Diependaele, K., & Camos, V. (2011). Further evidence for temporal decay in working memory: reply to Lewandowsky and Oberauer (2009). *Journal of experimental psychology-learning memory and cognition*, 37(5), 1302-1317.
- Beeman, M. (1993). Semantic processing in the right hemisphere may contribute to drawing inferences from discourse. *Brain and language*, 44(1), 80-120.
- Beeman, M. J., Bowden, E. M., & Gernsbacher, M. A. (2000). Right and left hemisphere cooperation for drawing predictive and coherence inferences during normal story comprehension. *Brain and language*, 71(2), 310.
- Beidas, H., Khateb, A., & Breznitz, Z. (2013). The cognitive profile of adult dyslexics and its relation to their reading abilities. *Reading and Writing*, 26(9), 1487-1515.
- Bell, Laura C., and Charles A. Perfetti. "Reading skill: Some adult comparisons." *Journal of Educational Psychology* 86.2 (1994): 244.
- Bellocchi, S., Muneaux, M., Bastien-Toniazzo, M., & Ducrot, S. (2013). I can read it in your eyes: What eye movements tell us about visuo-attentional processes in developmental dyslexia. *Research in developmental disabilities*, 34(1), 452-460.
- Ben-Dror, I., Frost, R., & Bentin, S. (1995). Orthographic representation and phonemic segmentation in skilled readers: A cross-language comparison. *Psychological Science*, 176-181.
- Berninger, V. W., Abbott, R. D., Nagy, W., & Carlisle, J. (2010). Growth in phonological, orthographic, and morphological awareness in grades 1 to 6. *Journal of psycholinguistic research*, 39(2), 141-163.
- Berthiaume, R., Besse, A. S., & Daigle, D. (2010). L'évaluation de la conscience morphologique : proposition d'une typologie des tâches. *Language Awareness*, 19(3), 153-170.
- Berthiaume, R., & Daigle, D. (2014). Are dyslexic children sensitive to the morphological structure of words when they read? The case of dyslexic readers of French. *Dyslexia*, 20(3), 241-260.
- Best, R. M., Floyd, R. G., & Mcnamara, D. S. (2008). Differential competencies contributing to children's comprehension of narrative and expository texts. *Reading Psychology*, 29(2), 137-164.
- Bianco, M., Colé, P., Megherbi, H. & Dessus, P. (2014). DEVCOMP, NR-10-blan-1907-01 ; <http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/devcomp/>

- Bianco, M., Pellenq, C., Lambert, E., Bressoux, P., Lima, L., & Doyen, A. L. (2012). Impact of early code-skill and oral-comprehension training on reading achievement in first grade. *Journal of research in reading, 35*(4), 427-455.
- .Boets, B., de Beeck, H. P. O., Vandermosten, M., Scott, S. K., Gillebert, C. R., Mantini, D., & Ghesquière, P. (2013). Intact but less accessible phonetic representations in adults with dyslexia. *Science, 342*(6163), 1251-1254.
- Bogliotti, C., Serniclaes, W., Messaoud-Galusi, S., & Sprenger-Charolles, L. (2008). Discrimination of speech sounds by children with dyslexia: Comparisons with chronological age and reading level controls. *Journal of experimental child psychology, 101*(2), 137-155.
- Bone, R. B., Cirino, P., Morris, R. D., & Morris, M. K. (2002). Reading and phonological awareness in reading-disabled adults. *Developmental neuropsychology, 21*(3), 306-320.
- Booth, J. N., Boyle, J. M., & Kelly, S. W. (2010). Do tasks make a difference? Accounting for heterogeneity of performance of children with reading difficulties on tasks of executive function: Findings from a meta-analysis. *British Journal of Developmental Psychology, 28*(1), 133-176.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition, 104*(2), 198-230.
- Bosse, M. L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading, 32*(2), 230-253.
- Boulc'h, L., Gaux, C., & Boujon, C. (2007). Implication des fonctions exécutives dans le décodage en lecture : étude comparative entre normolecteurs et faibles lecteurs de CE2. *Psychologie française, 52*(1), 71-87.
- Bourassa, D. C., & Treiman, R. (2008). Morphological constancy in spelling: A comparison of children with dyslexia and typically developing children. *Dyslexia, 14*(3), 155-169.
- Bowers, P. N., Kirby, J. R., & Deacon, S. H. (2010). The effects of morphological instruction on literacy skills a systematic review of the literature. *Review of Educational Research, 80*(2), 144-179.
- Braun, A. R., Guillemain, A., Hosey, L., & Varga, M. (2001). The neural organization of discourse. *Brain, 124*(10), 2028-2044.
- Braze, D., Tabor, W., Shankweiler, D. P., & Mencl, W. E. (2007). Speaking up for vocabulary reading skill differences in young adults. *Journal of learning disabilities, 40*(3), 226-243.
- Brèthes, H., & Bogliotti, C. (2012). Rôle de la morphologie chez les enfants dyslexiques : étude des effets d'un entraînement morphologique. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 1, pp. 1537-1554). EDP Sciences.
- Broek, G. S. E., Segers, E., & Verhoeven, L. (2014). Effects of text modality in multimedia presentations on written and oral performance. *Journal of Computer Assisted Learning, 30*(5), 438-449.
- Bruck, M. (1992). Persistence of dyslexics' phonological awareness deficits. *Developmental psychology, 28*(5), 874.
- Brunswick, N., Martin, G. N., & Marzano, L. (2010). Visuospatial superiority in developmental dyslexia: Myth or reality?. *Learning and Individual Differences, 20*(5), 421-426.
- Brunswick, N., Martin, G. N., & Rippon, G. (2012). Early cognitive profiles of emergent readers: A longitudinal study. *Journal of experimental child psychology, 111*(2), 268-285.

- Bryant, P., Nunes, T., & Bindman, M. (1998). Awareness of language in children who have reading difficulties: Historical comparisons in a longitudinal study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39(4), 501-510.
- Bucci, M. P., Brémond-Gignac, D., & Kapoula, Z. (2008). Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 246(3), 417-428.
- Bucci, M. P., Vernet, M., Gerard, C. L., & Kapoula, Z. (2010). Normal speed and accuracy of saccade and vergence eye movements in dyslexic reader children. *Journal of ophthalmology*, 2009.
- Burani, C., (2010). Word morphology enhances reading fluency in children with developmental dyslexia. *Lingue e linguaggio*, 9(2), 177-198.
- Burani, C., Marcolini, S., De Luca, M., & Zoccolotti, P. (2008). Morpheme-based reading aloud: Evidence from dyslexic and skilled Italian readers. *Cognition*, 108(1), 243-262.
- Burani, C., Marcolini, S., & Stella, G. (2002). How early does morpholexical reading develop in readers of a shallow orthography?. *Brain and language*, 81(1), 568-586.
- Burton, C., & Daneman, M. (2007). Compensating for a limited working memory capacity during reading: Evidence from eye movements. *Reading Psychology*, 28(2), 163-186.
- Bus, A.G., & van IJzendoorn, M.H. (1999). "Phonological awareness and early reading: A meta-analysis of experimental training studies." *Journal of educational psychology*, 91.3, 403.
- Cain, K. (2010). *Reading development and difficulties* (Vol. 8). John Wiley & Sons.
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability and component skills. *Journal of educational psychology*, 96(1), 31.
- Camos, V., & Barrouillet, P. (2011a). Factors of Working Memory Development: The Time-Based Resource-Sharing Approach. In P. Barrouillet & V. Gaillard (Eds.), *Cognitive development and working memory: From neo-piagetian to cognitive approaches* (pp. 151-176). Hove, UK : Psychology Press.
- Camos, V., & Barrouillet, P. (2011b). Developmental change in working memory strategies: from passive maintenance to active refreshing. *Developmental Psychology*, 47(3), 898.
- Camos, V., & Barrouillet, P. (2014a). Le développement de la mémoire de travail: perspectives dans le cadre du modèle de partage temporel des ressources. *Psychologie française*, 59(1), 21-39.
- Camos, V., & Barrouillet, P. (2014b). Attentional and non-attentional systems in the maintenance of verbal information in working memory: the executive and phonological loops. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, pp.900.
- Camos, V., Lagner, P., & Barrouillet, P. (2009). Two maintenance mechanisms of verbal information in working memory. *Journal of Memory and Language*, 61(3), 457-469.
- Camos, V., Mora, G., & Barrouillet, P. (2013). Phonological similarity effect in complex span task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(10), 1927-1950.
- Camos, V., Mora, G., & Oberauer, K. (2011). Adaptive choice between articulatory rehearsal and attentional refreshing in verbal working memory. *Memory & Cognition*, 39(2), 231-244.

- Camos, V., & Portrat, S. (2015). The impact of cognitive load on delayed recall. *Psychonomic bulletin & review*, 22(4), 1029-1034.
- Caplan, D., & Waters, G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and brain Sciences*, 22(01), 77-94.
- Carlisle, J. F. (1988). Knowledge of derivational morphology and spelling ability in fourth, sixth, and eighth graders. *Applied Psycholinguistics*, 9(03), 247-266.
- Carlisle, J. F. (2000). Awareness of the structure and meaning of morphologically complex words: Impact on reading. *Reading and writing*, 12(3), 169-190.
- Carlisle, J. F. (2007). Fostering morphological processing, vocabulary development, and reading comprehension. *Vocabulary acquisition: Implications for reading comprehension*, 78-103.
- Carlisle, J. F. (2010). Effects of instruction in morphological awareness on literacy achievement: An integrative review. *Reading Research Quarterly*, 45(4), 464-487.
- Carlisle, J. F., & Nomanbhoy, D. M. (1993). Phonological and morphological awareness in first graders. *Applied Psycholinguistics*, 14(02), 177-195.
- Carlisle, J. F., & Stone, C. A. (2003). The effects of morphological structure on children's reading of derived words in English. In *Reading complex words*(pp. 27-52). Springer US.
- Carlisle, J. F., & Stone, C. A. (2005). Exploring the role of morphemes in word reading. *Reading Research Quarterly*, 40(4), 428-449.
- Carlisle, J. F., Stone, C. A., & Katz, L. A. (2001). The effects of phonological transparency on reading derived words. *Annals of dyslexia*, 51(1), 249-274.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 246-251.
- Carroll, J. M., & Snowling, M. J. (2001). The effects of global similarity between stimuli on children's judgment of rime and alliteration. *Applied Psycholinguistics*, 22(3), 327-342.
- Carroll, J. M., & Snowling, M. J. (2004). Language and phonological skills in children at high risk of reading difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(3), 631-640.
- Casalis, S., & Colé, P. (2009). On the relationship between morphological and phonological awareness: Effects of training in kindergarten and in first-grade reading. *First Language*, 29(1), 113-142.
- Casalis, S., Colé, P., & Sopo, D. (2004). Morphological awareness in developmental dyslexia. *Annals of dyslexia*, 54(1), 114-138.
- Casalis, S., Dusautoir, M., Colé, P., & Ducrot, S. (2009). Morphological effects in children word reading: A priming study in fourth graders. *British Journal of Developmental Psychology*, 27(3), 761-766.
- Casalis, S., Leuwers, C., & Hilton, H. (2013). Syntactic comprehension in reading and listening: A study with French children with dyslexia. *Journal of learning disabilities*, 46(3), 210-219.
- Casalis, S., & Louis-Alexandre, M. F. (2000). Morphological analysis, phonological analysis and learning to read French: A longitudinal study. *Reading and Writing*, 12(3), 303-335.
- Casalis, S., Mathiot, E., Bécavin, A. S., & Colé, P. (2003). Conscience morphologique chez des apprentis lecteurs tout-venant et en difficultés. *Sillexicales*, 3, 57-66.

- Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., & Ziegler, J. C. (2008). Lien entre dénomination rapide et lecture chez les enfants dyslexiques. *L'Année Psychologique*, 108(4), 395.
- Catts, H. W., Herrera, S., Nielsen, D. C., & Bridges, M. S. (2015). Early prediction of reading comprehension within the simple view framework. *Reading and Writing*, 28(9), 1407-1425.
- Catts, H. W., Hogan, T. P. & Adolf, S. M. (2005) 'Developmental changes in reading and reading disabilities', in H.W. Catts and A. G. Kamhi (Eds.) *The Connections between Language and Reading Disabilities*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 25–40.
- Catts, H. W., & Weismer, S. E. (2006). Language deficits in poor comprehenders: A case for the simple view of reading. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 278-293.
- Caylak, E. (2009). Neurobiological approaches on brains of children with dyslexia: review. *Academic radiology*, 16(8), 1003-1024.
- Chaix, Y. (2014). Troubles spécifiques de l'apprentissage et DSM : quoi de neuf?. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 128.
- Chanquoy, L., & Negro, I. (2004). *Psychologie du développement*. Hachette Éducation.
- Champion, A. (1997). Knowledge of suffixed words: A comparison of reading disabled and nondisabled readers. *Annals of Dyslexia*, 47(1), 29-55.
- Chen, Z., & Cowan, N. (2009). How verbal memory loads consume attention. *Memory & cognition*, 37(6), 829-836.
- Colé, P., Bouton, S., Leuwers, C., Casalis, S., & Sprenger-Charolles, L. (2012). Stem and derivational-suffix processing during reading by French second and third graders. *Applied Psycholinguistics*, 33(01), 97-120.
- Colé, P., Casalis, S., & Dufayard C. (2012). Logiciel MORPHOREM repéré à : <https://www.orthoedition.com/evaluations/morphorem-705.html>
- Colé, P., & Fayol, M. (2000). Reconnaissance de mots écrits et apprentissage de la lecture : rôle des connaissances morphologiques. In M.Kail & M. Fayol, *L'acquisition du langage. Le langage en développement au-delà de trois ans* (151-181). Presses Universitaires de France.
- Colé, P., Marec-Breton, N., Royer, C., & Gombert, J. E. (2003). Morphologie des mots et apprentissage de la lecture. *Reéducation Orthophonique*, 213(1), 57-60.
- Colé, P., Royer, C., Leuwers, C., & Casalis, S. (2004). Les connaissances morphologiques dérivationnelles et l'apprentissage de la lecture chez l'apprenti lecteur français du CP au CE2. *L'Année psychologique*, 104(4), 701-750.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing* (151-216). London Academic Press
- Conners, F. A. (2009). Attentional control and the simple view of reading. *Reading and Writing*, 22(5), 591-613.
- Constable, R. T., Pugh, K. R., Berroya, E., Mencl, W. E., Westerveld, M., Ni, W., & Shankweiler, D. (2004). Sentence complexity and input modality effects in sentence comprehension: an fMRI study. *Neuroimage*, 22(1), 11-21.
- Corbin, D. (1987), *Morphologie dérivationnelle et structuration du lexique*, 2 vol., Tübingen, Max Niemeyer Verlag ; 2 éd., Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires de Lille, 1991.
- Corbin, L., & Camos, V. (2011). Improvement of working memory performance by training is not transferable. *Europe's Journal of Psychology*, 7(2), 279-294.

- Corbin, L., Moissenet, A., & Camos, V. (2012). Fonctionnement de la mémoire de travail chez des enfants présentant des difficultés scolaires. *Développements*, 11, 5-12.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological bulletin*, 104(2), 163.
- Cowan, N. (1992). Verbal memory span and the timing of spoken recall. *Journal of Memory and Language*, 31(5), 668-684.
- Cowan, N. (2001). Metatheory of storage capacity limits. *Behavioral and brain sciences*, 24(01), 154-176.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four : how is working memory capacity limited, and why?. *Current directions in psychological science*, 19(1), 51-57.
- Cowan, N. (2011). The focus of attention as observed in visual working memory tasks: Making sense of competing claims. *Neuropsychologia*, 49(6), 1401-1406.
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197-223.
- Cowan, N., AuBuchon, A. M., Gilchrist, A. L., Ricker, T. J., & Saults, J. S. (2011). Age differences in visual working memory capacity: Not based on encoding limitations. *Developmental science*, 14(5), 1066-1074.
- Cowan, N., Morey, C. C., AuBuchon, A. M., Zwillling, C. E., & Gilchrist, A. L. (2010). Seven-year-olds allocate attention like adults unless working memory is overloaded. *Developmental science*, 13(1), 120-133.
- Cowan, N., Rouder, J. N., Blume, C. L., & Saults, J. S. (2012). Models of verbal working memory capacity: what does it take to make them work?. *Psychological Review*, 119(3), 480.
- Cunningham, A. E., & Stanovich, K. E. (1990). Assessing print exposure and orthographic processing skill in children: A quick measure of reading experience. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 733.
- Cutting, L. E., & Scarborough, H. S. (2012). Multiple bases for comprehension difficulties: The potential of cognitive and neurobiological profiling for validation of subtypes and development of assessments. In J.P. Sabatini, T. O'Reily & E.R. Albro, (Eds.), *Reaching an understanding: Innovations in how we view reading assessment*, (101-116), Lanham : R & L. Education,
- Dahlin, K. I. (2011). Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Reading and Writing*, 24(4), 479-491.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(4), 450-466.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 422-433.
- Deacon, S. H. (2012). Sounds, letters and meanings: The independent influences of phonological, morphological and orthographic skills on early word reading accuracy. *Journal of Research in Reading*, 35(4), 456-475.
- Deacon, S. H., Benere, J., & Pasquarella, A. (2013). Reciprocal relationship: Children's morphological awareness and their reading accuracy across grades 2 to 3. *Developmental Psychology*, 49(6), 1113-1126.
- Deacon, S. H., & Kirby, J. R. (2004). Morphological awareness: Just "more phonological"? The roles of morphological and phonological awareness in reading development. *Applied psycholinguistics*, 25(02), 223-238.

- Deacon, S. H., Parrila, R., & Kirby, J. R. (2006). Processing of derived forms in high-functioning dyslexics. *Annals of Dyslexia*, 56(1), 103-128.
- De Carvalho, C. A., de SB Kida, A., Capellini, S. A., & de Avila, C. R. (2014). Phonological working memory and reading in students with dyslexia. *Frontiers in psychology*, 5, 1-10
- De Clercq-Quaegebeur, M., Casalis, S., Lemaitre, M. P., Bourgois, B., Getto, M., & Vallée, L. (2010). Neuropsychological profile on the WISC-IV of French children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 43(6), 563-574.
- Dehaene, S. (2008). *Les neurones de la lecture*. Paris : Odile Jacob,
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in cognitive sciences*, 15(6), 254-262.
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Jobert, A., & Cohen, L. (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. *science*, 330(6009), 1359-1364.
- Dehn, M. J. (2011). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. John Wiley & Sons.
- De Jong, P. F. (2006). Understanding normal and impaired reading development: A working memory perspective. *Working memory and education*, 33-60.
- De Luca, M., Borrelli, M., Judica, A., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2002). Reading words and pseudowords: An eye movement study of developmental dyslexia. *Brain and language*, 80(3), 617-626.
- De Luca, M., Pontillo, M., Primativo, S., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2013). The eye-voice lead during oral reading in developmental dyslexia. *Frontiers In Human Neuroscience*; 7, 1-17.
- Diakidoy, I. A. N., Stylianou, P., Karefillidou, C., & Papageorgiou, P. (2005). The relationship between listening and reading comprehension of different types of text at increasing grade levels. *Reading Psychology*, 26(1), 55-80.
- Dreyer, L. G., & Katz, L. (1992). An Examination of "The Simple View of Reading". *The yearbook of the National Reading conference*, 41, 169-175.
- Ducrot, S., Lété, B., Sprenger-Charolles, L., Pynte, J., & Billard, C. (2003). The optimal viewing position effect in beginning and dyslexic readers. *Current Psychology Letters : Behaviour, Brain & Cognition*, 10.
- Duncan, L. G., Casalis, S., & Cole, P. (2009). Early metalinguistic awareness of derivational morphology: Observations from a comparison of English and French. *Applied Psycholinguistics*, 30(03), 405-440.
- Duncan, L., Grey, E., Quémart, P., & Casalis, S. (2010). Do good and poor readers make use of morphemic structure in English word recognition?. *Journal of Portuguese Linguistics*, 9, 143-160.
- Duncan, L. G., Seymour, P. H., & Hill, S. (1997). How important are rhyme and analogy in beginning reading?. *Cognition*, 63(2), 171-208.
- Duncan, L. G., Seymour, P. H., & Hill, S. (2000). A small-to-large unit progression in metaphonological awareness and reading?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53(4), 1081-1104
- Dunning, D. L., Holmes, J., & Gathercole, S. E. (2013). Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial. *Developmental Science*, 16(6), 915-925.
- Ecalte, J., Kleinsz, N., & Magnan, A. (2013). Computer-assisted learning in young poor readers: The effect of grapho-syllabic training on the development of word reading and reading comprehension. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1368-1376.

- Ecalte, J., & Magnan, A. (2015). *L'apprentissage de la lecture et ses difficultés (2e éd)*. Paris : Dunod.
- Ehri, L. C. (2005). Learning to read words: Theory, findings, and issues. *Scientific Studies of reading*, 9(2), 167-188.
- Elbro, C., & Arnbak, E. (1996). The role of morpheme recognition and morphological awareness in dyslexia. *Annals of dyslexia*, 46(1), 209-240.
- Elbro, C., Borstrom, I., & Petersen, D. K. (1998). Predicting dyslexia from kindergarten: The importance of distinctness of phonological representations of lexical items. *Reading Research Quarterly*, 33(1), 36–60.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current directions in psychological science*, 11(1), 19-23.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. *Psychology of learning and motivation*, 44, 145-200.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological review*, 102(2), 211.
- Espin, C. A., Cevasco, J., van den Broek, P., Baker, S., & Gersten, R. (2007). History as Narrative The Nature and Quality of Historical Understanding for Students With LD. *Journal of Learning Disabilities*, 40(2), 174-182.
- Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P., ... & Mascetti, G. G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 23(6), 841-855.
- Fenesi, B., Sana, F., Kim, J. A., & Shore, D. I. (2015). Reconceptualizing working memory in educational research. *Educational Psychology Review*, 27(2), 333-351.
- Ferstl, E. C., & von Cramon, D. Y. (2002). What does the frontomedian cortex contribute to language processing: coherence or theory of mind?. *Neuroimage*, 17(3), 1599-1612.
- Fischbach, A., Könen, T., Rietz, C. S., & Hasselhorn, M. (2014). What is not working in working memory of children with literacy disorders? Evidence from a three-year-longitudinal study. *Reading and Writing*, 27(2), 267-286.
- Florit, E., & Cain, K. (2011). The simple view of reading: Is it valid for different types of alphabetic orthographies?. *Educational Psychology Review*, 23(4), 553-576.
- Fowler, A. E., Liberman, I. Y., & Feldman, L. B. (1995). The role of phonology and orthography in morphological awareness. *Morphological aspects of language processing*, 157-188.
- Friedmann, N. (2015). Conférence au College de France repéré à : <http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/seminar-2015-02-10-111h00.htm>
- Frith, U., 1985. Beneath the surface of developmental dyslexia. In: Patterson, K.E., Marshall, J.C., Coltheart, M. (Eds.), *Surface Dyslexia: Neuropsychological and Cognitive Studies of Phonological Reading*. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Gabrieli, J. D. (2009). Dyslexia: a new synergy between education and cognitive neuroscience. *Science*, 325(5938), 280-283.
- Gaillard, V., Barrouillet, P., Jarrold, C., & Camos, V. (2011). Developmental differences in working memory: Where do they come from?. *Journal of experimental child psychology*, 110(3), 469-479.

- García, J. R., & Cain, K. (2013). Decoding and reading comprehension : a meta-analysis to identify which reader and assessment characteristics influence the strength of the relationship in English. *Review of Educational Research, 84*(1), 74-111.
- Garcia, R. B., Mammarella, I. C., Tripodi, D., & Cornoldi, C. (2014). Visuospatial working memory for locations, colours, and binding in typically developing children and in children with dyslexia and non-verbal learning disability. *British Journal of Developmental Psychology, 32*(1), 17-33.
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of experimental child psychology, 93*(3), 265-281.
- Gernsbacher, M. A., & Kaschak, M. P. (2003). Neuroimaging studies of language production and comprehension. *Annual Review of Psychology, 54*, 91.
- Georgiou, G. K., Papadopoulou, T. C., Zarouna, E., & Parrila, R. (2012). Are auditory and visual processing deficits related to developmental dyslexia?. *Dyslexia, 18*(2), 110-129.
- Gibson. (1998). Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition, 68*, 1-76.
- Giins, Paul. "Meta-analysis of the modality effect." *Learning and Instruction 15.4* (2005): 313-331.
- Giraud, H. (2001). Rôle et représentation de l'information morphologique chez l'apprenti lecteur et l'enfant dyslexique. *Annales de la Fondation Fyssen, vol. 16*, 81-90.
- Giraud, H. (2015). Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. VOLUME I Rapport de Synthèse : Où est la morphologie ? Regards croisés de la linguistique et de la psycholinguistique
- Goff, D. A., Pratt, C., & Ong, B. (2005). The relations between children's reading comprehension, working memory, language skills and components of reading decoding in a normal sample. *Reading and Writing, 18*(7-9), 583-616.
- Gombert, J. E. (2003). Implicit and explicit learning to read: Implication as for subtypes of dyslexia. *Current Psychology Letters : Behaviour, Brain & Cognition, 10*(1),
- Goodwin, A. P., & Ahn, S. (2010). A meta-analysis of morphological interventions: Effects on literacy achievement of children with literacy difficulties. *Annals of dyslexia, 60*(2), 183-208.
- Gough, P. and Tunmer, W. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education, 7*, 6-10.
- Gustafson, S., Samuelsson, C., Johansson, E., & Wallmann, J. (2013). How Simple is the Simple View of Reading?. *Scandinavian Journal of Educational Research, 57*(3), 292-308.
- Habib, M. (2014). *La constellation des dys:[bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles]*. Paris : De Boeck Solal.
- Hachmann, W. M., Bogaerts, L., Szmalec, A., Woumans, E., Duyck, W., & Job, R. (2014). Short-term memory for order but not for item information is impaired in developmental dyslexia. *Annals of dyslexia, 64*(2), 121-136.
- Hagtvet, B. E. (2003). Listening comprehension and reading comprehension in poor decoders: Evidence for the importance of syntactic and semantic skills as well as phonological skills. *Reading and Writing, 16*(6), 505-539.

- Häikiö, T., Bertram, R., Hyönä, J., & Niemi, P. (2009). Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of experimental child psychology*, 102(2), 167-181.
- Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in cognitive sciences*, 5(12), 525-532.
- Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (1999). Phonology, reading acquisition, and dyslexia: insights from connectionist models. *Psychological review*, 106(3), 491.
- Hatcher, J., Snowling, M. J., & Griffiths, Y. M. (2002). Cognitive assessment of dyslexic students in higher education. *British Journal of Educational Psychology*, 72(1), 119-133.
- Hawelka, S., Gagl, B., & Wimmer, H. (2010). A dual-route perspective on eye movements of dyslexic readers. *Cognition*, 115(3), 367-379.
- Hawelka, S., & Wimmer, H. (2005). Impaired visual processing of multi-element arrays is associated with increased number of eye movements in dyslexic reading. *Vision Research*, 45(7), 855-863.
- Hitch, G. J., Towse, J. N., & Hutton, U. (2001). What limits children's working memory span? Theoretical accounts and applications for scholastic development. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 184.
- Hommet, C., Vidal, J., Roux, S., Blanc, R., Barthez, M. A., De Becque, B., & Gomot, M. (2009). Topography of syllable change-detection electrophysiological indices in children and adults with reading disabilities. *Neuropsychologia*, 47(3), 761-770.
- Hoover, W. A., & Gough, P. B. (1990). The simple view of reading. *Reading and writing*, 2(2), 127-160.
- Hurry, J., Nunes, T., Bryant, P., Pretzlik, U., Parker, M., Curno, T., & Midgley, L. (2005). Transforming research on morphology into teacher practice. *Research Papers in Education*, 20(2), 187-206
- Hutzler, F., Kronbichler, M., Jacobs, A. M., & Wimmer, H. (2006). Perhaps correlational but not causal: No effect of dyslexic readers' magnocellular system on their eye movements during reading. *Neuropsychologia*, 44(4), 637-648.
- Inserm (2007). Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : bilan des données scientifiques. Paris : Les éditions Inserm.
- International Dyslexia Association (2016) repéré à : <http://eida.org/definition-of-dyslexia>
- Isaki, E., Spaulding, T.J., & Plante, E. (2008). Contributions of language and memory demands to verbal memory performance in language-learning disabilities. *Journal of Communication Disorders*, 41(6), 512-530.
- Jainta, S., & Kapoula, Z. (2011). Dyslexic children are confronted with unstable binocular fixation while reading. *PLoS One*, 6(4), 1-10.
- Joanisse, M. F., Manis, F. R., Keating, P., & Seidenberg, M. S. (2000). Language deficits in dyslexic children: Speech perception, phonology, and morphology. *Journal of experimental child psychology*, 77(1), 30-60.
- Joshi, R. M., & Aaron, P. G. (2000). The component model of reading: Simple view of reading made a little more complex. *Reading Psychology*, 21(2), 85-97.
- Jucla, M. (2014). Que reste-t-il de l'hypothèse phonologique?. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 128, 19-26.
- Judge, J., Caravolas, M., & Knox, P. C. (2006). Smooth pursuit eye movements and phonological processing in adults with dyslexia. *Cognitive neuropsychology*, 23(8), 1174-1189.

- Kalyuga, S. (2000). When using sound with a text or picture is not beneficial for learning. *Australian Journal of Educational Technology*, 16(2), 161-172.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of educational psychology*, 92(1), 126.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 637-671.
- Kapoula, Z., Ganem, R., Poncet, S., Gintautas, D., Eggert, T., Brémond-Gignac, D., & Bucci, M. P. (2009). Free exploration of painting uncovers particularly loose yoking of saccades in dyslexics. *Dyslexia*, 15(3), 243-259.
- Katz, L., Lee, C. H., Tabor, W., Frost, S. J., Mencl, W. E., Sandak, R., & Pugh, K. R. (2005). Effects of printed word repetition in lexical decision and naming on behavior and brain activation. *Neuropsychologia*, 43, 2068-2083.
- Katz, L. A., & Carlisle, J. F. (2009). Teaching students with reading difficulties to be close readers: A feasibility study. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 40(3), 325-340.
- Kendeou, P., Bohn-Gettler, C., White, M. J., & Van den Broek, P. (2008). Children's inference generation across different media. *Journal of Research in Reading*, 31(3), 259-272.
- Kendeou, P., Broek, P., Helder, A., & Karlsson, J. (2014). A cognitive view of reading comprehension: Implications for reading difficulties. *Learning disabilities research & practice*, 29(1), 10-16.
- Kendeou, P., Papadopoulos, T. C., & Kotzapoulou, M. (2013). Evidence for the early emergence of the simple view of reading in a transparent orthography. *Reading and Writing*, 26(2), 189-204
- Kendeou, P., Smith, E. R., & O'Brien, E. J. (2013). Updating during reading comprehension: Why causality matters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(3), 854.
- Kendeou, P., Van den Broek, P., White, M. J., & Lynch, J. (2007). Comprehension in preschool and early elementary children: Skill development and strategy interventions. In D.S.McNamara (Ed). *Reading comprehension strategies:Theories, interventions, and technologies*,(27-45)
- Kendeou, P., Van den Broek, P., White, M. J., & Lynch, J. S. (2009). Predicting reading comprehension in early elementary school: The independent contributions of oral language and decoding skills. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 765.
- Kibby, M. Y., Marks, W., Morgan, S., & Long, C. J. (2004). Specific impairment in developmental reading disabilities : a working memory approach. *Journal of learning disabilities*, 37(4), 349-363.
- Kieffer, M. J., & Lesaux, N. K. (2008). The role of derivational morphology in the reading comprehension of Spanish-speaking English language learners. *Reading and Writing*, 21(8), 783-804.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological review*, 95(2), 163.
- Kintsch, W., Patel, V. L., & Ericsson, K. A. (1999). The role of long-term working memory in text comprehension. *Psychologia*, 42(4), 186-198.
- Kintsch, W., & Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological review*, 85(5), 363

- Kirby, J. R. (2007) Reading Comprehension: Its Nature and Development., *Encyclopedia of Language and Literacy Development* (pp. 1-8). London: Canadian Language and Literacy Research Network.
- Kirby, J. R., Deacon, S. H., Bowers, P. N., Izenberg, L., Wade-Woolley, L., & Parrila, R. (2012). Children's morphological awareness and reading ability. *Reading and Writing, 25*(2), 389-410.
- Kirby, J. R., & Savage, R. S. (2008). Can the simple view deal with the complexities of reading?. *Literacy, 42*(2), 75-82.
- Kruk, R. S., & Bergman, K. (2013). The reciprocal relations between morphological processes and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*(1), 10-34.
- Kuo, L. J., & Anderson, R. C. (2006). Morphological awareness and learning to read: A cross-language perspective. *Educational Psychologist, 41*(3), 161-180.
- Kuvač Kraljević, J., & Palmović, M. (2011). Spatial and Temporal Measurements of Eye Movement in Children with Dyslexia. *Collegium antropologicum, 35*(1), 191-198.
- Laasonen, M., Salomaa, J., Cousineau, D., Leppämäki, S., Tani, P., Hokkanen, L., & Dye, M. (2012). Project DyAdd: visual attention in adult dyslexia and ADHD. *Brain and cognition, 80*(3), 311-327.
- LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive psychology, 6*(2), 293-323.
- Landerl, K., Ramus, F., Moll, K., Lyytinen, H., Leppänen, P. H., Lohvansuu, K., & Kunze, S. (2013). Predictors of developmental dyslexia in European orthographies with varying complexity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 54*(6), 686-694.
- Landi, N., Frost, S. J., Mencl, W. E., Sandak, R., & Pugh, K. R. (2013). Neurobiological bases of reading comprehension: Insights from neuroimaging studies of word-level and text-level processing in skilled and impaired readers. *Reading & Writing Quarterly, 29*(2), 145-167.
- Lázaro, M. (2012). A study of base frequency in Spanish skilled and reading-disabled children: all Children benefit from morphological processing in defining complex pseudowords. *Dyslexia, 18*(2), 130-138.
- Lázaro, M., Camacho, L., & Burani, C. (2013). Morphological processing in reading disabled and skilled Spanish children. *Dyslexia, 19*(3), 178-188.
- Leahy, W., & Sweller, J. (2011). Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. *Applied Cognitive Psychology, 25*(6), 943-951.
- Le Bohec O. & Jamet E. (2001) Effet de redondance et effet de modalité réunis. *Journées d'études en Psychologie ergonomiques, EPIQUE*. Nantes.
- Lefly, Dianne L., and Bruce F. Pennington. "Spelling errors and reading fluency in compensated adult dyslexics." *Annals of dyslexia* 41.1 (1991): 141-162.
- Lehongre, K., Morillon, B., Giraud, A. L., & Ramus, F. (2013). Impaired auditory sampling in dyslexia: further evidence from combined fMRI and EEG. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 1-8.
- Leikin, M., & Bouskila, O. A. (2004). Expression of syntactic complexity in sentence comprehension: A comparison between dyslexic and regular readers. *Reading and Writing, 17*(7-8), 801-822.
- Leikin, M., & Zur Hagit, E. (2006). Morphological processing in adult dyslexia. *Journal of psycholinguistic research, 35*(6), 471-490.
- Lenz, B. K., & Hughes, C. A. (1990). A word identification strategy for adolescents with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 23*(3), 149-158.

- Lépine, R., Barrouillet, P., & Camos, V. (2005). What makes working memory spans so predictive of high-level cognition?. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12*(1), 165-170.
- Lépine, R., Bernardin, S., & Barrouillet, P. (2005). Attention switching and working memory spans. *European Journal of Cognitive Psychology*, *17*(3), 329-345.
- Lesaux, N. K., Pearson, M. R., & Siegel, L. S. (2006). The effects of timed and untimed testing conditions on the reading comprehension performance of adults with reading disabilities. *Reading and Writing*, *19*(1), 21-48.
- Lieberman, I. Y., & Shankweiler, D. (1985). Phonology and the problems of learning to read and write. *Remedial and special education*, *6*(6), 8-17.
- Longtin, C. M., Segui, J., & Halle, P. A. (2003). Morphological priming without morphological relationship. *Language and cognitive processes*, *18*(3), 313-334.
- Maehler, C., & Schuchardt, K. (2011). Working memory in children with learning disabilities: Rethinking the criterion of discrepancy. *International journal of disability, development and education*, *58*(1), 5-17.
- Mahfoudhi, A., Elbeheri, G., Al-Rashidi, M., & Everatt, J. (2010). The role of morphological awareness in reading comprehension among typical and learning disabled native Arabic speakers. *Journal of learning disabilities* *43*(6), 500-514.
- Mahony, D., Singson, M., & Mann, V. (2000). Reading ability and sensitivity to morphological relations. *Reading and writing*, *12*(3), 191-218.
- Majerus, S., Poncelet, M., Van der Linden, M., Albouy, G., Salmon, E., Sterpenich, V., & Maquet, P. (2006). The left intraparietal sulcus and verbal short-term memory: focus of attention or serial order?. *Neuroimage*, *32*(2), 880-891.
- Malstädt, N., Hasselhorn, M., & Lehmann, M. (2012). Free recall behaviour in children with and without spelling impairment: The impact of working memory subcapacities. *Dyslexia*, *18*(4), 187-198.
- Manis, F. R., Custodio, R., & Szeszulski, P. A. (1993). Development of phonological and orthographic skill: A 2-year longitudinal study of dyslexic children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *56*(1), 64-86.
- Marcolini, S., Traficante, D., Zoccolotti, P., & Burani, C. (2011). Word frequency modulates morpheme-based reading in poor and skilled Italian readers. *Applied Psycholinguistics*, *32*(03), 513-532.
- Marec-Breton, N., Besse, A. S., & Royer, C. (2010). La conscience morphologique est-elle une variable importante dans l'apprentissage de la lecture? *Educar em revista*, *38*, 73-91.
- Marec-Breton, N., Gombert, J. É., & Colé, P. (2005). Traitements morphologiques lors de la reconnaissance des mots écrits chez des apprentis lecteurs. *L'année psychologique*, *105*(1), 9-45.
- Marshall, C. R., & van der Lely, H. K. (2009). Effects of word position and stress on onset cluster production: Evidence from typical development, specific language impairment, and dyslexia. *Language*, *85*(1), 39-57.
- Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of Vision*, *9*(4), 14-14.
- Martin, J., Colé, P., Leuwers, C., Casalis, S., Zorman, M., & Sprenger-Charolles, L. (2010). Reading in French-speaking adults with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *60*(2), 238-264.
- Martinez-Perez, T., Majerus, S., & Poncelet, M. (2013). Impaired short-term memory for order in adults with dyslexia. *Research in developmental disabilities*, *34*(7), 2211-2223.

- Mason, R. A., & Just, M. A. (2004). How the brain processes causal inferences in text : a theoretical account of generation and integration component processes utilizing both cerebral hemispheres. *Psychological Science*, 15(1), 1-7.
- Maughan, B., Messer, J., Collishaw, S., Pickles, A., Snowling, M., Yule, W., & Rutter, M. (2009). Persistence of literacy problems: spelling in adolescence and at mid-life. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(8), 893-901.
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of educational psychology*, 93(1), 187.
- McCrory, E. (2001). A neurocognitive investigation of phonological processing in dyslexia (Unpublished doctoral dissertation). University College London, London, UK
- McCrory, E. J., Mechelli, A., Frith, U., & Price, C. J. (2005). More than words: a common neural basis for reading and naming deficits in developmental dyslexia?. *Brain*, 128(2), 261-267.
- McCutchen, D., & Logan, B. (2011). Inside incidental word learning: Children's strategic use of morphological information to infer word meanings. *Reading Research Quarterly*, 46(4), 334-349.
- McNamara, D. S., & Magliano, J. (2009). Toward a comprehensive model of comprehension. *Psychology of learning and motivation*, 51, 297-384.
- McVay, J. C., & Kane, M. J. (2012). Why does working memory capacity predict variation in reading comprehension? On the influence of mind wandering and executive attention. *Journal of experimental psychology*, 141(2), 302.
- Medland, C., Walter, H., & Margaret Woodhouse, J. (2010). Eye movements and poor reading: does the Developmental Eye Movement test measure cause or effect?. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 30(6), 740-747.
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: a meta-analytic review. *Psychological bulletin*, 138(2), 322.
- Menghini, D., Finzi, A., Carlesimo, G. A., & Vicari, S. (2011). Working memory impairment in children with developmental dyslexia: Is it just a phonological deficit?. *Developmental Neuropsychology*, 36(2), 199-213.
- Meyler, A., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Lee, D., Hoefft, F., Whitfield-Gabrieli, S. & Just, M. A. (2007). Brain activation during sentence comprehension among good and poor readers. *Cerebral Cortex*, 17(12), 2780-2787.
- Michael, E. B., Keller, T. A., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (2001). fMRI investigation of sentence comprehension by eye and by ear: Modality fingerprints on cognitive processes. *Human brain mapping*, 13(4), 239-252.
- Miller, A. C., & Keenan, J. M. (2009). How word decoding skill impacts text memory: The centrality deficit and how domain knowledge can compensate. *Annals of dyslexia*, 59(2), 99-113.
- Miller, P., & Kupfermann, A. (2009). The role of visual and phonological representations in the processing of written words by readers with diagnosed dyslexia: evidence from a working memory task. *Annals of dyslexia*, 59(1), 12-33.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 117.
- Monzalvo, K., & Dehaene-Lambertz, G. (2013). How reading acquisition changes children's spoken language network. *Brain and language*, 127(3), 356-365.

- Monzalvo, K., Fluss, J., Billard, C., Dehaene, S., & Dehaene-Lambertz, G. (2012). Cortical networks for vision and language in dyslexic and normal children of variable socio-economic status. *Neuroimage*, *61*(1), 258-274.
- Mora, G., & Camos, V. (2013). Two systems of maintenance in verbal working memory: Evidence from the word length effect. *PloS one*, *8*(7), e70026.
- Mora, G., & Camos, V. (2015). Dissociating rehearsal and refreshing in the maintenance of verbal information in 8-year-old children. *Frontiers in psychology*, *6*.
- Mosberg, L., & Johns, D. (1994). Reading and listening comprehension in college students with developmental dyslexia. *Learning Disabilities Research & Practice*.
- Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of educational psychology*, *87*(2), 319.
- Muneaux, M., & Ducrot, S. (2014). Capacités oculomotrices, visuo-attentionnelles et lecture : un autre regard sur la dyslexie. *Anae*, *129*, 137-46.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundations of early reading development: evidence from a longitudinal study. *Developmental psychology*, *40*(5), 665.
- Nagy, W., Berninger, V. W., & Abbott, R. D. (2006). Contributions of morphology beyond phonology to literacy outcomes of upper elementary and middle-school students. *Journal of Educational Psychology*, *98*(1), 134.
- Nagy, W., Berninger, V., Abbott, R., Vaughan, K., & Vermeulen, K. (2003). Relationship of morphology and other language skills to literacy skills in at-risk second-grade readers and at-risk fourth-grade writers. *Journal of educational psychology*, *95*(4), 730.
- NICHD, Early Child Care Research Network (2005). Pathways to reading: The role of oral language in the transition to reading. *Developmental Psychology*, *41*(2), 428–442.
- Nunes, T., Bryant, P., & Barros, R. (2012). The development of word recognition and its significance for comprehension and fluency. *Journal of Educational Psychology*, *104*(4), 959.
- Oakhill, J. V., Cain, K., & Bryant, P. E. (2003). The dissociation of single-word reading and text comprehension: Evidence from component skills. *Language and Cognitive Processes*, *18*, 443-468.
- Oakhill, J., Hartt, J., & Samols, D. (2005). Levels of comprehension monitoring and working memory in good and poor comprehenders. *Reading and writing*, *18*(7-9), 657-686.
- Organisation Mondiale de la santé. (1993). Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes : CIM-10.chapitre V,F. 81.0. Repéré à : <http://apps.who.int/classification/icd10/browse/2008/fr>
- Ouellette, G., & Beers, A. (2010). A not-so-simple view of reading: How oral vocabulary and visual-word recognition complicate the story. *Reading and Writing*, *23*(2), 189-208.
- Ouellette, G., & Shaw, E. (2014). Oral vocabulary and reading comprehension: An intricate affair. *L'Année psychologique*, *114*(04), 623-645.

- Paas, F., & Ayres, P. (2014). Cognitive load theory: A broader view on the role of memory in learning and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 191-195.
- Paas, F. G., Van Merriënboer, J. J., & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and motor skills*, 79(1), 419-430.
- Palmer, S. (2000) Developmental deficit in phonological recoding in working memory in dyslexic teenagers. *Journal of Research in Reading*, 23(1), 28–40.
- Pammer, K., Lavis, R., Cooper, C., Hansen, P. C., & Cornelissen, P. L. (2005). Symbol-string sensitivity and adult performance in lexical decision. *Brain and Language*, 94(3), 278-296.
- Parrila, R., Georgiou, G., & Corkett, J. (2007). University students with a significant history of reading difficulties: what is and is not compensated?. *Exceptionality Education International*, 17(2), 195-220.
- Paulesu, E., Démonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., & Frith, U. (2001). Dyslexia: cultural diversity and biological unity. *Science*, 291(5511), 2165-2167.
- Pelli, D. G., Burns, C. W., Farell, B., & Moore-Page, D. C. (2006). Feature detection and letter identification. *Vision research*, 46(28), 4646-4674.
- Penney, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term verbal memory. *Memory & Cognition*, 17(4), 398-422.
- Pennington BF. 2011. Controversial therapies for dyslexia. Repéré à : [http://www.onlinedigeditions.com/article/Theme\\_Editor%27s\\_Introduction/625317/59673/article.html](http://www.onlinedigeditions.com/article/Theme_Editor%27s_Introduction/625317/59673/article.html)
- Perfetti, C. A., & Hart, L. (2002). The lexical quality hypothesis. In L. Verhoeven, C. Elbro (Eds) & *Precursors of functional literacy* (67-86). Amsterdam/Philadelphia : John Benjamins Publishing Company
- Perfetti, C. A. (2003). The universal grammar of reading. *Scientific studies of reading*, 7(1), 3-24.
- Perfetti, C. A., Landi, N. and Oakhill, J. (2005), The Acquisition of Reading Comprehension skill. In M. J. Snowling and C. Hulme (eds), *The Science of Reading: A Handbook*. Oxford UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test-different versions and factors that affect performance. *Brain and cognition*, 28(1), 39-58.
- Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *The Lancet*, 379(9830), 1997-2007.
- Pfost, M., Dörfler, T., & Artelt, C. (2012). Reading competence development of poor readers in a German elementary school sample: An empirical examination of the Matthew effect model. *Journal of Research in Reading*, 35(4), 411-426.
- Plancher, G., & Barrouillet, P. (2013). Forgetting from working memory: Does novelty encoding matter?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(1), 110.
- Portrat, S., Camos, V., & Barrouillet, P. (2009). Working memory in children: A time-constrained functioning similar to adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(3), 368-374.
- Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., & Shaywitz, B. A. (2000). Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (developmental dyslexia). *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 6(3), 207-213.

- Quémart, P., & Casalis, S. (2015). Visual processing of derivational morphology in children with developmental dyslexia: Insights from masked priming. *Applied Psycholinguistics*, 36(02), 345-376.
- Quémart, P., Casalis, S., & Duncan, L. G. (2012). Exploring the role of bases and suffixes when reading familiar and unfamiliar words: Evidence from French young readers. *Scientific Studies of Reading*, 16(5), 424-442.
- Rack, J. P., Snowling, M. J., & Olson, R. K. (1992). The nonword reading deficit in developmental dyslexia: A review. *Reading Research Quarterly*, 29-53.
- Ramus, F. (2001). Dyslexia: Talk of two theories. *Nature*, 412(6845), 393-395.
- Ramus, F. (2010). Génétique de la dyslexie développementale. In S. Chokron & J.-F. Démonet (Eds.), *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages* (67-90). Marseille: Solal.
- Ramus, F. (2014). Neuroimaging sheds new light on the phonological deficit in dyslexia. *Trends in cognitive sciences*, 18(6), 274-275.
- Ramus, F., & Ahissar, M. (2012). Developmental dyslexia: The difficulties of interpreting poor performance, and the importance of normal performance. *Cognitive Neuropsychology*, 29(1-2), 104-122.
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(5), 712-722.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841-865.
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 129-141.
- Raschle, N. M., Chang, M., & Gaab, N. (2011). Structural brain alterations associated with dyslexia predate reading onset. *Neuroimage*, 57(3), 742-749.
- Rayner, K., Schotter, E. R., Masson, M. E., Potter, M. C., & Treiman, R. (2016). So much to read, so little time : how do we read, and can speed reading help?. *Psychological Science in the Public Interest*, 17(1), 4-34.
- Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic bulletin & review*, 17(6), 834-839.
- Reed, D. K. (2008). A synthesis of morphology interventions and effects on reading outcomes for students in grades K–12. *Learning Disabilities Research & Practice*, 23(1), 36-49.
- Reichle, E. D., Reineberg, A. E., & Schooler, J. W. (2010). Eye movements during mindless reading. *Psychological Science*, 21(9), 1300-1310.
- Ringard, JC (2000). A propos de l'enfant dysphasique et de l'enfant dyslexique ; Rapport au Ministre délégué à l'enseignement scolaire. Repéré à : [http://www.sante.gouv.fr/html/actu/36\\_dyslexie.htm](http://www.sante.gouv.fr/html/actu/36_dyslexie.htm)
- Robertson, E. K., & Joanisse, M. F. (2010). Spoken sentence comprehension in children with dyslexia and language impairment: The roles of syntax and working memory. *Applied Psycholinguistics*, 31(01), 141-165.
- Roman, A. A., Kirby, J. R., Parrila, R. K., Wade-Woolley, L., & Deacon, S. H. (2009). Toward a comprehensive view of the skills involved in word reading in Grades 4, 6, and 8. *Journal of experimental child psychology*, 102(1), 96-113.
- Rose, J. (2005). *Independent review of the teaching of early reading: Interim report*. Department for education and skills.

- Rubin, H., Patterson, P. A., & Kantor, M. (1991). Morphological development and writing ability in children and adults. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 22(4), 228-235.
- Sanchez, M., Ecalle, J., & Magnan, A. (2012). L'influence précoce des connaissances morphologiques et orthographiques sur l'apprentissage de la lecture : une étude longitudinale de la GSM au CE1. *Psychologie française*, 57(4), 277-290.
- Sarkari, S., Simos, P. G., Fletcher, J. M., Castillo, E. M., Breier, J. I., & Papanicolaou, A. C. (2002). Contributions of magnetic source imaging to the understanding of dyslexia. *Seminars in pediatric neurology*, 9, No. 3, 229-238.
- Saults, J. S., & Cowan, N. (2007). A central capacity limit to the simultaneous storage of visual and auditory arrays in working memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 663.
- Savage, R. (2001). The simple view of reading: Some evidence and possible implications. *Educational Psychology in Practice*, 17(1), 17-33.
- Savage, R., & Wolforth, J. (2007). An additive simple view of reading describes the performance of good and poor readers. In Higher education. *exceptionality education international*, 17(2), 243-268.
- Schiff, R., & Raveh, M. (2007). Deficient morphological processing in adults with developmental dyslexia : another barrier to efficient word recognition? *Dyslexia*, 13(2), 110-129.
- Schiff, R., & Ravid, D. (2004). Representing written vowels in university students with dyslexia compared with normal Hebrew readers. *Annals of Dyslexia*, 54(1), 39-64.
- Schiff, R., & Ravid, D. (2007). Morphological analogies in Hebrew-speaking university students with dyslexia compared with typically developing gradeschoolers. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36(3), 237-253.
- Schneider, W., Körkkel, J., & Weinert, F. E. (1989). Domain-specific knowledge and memory performance: A comparison of high-and low-aptitude children. *Journal of educational psychology*, 81(3), 306.
- Schotter, E. R., Tran, R., & Rayner, K. (2014). Don't believe what you read (only once) comprehension is supported by regressions during reading. *Psychological science*, 0956797614531148.
- Seigneuric, A., & Ehrlich, M. F. (2005). Contribution of working memory capacity to children's reading comprehension: A longitudinal investigation. *Reading and writing*, 18(7-9), 617-656.
- Seigneuric, A., Ehrlich, M. F., Oakhill, J. V., & Yuill, N. M. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading and writing*, 13(1-2), 81-103.
- Seymour, P. H. (1997). Foundations of orthographic development. In C. Perfetti, L. Rieben, & M. Fayol (Eds). *Learning to spell: Research, theory, and practice across languages*, (319-337). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Shankweiler, D., Crain, S., Katz, L., Fowler, A. E., Liberman, A. M., Brady, S. A., & Stuebing, K. K. (1995). Cognitive profiles of reading-disabled children: Comparison of language skills in phonology, morphology, and syntax. *Psychological Science*, 6(3), 149-156.
- Shankweiler, D., Lundquist, E., Dreyer, L. G., & Dickinson, C. C. (1996). Reading and spelling difficulties in high school students: Causes and consequences. *Reading and Writing*, 8(3), 267-294.

- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218.
- 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.
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological psychiatry*, 57(11), 1301-1309.
- Siegel, L. S. (2008). Morphological awareness skills of English language learners and children with dyslexia. *Topics in Language Disorders*, 28(1), 15-27.
- Simmons, F., & Singleton, C. (2000). The reading comprehension abilities of dyslexic students in higher education. *Dyslexia*, 6(3), 178-192.
- Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Bergman, E., & Papanicolaou, A. C. (2000). Cerebral mechanisms involved in word reading in dyslexic children: A magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex*, 10(8), 809-816.
- Singson, M., Mahony, D., & Mann, V. (2000). The relation between reading ability and morphological skills: Evidence from derivational suffixes. *Reading and writing*, 12(3), 219-252.
- Smith-Spark, J. H., & Fisk, J. E. (2007). Working memory functioning in developmental dyslexia. *Memory*, 15(1), 34-56.
- Smith, S. T., Macaruso, P., Shankweiler, D., & Crain, S. (1989). Syntactic comprehension in young poor readers. *Applied psycholinguistics*, 10(04), 429-454.
- Snow, C. E. (2000). *Reading for understanding [microform] : toward an R&D program in reading comprehension / RAND Reading Study Group ; Catherine Snow, chair*. [Santa Monica, CA] : RAND, Science & Technology Policy Institute ; [Washington, DC] : U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement, Educational Resources Information Center, 2000.
- Snowling, M. J. (2013). Early identification and interventions for dyslexia: a contemporary view. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 13(1), 7-14.
- Snowling, M. J., Gallagher, A., & Frith, U. (2003). Family risk of dyslexia is continuous: Individual differences in the precursors of reading skill. *Child development*, 74(2), 358-373.
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2013). Children's reading impairments: From theory to practice. *Japanese Psychological Research*, 55(2), 186-202.
- Spanjers, I. A., Wouters, P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2011). An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 46-52.
- Sparrow, L. (2005). Étude des mouvements oculaires chez des sujets dyslexiques adultes. In Y. Coello, S. Casalis & C. Moroni, *Vision, espace et cognition: fonctionnement normal et pathologique* (199-210). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion,
- Staels, E., & Van den Broeck, W. (2014). Order short-term memory is not impaired in dyslexia and does not affect orthographic learning. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading research quarterly*, 360-407.

- Stanovich, K. E., & Stanovich, P. J. (1995). How research might inform the debate about early reading acquisition. *Journal of Research in Reading*, 18(2), 87-105.
- Steinbrink, C., & Klatte, M. (2008). Phonological working memory in German children with poor reading and spelling abilities. *Dyslexia*, 14(4), 271-290.
- Stiller, K. D., Freitag, A., Zinnbauer, P., & Freitag, C. (2009). How pacing of multimedia instructions can influence modality effects: A case of superiority of visual texts. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(2), 184-203.
- Storch, S. A., & Whitehurst, G. J. (2002). Oral language and code-related precursors to reading: evidence from a longitudinal structural model. *Developmental psychology*, 38(6), 934.
- Stothers, M., & Klein, P. D. (2010). Perceptual organization, phonological awareness, and reading comprehension in adults with and without learning disabilities. *Annals of dyslexia*, 60(2), 209-237.
- Stuart, M., Stainthorp, R., & Snowling, M. (2008). Literacy as a complex activity: Deconstructing the simple view of reading. *Literacy*, 42(2), 59-66.
- Swanson, H. L., & O'Connor, R. (2009). The role of working memory and fluency practice on reading comprehension of students who are dysfluent readers. *Journal of Learning Disabilities*, 42(6), 548-575.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B.H.Ross, *The psychology of learning and motivation :advances in theory and research* (216-261). San Diego : Elsevier Science.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.
- Tabbers, H. K. (2002). The modality of text in multimedia instructions: Refining the design guidelines. Unpublished doctoral dissertation Open University of the Netherlands, Heerlen, The Netherlands
- Tannenbaum, K. R., Torgesen, J. K., & Wagner, R. K. (2006). Relationships between word knowledge and reading comprehension in third-grade children. *Scientific Studies of Reading*, 10(4), 381-398.
- Tighe, E. L., Wagner, R. K., & Schatschneider, C. (2015). Applying a multiple group causal indicator modeling framework to the reading comprehension skills of third, seventh, and tenth grade students. *Reading and writing*, 28(4), 439-466.
- Tilstra, J., McMaster, K., Van den Broek, P., Kendeou, P., & Rapp, D. (2009). Simple but complex: Components of the simple view of reading across grade levels. *Journal of research in reading*, 32(4), 383-401.
- Tindall-Ford, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of experimental psychology: Applied*, 3(4), 257.
- Tong, X., Deacon, S. H., Kirby, J. R., Cain, K., & Parrila, R. (2011). Morphological awareness: A key to understanding poor reading comprehension in English. *Journal of Educational Psychology*, 103(3), 523.
- Torgesen, J. K., Alexander, A. W., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Voeller, K. K., & Conway, T. (2001). Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities immediate and long-term outcomes from two instructional approaches. *Journal of learning disabilities*, 34(1), 33-58.
- Towse, J. N., Hitch, G. J., & Hutton, U. (2000). On the interpretation of working memory span in adults. *Memory & Cognition*, 28(3), 341-348.

- Tractenberg, R. E. (2002). Exploring hypotheses about phonological awareness, memory, and reading achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 35(5), 407-424.
- Traficante, D., Marcolini, S., Luci, A., Zoccolotti, P., & Burani, C. (2011). How do roots and suffixes influence reading of pseudowords: A study of young Italian readers with and without dyslexia. *Language and Cognitive Processes*, 26(4-6), 777-793.
- Trauzettel-Klosinski, S., Koitzsch, A. M., Dürrwächter, U., Sokolov, A. N., Reinhard, J., & Klosinski, G. (2010). Eye movements in German-speaking children with and without dyslexia when reading aloud. *Acta ophthalmologica*, 88(6), 681-691.
- Tricot, A., & Sweller, J. (2014). Domain-specific knowledge and why teaching generic skills does not work. *Educational psychology review*, 26(2), 265-283.
- Troles, N., Pichancourt, D., & Gombert, J. E. (2010). L'importance de l'évaluation des capacités visuo-attentionnelles dans le diagnostic de la dyslexie développementale. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 107-108, 143-149.
- Tunmer, W. E., Bowey, J. A., & Grieve, R. (1983). The development of young children's awareness of the word as a unit of spoken language. *Journal of Psycholinguistic Research*, 12(6), 567-594.
- Tunmer, W. E., & Chapman, J. W. (2012). The simple view of reading redux vocabulary knowledge and the independent components hypothesis. *Journal of learning disabilities*, 45(5), 453-466.
- Unsworth, N., & McMillan, B. D. (2013). Mind wandering and reading comprehension: Examining the roles of working memory capacity, interest, motivation, and topic experience. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(3), 832.
- Valdois, S. (2008). Dyslexies développementales: Théorie de l'empan visuo-attentionnel. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 96 97, 213-219.
- Valdois, S. (2014). Qu'entendre par déficit visuo-attentionnel en contexte dyslexique?. *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 128, 27-35.
- Van den Broek, P., Kendeou, P., Kremer, K., Lynch, J. S., Butler, J., White, M. J., & Lorch, E. P. (2005). Assessment of comprehension abilities in young children. In S. Stahl & S. Paris (eds.), *Children's Reading Comprehension and Assessment*, (pp.107-130). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Van den Broek, P., & Kremer, K. E. (2000). The mind in action: What it means to comprehend during reading. In B.M.Taylor, M.F.Graves & P.van den Broek. *Reading for meaning: Fostering comprehension in the middle grades* (1-31). New York : teachers College Press.
- Van der Schoot, M., Licht, R., Horsley, T. M., Aarts, L. T., van Koert, B., & Sergeant, J. A. (2004). Inhibitory control during sentence reading in dyslexic children. *Child Neuropsychology*, 10, 173-188
- Van der Schoot, M., Licht, R., Horsley, T. M., & Sergeant, J. A. (2000). Inhibitory deficits in reading disability depend on sub-type: Guessers but not spellers. *Child Neuropsychology*, 6, 297-312.
- Van Dijk, T. A., Kintsch, W., & Van Dijk, T. A. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

- Varvara, P., Varuzza, C., Sorrentino, A. C., Vicari, S., & Menghini, D. (2014). Executive functions in developmental dyslexia, *Frontiers Human Neuroscience*, 8(120) .
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades?. *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(1), 2-40.
- Vellutino, F. R., Tunmer, W. E., Jaccard, J. J., & Chen, R. (2007). Components of reading ability: Multivariate evidence for a convergent skills model of reading development. *Scientific studies of reading*, 11(1), 3-32.
- Vergauwe, E., Barrouillet, P., & Camos, V. (2009). Visual and spatial working memory are not that dissociated after all: A time-based resource-sharing account. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 1012.
- Vergauwe, E., Barrouillet, P., & Camos, V. (2010). Do mental processes share a domain-general resource?. *Psychological Science*, 21(3), 384-390.
- Vergauwe, E., Camos, V., & Barrouillet, P. (2014). The impact of storage on processing: How is information maintained in working memory?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(4), 1072.
- Vergauwe, E., Dewaele, N., Langerock, N., & Barrouillet, P. (2012). Evidence for a central pool of general resources in working memory. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(3), 359-366.
- Verhoeven, L., & Perfetti, C. (2008). Advances in text comprehension: Model, process and development. *Applied Cognitive Psychology*, 22(3), 293-301.
- Verhoeven, L., & Van Leeuwe, J. (2008). Prediction of the development of reading comprehension: A longitudinal study. *Applied Cognitive Psychology*, 22(3), 407-423.
- Virtue, S., Haberman, J., Clancy, Z., Parrish, T., & Beeman, M. J. (2006). Neural activity of inferences during story comprehension. *Brain research*, 1084(1), 104-114.
- Wagner, R. K., Herrera, S. K., Spencer, M., & Quinn, J. M. (2014). reconsidering the Simple View of Reading in an intriguing case of equivalent models commentary on Tunmer and Chapman (2012). *Journal of learning disabilities*, 48(2), 115-119.
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological bulletin*, 101(2), 192.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., & Rashotte, C. A. (1994). Development of reading-related phonological processing abilities: New evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental psychology*, 30(1), 73.
- Walczyk, J. J. (1995). Testing a compensatory-encoding model. *Reading Research Quarterly*, 30(3), 396-408.
- Walczyk, J. J. (2000). The interplay between automatic and control processes in reading. *Reading Research Quarterly*, 35(4), 554-566.
- Walczyk, J. J., Wei, M., Griffith-Ross, D. A., Goubert, S. E., Cooper, A. L., & Zha, P. (2007). Development of the interplay between automatic processes and cognitive resources in reading. *Journal of Educational Psychology*, 99(4), 867.
- Wise, J. C., Sevcik, R. A., Morris, R. D., Lovett, M. W., & Wolf, M. (2007). The relationship among receptive and expressive vocabulary, listening comprehension, pre-reading skills, word identification skills, and reading comprehension by children with reading disabilities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(4), 1093-1109.

- Wiseheart, R., Altmann, L. J., Park, H., & Lombardino, L. J. (2009). Sentence comprehension in young adults with developmental dyslexia. *Annals of dyslexia*, 59(2), 151-167.
- White, S., Milne, E., Rosen, S., Hansen, P., Swettenham, J., Frith, U., & Ramus, F. (2006). The role of sensorimotor impairments in dyslexia: a multiple case study of dyslexic children. *Developmental science*, 9(3), 237-255.
- Whitehurst, Graver J., and Christopher J. Lonigan. "Child development and emergent literacy." *Child development* 69.3 (1998): 848-872.
- Windsor, J. (2000). The role of phonological opacity in reading achievement. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(1), 50-61.
- Windsor, J., & Hwang, M. (1997). Knowledge of derivational suffixes in students with language learning disabilities. *Annals of Dyslexia*, 47(1), 57-68.
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of educational psychology*, 91(3), 415.
- Wong, A., Leahy, W., Marcus, N., & Sweller, J. (2012). Cognitive load theory, the transient information effect and e-learning. *Learning and Instruction*, 22(6), 449-457.
- Xu, J., Kemeny, S., Park, G., Frattali, C., & Braun, A. (2005). Language in context: emergent features of word, sentence, and narrative comprehension. *Neuroimage*, 25(3), 1002-1015.
- Yuill, N., & Oakhill, J. (1991). *Children's problems in text comprehension: An experimental investigation*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faísca, L., & Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading a cross-language investigation. *Psychological Science*, 21(4), 551-559.
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory. *Psychological bulletin*, 131(1), 3.
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2006). Becoming literate in different languages: similar problems, different solutions. *Developmental science*, 9(5), 429-436.
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Pace, E., Gasperini, F., Judica, A., & Spinelli, D. (2005). Word length effect in early reading and in developmental dyslexia. *Brain and Language*, 93(3), 369-373.
- Zoubinetzky, R., Bielle, F., & Valdois, S. (2014). New insights on developmental dyslexia subtypes: heterogeneity of mixed reading profiles. *PloS one*, 9(6), 1-15.

## ANNEXES

---

### 1. Annexes de l'expérience 1

---

#### 1.1. Texte

L'oncle américain d'Achille Pellisson  
Didier Levy, Oskar éditeur

Chapitre 1  
New York, 1957

Il était une fois une dame et un enfant qui marchaient dans les rues de New York, en Amérique.

La dame s'appelait Josiane Pellisson, elle était française. L'enfant se nommait Achille. C'était son fils, et il avait sept ans. Tous les deux étaient là parce que Josiane Pellisson avait gagné le premier prix du concours organisé par le journal *Paris-Soir* : un voyage pour deux personnes, à New York. Normalement, Josiane Pellisson aurait dû partir avec son mari, mais celui-ci s'était cassé la jambe deux jours avant le départ. Madame Pellisson avait alors proposé à sa mère de venir, mais la vieille dame se sentait trop fatiguée pour entreprendre un tel voyage. C'est donc ce petit veinard d'Achille qui « rata » une semaine d'école et se retrouva dans l'avion avec elle !

New York est la ville des gratte-ciel, des taxis jaunes, de la foule. New York est la ville qui ne dort jamais. C'est peut-être pour cette raison que Josiane et Achille n'étaient pas fatigués de marcher.

Ils profitaient de leur voyage pour aller rendre visite à une femme qu'ils ne connaissaient pas. A une femme dont ils avaient juste l'adresse : une cousine du grand-père d'Achille, une certaine Noémie Pellisson qui s'était installée à New York presque quarante ans plus tôt.

Chapitre 2  
Harlem

Josiane et Achille avaient traversé Central Park, un jardin vaste comme une forêt, et ils se rendaient dans la 118<sup>ème</sup> Rue. C'est facile de se repérer dans New York, les rues sont numérotées : plus on va vers le nord, plus les numéros des rues augmentent.

Passé un carrefour, il se produisit un phénomène étrange : d'un seul coup, les hommes, les femmes, les enfants, tout le monde avait la peau noire. Normal. Josiane et Achille Pellisson étaient entrés dans Harlem, le quartier noir. Le quartier où les blancs de New York avaient peur d'aller. Mais ça, Josiane et Achille ne le savaient pas...

Surpris de voir deux Blancs, ici, chez eux, les habitants de Harlem les regardaient passer. Ils les regardaient sans méchanceté ni agressivité. Ils les regardaient. Simplement.

- Maman, on fait demi-tour ? murmura Achille, mal à l'aise.

- On est presque arrivés, mon chéri ! répondit sa mère sur un ton enjoué.

En vérité, Josiane avait un peu peur de tous ces gens qui les dévisageaient, mais elle ne voulait pas que son fils s'en rende compte. Alors, elle prit Achille par la main, et ils poursuivirent leur chemin.

La nuit tombait. Pour se donner du courage, Achille Pellisson se mit à sourire aux passants. C'est drôle comme c'est contagieux, un sourire !

Les habitants de Harlem à leur tour sourirent à ce petit garçon. Et c'est ainsi qu'Achille et sa mère arrivèrent à la 118<sup>ème</sup> Rue. Au milieu des sourires.

### Chapitre 3 Ouap ouap dou ouap !

- Je crois que c'est là ! déclara Josiane Pellisson en s'arrêtant devant un immeuble délabré.

Elle vérifia l'adresse et, le cœur battant, elle poussa la porte. Dans la cour, une jeune femme étendait du linge sur une corde. Josiane la salua et bredouilla dans un mauvais anglais :

- Nous chercher Noémie Pellisson, vieille dame française. Vous connaître ?

La jeune femme répondit quelque chose que Josiane ne comprit pas. Alors la jeune femme sourit et accompagna Josiane et Achille jusqu'à un bar tout proche. *Le Black n'Blue*.

Le bar était plongé dans une douce pénombre. Il y avait des bougies sur la table. Dans un angle, un pianiste, un contrebassiste, un batteur et un saxophoniste jouaient la musique de Harlem. Une musique chaude et chaloupée qui faisait ouap ouap dou ouap ! Le jazz !

- *It's John!* dit la jeune femme qui les avait accompagnés en désignant le saxophoniste. C'est le fils de Noémie Pellisson.

Qu'est-ce qui surprenait le plus Achille : l'extraordinaire musique que jouait John ? ou sa peau, couleur chocolat au lait?...

#### Chapitre 4

##### Le cadeau d'oncle John

Après le concert, John convia Josiane et Achille chez lui. Oncle John, comme l'appelait Achille, leur montra de vieilles photos de ses parents. Sa mère était blanche et française ; son père, noir et américain. Mais leur histoire d'amour se moquait pas mal des couleurs et des nationalités.

- Tous les deux sont morts, aujourd'hui, dit-il en français.

Oncle John regardait Achille en souriant.

- Est-ce que tu aimes la musique, bonhomme?

- Oh, oui ! répondit l'enfant, les yeux brillants.

- Alors, j'ai quelque chose pour toi.

Il alla chercher un de ses saxophones, le plus petit, et l'offrit à Achille.

De retour en France, Achille écrivait régulièrement à son oncle américain, qui lui envoyait des disques, des partitions. Une fois ses devoirs terminés, Achille prenait son saxophone et, ouap ouap dou ouap, il jouait...

Et c'est ainsi que, à force de jouer, Achille Pellisson, le petit garçon qui avait traversé Harlem en souriant, devint bien des années plus tard un grand musicien de jazz.

### 1.2. Questionnaire et corrigé

1. Est-ce que la lecture de cette histoire a été pour toi : très très difficile, très difficile, difficile, assez difficile, « normale », facile, très facile, très très facile ?

2. Raconte cette histoire comme si tu la racontais à un copain qui ne l'a pas entendue (rappel libre)

3. Qui devait accompagner la maman d'Achille en voyage? (C. littérale)

1 (juste par réponse ; max : 2)	0 (faux)
-son mari - sa mère	Toute autre réponse ou absence de réponse

4. Où se passe l'histoire (a)? Dis-moi ce que tu as retenu au sujet de ce lieu (b) (C.littérale)

1 (juste par réponse ; max : 1 pour (a) ; max : 18 pour (b))		0 (faux)
(a) New York ou les USA(ou Etats-Unis) ou l'Amérique (b) New York l'Amérique (ou les USA, les Etats-Unis) les gratte-ciel les taxis jaunes un jardin une forêt Central Park des rues plus on va vers le Nord plus les numéros des rues augmentent(ou des rues numérotées)	la ville qui ne dort jamais Harlem quartier noir les bars 118 <sup>ème</sup> rue carrefour immeuble (délabré) une cour <i>Le Black n'Blue</i>	Toute autre réponse ou absence de réponse

5. Pourquoi cette histoire s'appelle-t-elle "l'oncle américain d'Achille Pelisson"? (C. globale).

1 (juste)	0 (faux)
Achille retrouve son oncle américain Toute allusion à ces retrouvailles	Toute autre réponse ou absence de réponse

6. Dans cette histoire, est ce que ces mots ont été prononcés? (C. Littérale) ; si oui au sujet de quoi (b)? Si « non » préciser le mot du texte (c)

- jungle
- bar
- chocolat au lait

1 (juste pour (a))	1-3(nombre de précisions)	0 (faux)
Jungle : non bar : oui chocolat au lait : oui	Jungle : forêt, jardin ; Central Park Bar : <i>Le Black n'Blue</i> , le bar où travaille l'oncle d'Achille, un bar de jazz Chocolat au lait : la couleur de la peau, l'oncle, le métissage (mère blanche, père noir)	Toute autre réponse ou absence de réponse

7. Dans cette histoire, est-ce que ces phrases ont été prononcées ? (a) (C. locale) ; justifie ta réponse (b)

- a. « Une musique chaude et chaloupée qui faisait ouap ouap dou ouap ! Le Rock and Roll ! »
- b. « L'enfant se nommait Achille. C'était son fils, et il avait douze ans. »

- c. « Ils profitaient de leur voyage pour aller rendre visite à une femme qu'ils ne connaissaient pas. »

<b>1 (juste pour (a) )</b>	<b>1-3(nombre de précisions par phrase pour les justifications)</b>	<b>0 (faux)</b>
a.non b.non c.oui	a.une autre musique, le jazz, allusion au bar, allusion aux musiciens, au destin d'Achille b. petit veinard, école, petit garçon, il donne la main, l'enfant c. l'épisode de Harlem, ils ont juste son adresse, Noémie, une vieille dame, la cousine du grand-père d'Achille, c'est la mère de John	Toute autre réponse ou absence de réponse

8. La mère d'Achille sait-elle bien parler anglais ? (C. locale)

<b>1 (juste)</b>	<b>0 (faux)</b>
- Non ; elle a du mal à se faire comprendre pour retrouver Noémie - elle bredouille dans un mauvais anglais -elle dit « nous chercher Noémie Pellisson, vieille dame française. Vous connaître ? »	Toute autre réponse ou absence de réponse

9. Achille et sa mère vont dans un quartier et les habitants les regardent bizarrement ; pourquoi ? (C. locale)

<b>1 (juste)</b>	<b>0 (faux)</b>
Allusion au quartier noir, à la différence de couleur de peau d'Achille et sa mère par rapport aux habitants de Harlem, au fait que les habitants du quartier sont tous noirs et ne sont pas habitués à voir des blancs dans Harlem	Toute autre réponse ou absence de réponse

10. Ce voyage a-t-il changé la vie d'Achille ? (C. globale)

<b>1 (juste)</b>	<b>0 (faux)</b>
Allusion à la passion d'Achille pour le jazz et à sa carrière de musicien.	Toute autre réponse ou absence de réponse

## 2. Annexes de l'expérience 2

---

Les textes et les questionnaires ont été élaborés par Maryse Bianco et font partie d'une batterie d'évaluation (Bianco, M., Colé, P., Megherbi, H. & Dessus, P. Evaluation diagnostique de la compréhension en lecture. ANR DEVCOMP. 2014)

### 2.1. Texte 1 : Le Monde d'en Haut

Nous sommes en 2096. Depuis 2022, l'humanité s'est réfugiée dans un monde souterrain et c'était la onzième fois que les membres de l'ARES, l'*Association pour la Remontée En Surface*, défilaient devant le collège du Monde Souterrain où étudiait Élodie. Les manifestants se battaient pour que l'on remonte vivre sur Terre. Des scientifiques de l'association s'étaient, paraît-il, rendus dans le Monde d'En Haut pour y effectuer des mesures. Ils assuraient que les Grandes Pollutions qui avaient ravagé la Terre en 2022 en causant des millions de morts étaient presque toutes résorbées et qu'il était maintenant possible d'y revivre. On les avait d'abord pris pour de doux rêveurs. Mais peu à peu, l'idée de remonter vivre sur Terre avait fait son chemin et l'ARES avait regroupé de plus en plus de sympathisants.

Le gouvernement de Suburba avait alors publié plusieurs communiqués en affirmant que toutes les études sérieuses montraient que la Terre ne serait pas habitable avant plusieurs siècles. Les principaux membres de l'association avaient été emprisonnés et les soudures des énormes portes blindées qui donnaient accès au Monde d'En Haut avaient été renforcées.

Un garde qui surveillait la manifestation s'approcha d'Élodie. Il renversa son cartable d'un geste brusque et feuilleta rapidement ses cahiers. Les dents serrées, Élodie replaçait ses affaires dans son cartable au fur et à mesure que le garde les examinait. Il termina par un petit portefeuille de tissu dont Élodie ne se séparait jamais.

- « Qu'est-ce que c'est que ça? », demanda-t-il en sortant une photo qu'il lui mit sous le nez.

- « Ça? ... C'est la maison de mon arrière-grand-père. À l'époque où il habitait le Monde d'En Haut. »

Élodie tenait beaucoup à cette photo. La maison de son arrière-grand-père semblait tout droit sortie d'un conte, petite et pleine de trucs incroyablement anciens dont elle ne connaissait même pas le nom. Elle avait toujours pensé qu'on devait s'y sentir bien. Dad, son grand-père, lui avait donné la photo quelques mois avant sa mort.

Le garde s'approcha de son chef, la photo à la main. Ils échangèrent quelques mots puis l'homme revint vers elle.

« Tu sais très bien que ces photos sont interdites, aboya-t-il, les seules photos du Monde d'En Haut autorisées sont celles des musées. Tes parents pourraient être condamnés à une très lourde amende à cause de ça ! »

Élodie hocha la tête. Totalement impuissante, elle regarda l'homme déchirer la photo en petits morceaux qu'il jeta à la poubelle.

## 2.2. Texte 1 *Le monde d'en haut*, version colorée

Nous sommes en 2096. Depuis 2022, l'**humanité** s'est **réfugiée** dans un monde **souterrain** et c'était la **onzième** fois que les membres de l'ARES, l'*Association pour la Remontée En Surface*, **défilaient** devant le collège du Monde **Souterrain** où **étudiait** Élodie. Les **manifestants se battaient** pour que l'on **remonte** vivre sur Terre. Des **scientifiques** de l'association s'étaient, paraît-il, rendus dans le Monde d'En Haut pour y effectuer des mesures. Ils **assuraient** que les **Grandes** Pollutions qui avaient ravagé la Terre en 2022 en **causant** des millions de morts étaient presque toutes résorbées et qu'il était maintenant possible d'y **revivre**. On les avait d'abord pris pour de doux **rêveurs**. Mais peu à peu, l'idée de **remonter** vivre sur Terre avait fait son chemin et l'ARES avait **regroupé** de plus en plus de **sympathisants**.

Le **gouvernement** de Suburba avait alors publié plusieurs **communiqués** en **affirmant** que toutes les **études sérieuses montraient** que la Terre ne serait pas **habitable** avant plusieurs siècles. Les **principaux** membres de l'association **avaient** été **emprisonnés** et les soudures des énormes portes **blindées** qui **donnaient** accès au Monde d'En Haut **avaient** été **renforcées**.

Un garde qui **surveillait** la **manifestation s'approcha** d'Élodie. Il **renversa** son cartable d'un geste brusque et **feuilleta rapidement** ses cahiers. Les dents serrées, Élodie **replaçait** ses affaires dans son cartable au fur et à mesure que le garde les **examinait**. Il **termina** par un petit **portefeuille** de tissu dont Élodie ne se **séparait** jamais.

- « Qu'est-ce que c'est que ça? », **demanda-t-il** en **sortant** une photo qu'il lui mit sous le nez.

- « Ça? ... C'est la maison de mon arrière-grand-père. À l'époque où il **habitait** le Monde d'En Haut. »

Élodie tenait beaucoup à cette photo. La maison de son arrière-grand-père **semblait** tout droit sortie d'un conte, **petite** et **pleine** de trucs **incroyablement** anciens dont elle ne **connaissait** même pas le nom. Elle avait toujours pensé qu'on devait s'y sentir bien. Dad, son grand-père, lui avait **donné** la photo quelques mois avant sa mort.

Le garde **s'approcha** de son chef, la photo à la main. Ils **échangèrent** quelques mots puis l'homme **revint** vers elle.

« Tu sais très bien que ces **photos** sont **interdites**, **aboya-t-il**, les **seules photos** du Monde d'En Haut **autorisées** sont celles des musées. Tes parents **pourraient** être **condamnés** à une très **lourde** amende à cause de ça ! »

Élodie hocha la tête. **Totalement impuissante**, elle **regarda** l'homme déchirer la photo en **petits** morceaux qu'il jeta à la poubelle.

NB: pour « portefeuille », les morphèmes « porte » et « feuille » ont été relevés par les étudiants, à égalité ; c'est pourquoi les deux sont colorés.

### 2.3. Liste des mots remise aux étudiants pour le texte 1

Consigne : Pour chaque mot de la liste, vous indiquerez, selon vous, si ce mot est fréquent globalement ou en partie. Autrement dit le tout est-il supérieur, inférieur ou égal à ses parties ?

Si c'est le tout, surlignez le mot en entier. Si c'est une partie, surlignez-la ; et si c'est deux parties surlignez distinctement ces deux parties.

Aboya	fait	(des)morts	surface
(des) affaires	feuilleta	mots	surveillait
affirmant	gouvernement	musées	(des)
anciens	grandes	onzième	sympathisants.
s'approcha	grand-père	paraît-il	tenait
arrière-grand-père.	habitable	parents	termina
association	habitait	pensé	Totalement
assuraient	hocha	petite	toujours
autorisées	humanité	petits	toutes
avaient	impuissante	photos	renforcées
avait	incroyablement	pleine	renversa
se battaient	interdites	pollutions	replaçait
blindées	jeta	portefeuille	rêveurs
cahiers	lourde	(les) portes	trucs
cartable	manifestants	pourraient	
causant	manifestation	principaux	
celles	membres	pris	
c'était	(des) mesures	publié	
(des) communiqués	Millions	quelques	

condamnés	mit	rapidement
connaissait	montraient	ravagé
déchirer	morceaux	réfugiée
défilaient	revint	regarda
demanda	revivre	regroupé
dents	(des) scientifiques	(on) remonte
depuis	semblait	(la) Remontée
devait	séparait	remonter
donnaient	serait	rendus
s'étaient	sérieuses	sont
était	serrées	(en)sortant
études	seules	sortie
étudiait	siècles	soudures
examinait	(Nous) sommes	souterrain

#### 2.4. Questionnaire et corrigé texte : *Le monde d'en Haut.*

1) *Pour quelle raison les hommes vivent-ils sous terre ? (col)*

- À cause de l'ARES .....  a
- À cause de la guerre .....  b
- Pour faire des expériences scientifiques .....  c
- À cause de la pollution .....  d

2) *Que veulent les manifestants ? (lit)*

1 (juste)	0 (faux)
retourner vivre sur Terre retourner vivre/remonter dans le Monde d'en Haut	qu'il n'y ait plus de pollution arrêter la pollution sortir du souterrain la remontée en surface ils veulent remonter

3) *Comment s'appelle le pays du Monde Souterrain ? (col)*

1 (juste)	0 (faux)
Suburba (on l'accepte aussi quand il est mal orthographié, par ex : Surburba)	

4) *Où le garde trouve-t-il la photo d'Élodie ? (col)*

1 (juste)	0 (faux)
dans un petit portefeuille/porte-monnaie (de tissu)	dans son cartable

5) Qui a habité dans le Monde d'En Haut ? (cog)

1 (juste)	0 (faux)
l'arrière-grand-père d'Élodie l'humanité/les humains les arrières grands-parents tout le monde avant la pollution	le grand-père sa famille tout le monde les gens du monde d'en bas l'ARES

6) Que risquent les parents d'Élodie si elle garde sa photo ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
une amende	être condamnés

7) Pourquoi le garde déchire-t-il la photo d'Élodie ? (col)

1 (juste)	0 (faux)
parce que c'est une photo interdite on n'a pas le droit de l'avoir c'est une photo du Monde d'en Haut (idée d'interdit)	c'est dangereux pour plus qu'elle la garde c'est pas une photo de musée

8) Pourquoi les principaux membres de l'ARES ont-ils été emprisonnés ? (cog)

- Ils ont manifesté .....  a
- Ils disent qu'il est possible de revivre dans le Monde d'en Haut .....  b
- Ils ont attaqué le collègue .....  c
- Ils disent que le Monde d'en Haut est trop pollué .....  d

## 2.5. Texte 2 : Le lion

Le navire du jeune capitaine Dick Sand avait fait naufrage sur les côtes africaines. Chaque jour, il explorait les alentours à la recherche de nourriture. Dans la journée du 9 juillet, il eut à faire preuve d'un extrême sang-froid. Dick Sand était seul à terre, à l'affût d'un caama dont les cornes se montraient au dessus d'un taillis, et il venait de le tirer, lorsque bondit, à trente pas, un formidable chasseur, qui sans doute venait réclamer sa proie et n'était pas d'humeur à l'abandonner. C'était un lion de grande taille, de ceux que les indigènes appellent « karamos », et non de cette espèce sans crinière, dite « lion du Nyassi ». Celui-là mesurait cinq pieds de haut, une bête extraordinaire.

Du bond qu'il avait fait, le lion était tombé sur le caama que la balle de Dick Sand venait de jeter à terre, et qui, plein de vie encore, palpait en criant sous la patte du terrible animal. Dick Sand, désarmé, n'avait pas eu le temps de glisser une seconde

cartouche dans son fusil. Du premier coup, le lion l'avait aperçu, mais il se contenta d'abord de le regarder. Dick Sand fut assez maître de lui pour ne pas faire un mouvement. Il se souvint qu'en pareille circonstance l'immobilité peut être le salut. Il ne tenta pas de recharger son arme, il n'essaya même pas de fuir.

Le lion le regardait toujours de ses yeux de chat, rouges et lumineux. Il hésitait entre deux proies, celle qui remuait et celle qui ne remuait pas. Si le caama ne se fût pas tordu sous la griffe du lion, Dick Sand eût été perdu. Deux minutes s'écoulèrent ainsi. Le lion regardait Dick Sand, et Dick Sand regardait le lion, sans même remuer ses paupières. Et alors, d'un superbe coup de gueule, le lion, enlevant le caama tout pantelant, l'emporta comme un chien eût fait d'un lièvre, et, battant les arbustes de sa formidable queue, il disparut dans le haut taillis.

## 2.6. Texte 2 : *le lion*, version colorée

Le navire du jeune capitaine Dick Sand avait fait naufrage sur les côtes africaines. Chaque jour, il explorait les alentours à la recherche de nourriture. Dans la journée du 9 juillet, il eut à faire preuve d'un extrême sang-froid. Dick Sand était seul à terre, à l'affût d'un caama dont les cornes se montraient au-dessus d'un taillis, et il venait de le tirer, lorsque bondit, à trente pas, un formidable chasseur, qui sans doute venait réclamer sa proie et n'était pas d'humeur à l'abandonner. C'était un lion de grande taille, de ceux que les indigènes appellent « kamos », et non de cette espèce sans crinière, dite « lion du Nyassi ». Celui-là mesurait cinq pieds de haut, une bête extraordinaire.

Du bond qu'il avait fait, le lion était tombé sur le caama que la balle de Dick Sand venait de jeter à terre, et qui, plein de vie encore, palpait en criant sous la patte du terrible animal. Dick Sand, désarmé, n'avait pas eu le temps de glisser une seconde cartouche dans son fusil. Du premier coup, le lion l'avait aperçu, mais il se contenta d'abord de le regarder. Dick Sand fut assez maître de lui pour ne pas faire un mouvement. Il se souvint qu'en pareille circonstance l'immobilité peut être le salut. Il ne tenta pas de recharger son arme, il n'essaya même pas de fuir.

Le lion le regardait toujours de ses yeux de chat, rouges et lumineux. Il hésitait entre deux proies, celle qui remuait et celle qui ne remuait pas. Si le caama ne se fût pas tordu sous la griffe du lion, Dick Sand eût été perdu. Deux minutes s'écoulèrent ainsi. Le lion regardait Dick Sand, et Dick Sand regardait le lion, sans même remuer

ses paupières. Et alors, d'un superbe coup de gueule, le lion, enlevant le caama tout pantelant, l'emporta comme un chien eût fait d'un lièvre, et, battant les arbustes de sa formidable queue, il disparut dans le haut taillis.

## 2.7. Liste des mots remise aux étudiants pour le texte 2

Consigne : Pour chaque mot de la liste, vous indiquerez, selon vous, si ce mot est fréquent globalement ou en partie. Autrement dit le tout est-il supérieur, inférieur ou égal à ses parties ?

Si c'est le tout, surlignez le mot en entier. Si c'est une partie, surlignez-la ; et si c'est deux parties surlignez distinctement ces deux parties.

abandonner	crinière	grande	peut
africaines	désarmé	hésitait	pieds
(les) alentours	disparut	immobilité	proies
aperçu	s'écoulèrent	les indigènes	recharger
appellent	emporta	jeter	réclamer
arbustes	enlevant	journée	regardait
avait	essaya	mesurait	regarder
battant	était	minutes	remuait
bondit	eut	montraient	remuer
chasseur	explorait	mouvement	rouge seconde
contenta	extraordinaire	nourriture	(il se) souvint
les cornes	fait	palpitait	taillis
(les) côtes	fût	pareille	tirer
criant	glisser	paupières	toujours
			venait

## 2.8. Questionnaire et corrigé texte 2

1) Qui est Dick Sand ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
un (jeune) capitaine	

2) Sur quoi Dick Sand tire-t-il ? (col)

- Un lièvre ..... o a
- Un lion du Nyassi ..... o b
- Un kamos ..... o c
- Une bête à cornes ..... x d

3) *Au début du texte, qui est le formidable chasseur ? (col)*

2 (juste)	1 (juste)	0 (faux)
lion de grande taille /karamos	Le lion	Lion du Nyassi

4) *Comment les indigènes appellent-ils le lion de grande taille ? (lit)*

1 (juste)	0 (faux)
Karamos	

5) *Pourquoi Dick Sand ne tire-t-il pas sur le lion ? (cog)*

2 (juste)	0 (faux)
il préfère ne pas bouger idée d'immobilité pour le salut Il n'a pas le temps de recharger son fusil / remettre une cartouche	Parce qu'il n'a plus de cartouche

6) *Quelle est la proie finalement choisie par le lion ? (col)*

1 (juste)	0 (faux)
le caama la proie qui remue	

7) *Comment Dick Sand fait-il preuve de sang-froid ? (cog)*

1 (juste)	0 (faux)
en restant immobile face au lion il ne bouge pas en restant calme	Il n'a pas peur

8) *Dick Sand a-t-il réussi à ramener de la nourriture ? (cog)*

1 (juste)	0 (faux)
Non	

9) *À la fin de l'histoire, que fait le lion du caama ? (lit)*

1	0 (faux)
il l'emporte et le mange il l'emporte il le mange il le tue il l'avale	

10) *À ton avis, que ressent Dick Sand pendant que le lion le regarde ? (cog)*

- Il est calme .....  a
- Il est admiratif .....  b
- Il est effrayé .....  c
- Il est soulagé .....  d

### 3. Annexes des expériences 3 et 4

---

#### 3.1. Texte 1 : *la fièvre*.

Texte extrait du recueil de nouvelles « Les neiges du Kilimandjaro » d'Ernest Hemingway (Gallimard)

De retour dans la chambre, je notai la température du petit et inscrivis les heures auxquelles il fallait lui donner les diverses ampoules. [...]

- Pourquoi n'essaies-tu pas de dormir ? Je te réveillerai pour le médicament.
- J'aime mieux rester éveillé.

Au bout d'un moment il me dit :

- Tu n'as pas besoin de rester avec moi si cela t'ennuie, papa. [...]

J'emmenais le jeune setter irlandais faire un bout de promenade sur la route et le long d'une crique gelée [...].

[...] A la maison, on me dit que le petit avait refusé de laisser entrer personne dans la chambre.

- N'entre pas, dit-il, il ne faut pas que tu attrapes ce que j'ai.

Je m'approchai de lui et je vis qu'il était exactement dans la position où je l'avais laissé, le visage pâle, mais le haut des joues brillant de fièvre, et continuant à regarder fixement le pied du lit.

Je pris sa température.

- Combien j'ai ?
- Aux environs de cent, dis-je.
- Il avait cent deux et quatre dixièmes.

- J'avais cent deux, dit-il.

- Qui l'a dit ?

- Le docteur.

- Ta température est très bien, dis-je. Il n'y a pas de quoi s'inquiéter.

- Je ne m'inquiète pas, fit-il. Mais je ne peux pas m'empêcher de penser.

- Ne pense pas, dis-je, laisse toi aller.

- Je me laisse aller, dit-il, le regard fixe.

Il était évident qu'il se raidissait intérieurement à propos de quelque chose.

- Prends ça avec un peu d'eau.

- Tu crois que ça servira à quelque chose ?

- Bien entendu.

Je m'assis, j'ouvris le livre sur les *Pirates* et commençai à lire, mais je voyais bien qu'il ne m'écoutait pas, aussi je m'arrêtai.

- Vers quelle heure crois-tu que je vais mourir ? demanda-t-il.

- Tu ne vas pas mourir. Qu'est-ce qui te prend ?

- Oh ! si, je l'ai entendu dire, cent deux.

- On ne meurt pas avec cent deux de température. C'est idiot de faire des réflexions de ce genre.

- Je sais très bien que si. A l'école, en France, les autres garçons m'ont dit qu'on ne pouvait pas vivre avec quarante-quatre de fièvre, j'ai cent deux.

Il s'était attendu à mourir toute la journée, depuis neuf heures du matin.

- Pauvre Schatz, lui dis-je. Pauvre vieux Schatz. C'est comme les miles et les kilomètres. Tu ne vas pas mourir. Il ne s'agit pas du même thermomètre. Sur ceux-là, la normale est trente-sept. Sur celui-ci, c'est quatre-vingt-dix-huit.

- Ah ! dit-il.

Mais son regard posé sur le pied du lit perdit peu à peu de sa fixité. Et finalement sa tension intérieure se relâcha aussi, et le lendemain il était très à plat et pleurait très facilement pour des petites choses sans importance.

### 3.2. Questionnaire et corrigé du texte 1

1) Qui sont les deux personnages principaux de cette histoire ? (col)

1 (juste)	0 (faux)
Un père et son fils Un papa et son petit garçon	Toute autre réponse

2) Quels médicaments prend l'un des personnages ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
Des ampoules	Autre réponse

3) Qui accompagne le père en promenade ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
Un setter irlandais Un chien	Autre réponse

4) En quelle saison se déroule l'histoire ? (col)

1 (juste)	0 (faux)
L'hiver Une saison où il fait froid	Autre réponse

5) Pourquoi le malade refuse qu'on entre dans sa chambre ? (col)

- Il fait semblant d'être malade et en profite pour jouer -----  a

- Il est triste car son père est parti -----  b

- Il pense qu'il est contagieux -----  c

- Il ne veut voir que son père -----  d

6) Quelle est la température exacte du malade ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
-----------	----------

102 102 et 4 dixièmes 41	37 Autour de 102 44
--------------------------------	---------------------------

7) *Le malade a-t-il toujours vécu dans le même pays ? (cog)*

- Oui il vit aux USA depuis son enfance .....  a
- Non il voyage en permanence .....  b
- Il a vécu toujours en France .....  c
- Il a passé un moment de sa vie en France et maintenant il vit ailleurs .....  d

8) *Pourquoi le malade a-t-il tort de croire qu'il va mourir? (cog)*

1 (juste)	0 (faux)
Parce qu'il s'est trompé de thermomètre ; il croyait que les thermomètres américains sont comme les thermomètres en France. Comme il avait 102, il croyait que c'était plus élevé que 44.	Autre réponse

9) *A ton avis pourquoi le personnage, à la fin pleure-t-il pour des petites choses sans importance ? (cog)*

1 (juste)	0 (faux)
Il a passé une journée en croyant qu'il allait mourir et du coup en apprenant qu'il ne va pas mourir, il est soulagé mais il a les nerfs à fleur de peau. Peur rétrospective de mourir Il a été tendu et maintenant sa tension intérieure se relâche	Il a peur de mourir Il a mal

### 3.3. Texte 2 : *un roi pacifique.*

Thor se redressa jusqu'à ce que la totalité de ses deux cent quatre-vingts centimètres reposent sur son arrière-train et il s'assit comme un chien savant, ses pattes de devant encroûtées de boue sur sa poitrine. Pendant dix ans, il avait vécu dans ces montagnes sans jamais sentir cette odeur. Il la défia. Il l'attendit alors qu'elle se rapprochait en augmentant d'intensité. Il ne se cacha pas. Imposant et sans peur, il se dressa de toute sa hauteur.

Sa taille colossale faisait de lui un monstre et le soleil allumait des reflets d'or dans son nouveau pelage de juin. Ses pattes antérieures étaient presque aussi grosses qu'un torse d'homme, et les trois plus longues de leurs cinq griffes, tranchantes comme des couteaux, avaient quinze centimètres de long. Quant à ses pattes

postérieures, les empreintes qu'elles avaient laissées dans la boue mesuraient quarante centimètres de bout en bout. Il était gras, lustré et puissant. Ses yeux, pas plus gros que des noisettes, étaient à vingt centimètres l'un de l'autre. Ses deux crocs supérieurs, acérés comme des poignards, avaient la taille d'un pouce humain, et ses énormes mâchoires pouvaient broyer la nuque d'un caribou.

La vie de Thor s'étant écoulée hors de la présence de l'homme, il ignorait la cruauté. Comme la plupart des grizzlis, il ne tuait pas pour le plaisir de tuer. Dans un troupeau de caribous, il prélevait une seule bête et la consommait jusqu'à la moelle du dernier os. C'était un roi pacifique. Il n'avait qu'une seule loi : « Fichez-moi la paix ! » et c'était cette loi qu'exprimait son attitude lorsque, assis sur son derrière, il reniflait l'odeur inconnue.

### 3.4. Questionnaire et corrigé du texte 2 : *un roi pacifique.*

1) Qui est Thor ? (col)

1 (juste)	0 (faux)
un grizzli	Toute autre réponse

2) A quel animal est comparé Thor ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
A un chien savant	A un monstre

3) Où vit Thor (dans quel genre de paysage) ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
Les montagnes	Le Canada Un pays froid

4) Thor se trouve en présence d'une odeur qu'il sent pour la première fois. À ton avis à qui peut appartenir cette odeur qui lui est inconnue ? (cog)

1 (juste)	0 (faux)
A un être humain A des chasseurs A des hommes (tout ce qui est relatif à la présence humaine)	Toute autre réponse

5) Thor peut-il faire peur ? Justifie ta réponse (col)

1 (juste)	0 (faux)
Il peut faire peur car il est comme un monstre Il est colossal il a des griffes comme des couteaux, des crocs comme des poignards	Non car il est pacifique Non car il n'attaque pas

6) Pourquoi Thor tue-t-il des animaux ? (col)

- Il les tue par plaisir .....  a
- Il est cruel .....  b
- Il les tue pour survivre.....  c
- Il se fait attaquer et doit se défendre.....  d

7) Quel animal mange Thor ? (lit)

1 (juste)	0 (faux)
Des caribous	Toute autre réponse

8) Qui est cruel dans cette histoire ? (cog)

- Thor.....  O
- Les hommes.....  X
- Les grizzlis.....  O
- Thor et les hommes.....  O

9) A ton avis Thor ne se sauve-t-il pas face à l'odeur inconnue ? (cog)

1 (juste)	0 (faux)
- Il est sans peur ; Il ne connaît pas la peur - Comme il ne connaît pas la cruauté, il ignore qu'on peut tuer par plaisir et qu'il est en danger. - c'est un roi pacifique : il veut qu'on le laisse tranquille et c'est ce qu'il veut montrer à « l'odeur »	Il est courageux Il aime les défis Toute autre réponse





**Mots clés :** charge cognitive, compréhension, dyslexie, lecture, mémoire de travail, modalité, morphologie

**Résumé :**

L'acquisition de la lecture, au-delà du décodage, nécessite la maîtrise d'un ensemble complexe de processus qui conduisent à la compréhension. Pour certains enfants, l'étape du décodage est imparfaitement franchie à cause d'un trouble spécifique de la lecture, communément nommé dyslexie. Les sujets dyslexiques représenteraient 5% de la population. Si la recherche a permis de mieux comprendre l'étiologie du trouble, la question de la prise en charge des élèves dyslexiques n'a pas donné lieu à beaucoup de travaux. L'objectif de cette thèse est de mesurer si d'une part, la modalité a un effet significatif sur les performances en compréhension de textes narratifs pour des élèves de CM2, d'autre part, si la mise en relief de morphèmes peut avoir aussi un effet significatif. Trois expériences ont été menées sur la modalité de présentation des textes (présentation orale/écrite). Les résultats montrent que la modalité orale n'améliore pas les performances en compréhension des élèves dyslexiques. De plus, dans les trois expériences, les dyslexiques ont des performances inférieures aux normo-lecteurs, quelle que soit la modalité de présentation utilisée. Une expérience concernant la morphologie et manipulant le format de présentation des lettres écrites a donné les mêmes résultats non significatifs : la mise en relief des éléments saillants des mots n'améliore pas la compréhension. Le résultat principal de ces études est de mettre en évidence l'importance du paramètre temporel dans la réalisation des tâches de compréhension pour les enfants dyslexiques. Ces résultats corroborent certaines données issues des recherches menées dans le cadre de la théorie de la charge cognitive et sur la mémoire de travail, notamment le modèle *TBRS (Time-Based Resource Sharing*, modèle de partage temporel des ressources) de Barrouillet, Bernardin et Camos (2004). Des pistes de recommandations pédagogiques sont envisagées.

**Title: Improve reading comprehension of narrative texts for dyslexic students in grade 5 : role of modality**

**Keywords:** cognitive load theory, comprehension, , dyslexia, modality, morphology, reading, working memory

**Abstract:**

Reading comprehension, beyond decoding, is based on a complex set of processes. For some students, decoding is impaired because of specific reading disorder commonly called dyslexia. Dyslexic people represent approximately 5% of the population. Many studies allow to better understand etiology of dyslexia but only few ones are devoted to the compensation or to circumvent the difficulties associated with reading. The aim of this research is, on one hand, to evaluate if spoken presentation improves narrative texts comprehension, and, on the other hand, to evaluate if highlighting some morphemes can also improve reading comprehension of narrative texts for students in grade 5. Three experiments compared spoken vs. visual presentations. Results show that oral modality doesn't improve reading comprehension. However, in the three experiments, dyslexic students perform less than control group, regardless of the modality. One experiment manipulated the color of morphemes written letters presentation. The same non-significant results were obtained: highlighting the salient elements of the words does not improve text comprehension. The main element of these studies is to highlight the importance of time in achieving comprehension tasks for dyslexic children: reading time of dyslexic students is longer than control group's and seems to compensate comprehension much more than document presentation. These results confirm some data from research conducted in the framework of Cognitive Load Theory and working memory, including TBRS model (Time-Based Resource Sharing model) of Barrouillet, Bernardin and Camos (2004). Instructional recommendations are considered.