Lecture du Braille intégral : processus mis en oeuvre et liens avec la pratique orthophonique

Claire Blondeau

▶ **To cite this version:**

Claire Blondeau. Lecture du Braille intégral : processus mis en oeuvre et liens avec la pratique orthophonique. Sciences cognitives. 2020. dumas-03085159

HAL Id: dumas-03085159

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03085159

Submitted on 21 Dec 2020

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

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

Année universitaire 2019-2020

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Grade Master

Présenté et soutenu en juin 2020

par Claire BLONDEAU

née le 06/05/1996 à L'Isle d'Espagnac (16)

LECTURE DU BRAILLE INTEGRAL :

PROCESSUS MIS EN ŒUVRE ET LIENS AVEC LA PRATIQUE ORTHOPHONIQUE

Sous la direction de :
Christine MAFAYOU

Membres du jury :
Amélie AUDOIT, Orthophoniste, MERIGNAC
Eve LE COCHENNEC, Orthophoniste, BORDEAUX

Année universitaire 2019-2020

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Grade Master

Présenté et soutenu en juin 2020

par Claire BLONDEAU

née le 06/05/1996 à L'Isle d'Espagnac (16)

LECTURE DU BRAILLE INTEGRAL : PROCESSUS MIS EN ŒUVRE ET LIENS AVEC LA PRATIQUE ORTHOPHONIQUE

Sous la direction de :
Christine MAFAYOU

Membres du jury :
Amélie AUDOIT, Orthophoniste, MERIGNAC (33)
Eve LE COCHENNEC, Orthophoniste, BORDEAUX (33)

Résumé

Titre : *Lecture du Braille intégral : Processus mis en œuvre et liens avec la pratique orthophonique.*

Mots-clés : Braille, Déficience visuelle, Cécité, Orthophonie, Stratégies, Lecture

Méconnue des orthophonistes, la déficience visuelle a pourtant un réel impact sur les compétences orales et écrites des individus. Aidés par nos connaissances théoriques en matière de langage écrit, de déficience visuelle et de code Braille et grâce à l'observation de jeunes aveugles, nous nous intéressons dans cette étude aux stratégies employées par les aveugles pour lire le Braille dans le but d'établir des axes de prises en soins orthophoniques. Il semblerait que le processus d'apprentissage du Braille dépende du passé du sujet dans la déficience visuelle et dans le langage écrit. L'expertise se traduirait, pour tous, par le développement de processus cognitifs complexes en lien avec une amélioration des stratégies de réparation, une spécialisation manuelle, de meilleures compétences en repérage et une stratégie d'accès au lexique basée sur le contexte. Ces observations nous permettent enfin d'imaginer des axes de soins orthophoniques essentiellement basés sur les processus cognitifs et lexico-sémantiques. Les limites de l'étude telles que le manque de représentativité et les biais résultant de la forme de nos épreuves nous imposent la vigilance quant aux conclusions émises ; mais ce travail a au moins le mérite d'inciter à la confection d'un test étalonné de fluence en lecture de Braille.

Title: *Reading integral Braille: the processes involved and links to speech and language therapy practice.*

Keywords: Braille, Visual impairment, Blindness, Speech therapy, Strategies, Reading

Blindness is largely unknown to speech and language therapists, even though it has a real impact on the oral and written skills of individuals. Thanks to our theoretical knowledges of written language, visual impairment and Braille system, and by observing young blind people, this study focuses on the strategies used by blind people to read Braille in order to provide speech and language therapists with potential main lines of care. It appears that the process of learning Braille depends on the subject's background in blindness and in written language. For all people, expertise would result in the development of complex cognitive processes related to improved repair strategies, manual specialization, better tracking skills and a meaning-based lexical access strategy. Finally, these observations allow us to imagine speech and language therapy care axes essentially based on cognitive processes and semantic work. The limits of the study such as the lack of representativeness and the biases resulting from the form of our tests, require us to be vigilant about the conclusions. This work, at least, has the merit of encouraging the creation of a calibrated fluency test in Braille.

Nombre total de pages : 72. Nombre de références : 64.

Remerciements

Aux **enfants et adolescents** pour la *leçon de vie*,

A **leurs parents** pour *leur grande amabilité et leur intérêt*,

A **tous les professionnels rencontrés** pour *leur patience et leur gentillesse*,

A **mes parents** pour *leur soutien sans faille*,

Au **CFUO de Bordeaux** pour *leur rigueur et leur disponibilité*,

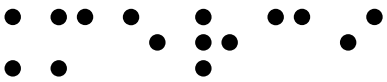
A **mes amis** pour avoir contribué à rendre *cette année plus gaie*,

A **tous les aveugles**[1], plus ou moins célèbres, pour l'*inspiration*,

Et bien entendu, à **Madame Mafayou** pour *sa confiance et son implication*,

Et aux membres du **jury** pour *leur écoute et leur sincérité*,

A tous,



[1] Louis Braille, Hellen Keller, John Hull, Jacques Lusseyran et bien d'autres…

Table des matières

RESUME **2**

REMERCIEMENTS **3**

TABLE DES MATIERES **4**

LISTE DES ABREVIATIONS **6**

INTRODUCTION **7**

1. PARTIE THEORIQUE **9**

1.1 DEFICIENCE VISUELLE ET CECITE 9

1.1.1 Etiologies et sémiologies *9*

1.1.2 Démographie *10*

1.1.3 Répercussions du handicap sur le développement de l'enfant *11*

1.1.4 Modalités perceptives disponibles, moyens de suppléance et plasticité cérébrale *12*

1.2 LA LECTURE DE L'IMPRIME 13

1.2.1 Les composantes de la lecture à voix haute *13*

1.2.2 Les réseaux corticaux de la lecture *15*

1.3 LE BRAILLE 16

1.3.1 Contexte de l'invention *16*

1.3.2 Description *17*

1.3.3 Organisation anatomo-fonctionnelle et bases neurales dans la lecture du Braille *18*

1.3.4 Apprentissage du Braille *20*

1.3.5 Aspects perceptivo-moteurs de la lecture en Braille *22*

1.4 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES 26

1.4.1 Problématique de l'étude *26*

1.4.2 Hypothèses *27*

2. PARTIE PRATIQUE **28**

2.1 METHODE 28

2.1.1 Population étudiée *28*

2.1.2 Matériel et méthode *29*

2.1.3 Traitement des données *32*

2.2 PRESENTATION DES RESULTATS 33

2.2.1 Fluence en lecture de texte *33*

2.2.2 Compréhension globale du texte par les sujets *33*

2.2.3 Stratégies manuelles et difficultés de repérage *34*

2.2.4 Typologie des erreurs selon le type de tâche *36*
2.2.5 Epreuves annexes *40*
2.2.6 Para-verbal, commentaires et attitudes des sujets *41*

3. DISCUSSION **43**

3.1 GENERALITES 43
3.1.1 Vitesse de lecture *43*
3.1.2 Mouvements manuels *43*
3.1.3 La lecture du Braille, une activité coûteuse *44*
3.2 SPECIFICITES DE L'APPRENTISSAGE TARDIF DU BRAILLE 46
3.2.1 Difficultés rencontrées quant à l'apprentissage du Braille *46*
3.2.2 Des bénéfices liés à l'expérience de l'imprimé ? *47*
3.3 QUELLES STRATEGIES POUR UN BRAILLISTE EXPERT ? 49
3.3.1 La théorie du logogène de Morton appliquée au Braille *49*
3.3.2 Un frottement moins appliqué à l'origine des paralexies *50*
3.3.3 Amélioration des stratégies de réparation *51*
3.3.4 Quid de l'amélioration de la prosodie et du rythme ? *52*
3.4 LE ROLE DE L'ORTHOPHONISTE 52
3.4.1 Constat *52*
3.4.2 Quelle prise en soin orthophonique pour un individu aveugle Brailliste ? *53*
3.4.3 Axes de prise en soin *54*
3.5 LIMITES DE L'ETUDE 59
3.5.1 Manque de représentativité *59*
3.5.2 Défaut d'accessibilité des épreuves *59*
3.5.3 Quid du Braille Abrégé ? *59*

CONCLUSION **60**

ANNEXES **61**

TABLE DES ILLUSTRATIONS **66**

BIBLIOGRAPHIE **67**

Liste des abréviations

AV **=** *Acuité Visuelle*

BA = *Braille Abrégé*

BI = *Braille Intégral*

CV = *Champ Visuel*

DV = *Déficient.e.s Visuel.le.s / Déficience Visuelle*

ID = *Index Droit*

IG = *Index Gauche*

LE = *Langage Ecrit*

LO = *Langage Oral*

MD = *Main Droite*

MG = *Main Gauche*

INTRODUCTION

Ainsi sans jamais que notre amitié décide
Qui de nous deux remplit le plus utile emploi,
Je marcherai pour vous, vous y verrez pour moi.[2]

La cécité et la malvoyance sont des handicaps (cf. définition OMS) en ce que cet évènement entraîne une gêne fonctionnelle significative dans la vie quotidienne, l'éducation, la vie sociale et l'insertion professionnelle.

L'invention du code Braille en 1825 par Louis Braille répond précisément au besoin des personnes DV d'accéder à la culture écrite et donc à l'éducation. Aujourd'hui, près de 200 ans après son invention, le Braille continue d'être enseigné quasiment tel qu'il a été pensé par Louis Braille, preuve de son optimalité.

La maîtrise du Braille constituant un facteur d'intégration non négligeable (Ryles, 1996), la question des processus neuropsychologiques à la base de la lecture a un réel intérêt pour mieux comprendre et anticiper les difficultés que peuvent rencontrer les enfants dans l'apprentissage de ce code.

Le point de vue orthophonique est intéressant en ce qu'il permet de mettre à profit les connaissances déjà acquises quant aux processus utilisés lors de la lecture de l'imprimé[3] afin de les utiliser comme point de départ pour observer ceux requis dans la lecture du Braille. Ainsi, à travers les comportements observés chez de jeunes Braillistes et les connaissances en matière de neurolinguistique, ce mémoire permettra de rendre compte des pré-requis et des différentes stratégies en œuvre lors de la lecture du Braille.

De plus, l'étude du Braille a un réel intérêt pour la profession puisque selon la nomenclature, les orthophonistes sont habilité.e.s à rééduquer le langage (oral ou écrit) dans les handicaps sensoriels (déficience auditive ET déficience visuelle donc) ; or la formation initiale ne dispense aucun cours sur la déficience visuelle et les formations continues sont méconnues.

[2] Jean-Pierre Claris de Florian, *L'Aveugle et le Paralytique*
[3] L'*imprimé* ou le *noir* sont les termes utilisés pour qualifier les textes lus par les voyants en opposition au Braille.

Ce mémoire a donc pour projet de donner aux orthophonistes, tou.te.s susceptibles de recevoir un jeune Brailliste, un aperçu des processus en jeu lors de la lecture du Braille, leur permettant ainsi de mieux anticiper la mise au Braille et/ou de comprendre l'origine de certaines difficultés rencontrées. L'analyse de comportements de jeunes Braillistes et une brève évaluation de leurs compétences phonologiques, mnésiques et lexicales constitueront notre point d'appui pour mener à bien cette étude.

Le plan sera le suivant : dans un premier temps, la partie théorique permettra d'aborder les notions essentielles à la compréhension de l'analyse, à savoir les définitions de la déficience visuelle et du Braille ainsi que les processus en jeu lors de la lecture de l'imprimé. Dans un second temps, nous tâcherons d'expliquer les méthodes qui nous ont permis de recueillir les données avant de décrire et d'analyser ces résultats sous l'angle orthophonique.

Dans ce travail, nous avons utilisé les termes non-voyants et malvoyants quand il s'avérait important de caractériser le type de déficience visuelle, et le terme « aveugle », bien que connoté péjorativement mais pourtant très répandu dans la littérature, pour désigner les personnes atteintes de déficience visuelle quelle qu'elle soit.

1. PARTIE THEORIQUE

1.1 DEFICIENCE VISUELLE ET CECITE

1.1.1 Etiologies et sémiologies

Généralement, nous décrivons la déficience visuelle selon deux critères, déterminants pour le développement cognitif et psychique des DV.

☞ Genèse du handicap : apparition précoce/tardive, soudaine/évolutive

On distingue les **aveugles précoces** des **aveugles tardifs**. Hatwell (2003) parle d'aveugle précoce lorsque la perte de la vue est survenue avant l'âge de 3 ans (donc dans la première enfance). En effet, plusieurs études ont montré que le facteur « perdre la vue après l'âge 3 ans » aurait un impact déterminant dans le développement cognitif (Hatwell, 2003).

Le contexte d'apparition de la cécité est également important à prendre en compte, notamment dans le processus d'acceptation du handicap ; l'apparition peut être **soudaine** ou **évolutive**.

☞ Tableau clinique : acuité et résidus visuels

L'OMS (CIM-10, 1994) définit le déficit visuel en prenant en considération l'AV (de loin) avec la correction portée. L'AV mesure la capacité à identifier les détails. Elle s'exprime généralement en dixième mais on peut avoir recours aux vingtièmes ou aux cinquantièmes si l'AV est très faible.

L'OMS distingue 5 catégories de DV dans la CIM 10 (1994) :

- (Catégorie 0 (vision normale) : AV binoculaire supérieure ou égale à 3/10^{e})
- Cat. 1 (DV modérée) : AV binoculaire supérieure ou égale à 1/10^{e} mais inférieure à 3/10^{e}.
- Cat. 2 (DV sévère) : AV binoculaire supérieure ou égale à 1/20^{e} mais inférieure à 1/10^{e}.
- Cat. 3 (cécité) : AV binoculaire supérieure ou égale à 1/50^{e} mais inférieure à 1/20^{e}.
- Cat. 4 (cécité avec perception lumineuse) : AV binoculaire inférieure à 1/50 mais avec perception lumineuse.
- Cat. 5 (cécité sans perception lumineuse).

Selon l'INPES (Holzschuch, 2008), la malvoyance (déficience visuelle légère à sévère) peut atteindre la vision centrale et/ou la vision périphérique. Selon l'étiologie, la vision peut alors être tubulaire, floue, terne, parsemée de taches ou amputée d'une partie du CV.

Concernant la cécité, comme le précise Hatwell (2003), certains aspects sont importants à prendre en compte comme l'adaptation à la pénombre, la sensibilité à la lumière, aux couleurs ou aux contrastes. Il convient de distinguer les aveugles complets qui n'ont aucun résidu visuels des aveugles partiels qui en possèdent.

Une multitude de causes peuvent être à l'origine d'un handicap visuel. Dans son ouvrage, Hatwell (2003) distingue les causes génétiques (albinisme, cataracte congénitale, dégénérescence rétinienne, rétinoblastome etc.), congénitales (en lien avec une malformation fœtale : malformation du nerf optique, microphtalmie ou anophtalmie, aniridie, cornée opaque etc.), périnatales (rétinopathie des prématurés) et les autres causes (encépahlopathies, accidents domestiques/de la route, maltraitance, tumeurs cérébrales). D'autres causes sont bien évidemment liées à l'âge, les causes les plus répandues en France selon le site de l'Arradv sont la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), le glaucome, la cataracte et la rétinopathie diabétique.

Hatwell (2003) précise que dans les sociétés occidentales comme la nôtre, peu de cécités sont isolées (d'origine purement oculaires), elles sont le plus souvent **syndromiques** et donc associées à d'autres handicaps (surdité, troubles moteurs et atteintes neurologiques diverses, retard mental, autisme etc.).

1.1.2 Démographie

La loi française interdit le recensement de la population présentant un handicap moteur, mental ou sensoriel, c'est pourquoi nous possédons peu de données sur la prévalence exacte de ce handicap en France.

Néanmoins, la dernière étude de l'INSEE (Sander et al., 2005) au début des années 2000 estimait à 2,9 le pourcentage de la population française DV. Parmi ces DV, 207 000 seraient aveugles ou malvoyants profonds, parmi lesquels 61 000 seraient aveugles complets. Hatwell (2003) précise que les aveugles légaux (vision > 1/20^{e}) de moins de 20 ans sont un peu moins de 2 000.

Toujours selon Hatwell (2003), les aveugles complets constituent un « *groupe numériquement, très faible et dispersé géographiquement, [qui] se caractérise par une grande hétérogénéité due à l'origine de la cécité, à l'âge, à l'apparition du trouble, aux résidus visuels encore disponibles, à quoi il faut ajouter évidemment les variations dues au contexte familial d'éducation et à la prise en charge scolaire* » p.10.

1.1.3 Répercussions du handicap sur le développement de l'enfant

Le handicap visuel, selon son étiologie et ses circonstances d'apparition, met à mal le développement de l'enfant. Sur le **plan moteur**, l'absence de prise en compte des objets environnants et d'imitation influent sur les compétences de l'enfant et retardent son développement moteur (Baillargeon, 1986). L'activité manuelle étant initiée, exécutée et contrôlée par la vision (Hatwell, 2003), il en résulte un défaut de coordination et d'ajustement des gestes. Le déplacement est globalement lent et précautionneux. L'enfant, par manque de stimulations, manifeste des comportements d'autostimulations typiques nommés maniérismes (frottement des yeux, balancement de tête par exemple.) (Baillargeon, 1986).

Le **développement cognitif** est également affecté : en effet, l'enfant doit apprendre à utiliser ses autres sens pour pallier l'absence de vision. Or le sens tactile (le plus à-même de remplacer la vue) est analytique et de proximité : l'enfant rencontre des difficultés pour intégrer et mémoriser certains concepts (objets hors de sa portée ou plus grand que lui notamment). Baillargeon (1986) et Oppenheim (2019) expliquent que l'enfant devra collectionner les expériences perceptives (tactiles, olfactives, auditives) pour se représenter les concepts et y associer un symbole verbal.

Sur le **plan du langage**, Hatwell (2003) explique que les difficultés sont surmontées rapidement ; l'utilisation fine et attentive de l'audition favorisant son développement (Baillargeon, 1986). Toutefois, des retards/particularités sont à noter :

- Sampaio (1994) relève un retard dans l'acquisition des pronoms personnels et notamment du « je » non syncrétique (l'absence de perspective retarderait la différenciation soi-autrui) ; retard qui se comblerait avec l'apparition du jeu symbolique vers 4-5 ans.
- Lewi-Dumont (2011) fait état de particularités dans le développement du lexique, les concepts, appréhendés sous plusieurs formes distinctes, étant difficiles à acquérir[4]. Elle note également des spécificités dans l'acquisition du langage spatial et pragmatique.
- Selon Hatwell (2003) le langage reste égocentré (langage centré sur ses propres actions et intentions plus que sur les objets environnants, la référence au corps propre étant plus aisée, on parle de *cadre de référence interne*) et relève des verbalismes (emploi de mots empruntés au vocabulaire des voyants, selon Cutsforth (1951)[5] « *ce verbalisme serait néfaste car il exprimerait une pensée floue et déconnectée de l'expérience perceptive sur laquelle elle doit être fondée* »). Cette notion de

[4] « *Lorsque la vision n'est pas disponible, un avion entendu au loin (= vroum), l'avion dans lequel on s'installe (= fauteuil), l'avion-maquette exploré tactilement, sont trois objets de connaissance différents, indépendants les uns des autres, associables seulement par le vocable " avion " (si et seulement si le mot " avion " a été rencontré au moment de chacune de ces trois expériences différentes), alors que pour le voyant, les trois expériences sont associables, parce que les objets peuvent avoir été vus et entendus (avion dans le ciel), ou touchés et vus.* » (Martinez, 1989, p.62).

[5] cité par Hatwell (2003), p.58

verbalisme ne fait pourtant pas l'unanimité. En effet Millar (2013) établit une comparaison avec les voyants et explique que ces derniers ont également recours à des concepts pour lesquels ils n'ont aucune expérience directe (ex : Banque de France, Fantôme).

Le plaisir à converser et leur curiosité restent un atout non négligeable dans leur sociabilisation (Baillargeon, 1986). Cependant, la déficience sévère empêche généralement la participation à certains jeux collectifs (Baillargeon, 1986).

On peut également s'attendre à des conséquences indirectes sur les apprentissages (Orssaud, 2018) et notamment sur développement du LE : plusieurs études citées par Jarlbert, Champagne et al. (2005) relatent les difficultés liées à la sous-exposition à l'écrit avant l'entrée en cours préparatoire. Hatwell (2003) rapporte d'ailleurs un retard scolaire d'un à deux ans chez les enfants ayant une déficience visuelle sans retard mental.

1.1.4 Modalités perceptives disponibles, moyens de suppléance et plasticité cérébrale

Les jours sur lui passent sans luire ;
Sombre, il entend le monde obscur,
Et la vie invisible bruire
Comme un torrent derrière un mur ![6]

Dans son ouvrage, Hatwell (2003) décrit les modalités perceptives qui viennent pallier l'absence de vision. Ainsi, la **proprioception musculaire et articulaire** permet l'élaboration d'une image corporelle et les mouvements (amples/restreints, circulaires/linéaires etc.) fournissent des informations sur l'objet touché. L'**odorat** quant à lui permet le repérage et la reconnaissance d'objets/de lieux/de personnes. L'**audition** par les vibrations perçues (quand on fait une action sur un objet), permet de rendre compte des caractéristiques de l'objet émetteur. Elle a également pour fonction d'alerter et d'aider l'individu à s'orienter dans l'espace. Galiano (2013) soutient également que les descriptions langagières émises par l'entourage de l'individu lui permettent d'acquérir des informations exhaustives sur le monde. L'**écholocation** (ou sens des masses ou sens de la distance) permet, à l'aide des échos reçus des objets, de situer des obstacles, de se faire une idée de la grandeur/taille d'une pièce et permet donc le repérage dans l'espace. Considéré comme le 6e sens, il est en réalité le résultat d'une « *utilisation attentive des sens connus, en particulier du pouvoir du toucher de la peau du visage (sensation de la pression de l'air) et de l'ouïe ; la sensation des différences de température est aussi utilisée de temps en temps* »[7]. Le **toucher** enfin est la modalité spatiale qui se rapproche le plus de la vue. Il peut informer

[6] *L'Aveugle* (Théophile Gautier)
[7] *Vie et œuvre de Martin Kunz* (Kunz, 1906) p.201

sur presque toutes les propriétés auxquelles accède la vision (forme, taille, localisation, orientation, texture etc.) à condition que ces objets soient à proximité du corps et d'une taille adaptée au toucher.

Contrairement aux idées reçues, certains travaux (Hatwell, 2003) remettent en question l'abaissement des seuils sensoriels : les aveugles n'auraient donc pas une acuité tactile, auditive ou olfactive de meilleure qualité que les voyants. Partant de ce postulat, Portalier (2014) déclare qu'il est important de favoriser la mobilité et la diversité des modalités perceptives à disposition plutôt que de chercher la surexploitation d'un domaine de compétence particulier. Hatwell (2003) appuie également sur la nécessité d'une prise en charge pluridisciplinaire pour permettre une compensation cognitive par les modalités sensorielles saines.

L'hétérogénéité de la population des aveugles et le manque de statistiques sont un frein aux recherches mais l'enjeu est pourtant important car une prise en charge précoce permettrait de compenser le déficit visuel par les modalités sensorielles restantes.

1.2 LA LECTURE DE L'IMPRIME

1.2.1 Les composantes de la lecture à voix haute

La lecture est le fruit de deux procédures interdépendantes : l'identification des mots et la mise en sens. Gough et Tunmer (1986) ont inventé une équation afin d'illustrer cette théorie : L = R x C ; L représentant la performance en lecture, R la reconnaissance des mots et C la compréhension. Comme en témoigne le modèle *The Reading Rope* de Scarborough (2001) (**Annexe 1**.), la maîtrise de ces deux compétences et leur mise en relation sont nécessaires pour accéder à la lecture experte.

1.2.1.1 Reconnaissance des mots

Le français use d'un code alphabétique. La reconnaissance des mots consiste donc à faire correspondre une lettre ou un groupe de lettres (graphèmes) à un son de la langue (phonème) puis à les assembler pour former les mots. Plusieurs modèles cognitifs ont tenté de décrire les étapes de la reconnaissance des mots. Nous avons choisi de vous en présenter deux.

Le modèle à double voies décrit pour la première fois par Coltheart en 1978 considère chez le lecteur expert l'existence de deux procédures de reconnaissance de mots. Ce modèle a évolué pour devenir en 2001 le modèle DRC à trois voies (**Annexe 2.**) : **deux voies lexicales sémantique et non-sémantique** et une **voie non-lexicale**. La voie non-lexicale désigne la procédure indirecte qui fait appel

aux règles de conversions grapho-phonémiques ; la voie lexicale, dédoublée selon qu'elle passe ou non par le système sémantique, procède par accès direct de la configuration écrite avec sa représentation visuelle en mémoire (Phénix et al., 2016).

Le modèle connexionniste multi-traces décrit en 1998 par Ans, Carbonnel et Valdois proposent une conception originale : d'une part, ils font l'hypothèse que les deux procédures (lexicale et phonologique) sont régies par un **réseau unique** (la voie phonologique prenant le relai lorsque la reconnaissance lexicale a échoué) et d'autre part, ils postulent l'existence d'une **composante visuo-attentionnelle** déterminante dans le choix de la procédure utilisée. L'introduction de cette composante est liée à la notion de « fenêtre attentionnelle » : cette fenêtre est mobile et s'adapte à la taille du mot lu et à la procédure utilisée (large si voie lexicale, réduite aux unités infralexicales si voie analytique, elle sollicite alors la mémoire de travail phonologique) (Phénix et al. 2016).

1.2.1.2 Accès à la compréhension

Selon Giasson (2008), trois variables entrent en jeu lors de la compréhension d'un texte : le lecteur, le texte et le contexte. A noter que, chez l'apprenti-lecteur, la reconnaissance des mots étant un processus contrôlé (lent, conscient et coûteux), il reste très peu de ressources attentionnelles pour la compréhension.

☞ Le lecteur

Le lecteur possède des structures qui lui sont propres, auxquelles viennent s'ajouter divers processus qu'il devra mettre en œuvre pour aboutir à la compréhension du texte (Giasson, 2008).

Les **structures cognitives** : ce sont les connaissances que le lecteur possède sur le monde (connaissances encyclopédiques) et sur la langue (linguistique et textuelle). Les **structures affectives** quant à elles correspondent à l'attitude et à la motivation du lecteur.

Les **processus** :

- Le **microprocessus** vise la compréhension de l'information contenue dans **une phrase**.
- Le **processus** d'intégration permet de faire **du lien entre les différentes propositions et phrases**.
- Le **macroprocessus** rentre en jeu lorsqu'il s'agit d'extraire les informations principales du texte afin de le **comprendre dans sa globalité**.
- Le **processus d'élaboration** permet au lecteur de procéder à des inférences, non indispensables à la compréhension (images mentales, réponse affective, lien avec les connaissances, raisonnement).

- Les **processus métacognitifs** correspondent aux stratégies mises en place par le lecteur lorsqu'il éprouve des difficultés à comprendre le texte (identification de la perte de compréhension et stratégies de réparation).

☞ Le texte

La nature du texte lu a un impact sur l'attitude du lecteur (Giasson, 2008). En effet, ce dernier se comporte différemment selon l'intention de l'auteur (distraire, captiver, émouvoir), selon sa structure (organisation des idées) et selon son contenu (thématique).

☞ Le contexte

Cette variable fait référence aux conditions dans lesquelles se trouve le lecteur lorsqu'il débute l'activité de lecture (Giasson, 2008) :

- Le contexte psychologique correspond à l'intérêt du lecteur pour le texte à lire et à son intention de lecture (rechercher une information, se distraire etc.).
- Le contexte social : selon la situation (seul ou en groupe) de lecture, le lecteur aboutit plus ou moins bien à la compréhension du texte.
- Le contexte environnemental correspond aux conditions sensorielles qui peuvent venir affecter la lecture (bruit, température, éclairage, lisibilité).

1.2.2 Les réseaux corticaux de la lecture

Les anciens modèles de la lecture (Déjerine, 1982) présentaient un modèle figé de la lecture, une zone cérébrale traitant une « étape ». Dehaene (2007) nous présente la vision moderne des *réseaux* corticaux de la lecture. L'étude des lésions et de leurs conséquences ainsi que les différences observées entre les cerveaux de dyslexiques et ceux des normo-lecteurs nous permettent, grâce à l'imagerie fonctionnelle, de localiser les « réseaux de la lecture ». Ainsi, l'activation débute dans les zones occipitales en charge de la vision. Intervient ensuite la région occipito-temporale gauche aussi appelée région de la forme visuelle des mots (Cohen et al., 2000) ou VWFA, qui permet l'analyse de la forme des lettres, leur reconnaissance et leur assemblage en mots. L'information est ensuite distribuée à diverses régions, non spécifiques à la lecture mais impliquées dans la parole et le langage (sens, phonologie et articulation). Apprendre à lire c'est donc, selon Dehaene (2007), *« mettre en connexion les aires visuelles et les aires propres au langage »*[8].

[8] p.97

Des réseaux sous-tendraient les deux voies décrites précédemment : les mécanismes de conversion graphèmes-phonèmes impliquent notamment les régions supérieures du lobe temporal gauche (analyse des sons de la parole) et le cortex frontal inférieur et précentral gauche (articulation) (Dehaene, 2007). Plusieurs régions seraient impliquées dans le système sémantique : le cortex associatif hétéromodal postérieur (connaissances conceptuelles), le cortex préfrontal hétéromodal (connaissances verbales) et les régions paralimbiques et médiales (connaissances épisodiques) (Planton et Démonet, 2012). D'après une étude menée par Jobard et al. (2003), la voie directe n'est sous-tendue par aucune aire spécifique.

1.3 LE BRAILLE

1.3.1 Contexte de l'invention

« Il a ouvert à tous ceux qui ne voient pas les portes du savoir. »[9]

A la fin du 18e siècle, Valentin Haüy, fondateur de l'Institut royal des enfants aveugles (INJA aujourd'hui), invente les lettres en relief imprimées sur du papier gaufré. Cette écriture, destinée davantage aux lecteurs voyants et peu adaptée à la modalité tactile (Kunz, 1906), ne convainc pas Louis Braille. Il s'inspire alors du procédé d'écriture des sons en relief inventé par Barbier de la Serre en 1818 qui permettait aux soldats de lire dans l'obscurité (Hatwell, 2003). Ce procédé, nommé sonographie (ou écriture nocturne), était « *phonétique [et] sans tenir compte de l'orthographe française, utilisait le même signe pour toutes les syllabes ayant la même sonorité* » (Kunz, 1906)[10]. Un de ses inconvénients était que les cellules (8 points répartis sur 2 colonnes) étaient trop grandes pour être perçues en intégralité par la pulpe de l'index (nécessité de frottement vertical).

L'optimisation par Braille de ce système a lieu entre 1825 et 1837. Il présente son invention comme un « *procédé pour écrire les paroles, la musique et le plain-chant au moyen de points, à l'usage des aveugles et disposés pour eux* ».

Aujourd'hui, en France, la fondation Valentin Haüy estime que 15% des aveugles lisent le Braille. Cette même fondation a créé en 1987 la Commission Evolution du Braille Français qui est placée désormais sous l'égide du Ministère chargé des Affaires sociales. 30 membres, forts de leur compétence en Braille et de leur connaissance du handicap visuel, sont chargés d'adapter le Braille français aux besoins des utilisateurs c'est-à-dire de veiller à la fidélité des transcriptions tout en optimisant sa lecture.

[9] Inscription sur la maison d'enfance de Louis Braille à Coupvray
[10] p.226

1.3.2 Description

Le code Braille est construit sur un système de points en relief organisés en deux colonnes de 3 points chacune, il est international mais la signification de chaque caractère dépend de la langue utilisée. C'est une écriture alphabétique : à chaque caractère correspond une lettre. 64 combinaisons sont donc possibles et permettent de transcrire toutes les lettres (accentuées ou non), la ponctuation, la notation majuscule, numérique et musicale (Hatwell, 2003).

L'organisation du code Braille est logique (**Annexe 3.**) ; les points de la cellule sont numérotés couramment de 1 à 6 comme suit : les 10 premières lettres de l'alphabet correspondent aux quatre points supérieurs. A ces premiers caractères, on ajoute le point 3 pour former les 10 lettres suivantes. Pour coder les lettres *u v x y z*, on ajoute les points 3 et 6 aux 5 premiers caractères de la première ligne du tableau. Concernant les lettres diacritées, elles suivent le même schéma ; pour former les lettres *ç é à è ù*, on ajoute les points 3 et 6 aux 5 derniers caractères de la première ligne ; pour former les lettres *â ê î ô û ë ï ü œ w* (le w étant apparu plus tardivement car inutilisé en français), on ajoute uniquement le point 6 aux 10 lettres de la première ligne. On obtient les signes de ponctuation principaux *, ; : . ? ! " (*)* en décalant les 10 premiers caractères d'un cran vers le bas (donc les 4 points inférieurs) et de deux crans vers le bas les caractères A et C pour former l'apostrophe et le trait d'union. Enfin les chiffres de 1 à 9 sont représentés par deux symboles : le préfixe numérique annonçant le chiffre constitué du point 6 auquel on ajoute les caractères correspondant aux lettres diacritées *â ê î ô û ë ï ü œ.* Le 0 est constitué du préfixe et d'une cellule constituée des points 3456.

Le Braille est un système codifié : l'espacement entre les points et les cellules étant pensé de façon à permettre une bonne lisibilité. Ainsi les points sont espacés de 2,2mm à l'intérieur d'une cellule et sont écartés de 6,3mm entre deux mots et de 10,2mm entre deux lignes (Hatwell, 2003). Les cellules sont donc parfaitement adaptées à la taille de l'index (et ne nécessitent pas un frottement vertical particulier) et l'espacement entre les points est suffisant pour qu'ils soient bien distincts les uns des autres (notion d'acuité tactile[11]).

Lorsque la pratique du BI est efficiente, les lecteurs peuvent apprendre le Braille abrégé. Les 200 contractions et abréviations codifiées permettent de réduire le volume rédigé de 1/3 et de maximiser la vitesse de lecture et d'écriture de 10% (Galiano, 2013).

[11] L'acuité tactile désigne « la capacité à détecter une différence entre deux points de pression » (Streri, s. d.).

1.3.3 Organisation anatomo-fonctionnelle et bases neurales dans la lecture du Braille

1.3.3.1 La lecture du Braille, une perception tactile active

La lecture du Braille est une activité sensorimotrice complexe.

On distingue deux formes de perception tactile manuelle : la perception tactile passive (ou cutanée) et la perception tactile active (ou haptique). La lecture du Braille est **active** : le **cumul des informations sensorielles et motrices** permet la **perception et la reconnaissance des unités graphiques**.

Le système somesthésique[12], composé de récepteurs sensoriels disparates et dispersés dans les couches de la peau, nous fournit des informations sur les caractéristiques des différents stimulants. Ces récepteurs captent des informations sensorielles de type tactile (déformation mécanique de la partie de la peau stimulée), thermique et algique. Ces récepteurs sont au nombre de quatre. Dans la lecture du Braille, ceux qui nous intéressent sont les **disques de Merkel** qui fournissent principalement des informations concernant la **localisation et la texture des stimuli** (Millar, 2003).

Lors de la lecture du Braille -et dans la perception active en général-, à ces informations cutanées issues des mécanorécepteurs s'ajoutent des informations issues des récepteurs proprioceptifs, provenant des **mouvements d'exploration actifs du système épaule-main**. Ces récepteurs se situent au niveau des muscles, des tendons et des articulations. Ils nous renseignent sur les positions et les déplacements de ces segments corporels dans l'espace et dans le temps (Gentaz, 2000).

Ces informations sensorielles périphériques sont transmises à l'**aire somesthésique primaire** (S1 : partie antérieure du cortex pariétal), dont l'organisation est somatotopique (homoncule somesthésique), via le système lemniscal (transmission rapide et précise des informations relevant du tact fin et de la proprioception consciente) (Gentaz, 2000).

Quant aux mouvements nécessaires à la lecture du Braille, ils sont commandés par l'aire motrice primaire. Ces neurones forment, en lien avec leurs afférences sensorielles (feedback sensitif), des **modules sensorimoteurs**. Ces modules sont sous l'influence d'autres structures (cervelet, noyaux de la base, aires associatives pariétales, prémotrices et préfrontales) responsables du **contrôle et de l'organisation spatio-temporelle des mouvements, des fonctions cognitives** (attention, mémorisation, planification) et de la **motivation** (Gentaz, 2000).

[12] « Sensations conscientes éveillées par la stimulation des tissus du corps » (Laget, s.d.)

1.3.3.2 Bases neurales de la lecture du Braille

La lecture du Braille implique notamment les **aires visuelles** et d'**autres réseaux neuronaux communément ou non recrutés lors de la lecture de l'imprimé**.

☞ Réorganisation des aires visuelles

Les neurosciences nous révèlent une **forte activation du cortex visuel primaire** pendant la lecture du Braille mais uniquement chez les sujets aveugles de naissance (Sadato, 2004). Les aires visuelles permettraient d'extraire la **forme de l'information abstraite qu'est la cellule Braille** (Sadato et al. 1998).

Sadato et al. (1996) ont démontré une activation des aires visuelles primaires et secondaires chez les aveugles précoces durant toutes les **tâches de discrimination haptique** avec une augmentation du niveau d'activation durant la tâche de discrimination mots/non-mots en Braille.

Une réorganisation corticale permet donc de rendre utiles des zones cérébrales initialement dédiées à des fonctions visuelles (Kupers et Ptito. 2014) et cela ne concernerait que les **aveugles précoces**.

☞ Autres aires recrutées

Les études en neurosciences démontrent également que la lecture du Braille est liée à l'expansion de la représentation corticale sensorimotrice des doigts lecteurs et donc que les aveugles lecteurs de Braille possèdent une **acuité spatiale tactile supérieure** aux sujets voyants (Hamilton et Pascual-Leone, 1998). Sterr et al. (2003) constatent également l'agrandissement des aires somatosensorielles et motrices. Toutefois, pour eux, ce phénomène occasionnerait au contraire une **difficulté à percevoir de faibles stimuli tactiles et impliquerait même davantage d'erreurs de localisation**, du fait des chevauchements neuronaux, de la multiplication des connexions et de l'éloignement des régions.

Sadato et al. (1998) relève un taux d'activation quasi-similaire entre les deux hémisphères quel que soit le doigt préférentiel ; l'hémisphère droit serait davantage impliqué dans le traitement des **informations tactiles** faisant intervenir des processus de haut-niveau (attention, orientation spatiale) (Vallar, 1997) tandis que l'hémisphère gauche contrôlerait davantage les **aspects langagiers** (accès aux représentations mentales et au code phonologique) (Hermelin et O'Connor, 1971). Le corps calleux serait également impliqué dans le **transfert et le contrôle attentionnel** (Mayer et al. 1988).

Gizewski et al. (2004) remarquent une activité cérébelleuse non négligeable pendant la lecture du Braille en lien avec des **aspects sensorimoteurs** (lobules IV/V et VIII correspondent aux mouvements de la main), **langagiers et cognitifs** (attention et discours intérieur notamment).

Enfin, Cohen et al. (1997) relatent une **différence de plasticité importante selon que l'individu est aveugle tardif ou précoce et selon qu'il ait ou non appris à lire l'imprimé**.

1.3.4 Apprentissage du Braille

1.3.4.1 Conditions de mise au Braille

Lorsque la vision ne permet plus de lire un document de façon fluide dans une casse (taille, police et style) raisonnable ou de se relire, l'apprentissage du Braille devient nécessaire (Magna, s. d.).

Plus précisément, le choix d'utiliser le Braille chez l'enfant se fait sur la base de plusieurs critères exposés dans la circulaire du Bulletin Officiel de l'Education Nationale n°73-047 du 23 janvier 1973 relative à l'enseignement du Braille. Il convient tout d'abord d'évaluer les aspects médicaux : un enfant qui ne lit pas les échelons inférieurs à 6 sur l'échelle de Parinaud[13] ne pourra pas lire de façon efficace un document rédigé en imprimé, De plus il est important d'anticiper l'évolution et l'aboutissement de l'affection afin d'optimiser le passage au Braille (lorsque la lecture du noir engendre une fatigue générale et visuelle, de même qu'elle occasionne un cumul des difficultés supérieur aux efforts potentiellement requis par un enseignement intensif du Braille).

Il est ensuite important d'aborder les critères psychopédagogiques suivants : l'apprentissage précoce du Braille est d'autant plus recommandé que le niveau intellectuel de l'enfant est élevé. A contrario, un enfant possédant un faible niveau intellectuel n'en tirera que peu de bénéfices pour des efforts à fournir trop importants, il conviendra alors de lui proposer des moyens de communication et des supports d'apprentissage alternatifs. A l'inverse, un décalage important entre le niveau scolaire global de l'enfant et son niveau de lecture (vitesse, exactitude du déchiffrage, compréhension) doit motiver l'apprentissage du Braille.

Enfin, il arrive que la réticence ou l'absence de motivation des parents et/ou de l'enfant reportent de quelques mois l'apprentissage du Braille.

1.3.4.2 Immersion dans la culture écrite et enseignement du Braille

Le développement des pré-requis (langage, habiletés tactiles et motrices, attention et mémoire) et l'immersion dans la culture écrite constituent un préambule à l'apprentissage du Braille. La famille et

[13] Echelle mesurant l'AV de près (distance de lecture de 33cm), la vision normale se situant à P2.

les différents intervenants ont un rôle important à y jouer, le développement de ces habiletés n'étant pas naturel faute d'observation et d'imitation (Lewi-Dumont, 1997).

Plusieurs auteurs recommandent une **exposition la plus naturelle possible** à l'écrit : codage en Braille de l'environnement physique de l'enfant (Lewi-Dumont, 1997), mise à disposition de matériel (livres, crayons, peinture) (Craig, 1996), lecture à voix haute (Lewi-Dumont, 1997).

Un **travail spécifique d'explicitation** de la part de l'entourage quant au matériel littéraire doit venir se greffer sur cette imprégnation naturelle afin de favoriser la littératie émergente (nature et principe de la lecture, conventions de l'écrit, concepts de lettre/de mot/de phrase) (Jalbert et al. 2005). Magna (s.d.) met également l'accent sur l'importance du principe de **répétition** dans ces primo-apprentissages, faute de pouvoir reproduire les comportements par mimétisme.

Le travail d'apprentissage du Braille se poursuit ensuite de façon plus formelle à l'école. L'enseignement du Braille est à la charge des **enseignants spécialisés**. Selon la circulaire relative à l'enseignement du Braille (n°73-047 du 23 janvier 1973), l'apprentissage du Braille se fait en 4 étapes et commence dès la maternelle. La *préparation immédiate à la lecture Braille* vise la mise en place de bonnes attitudes (position du corps, de la tête, des avant-bras et des mains) et proscrit les mauvaises habitudes (utilisation des yeux lors de la lecture). L'*initiation méthodique à la lecture Braille* présente les lettres à l'enfant puis des mots tirés de son environnement familier. Les lettres ainsi que les mots et les lignes sont davantage espacés et les difficultés liées à la symétrie sont présentées aux enfants. Durant le stade de la *lecture courante*, tous les signes (ponctuation, majuscules, chiffres…) sont présentés, l'enfant doit être capable de lire des textes courts, la présentation peut être en double interligne. L'objectif est le même que la lecture courante en noir : rapidité et compréhension du texte lu. Le stade du *perfectionnement de la lecture courante* (CM2) vise la rapidité ; l'interlignage est normal et l'abrégé est introduit (tous les livres dès la classe de 6^{e} étant rédigés en abrégé).

Si la **qualité** de la lecture attendue est aussi bonne que celle d'un voyant lisant l'imprimé, la **vitesse** de lecture sera toujours inférieure : un lecteur moyen en imprimé lit environ 250 à 300 mots à la minute contre **100 mots maximum pour un bon lecteur de Braille** (Millar, 2013).

Théoriquement, un enfant, sans handicap compromettant l'apprentissage du Braille, peut apprendre **à lire et à écrire le Braille en un an** (Magna, s. d.).

Hatwell (2003) estime que ceux qui ont directement appris à lire le Braille vers 5-7 ans sans passer par l'imprimé ont plus de chance de devenir des lecteurs fluents. Ceci explique pourquoi il est

recommandé de masquer la vue des malvoyants quand ils apprennent le Braille mais cette méthode est controversée et peu appréciée des enfants.

1.3.5 Aspects perceptivo-moteurs de la lecture en Braille

1.3.5.1 Mouvements des mains dans la lecture

Concernant l'utilisation des mains lors de la lecture du Braille, Hatwell (2003) a répertorié plusieurs comportements :

La **lecture unimanuelle** est rare, on la rencontre davantage chez les lecteurs débutants ou les aveugles tardifs : l'autre main sert de support et de repérage en début de ligne. Elle parle de mouvements d'**exploration conjointe** lorsque les deux index parcourent la ligne l'un à côté de l'autre et reviennent ensemble à la ligne. La stratégie d'utilisation des deux index côte à côte chez le lecteur moyen entrainerait un agrandissement de la fenêtre perceptive (Millar, 2013). Hatwell (2003) utilise le terme d'**exploration bimanuelle mixte** pour désigner une dissociation des mouvements manuels : la partie gauche de chaque ligne est donc lue par l'IG puis celui-ci est rejoint par l'ID et la partie centrale de la ligne est lue par l'exploration conjointe, enfin la partie droite de la ligne est lue par l'ID pendant que le gauche effectue le retour à la ligne suivante. Enfin l'**exploration bimanuelle disjointe simultanée** est le propre des lecteurs les plus performants. Selon Wormsle (1996), elle est observée chez les enfants les plus âgés et après au moins quatre années de Braille. Dans ce type de lecture, la MG entame l'exploration d'une nouvelle ligne pendant que la MD lit encore la fin de la partie droite de la ligne précédente ; les deux mains explorent donc des lettres différentes en même temps.

Pour Millar (2013), chez le lecteur débutant, une main lit pendant que l'autre trouve le début de la ligne suivante et contrôle la direction du balayage ou fournit un point de référence tandis que dans la lecture experte, les deux mains alternent dans le traitement des **informations verbales et spatiales**. Elle sous-entend donc que l'exploration bimanuelle disjointe simultanée n'existe pas. Davidson et al. (1992) renchérissent en expliquant que l'avantage procuré par l'utilisation des deux mains chez le lecteur expert viendrait du fait qu'elles exécutent simultanément des fonctions différentes et complémentaires.

Concernant la préférence manuelle, Millar (2013) ne retient pas de preuve fiable quant à l'idée qu'il existerait une meilleure main pour la lecture du Braille. Elle cite Ittyerah (1993) qui déclare que la main utilisée par le Brailliste n'a aucun rapport avec sa latéralité puisque le nombre d'enfants utilisant la MG est égal au nombre d'enfants utilisant la MD. La lecture nécessitant une organisation spatiale des mouvements de balayage ou un recodage verbal, toute supériorité de l'un ou l'autre des deux hémisphères devrait s'annuler (Hatwell, 2003).

1.3.5.2 Mémoire auditive et tactile dans la lecture

Chez les enfants aveugles plus que chez les voyants, la lecture repose sur la mémoire dès le début de l'apprentissage : en effet, faute de pouvoir s'aider d'un support visuel lors de l'apprentissage, il leur est important de stocker les associations configurations physiques tactiles-sons rapidement en mémoire à long terme (Millar, 2013). De plus, lors de la lecture, à défaut de pouvoir effectuer facilement des retours en arrière au risque de perdre sa ligne, l'enfant doit être capable de récupérer et de sauvegarder en mémoire à court terme les informations précédemment lues afin de pouvoir les organiser entre elles (Millar, 2013).

L'empan tactile étant très faible (seulement 2-3 items) par rapport à l'empan des configurations phonologiques, on retient également l'importance de stimuler l'attention auditive, les compétences phonologiques et la mémoire auditivo-verbale qui permettront à l'enfant de recoder rapidement ce qu'il a lu (Millar, 2013).

1.3.5.3 Lien entre traitement lexico-sémantique et haptique

Comme on l'a vu dans la partie précédente, les processus d'accès au sens sont impliqués à un stade précoce, permettant un accès plus rapide à la phonologie, venant ainsi soulager la mémoire à court terme. De plus, le Braille représente un réel problème pratique en ce que la manipulation répétée provoque l'usure des caractères et donc une perturbation de la lisibilité. Le **contexte sémantique** devient alors nécessaire pour compenser ces déficits perceptifs (Millar, 2013).

Pour Kusajima (1970), le Braille fluent dépendrait de la compétence cognitive puisque les lecteurs compétents se serviraient plus aisément du contexte et des connaissances top-down (*lorsque les connaissances du sujet influencent sa perception*) pour compenser les difficultés de discrimination. Il applique la **théorie du logogène de Morton** au Braille : sur la base du cadre contextuel qui fournit des mots-candidats, le Brailliste compétent effectuerait des allers-retours incessants entre perception tactile et lexique mental sur la base des informations orthographiques/phonologiques/syntaxiques et sémantiques reçues. Pour Nolan et Kederis (1969) également, les lecteurs rapides traitent d'abord les premières lettres d'un mot puis se réfèrent au contexte pour deviner la suite.

Cependant, pour Stanovich et West (1983), seuls les lecteurs débutants useraient du contexte lorsqu'ils rencontrent des ambiguïtés lexicales ou perceptives. Les Braillistes compétents, forts de leur acuité et de leurs automatismes de déchiffrage, se reposeraient finalement peu sur le sens.

1.3.5.4 Les difficultés rencontrées dans l'apprentissage du Braille

Millar (2013) parle d'un apprentissage laborieux. Hatwell (2003) déclare que l'apprentissage est d'autant plus complexe que la cécité apparaît tardivement, occasionnant une moindre capacité générale d'apprentissage (plasticité cérébrale) et une moindre motivation (en lien avec l'acceptation du handicap). De plus, les individus ayant appris à lire le Braille dès l'âge de 5-7 ans auraient davantage de chance de devenir des lecteurs fluents par rapport à ceux qui ont d'abord appris à lire des textes imprimés (Hatwell, 2003). Cependant, l'efficacité de la lecture sera toujours inférieure à celle des voyants lisant des textes imprimés. Cette différence concerne au même titre la vitesse de lecture, la compréhension et la précision et ne cesse de croître avec l'âge (Tobin, 2000).

- ☞ Difficultés d'accès au code

Les aveugles précoces, du fait de leur sous-exposition au LE de façon naturelle, possèdent finalement une faible conscience de l'écrit et donc des connaissances en matière de culture écrite lacunaires (conventions de l'écrit, concepts de mots/phrases, fonctions de l'écrit etc.) (Jalbert et Champagne, 2005).

Millar (1997) pointe l'inconvénient que représente le fait que les différentes lettres aient peu de traits distinctifs : elles ne se différencient les unes des autres que par le nombre et la localisation spatiale de leurs points. Or, la perception des configurations est dépendante de la numérosité et de la densité des points (Gentaz, 2018) : en effet, certains points seraient moins accessibles que d'autres à la pulpe du doigt (Wittman et Felter, 2004), notamment les points du bas 3 et 6. De plus, il a été démontré par Millar (2013) que plus le nombre de points est élevé moins la reconnaissance du caractère sera aisée. Enfin, la majorité des confusions concerneraient les graphies symétriques en miroir, notamment les caractères e/i et d/f/h/j ; en effet ce sont des graphies fréquentes : leur remplacement dans le mot ne perturberait pas sa structure phonologique (Wittman et Felter, 2004).

Millar (2013) fait également état de l'inconvénient que représente le faible empan de la mémoire tactile par rapport à la mémoire visuelle et donc de la nécessité de posséder de bonnes compétences phonologiques dès le départ.

- ☞ Difficultés concernant l'accès au sens

Hatwell (2003) et Gentaz (2018) mettent en relief les obstacles à l'accès au sens. Tout d'abord, l'absence de médiateurs illustrations/objets au cours de l'apprentissage de l'écrit rend l'opération difficile pour le Brailliste débutant par rapport au voyant qui peut se référer à une image pour mettre en relation signifiant et signifié.

De plus l'absence d'images et de champ périphérique tactile limite la perception du contexte ; un voyant, contrairement à un aveugle, peut balayer (même inconsciemment) le texte et extraire des mots qui lui permettront de se faire une idée du sens global (Gentaz, 2018).

☞ Le DD-LEB : un outil de dépistage des difficultés en langage écrit Braille

Ferey et ses collaborateurs (2016) ont élaboré un test de dépistage des difficultés rencontrées par les enfants Braillistes. Ils ont utilisé des épreuves issues de la BALE[14] (mémoire et conscience phonologiques, dictée et lecture de mots) et adaptées à la modalité tactile Braille ainsi que des épreuves conçues spécifiquement pour le DD-LEB (test de connaissance du nom des lettres, dénomination rapide automatisée et test tactilo-attentionnel). Ce test a été étalonné sur 28 enfants francophones braillistes âgés de 6,5 à 15 ans, DV visuels précoces et ayant débuté l'apprentissage du braille avant l'âge de 7 ans et depuis au minimum 6 mois.

☞ Etude sur la remédiation orthophonique

Une seule étude existe à ce jour concernant la remédiation orthophonique. Après analyse des erreurs rencontrées dans la lecture du Braille, Wittmann et Felter (2004) décrivent cinq axes de travail orthophonique, présentés selon un ordre chronologique :

- Travail sur le schéma corporel et la latéralisation
- Exercices de discrimination de formes (différentes puis similaires)
- Travail sur l'espace-feuille avec des formes continues saillantes et discontinues punctiformes
- Entrainement linguistique sur des graphies isolées, des syllabes, des mots courts puis des phrases courtes
- Travail sur les morphèmes (affixes, désinences et mots-outils)

1.3.5.5 Stratégies de réparation de la lecture

Pour Millar (2013), lorsqu'il rencontre des difficultés (ambiguïtés lexicales, contexte inadapté, configurations altérées, erreurs orthographiques), le Brailliste expert est capable d'utiliser des processus compensatoires qui dépendent notamment de la flexibilité (retours en arrière/aperçus, changements de stratégies), du contexte et de ses compétences en déchiffrage.

L'incongruence entre le son du mot entier et la séquence des sons des lettres qui le composent (Gentaz, 2018), notamment pour les mots peu fréquents/non familiers et les mots irréguliers (Millar, 2013) provoque 2 types de stratégies de réparation :

[14] La Batterie Analytique du Langage Ecrit, créée en 2010 par le laboratoire de psychologie et neurocognition est un outil diagnostic des troubles spécifiques du langage écrit. Elle est étalonnée chez des sujets du CE1 à la 5e ; elle est en libre accès sur le site www.cognisciences.com.

- Les **retours en arrière** : Millar (2013) en distingue 2 sortes :
    - Des retours en arrière continus locaux (mouvements répétés sur des mots individuels) sont plutôt relevés lorsque le mot est dégradé perceptivement ou peu fréquent en Braille normal.
    - Les retours en arrière discontinus (déplacement sur un ou plusieurs autres mots en amont avant de revenir sur le mot qui a engendré la régression) ont lieu quand le mot-cible n'est pas congruent avec le contexte sémantique et/ou lorsqu'il était mal orthographié.
- Les **aperçus** sont des mouvements de balayage vers des mots subséquents qui permettent à l'individu d'obtenir des indices sur le contexte (Millar, 2013).

Gentaz (2018) précise que la lecture de mots irréguliers est dégradée dans un premier temps (mais phonologiquement juste) puis note qu'un processus d'accès direct au sens lui permet d'accéder à la forme phonologique correcte après un certain temps de latence.

Le Braille est un système organisé mais son utilisation peut être entravée par ses compétences tactiles intrinsèques (discrimination fine, traitement analytique). C'est pourquoi il est nécessaire d'initier l'enfant à cette pratique dès son plus jeune âge à travers des exercices préparatoires, ce qui permettrait l'organisation des processus neuronaux et somesthésiques à l'œuvre.

1.4 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

1.4.1 Problématique de l'étude

Quelques mémoires et écrits font état des particularités de lecture de l'enfant DV Brailliste mais rares sont les écrits pratiques et/ou à destination directe des orthophonistes. Or l'infime prévalence et le manque d'homogénéité des profils ne devraient pas restreindre les travaux dans ce domaine (Lewi-Dumont, 1997).

Ce travail aurait pour visée de donner aux orthophonistes, susceptibles de recevoir des enfants présentant une déficience visuelle dans leur cabinet, un **aperçu des processus en jeu lors de la lecture du Braille**. Cela leur permettrait d'une part de **mieux anticiper la mise au Braille** et d'autre part, de **comprendre l'origine de certaines difficultés rencontrées**, d'autant plus que la nomenclature mentionne la possibilité de rééduquer les troubles du LE dans le cadre de déficience sensorielle.

1.4.2 Hypothèses

1.4.2.1 Hypothèse générale

Au vu des données théoriques exposées auparavant, nous pouvons supposer que les processus mis en œuvre dans la lecture du Braille diffèrent de ceux identifiés dans la lecture de l'imprimé.

1.4.2.2 Hypothèse opérationnelle

Nous posons les hypothèses suivantes :

- le type de DV et l'âge d'apprentissage du Braille a un impact sur les compétences en Braille : les enfants ayant appris le Braille plus tardivement auraient des difficultés à entrer dans le code ;
- l'amélioration des compétences en fluence et en compréhension (qui sont par ailleurs deux compétences intimement liées dans la lecture de l'imprimé) sont chez l'individu Brailliste en lien avec une évolution des stratégies manuelles, cognitives (mnésiques, attentionnelles et exécutives) et linguistiques (phonologiques, lexicales et sémantiques).
- cette étude nous fournirait des bases de rééducation orthophonique permettant de remédier aux difficultés potentielles en langage écrit rencontrées chez l'individu Brailliste.

2. PARTIE PRATIQUE

2.1 METHODE

2.1.1 Population étudiée

2.1.1.1 Critères d'inclusion

La volonté de représenter l'hétérogénéité de la population DV a motivé notre choix de recruter des sujets aux profils très différents ; les critères d'inclusion étant les suivants :

- Déficience visuelle sévère à cécité (catégorie 2 à 5)
- Age chronologique entre 8 et 17 ans
- Consentement éclairé et signé des parents
- Pratique du Braille > 2 ans

2.1.1.2 Critères d'exclusion

Nous avons décidé d'écarter de notre étude les sujets avec handicaps associés (déficience intellectuelle ou auditive notamment) et/ou non scolarisés en inclusion.

2.1.1.3 Les sujets

Pour mener à bien nos observations, nous avons rencontré 6 enfants et adolescents (tableaux ci-dessous), âgés de 9 à 17 ans. Ces sujets bénéficient tous d'un suivi et/ou de prises en soins régulières dans un centre spécialisé (à l'Institut Jeunes Aveugles de Toulouse ou au Centre de Soins et d'Education Spécialisé de Ambarès-et-Lagrave) ; ils sont par ailleurs en inclusion scolaire partielle ou totale. Les tuteurs légaux ont signé un formulaire de consentement de participation et une autorisation d'enregistrement audio-vidéo.

S1 (IJA Toulouse)

Age / classe	9 ans / CM1
Catégorie CIM 10	Cat 4
Age d'apparition de la DV	3 ans (DV progressive)
Nombre d'années de pratique du Braille	3 ans
Connaissance de l'imprimé	Non
Pathologie	Gliome du nerf optique
Vision résiduelle	Aucune vision résiduelle, légère perception lumineuse

S2 (CSES Ambarès-et-Lagrave)

Age / classe	10 ans / CM2
Catégorie CIM 10	Cat 2
Age d'apparition de la DV	Naissance
Nombre d'années de pratique du Braille	3 ans
Connaissance de l'imprimé	Oui
Pathologie	Dysplasie septo-optique
Vision résiduelle	Nystagmus, strabisme convergent, vision floue

S3 (CSES Ambarès-et-Lagrave)

Age / classe	12 ans / CM2
Catégorie CIM 10	Cat 3
Age d'apparition de la DV	Naissance
Nombre d'années de pratique du Braille	6 ans
Connaissance de l'imprimé	Non
Pathologie	Cataracte congénitale bilatérale + glaucome de l'aphaque (OD)
Vision résiduelle	Vision floue, faible perception des contrastes, perte de champ visuel sur l'œil droit

S4 (CSES Ambarès-et-Lagrave)

Age / classe	12 ans / 6e
Catégorie CIM 10	Cat 4
Age d'apparition de la DV	8 ans (DV progressive)
Nombre d'années de pratique du Braille	2 ans
Connaissance de l'imprimé	Oui
Pathologie	Neuropathie optique bilatérale dans le cadre d'un lupus érythémateux disséminé atypique
Vision résiduelle	Pas de perception des couleurs, scotome central dans le CV

S5 (CSES Ambarès-et-Lagrave)

Age / classe	14 ans / 4e
Catégorie CIM 10	Cat 3
Age d'apparition de la DV	3 ans (DV progressive)
Nombre d'années de pratique du Braille	8 ans
Connaissance de l'imprimé	Non
Pathologie	Gliome optochiasmatique
Vision résiduelle	Vision floue, pas de perception du champ gauche

S6 (CSES Ambarès-et-Lagrave)

Age / classe	17 ans / 2nde pro
Catégorie CIM 10	Cat 3
Age d'apparition de la DV	7 ans (DV progressive)
Nombre d'années de pratique du Braille	7 ans
Connaissance de l'imprimé	Oui
Pathologie	Gliome supraoptique dans le cadre d'une neurofibromatose
Vision résiduelle	Vision tubulaire, perte de distinction des tonalités chromatiques proches, amblyopie

2.1.2 Matériel et méthode

L'objet de notre étude portant sur les mécanismes de lecture de texte, nous avons choisi comme épreuve principale la lecture du récit ***Monsieur Petit*** (**Annexe 4.**) issu de la BALE que nous avons fait transcrire en BI par le CSES de Peyrelongue. *Monsieur Petit* est un récit narratif et « multisensoriel » : les aveugles peuvent faire appel à d'autres sens que la vue pour accéder au sens du texte (ex : toucher → chien, goût → oranges/légumes, odorat → fleurs fanées etc.) et l'histoire se rapporte à leur environnement quotidien (maison, chien, jardin, arbre, fruits etc.). De plus, la plupart des mots présente une bonne fréquence d'utilisation dans le langage courant, ils sont alors plus susceptibles d'être « prédits » par le sujet. On trouve également des mots moins fréquents (buvard, insomnie, transistor

etc.), ce qui va nous permettre d'observer les stratégies utilisées par le sujet pour les déchiffrer. Nous avons également créé une épreuve de compréhension de texte afin d'avoir un aperçu des compétences de nos sujets en matière d'accès au sens.

Afin de cerner les difficultés qui pourraient venir impacter la qualité de lecture de ce texte nous avons sélectionné/adapté de la *BALE*, d'*Evaleo* et d'*Exalang* cinq épreuves qui balaient les compétences sous-jacentes à la lecture (phonologie, mémoire, discrimination tactile, décodage et accès lexical) :

- Empan endroit/envers (*Exalang*)
- Fluences verbales sémantique et phonologique (*Evaleo*)
- Phonologie (*BALE*)
- Lecture de mots réguliers et irréguliers (*BALE*)
- Comparaison de séquences de lettres (*BALE*)

2.1.2.1 Lecture de texte

La consigne est la suivante : « *Tu vas devoir un lire un texte le mieux possible. A la fin, je te poserai quelques questions sur ce texte pour savoir ce que tu en as compris. A toi, le texte est devant toi.* ». Le chronomètre est démarré au premier mot lu. Un enregistrement audio-vidéo est réalisé pour une analyse a posteriori (mouvement des mains, synchronisation mouvements-parole, posture, qualité et vitesse la lecture).

2.1.2.2 Questionnaire de compréhension écrite

Le questionnaire diffère selon l'âge du sujet. Les sujets âgés de 8 à 12 ans sont invités à répondre à des questions précises tandis que les plus âgés sont incités à rappeler ce qu'ils ont retenu du texte, des mots cibles étant attendus.

2.1.2.3 Epreuve de fluences

Concernant la **fluence sémantique**, la consigne est la suivante : *« Peux-tu me donner le plus grand nombre d'animaux que tu connais en une minute ? ».* Cette épreuve permet l'évaluation de l'accès au lexique par entrée catégorielle et la structure du système sémantique. Nous avons choisi d'évaluer le lexique des animaux (et non celui des aliments comme dans l'*Evaleo*) pour observer la typologie de l'organisation sémantique de nos sujets (connaissances « encyclopédiques », animaux familiers etc.), ainsi que, éventuellement, leurs compétences en morphologie dérivationnelle (mâle/femelle/petit).

Concernant la **fluence phonologique**, la consigne est la suivante : « *Peux-tu me donner le plus grand nombre de mots commençant par le son /p/ en une minute ?* ». Cette épreuve permet de mettre en évidence la structuration du lexique interne sur entrée phonologique. De la même façon, nous avons préféré utiliser le son /p/ (et non le son /s/ comme dans l'*Evaleo*) afin de pouvoir identifier de potentielles confusions phonologiques p/b et les compétences en morphologie dérivationnelle (il existe davantage de préfixes en /p/ qu'en /s/ : para, pré, péri, pro etc.) De plus, les mots commençant par le son /p/ sont moins susceptibles de prêter à confusion car leur orthographe est stable contrairement aux mots commençant par le son /s/ dont l'orthographe peut varier (ex : cintre/sinon).

2.1.2.4 Epreuve de phonologie

Les enfants du CE1 au CM2 devront effectuer une **segmentation phonémique** ; la consigne est la suivante « *Je vais te donner un mot et tu vas devoir le découper en sons. Par exemple, si je te dis jouet, tu dois me dire j-ou-et. Tu as compris ? A toi !* ».

Les adolescents à partir de la 6e devront **fusionner les premiers phonèmes de deux mots** ; la consigne est la suivante « *Je vais te donner deux mots. Tu vas devoir prendre le premier son de chaque mot pour en faire une syllabe. Par exemple, si je te dis Photo Artistique, tu retiens le /f/ de photo et la /a/ de artistique, ce qui fait la syllabe /fa/. Tu as compris ? A toi !* ».

La première épreuve permet d'avoir une idée des compétences phonologiques du sujet, la deuxième permet de mettre également en évidence ses capacités d'assemblage phonémique.

2.1.2.5 Epreuve de lecture de mots

Six mots réguliers et six mots irréguliers sont présentés au sujet ; ses mains sont filmées pendant le déchiffrage.

La lecture de **mots réguliers** permet d'évaluer les capacités d'assemblage du sujet (correspondance grapho-phonémique), de mettre en évidence les stratégies utilisées pour accéder à la forme sonore du mot et les erreurs éventuelles (confusions kinesthésiques ou sonores par exemple).

La lecture de **mots irréguliers** permet de mettre en évidence les stratégies utilisées et les difficultés rencontrées par le sujet pour accéder à la forme phonologique de mots dont l'orthographe ne respecte pas la phonologie du mot.

2.1.2.6 Epreuve d'empan

Pour la tâche d'**empan de chiffres endroit**, une série de chiffres est présentée oralement. Le sujet doit les répéter dans le bon ordre. Si le sujet réussit, le nombre de chiffres est augmenté de +1. Si le sujet échoue, on recommence avec une autre série comportant le même nombre de chiffres. S'il échoue de nouveau on conclut à l'empan du nombre de chiffres retenus. Cette épreuve permet d'évaluer la boucle phonologique.

Pour la tâche d'**empan de chiffres envers**, une série de chiffres est présentée oralement. Le sujet doit les répéter immédiatement à l'envers. Si le sujet réussit, le nombre de chiffres est augmenté de +1. Si le sujet échoue, on recommence avec une autre série comportant le même nombre de chiffres. S'il échoue de nouveau on conclut à l'empan du nombre de chiffres retenus. Cette épreuve permet d'évaluer la capacité maximale de la mémoire de travail.

2.1.2.7 Epreuve de comparaison de séquences de lettres

Sur le modèle de la comparaison de séquences de lettres de la BALE, nous proposons au sujet 2 colonnes de 20 séquences composées de 3 à 4 caractères Braille chacune (épreuve élaborée selon les erreurs fréquemment rencontrées en lecture Braille : substitutions et inversions de caractères). Il lui faut comparer les séquences de la colonne 1 avec les séquences de la colonne 2 et estimer si elles sont semblables ou non. Les mains sont filmées durant cette épreuve. Cette épreuve permet de mettre en évidence les stratégies utilisées par le sujet pour comparer les séquences et de pointer les défauts perceptifs.

2.1.2.8 Epreuve de compréhension orale

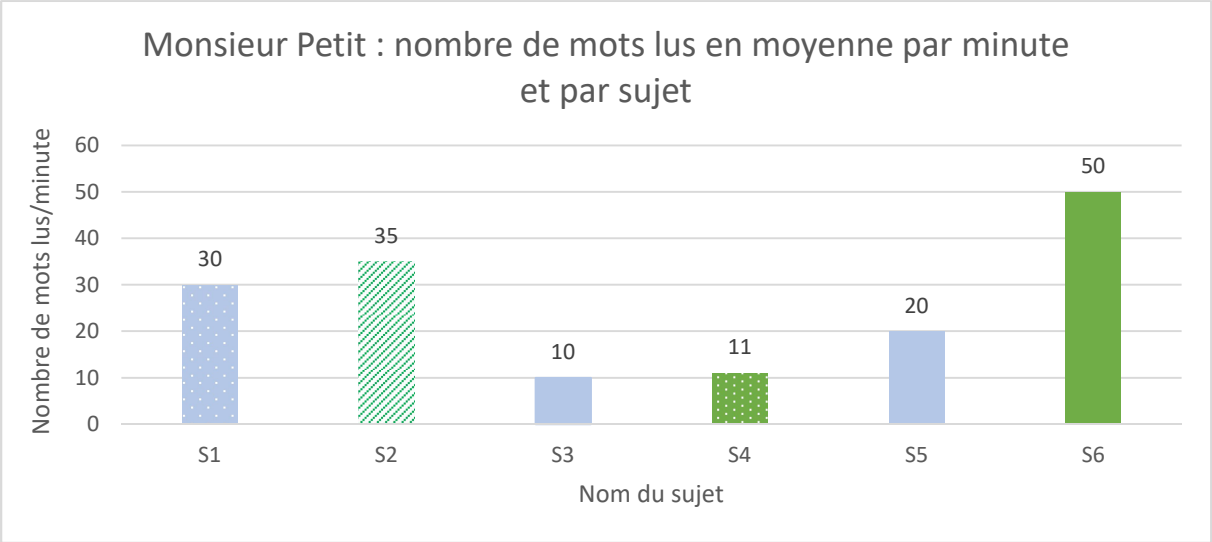
Cette dernière épreuve est réalisée si, et seulement si, le sujet a échoué à l'épreuve de compréhension écrite, afin d'infirmer le biais lié aux difficultés de compréhension orale. Le texte Monsieur Petit est présenté à l'oral. A l'issue de sa lecture, l'examinateur propose de nouveau les questions proposées à l'épreuve de compréhension écrite.

2.1.3 Traitement des données

Les données sont traitées anonymement dans un tableur Excel, à partir des vidéos et des enregistrements audio effectués. Les épreuves de fluence sont cotées selon l'étalonnage d'*Evaleo*, les épreuves d'empans selon l'étalonnage d'*Exalang*. L'appréciation des autres épreuves est qualitative.

2.2 PRESENTATION DES RESULTATS

2.2.1 Fluence en lecture de texte



Graphique 1 Monsieur Petit : nombre de mots lus en moyenne par minute et par sujet

Concernant l'épreuve de lecture principale (texte *Monsieur Petit*), ce graphique représente le nombre de mots lus en moyenne par minute et pour chaque sujet.

Pour rappel :

- En bleu, les sujets qui *n'ont jamais lu l'imprimé*.
- En vert, les sujets qui *ont lu / lisent l'imprimé*.
- En pointillés, les sujets qui lisent le Braille depuis *moins de 3 ans*.

Manifestement, S2[15] alterne entre lecture haptique et lecture visuelle : les index se déplacent tantôt sur la ligne en frottant chaque caractère verticalement, tantôt sous la ligne (comme pour dégager la ligne afin de *voir*), le sujet ayant *littéralement* le nez collé à la feuille pendant toute la durée de l'épreuve. De plus, la dernière ligne lue a, quant à elle, était prononcée sans être balayée tactilement.

2.2.2 Compréhension globale du texte par les sujets

La majorité des participants a correctement relaté le récit : pour chacun d'eux, le sens général est bien construit même si leur discours dénote parfois une légère incohérence (ex : pour S5 « *Chien à Puces est séparé des concombres et des légumes par un portail* ») ou des omissions (par exemple, S5 ne se rappelle plus des noms du *Monsieur* et du *Chien*). Seul S1 n'a pas eu accès au sens global du

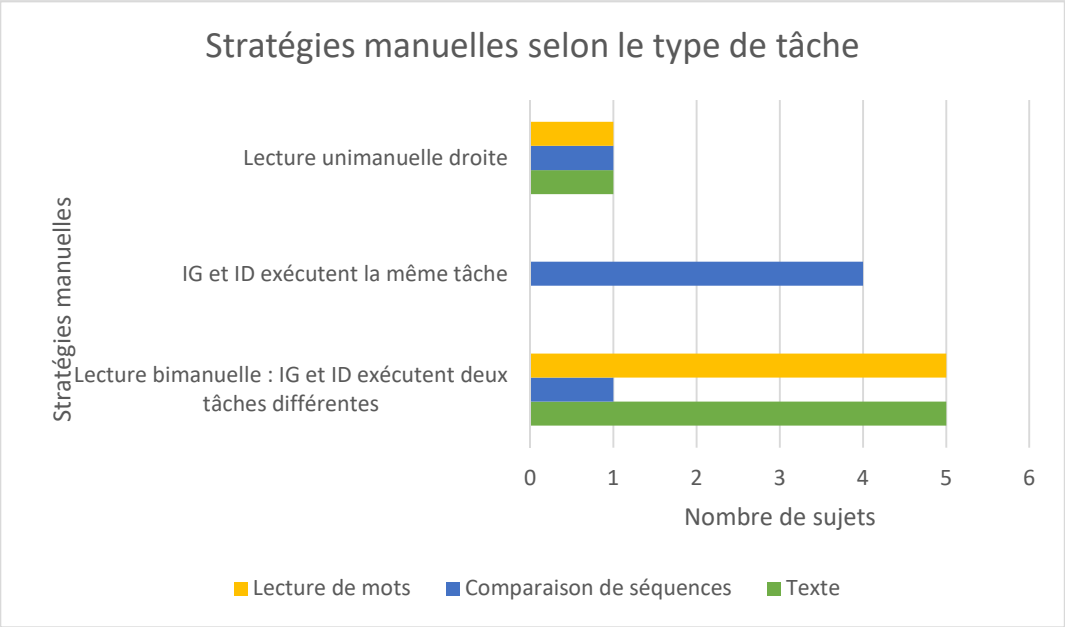
[15] Il s'agit du sujet ayant le handicap visuel le plus faible (cat 2 de l'OMS). De plus, sa déficience consiste en une forte myopie, son CV n'est donc pas impacté. Il a appris à lire le Braille en prévention mais continue d'utiliser l'imprimé à l'école.

texte ; il n'est pas en mesure de fournir la moindre réponse au questionnaire, les seuls éléments retenus étant « *Le chien est gourmand. Ya un portillon au fond du jardin pour pas que le chien y s'en va.* ». Sa compréhension orale est, quant à elle, irréprochable.

2.2.3 Stratégies manuelles et difficultés de repérage

2.2.3.1 Stratégies manuelles selon le type de tâche (à l'échelle de la tâche)

Ce graphique met en évidence les stratégies manuelles utilisées selon le type de tâche proposée.



Graphique 2 Stratégies manuelles selon le type de tâche

☞ Lecture de mots / lecture de texte

Pour la lecture de mots et de texte, nous relevons l'utilisation différenciée des deux doigts pour 5 de nos lecteurs. Deux stratégies différentes sont relevées :

- S1, S3, S4 et S6 utilisent leur deux index joints la plupart du temps. Pour les retours à la ligne, l'IG survole la ligne lue puis descend d'un cran pour trouver le début de la ligne à lire (ou à l'inverse, descend d'un cran et survole la ligne à lire pour trouver le début). Il est alors rejoint par l'ID. Ces lecteurs semblent lire avec l'IG (qui frotte les mots plus en détail) et se repérer avec l'ID (qui attend en amont de la ligne et marque les positions notamment pendant les retours en arrière).
- S5 commence chaque ligne les deux index joints. Arrivée au tiers de la ligne, l'IG descend au début de la ligne suivante, effectue quelques allers-retours sur le premier mot en attendant l'ID qui termine seul la lecture de la ligne. L'IG rejoint l'ID pour les retours en arrière.

En ce qui concerne S2, comme vu précédemment, les mouvements sont anarchiques : l'IG balaie aléatoirement les caractères verticalement tandis que l'ID est disposé en amont sur la ligne/sur la page (mais ne semble pas marquer une position particulière). Les mouvements sont très rapides. Les

retours en arrière sont rares et furtifs. Pour les retours à la ligne, S2 lève les deux doigts en même temps arrivé en bout de ligne, semblant compter sur sa vue pour trouver la bonne ligne. Pour la lecture de mots, on observe le même fonctionnement : l'IG balaie tout ou partie du mot (semblant laisser la place pour *voir*) tandis que l'ID attend en amont sur la page.

☞ Comparaison de séquences

S1, S4, S5 et S6 balaient les séquences de la colonne de gauche avec leur IG et les séquences de la colonne de droite avec leur ID. S2 n'utilise que son IG pour cette épreuve, ayant posé sa MD sous la table. Sa tête est toujours penchée à quelques centimètres de la feuille. S3 quant à lui utilise ses deux index joints pour déchiffrer chacune des séquences. Celles-ci sont rarement balayées dans leur intégralité.

2.2.3.2 Stratégies manuelles en lecture de texte à l'échelle du mot

Quand certains sujets exercent de petits mouvements (zig zag, cercle, va-et-vient) sur chacun des caractères composant les mots, d'autres ne font ceci que sur quelques caractères/mots, balayant plus rapidement tout ou partie des mots. C'est le cas notamment de S5 (une vingtaine de mots ainsi balayés) et à moindre échelle, de S4 (moins d'une dizaine de mots ainsi balayés). Pour S6, la lecture étant plus rapide, les petits mouvements sont troqués contre des balayages horizontaux plus lents ce qui entraine une alternance de rythme (à l'image des fixations/saccades oculaires).

Exemples -en *italique*, les mouvements centrés sur le caractère (ou balayés plus lentement) ; en **gras**, les éléments balayés plus rapidement- :

Corpus 1 - S5 : « *C'est l'his***toire** *de Mons***ieur Petit** *qui vit dans une vi***lle**[16] *mai***son** *située au c***ours** *d'un vieux vil***lage**. *La mai***son** *est* **s-***entourée d'un jardin avec une bar***rière**. *Il y a des concombres, des choux frisés…* »
Corpus 2 - S6 : « *Chien à Puces aime se c***acher** *près de la pou***le** …non *poub***elle** *à l'ombre d'un oran***gier** *couvert de fruits dél***icieux**. »

2.2.3.3 Difficultés de repérage

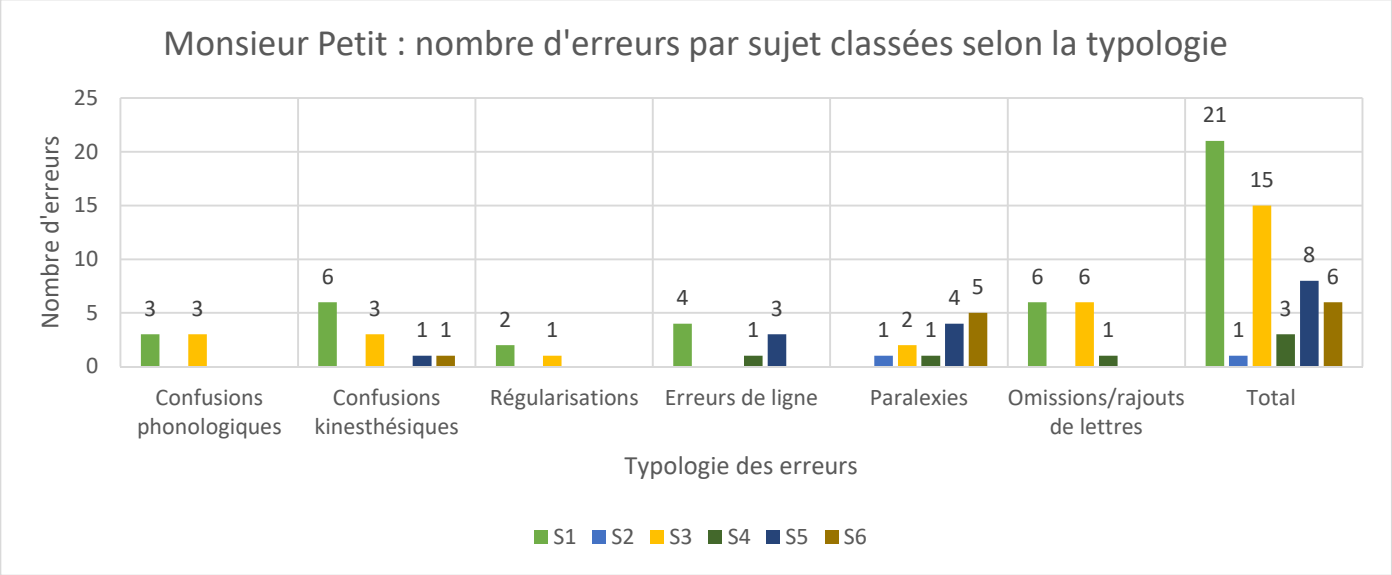
Cinq sujets sur 6 présentent des difficultés de repérage ; elles se manifestent dans le texte par des sauts de ligne ou la relecture de la même ligne (S4 et S5) et à l'épreuve de comparaison de séquences de lettres par des sauts de séquences (S1, S3, S4, S5 et S6). Seul S2 ne présente pas de

[16] **Paralexies** induites par ce type de balayage. A noter que S5 semble anticiper « La maison est *située* ».

difficultés pour se repérer. A noter que S4 et S5 ne s'autocorrigent pas toujours spontanément lors des erreurs de ligne (malgré l'incohérence créée).

2.2.4 Typologie des erreurs selon le type de tâche

2.2.4.1 Lecture de texte



Graphique 3 Monsieur Petit : nombre d'erreurs par sujet classées selon la typologie

Ce graphique fait état du nombre d'erreurs par sujet et selon leur typologie. Les confusions phonologiques, les régularisations et les omissions/rajouts de lettres semblent être le propre de nos plus jeunes lecteurs de primaire. Les paralexies concernent, quant à elles, davantage les lecteurs possédant le plus d'expérience en Braille (S3, S5 et S6). Nos lecteurs les plus jeunes totalisent un nombre d'erreurs conséquent comparé à celui de nos lecteurs collégiens et lycéen. *Pour rappel, le S2 semble combiner sens visuel et haptique pour lire le Braille ce qui aurait un impact sur le faible nombre d'erreurs.*

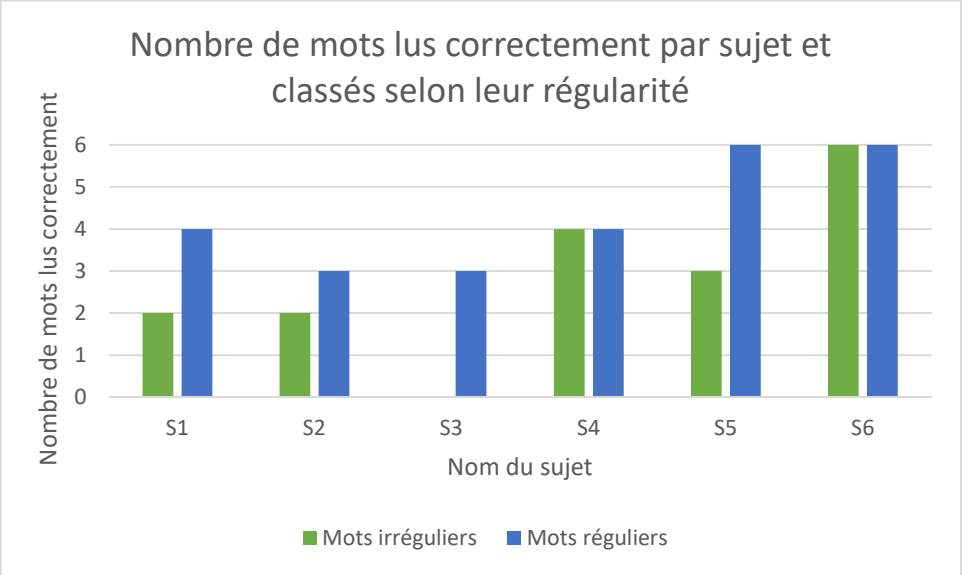
Voici un tableau recensant quelques erreurs rencontrées :

SUJET	ERREURS
S1	*brodés* lu /brote/, *ébréché* lu /ebrese/, *buvard* lu /bumar/, *tic* lu /tec/, *frisés* lu /flize/, *oranger* lu « orage », *regardant* lu /gardã/, *insomnie* lu /ɛ̃sɔ̃ni/, *monsieur* lu /mõsjœʀ/ (liste non exhaustive).
S2	*une vieille* lu « au vieille »
S3	*monsieur* lu « misère » puis /mõsjœr/, *vieille* lu « ville », *sortes* lu /sɔrti/, *s'échappe* lu /veʒap/, *portillon* lu /borilõ/, *située* lu /vity/, *vieux* lu /vil/, *au cœur* lu « autour » (liste non exhaustive).
S4	*portillon* lu « portail », *barrière* lu « arrière »

S5	*vieille* lu « ville », *au cœur* lu « au cours », *fanées* lu « dans »[17]
S6	*coucher* lu « cacher », *poubelle* lu « poule, *toutes les nuits* lu « toujours », *dent* lu « fente », *billes* lu « balles »

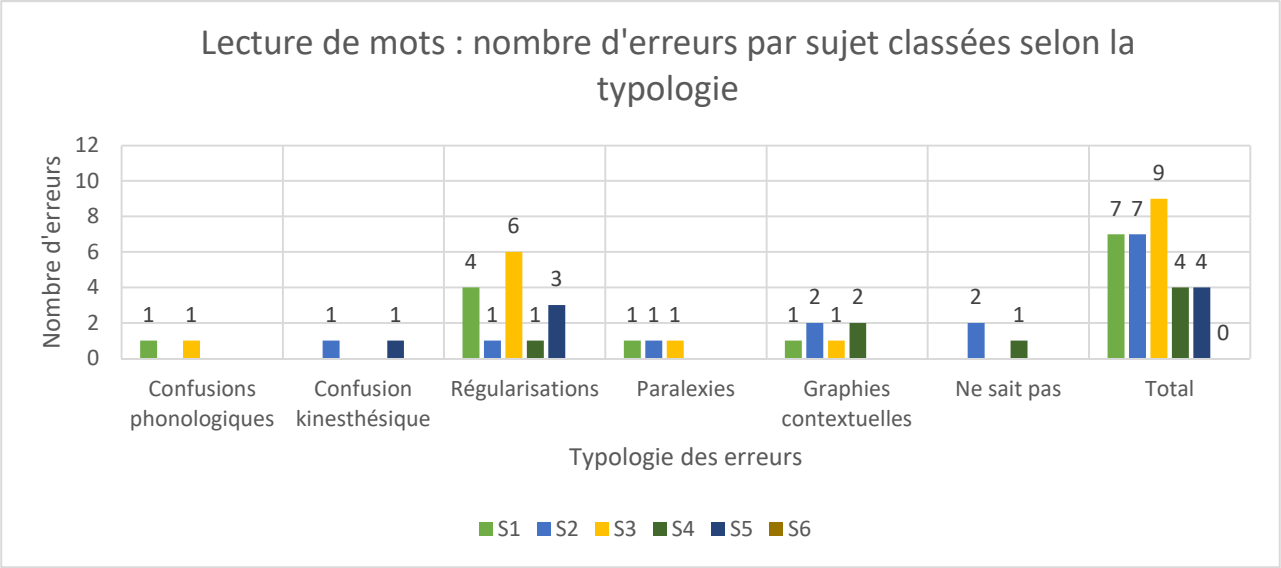
Tableau 1 Erreurs classées par sujet (listes non exhaustives)

2.2.4.2 Lecture de mots



Graphique 4 Lecture de mots : nombre de mots lus correctement par sujet classés selon leur régularité

Les mots irréguliers sont dans l'ensemble moins bien lus que les mots réguliers (72% des mots réguliers sont bien lus contre seulement 47% des mots irréguliers, tous lecteurs confondus).



Graphique 5 Lecture de mots : nombre d'erreurs par sujet classées selon la typologie

Plus de 70% des mots irréguliers mal lus ont fait l'objet d'une régularisation. Environ 17% des mots réguliers mal lus font l'objet d'une erreur de graphie contextuelle (règle du *s*- et du *g*-).

[17] S5 et S6 confondent de la même façon le /f/ et le /d/ (caractère miroir) mais contrairement aux autres sujets qui prononcent des mots inexistants, les mots sont lexicalisés.

Nos plus jeunes lecteurs de primaire sont également ceux qui commettent le plus d'erreurs. A noter que S2, bien qu'utilisant sa vue, ne parvient pas à déchiffrer correctement plus de la moitié des mots. Ci-dessous un tableau (exhaustif) des erreurs rencontrées :

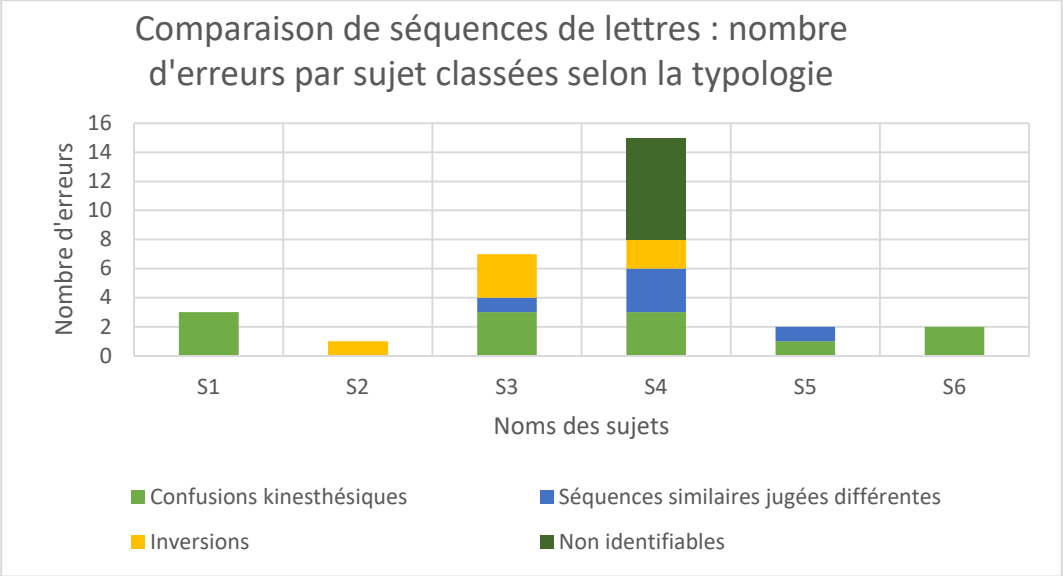
SUJET	ERREURS
S1	Mots irréguliers : *oignon* lu /waniõ/, *chorale* lu /ʃoral/, *respect* lu /respɛkt/, *aquarium* lu /akarium/, *poêle* lu « poule » Mots réguliers : *asile* lu /asil/, *cagoule* lu /gagul/
S2	Mots irréguliers : *chorale* lu /ʃoral/, *poêle* lu « poule » Mots réguliers : *asile* lu /asil/, *cagoule* lu /kaʒul/, *bise* lu /bes/
S3	Mots irréguliers : *poêle* lu /poɛl/, *galop* lu /galɔp/, *chorale* lu /ʃoral/, *aquarium* lu /akarir/, *respect* lu /resec/, *oignon* lu /wago/ Mots réguliers : *asile* lu /asil/, *cagoule* lu /kakul/, *piège* lu /piɛr/
S4	Mots irréguliers : *chorale* lu /ʃoral/ Mots réguliers : *asile* lu /asil/, *cagoule* lu /kaʒul/
S5	Mots irréguliers : *poêle* lu /poɛl/*, chorale* lu /ʃoral/, *aquarium* lu /akaryuks/

Tableau 2 Liste exhaustive des erreurs rencontrées à la lecture de mots

Notes :

- S5 semble prendre conscience de la forme correcte des mots *oignon*, *respect* et *galop* après quelques ébauches et des retours en arrière (« */galop/ ah ! galop », « /rɛsp/… ah ! respect », « ah ! oignon »*).
- De la même façon, S6 commet 3 régularisations mais s'autocorrige aussitôt la forme erronée voire les premières syllabes prononcées (« /galop/galop, /ʃ…./chorale, /aka…/aquarium »). Concernant les mots réguliers, S6 semble sur le point de faire des erreurs de graphies contextuelles mais s'autocorrige spontanément après avoir prononcé les premières syllabes et balayé le mot (« */as/…asile, /kaʒ/…cagoule* ») dans son intégralité.

2.2.4.3 *Epreuve de comparaison de séquences*



Graphique 6 Comparaison de séquences de lettres : nombre d'erreurs par sujet classées selon leur typologie

Ce graphique nous renseigne sur le type d'erreurs rencontrées dans la comparaison de séquences de lettres, classées selon leur typologie.

Ces résultats sont à relativiser : en effet, l'épreuve a mis en difficulté la quasi-totalité des sujets qui peinaient à se repérer. Ainsi, le jugement de différence émis concernant des séquences similaires est souvent attribué à l'oubli manifeste d'un point (supérieur droit notamment) ou à la lecture de la mauvaise ligne.

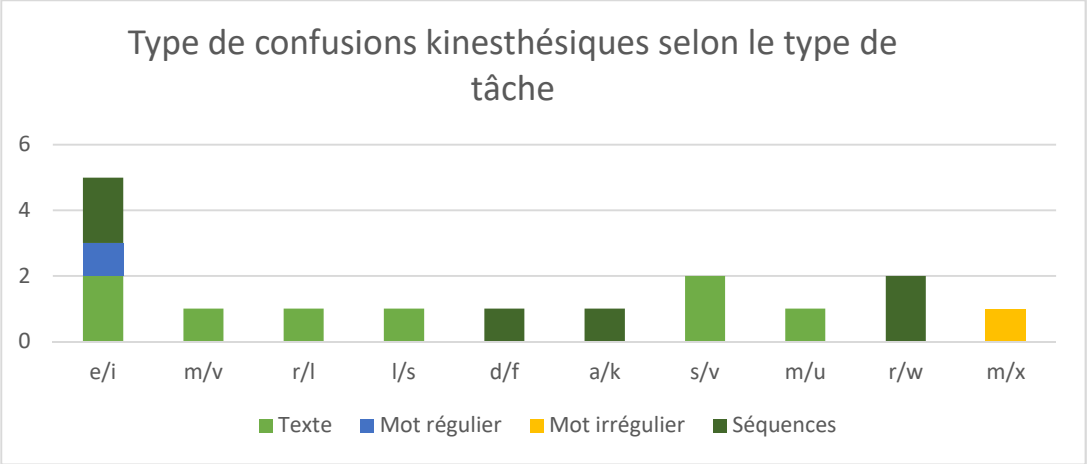
Concernant S4, la typologie de l'erreur est la plupart du temps difficilement identifiable et pour cause : l'index est souvent à cheval sur deux lignes, omettant ainsi les points du haut, et ne balaie que rarement les séquences dans leur intégralité. Même constat pour S3 mais dans une moindre mesure : elle parvient à mettre en place des stratégies pour se repérer comme la subvocalisation ou le comptage des séries. Tous les sujets semblent « marmonner » les séquences.

A propos du temps mis pour comparer les paires de séquences, S1, S2 et S3 mettent en moyenne, entre 10 et 20 secondes tandis que S4 met plus d'1 minute et S5 et S6 moins de 5 secondes.

2.2.4.4 *Confusions kinesthésiques selon le type de tâche*

Le graphique ci-après fait état des confusions kinesthésiques recensées selon le type de tâche. Les confusions de lettres récurrentes dans la langue française ou dont leur remplacement dans un mot ne crée pas d'ambiguïtés sont plus fréquentes dans le texte. A l'inverse, on retrouve des confusions de

lettres peu communes (ou difficilement interchangeables) dans les mots irréguliers et dans les comparaisons de séquences.



Graphique 7 Type de confusions kinesthésiques selon le type de tâche

Les confusions kinesthésiques représentent :

- Pour la moitié d'entre elles, des confusions de graphies en miroir vertical (*e/i, r/w, d/f*).
- Pour 38% d'entre elles, des confusions liées à un point (voire deux) de différence :
    - Un point en moins (*r/l* par exemple)
    - Un point décalé (*l/s* par exemple)
- Pour 13% d'entre elles, des confusions de graphies en miroir horizontal (*m/v, m/u*)

Les sujets, interrogés sur leurs difficultés en lecture, rapportent de nombreuses confusions kinesthésiques, notamment sur les caractères suivants : e/i, d/f, j/h.

2.2.5 Epreuves annexes

2.2.5.1 Epreuves de fluences

Concernant l'épreuve de **fluence phonologique**, tous les sujets obtiennent des scores dans la norme (étalonnage *Evaleo*). Concernant l'épreuve de **fluence sémantique**, 4 sujets obtiennent des scores dans la norme, S1 obtient un score dans la zone de fragilité et S6 un score très supérieur à la norme[18]. Cependant, comme vu dans la partie de présentation du matériel, il apparaît judicieux d'aborder ses résultats sous l'angle *qualitatif*.

Concernant la fluence sémantique, tous les sujets présentent une belle organisation lexicale, les changements sont peu fréquents et suivent un ordre logique (du sauvage exotique vers les animaux familiers/domestiques pour S1 et S2, des animaux féroces vers les domestiques en passant par les

[18] J'ai rencontré S6 (2nde pro) en début d'année scolaire donc l'étalonnage de Evaleo, bien que s'arrêtant à la 3e, est toujours valable.

oiseaux pour S4, des animaux familiers vers les animaux sauvages pour S3 et S5), le déroulement de chaque sous-catégorie est loin d'être exhaustif mais le nombre d'items est, la plupart du temps, supérieur à 2. S1, S3 et S5 évoquent respectivement 70%, 55% et 60% d'items familiers (animaux de compagnie ou vivant dans les jardins) tandis que les autres sujets n'en présentent pas plus de 30%, privilégiant les animaux exotiques.

Aucune déclinaison dérivationnelle n'est relevée pour les fluences sémantiques. Nous notons par contre une surreprésentation des mots de la famille de *père* (*père, papa, papi*) dans les fluences phonologiques (chez S1, S2, S3 et S5). S3 déroule 3 mots dérivés de *port* (*porter, portable, port*) et de *porte* (*portail, porte, portillon*). S4 déroule 3 mots de la famille de *pomme* (*pomme de terre, pomme, patate douce*). S5 évoque 4 mots dérivés de *piqu-* (pic, piqûre, piquer, picotement). L'organisation des items de la fluence phonologique de S6 est quant à elle davantage sémantique (*poubelle papier / président premier / pilote police pompier pirate*).

2.2.5.2 Epreuve de phonologie

Concernant l'épreuve de phonologie, les sujets S1, S5 et S6 obtiennent non seulement de très bons résultats mais comprennent très bien ce qui est attendu d'eux contrairement à S2 et S3 qui peinent à comprendre la consigne. Pour S2 et S3, les premiers sons de chaque mot sont systématiquement bien isolés (les items à 2 sons sont donc réussis) tandis que le reste du mot est divisé en syllabes (z-é-ro, c-ol, s-oeur mais r-ond, f-aim, ch-at et l-it). S4, quant à lui, éprouve des difficultés à différencier lettre et son (ex : cousin infernal = /sɛ̃/).

2.2.5.3 Epreuves mnésiques

En ce qui concerne les empans endroits, seul S5 obtient un score pathologique tandis que S1 obtient un score dans la zone de fragilité, pour tous les autres, les scores sont dans la moyenne. A propos des empans envers, tous les sujets obtiennent des scores dans la norme (voire au-dessus de la norme pour S3).

2.2.6 Para-verbal, commentaires et attitudes des sujets

2.2.6.1 Rythme et prosodie en lecture de texte

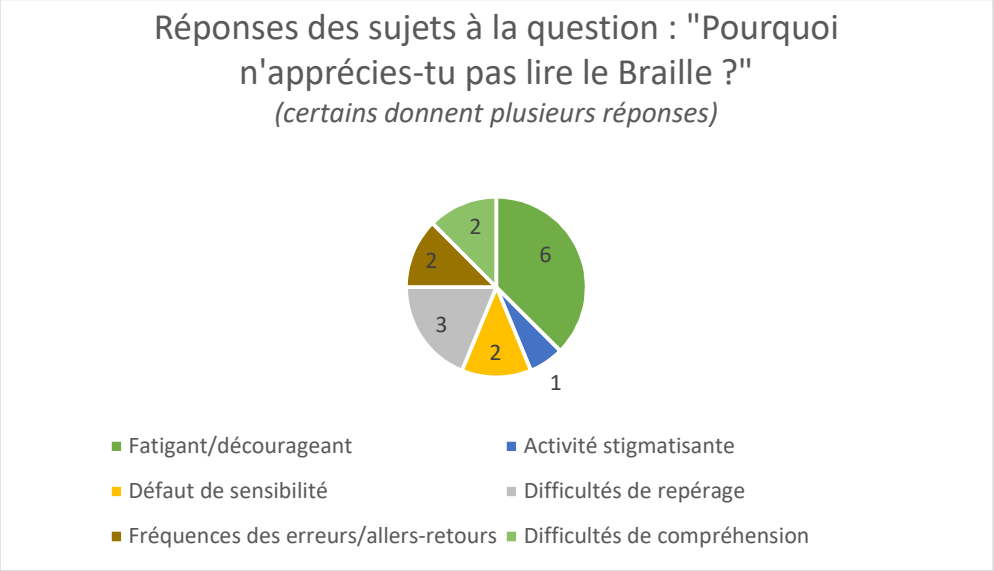
De manière générale, nous constatons une lecture aprosodique, l'intonation ne respectant pas ou peu la ponctuation. S1, S3 et S4, la plupart du temps dans le déchiffrage, vocalisant au mieux un mot après l'autre, ont une lecture saccadée ; le rythme n'est pas celui de la ponctuation. A l'inverse,

S2, S5 et S6, qui vocalisent par syntagme nominal voire par propositions, marquent régulièrement des pauses ; le rythme est ainsi déjà plus respectueux de la ponctuation.

2.2.6.2 Posture

Deux des sujets (S4 et S6) disent utiliser parfois leurs résidus visuels pour se repérer. Ces mêmes individus ferment leurs yeux quand ils lisent. S2, déclarant quant à lui lire le Braille avec ses yeux quand ses doigts n'y parviennent pas, a systématiquement la tête penchée à seulement quelques centimètres de sa feuille. Les autres ont la tête droite (S3 et S5) ou les yeux levés vers le haut (S1).

2.2.6.3 Ressenti des sujets par rapport à la lecture du Braille



Aucun sujet ne déclare lire le Braille *par plaisir*. Au contraire, la réponse « *Je n'aime pas lire* » est unanime. Et pour cause, nombre d'entre eux rencontrent des difficultés de repérage (de type sauts de lettres/mots/lignes) (S1, S3 et S5), de sensibilité (S5 déplore « *une gêne du bout des doigts* », S2 estime *ne rien sentir avec ses doigts* ou à l'inverse *sentir trop de choses*) ou des erreurs fréquentes (de type inversions/confusions) (S1 et S4) venant entraver la fluidité de la lecture et parfois même la compréhension générale du texte (pour S1 et S3). Tous jugent cette activité coûteuse (en raison de la lenteur et du volume important notamment). S5 estime cette activité stigmatisante (« *Elle montre mon handicap* »).

2.2.6.4 Attitude des sujets pendant l'épreuve

Pour la plupart d'entre eux, les sujets ont témoigné de la volonté. Seuls S1 et S2 se sont montrés un peu réfractaires, négociant la fin des épreuves, avançant notamment les arguments de fatigabilité et de difficultés.

3. DISCUSSION

3.1 GENERALITES

3.1.1 Vitesse de lecture

Tout d'abord, il convient de remarquer qu'aucun de nos sujets n'est « lecteur expert » au sens entendu par Millar (2013) (environ 100 mots/minute) : quand Monsieur Petit est lu en moyenne en 95 secondes (162 mots/minute) par un enfant de CE2 normo-voyant (étalonnage de la *BALE*), notre S6 le plus rapide (en classe de 2nde pro) le lit en 307 secondes (50 mots/minute).

Toutefois cela ne semble guère pathologique au vu de ses bonnes compétences phonologiques, de ses capacités mnésiques dans la norme pour son âge et d'un accès lexical de qualité. L'accès au code, la conversion grapho-phonémique et l'assemblage phonémique semblent eux-mêmes efficaces avec une lecture de mots sans faute et qui plus est, quasi-instantanée (1 seconde pour les mots réguliers simples d'une syllabe…. le temps de les frotter et 3 secondes pour les mots irréguliers…. le temps de les frotter et de corriger la forme sonore).

Des processus court-circuitant le balayage lettre à lettre semblent donc à l'œuvre dans la lecture experte. La vitesse semble augmenter avec l'expérience et le niveau d'études, en lien avec une automatisation des mouvements, une amélioration de la compréhension et des compétences phonologiques et le développement de stratégies comme nous le verrons par la suite.

3.1.2 Mouvements manuels

Quatre de nos sujets utiliseraient préférentiellement l'IG pour déchiffrer et l'ID pour marquer une position (notamment sur la ligne, comme une butée). Leur technique de retour à la ligne est d'ailleurs quasiment similaire (plus ou moins rapide et automatisée) : la lecture de la ligne terminée, l'IG trouve seul le début de la ligne avant d'être rejoint par l'ID. S5 dispose d'une stratégie différente : non seulement son ID lit seul une grande partie du texte mais de plus, les retours à la ligne sont orchestrés différemment, l'index non lecteur arrivé au tiers de la ligne descend au début de la ligne suivante et y attend l'index lecteur en balayant les premiers mots, comme pour anticiper.

Quatre de nos lecteurs, les plus expérimentés, sont en mesure d'utiliser leurs deux index pour réaliser la même tâche de discrimination (comparaison de séquences de lettres). Parmi ceux-ci, seul S5 peut effectuer cette comparaison en parallèle.

Les deux index sont donc susceptibles d'être habiles dans la discrimination de points : cependant, en condition de lecture narrative, les index semblent se spécialiser dans une tâche. L'un des

deux extrait des informations spatiales de ces combinaisons de points telles que la forme générale (afin d'identifier une nouvelle ligne / un nouveau mot / la fin d'un mot) dans le but de marquer une position et l'autre semble en extraire des éléments de langage (sons, sens). Imaginons un nouvel objet que l'on découvre, sans l'aide de la vue : une main semble stabiliser l'objet tandis que l'autre l'explore. De la même façon, si on se retrouve dans une pièce les yeux bandés, le corps tourne avant de marcher/explorer. Le repérage et l'exploration sont donc deux tâches essentielles et complémentaires.

Chez nos sujets nous n'observons donc aucune des stratégies décrites par Hatwell (2003) qui sous-entendait que les deux index soient en mesure d'effectuer le même type de tâche, de façon alternative, sinon simultanée ce qui n'est visiblement pas le cas. Le niveau d'expertise semblerait donc se traduire par une spécialisation manuelle : les deux mains seraient capables d'exécuter simultanément des fonctions différentes et complémentaires. Ces observations vont donc dans le sens des hypothèses émises par Millar (2013) et Davidson et al. (1992) décrites en *1.3.4.1*.

Par ailleurs, au vu du nombre de sujets restreints, il est difficile d'extraire des statistiques concernant la préférence manuelle. Chez nos sujets en tous cas, la préférence manuelle gauche pour lire est la plus répandue, ce qui n'est pas sans nous interroger sur la théorie de Vallar (1997) qui stipulait que l'hémisphère droit contrôlerait les informations tactiles et spatiales et l'hémisphère gauche les zones du langage.

Beaucoup de questions concernant les mouvements et la préférence manuels semblent ainsi sans réponse : des études sur des lecteurs experts permettraient de lever certaines ambiguïtés.

3.1.3 La lecture du Braille, une activité coûteuse

Les témoignages et l'attitude des sujets nous montrent que lire le Braille est une activité coûteuse cognitivement (fatigabilité, difficulté à extraire l'information haptique, à se repérer). En effet, la lecture du Braille, à l'inverse de la lecture de l'imprimé, n'est pas passive : elle impose une exploration active, un traitement analytique puis un esprit de synthèse mais également une auto-écoute de qualité afin de juger si le mot prononcé existe et est en adéquation avec le contexte. Ce feedback auditif permet par exemple aux sujets les plus expérimentés, au mieux de corriger la forme sonore (pour les mots irréguliers par exemple), sinon d'effectuer des retours en arrière pour se corriger. La lecture du Braille requiert ainsi une grande flexibilité et des compétences métaphonologiques de qualité.

Cette activité paraît d'autant plus difficile que le sujet possède encore des résidus visuels et qu'il a appris à lire l'imprimé : si on se réfère à la théorie, la réorganisation cérébrale n'ayant pas

encore eu lieu, utiliser la vue est irrépressible pour aborder ce que le toucher ne parvient pas à discriminer, les deux sens étant complémentaires (cf *1.1.2*).

Hatwell (2003) avançait que les aveugles n'ont pas une acuité tactile[19] de meilleure qualité que les voyants. A l'inverse, Hamilton et Pascual-Leone (1998) estiment que l'agrandissement de la représentation corticale sensorimotrice des doigts est corrélé à une acuité spatiale tactile supérieure. Il apparaît difficile de pencher pour l'une ou l'autre de ces théories dans ce mémoire, ne disposant que d'observations cliniques portant sur des sujets aveugles. Toutefois, l'analyse des erreurs et des commentaires lors de l'épreuve de comparaison de séquences nous fait pencher en faveur de facilités évidentes chez le Brailliste expert concernant :

- Un **meilleur focus attentionnel** : si S2 estime parfois « sentir trop de choses » (si nous-mêmes essayions de lire le Braille les yeux fermés, nous ressentirions également plein de stimuli), c'est peut-être qu'il n'est pas capable de faire abstraction des détails alentour (ligne au-dessus ou en dessous, lettres d'à-côté). Cela rejoint la théorie de la fenêtre attentionnelle exposée dans le modèle connexionniste multi-traces décrit par Ans et al. (1998) : les Braillistes compétents utiliseraient leurs index à bon escient pour cadrer cette fenêtre attentionnelle. Ainsi, lors de la lecture classique (progression horizontale, centrée sur le mot), l'index qui sert de repère offre une « vue » large tandis que lors des retours en arrière (stratégie plus analytique, centrée sur le caractère), ce même index vient se poser à proximité de l'index lecteur.
- Une **meilleure représentation mentale** de ce à quoi ressemble la page (cela implique un meilleur repérage) : S3, par exemple, parvient à se repérer en comptant les séquences précédemment lues.
- A ceci s'ajoute, dans les textes narratifs, le développement de stratégies reposant sur des compétences cognitives diverses (notamment mnésiques et exécutives) et sur la spécialisation manuelle (vue précédemment).

Si les aveugles ne possédaient pas une acuité tactile supérieure, ils possèdent en tous cas de meilleures compétences en termes d'attention focalisées, d'imagerie mentale sur base tactile et de bonnes compétences cognitives. La capacité à abstraire l'information (analyser un élément isolément) puis à synthétiser ces éléments en une image mentale globale impose une énorme charge cognitive.

Une amélioration des compétences motrices et cognitives en lien avec une réorganisation cérébrale permettrait un gain en vitesse de lecture, toujours moindre à celle de l'imprimé, et moyennant un coût cognitif important.

[19] Pour rappel, le *seuil d'acuité tactile* correspond à la distance minimale nécessaire entre deux points afin de les discriminer distinctement.

3.2 SPECIFICITES DE L'APPRENTISSAGE TARDIF DU BRAILLE

Au vu des données théoriques qui stipulent que l'apprentissage du Braille et plus globalement la réorganisation cérébrale sont difficiles si la déficience visuelle est tardive, nous pouvons nous attendre à observer davantage de difficultés chez les sujets ayant appris à lire l'imprimé avant le Braille… ce qui n'est pas forcément évident. Bien sûr, nous notons le besoin irrépressible de voir en cas de difficultés (S2 et S6 dans une moindre mesure), une certaine lenteur (S4) et quelques erreurs (notamment des paralexies, chez nos trois sujets S2, S4 et S6) mais finalement bien moins que chez les sujets n'ayant jamais appris à lire l'imprimé. Nous allons essayer de mettre en évidence en quoi l'apprentissage de l'imprimé peut avoir un impact positif ou négatif sur les compétences en Braille.

3.2.1 Difficultés rencontrées quant à l'apprentissage du Braille

D'une part, la DV tardive est généralement progressive, l'enseignement du Braille est donc souvent réalisé alors que l'imprimé est installé et encore pratiqué (cf *1.3.3.1*). Or la volonté de voir étant irrépressible, il est difficile pour ces jeunes malvoyants d'investir totalement le Braille : comme S2 et S6, ils ne peuvent s'empêcher de chercher à « voir » quand ils sont en difficulté. D'ailleurs, ce dernier ferme les yeux pendant toute la lecture du texte, *comme s'il s'efforçait de ne pas voir*. Or l'apprentissage du Braille nécessitant d'apprendre à développer un autre sens (complémentaire à la vue et non totalement substituable !), les difficultés sont donc récurrentes au début et se manifestent par un vrai tâtonnement (retours en arrière, frottement en zig-zag, déchiffrage) ; le coût cognitif est énorme et la tentation est grande ! En parallèle, pour que ces jeunes malvoyants continuent leurs apprentissages scolaires, des adaptations sont mises en place telles que le placement dans la classe ou l'agrandissement de la police d'écriture, ce qui constituent un confort pour eux mais renforcent par ailleurs leur réticence à apprendre le Braille (pourquoi lirait-il le Braille si l'imprimé leur est encore accessible ?). Il est recommandé de bander les yeux de ses enfants lorsque des exercices en Braille leur sont proposés… mais cette technique jugée un peu « barbare » est décriée.

D'autre part, lire le Braille peut constituer pour certains individus et notamment chez les adolescents (comme pour S5), une activité stigmatisante. En effet, si la DV est parfois invisible (en tous cas quand l'individu est dans un endroit qui lui est familier[20]), lire le Braille, comme en témoigne S5, *révèle le handicap* (à l'instar de l'individu déficient auditif qui se mettrait à signer…). De ce fait, nous pouvons imaginer que de jeunes individus, n'assumant pas ou peu leur handicap, peuvent être réticents à lire en public. Or l'acceptation du handicap est semble-t-il d'autant plus difficile que son

[20] La plupart des sujets connaissaient bien le lieu dans lequel nous les avons rencontrés, de ce fait, leur handicap n'était pas forcément visible.

apparition est tardive (l'individu ayant évolué dans un environnement de « normo-voyants » doit parfois renoncer à certaines activités, au détriment de sa vie sociale).

Enfin, sur un versant plus cognitif, une réorganisation neuronale est nécessaire : si on se fie aux données fournies par l'imagerie fonctionnelle les aires visuelles de l'aveugle précoce ont été réinvesties (cf *1.3.5.2*) ; l'apprentissage du Braille, sur le principe de l'apprentissage de l'imprimé correspondrait à mise en relation des aires sensitives et motrices (cf. système somesthésique en *1.3.5.1*) avec les aires du langage. L'aveugle tardif ayant appris à lire l'imprimé, devra quant à lui développer de nouveaux réseaux sensitivo-moteurs et les lier aux aires du langage. A ceci s'ajoute la nécessité d'apprendre un nouvel alphabet, de mettre en lien les nouvelles acquisitions tactiles avec les données visuelles précédemment perçues (concept de lettres, concept des mots irréguliers etc.)… mais sur ce dernier point, « *avoir vu* » peut constituer un atout dans l'apprentissage du Braille ; c'est ce que nous allons voir maintenant.

3.2.2 Des bénéfices liés à l'expérience de l'imprimé ?

Toutefois, au vu des bons résultats obtenus par nos sujets anciens lecteurs d'imprimés (S4 et S6 notamment), nous allons essayer de déterminer quels sont les avantages qu'ils ont pu en tirer.

Tout le capital visuel emmagasiné est bénéfique à l'apprentissage du Braille, tant sur le plan du LO que sur celui de la littératie. Concernant le développement du LO, l'aveugle tardif ayant accumulé plus d'expériences visuelles est capable de faire plus de liens entre les concepts visuels et les termes qu'il est amené à rencontrer en lecture. Ainsi, l'épreuve de fluence sémantique nous montre que les aveugles précoces font plus référence à leur environnement proche (en lien avec le *langage égocentré* décrit par Hatwell (2003)) que les aveugles tardifs. Or un nombre plus élevé de références externes permettrait au sujet lecteur d'accéder à une meilleure compréhension globale et d'anticiper plus de mots en cohérence avec le contexte (en lien avec les *structures cognitives* décrites par Giasson, 2008).

Concernant l'accès à la culture écrite, le Brailliste qui a eu accès à l'imprimé connaît l'utilité de l'écrit et la forme qu'il peut prendre : albums, recettes, publicités, panneaux de signalisation etc. Parce qu'il a perçu l'utilité de lire (et d'être « indépendant » de ce point de vue-là), ressentira-t-il plus le besoin d'apprendre à lire le Braille (en lien avec les *structures affectives* décrites par Giasson, 2008). Par ailleurs, nous pouvons imaginer que les sujets Braillistes précoces reçoivent souvent l'aide de leur entourage pour la lecture de pancartes, de plans, de publicités, d'albums… faute d'autonomie sur ce plan-là, apprendre le Braille n'est pas jugé utile si ce n'est pour lire les cours (l'offre de roman transcrit en Braille étant limitée dans le commerce)… De plus, l'organisation de ces différents écrits obéit à

des règles particulières : l'aveugle tardif se repèrera certainement plus facilement, sachant *où* chercher. Cela dit il aura toujours besoin, comme l'aveugle précoce, d'informations « para-textuelles » comme le thème, le type d'écrit, la longueur de l'énoncé, afin de mieux anticiper (cf. *1.1.4*).

Le lecteur d'imprimé perçoit les différentes casses (écriture en italique, soulignée, en gras), les majuscules, la ponctuation, les couleurs, l'écriture manuscrite ainsi que les illustrations (couverture d'un livre par exemple). Tous ces éléments jouent un rôle important que les Braillistes précoces ne peuvent se figurer. Lire un texte imprimé a cet aspect *vivant* que seuls ceux qui l'ont vu peuvent s'imaginer. Toutes les caractéristiques concernant la casse (italique, souligné, gras, police/taille différente) sont transcrites en Braille par le même caractère (points 4-5-6) de *mise en évidence*, ce qui peut paraître insipide et rendre peu intéressant l'écrit. Forts de leur imagination visuelle, ceux qui ont eu accès à l'imprimé peuvent se figurer sans doute ces éléments.

Force est de constater que nos anciens lecteurs d'imprimés font beaucoup moins de régularisations que les autres lecteurs de Braille. L'explication la plus plausible à cela viendrait du fait, qu'ayant emmagasiné l'image globale de ces mots, la concaténation des caractères lors du déchiffrage viendrait raviver cette image globale ce qui permettrait au sujet de s'auto-corriger. Cette explication suppose que les caractères ainsi déchiffrés soient retranscrits sous forme visuelle dans leur imagerie mentale, or cela est possible puisque les 3 sujets m'ont justement indiqué avoir encodé les empans sous forme visuelle. Les autres Braillistes quant à eux devraient faire l'effort d'aller chercher le mot dans leur lexique phonologique qui se rapproche le plus de la forme qu'ils sont en train de déchiffrer et qui semble plausible dans le contexte (importance de la mémoire auditivo-verbale + déduction).

Compréhension de l'utilité de l'écrit, accès à plus de concepts pour comprendre le monde des normo-voyants (monde à l'honneur dans la plupart des ouvrages…), meilleure figuration de l'écrit (et donc meilleur accès au code et aux « sentiments » induits) constituent autant d'atouts cognitifs et affectifs pour l'apprentissage du Braille chez l'ancien lecteur d'imprimé.

Hatwell (2003) supposait que les individus ayant appris à lire le Braille vers l'âge de 5-7 ans ont plus de chance de devenir des lecteurs fluents par rapport à ceux ayant appris à lire des textes imprimés (cf. *1.3.4.4*). Toutefois, nos observations et notre argumentation vont plutôt en faveur d'un bénéfice de l'apprentissage de l'imprimé sur les compétences a posteriori en Braille à condition que l'individu ait fait le deuil de la vue (acceptation du handicap, inhibition de l'aide visuelle, réorganisation cérébrale).

3.3 QUELLES STRATEGIES POUR UN BRAILLISTE EXPERT ?

3.3.1 La théorie du logogène de Morton appliquée au Braille

On constate que :

- Les erreurs en lecture de texte et de mots diminuent avec l'expérience.
- La vitesse de lecture croît avec l'expérience (S1 par rapport à S6).
- La compréhension globale s'améliore avec l'expérience.
- Les mouvements manuels s'automatisent avec l'expérience.

Ces résultats portent à penser que nos lecteurs « expérimentés » ont mis en place des stratégies leur permettant d'économiser du temps et de l'énergie. C'est la fonction même de la lecture globale chez le lecteur d'imprimé. Toutefois, pourrait-on comparer cette stratégie à de la *lecture globale* (voie de gauche sur le modèle DRC, **Annexe 2.**)?

Le toucher est par définition un sens analytique : les éléments constituant un tout sont explorés un par un et ce n'est qu'après la synthèse de ces éléments que le sujet peut accéder à l'image globale. Dès lors, le Braille n'échappe pas à la règle : les caractères constituant les mots sont frottés les uns après les autres et ce n'est qu'à l'issue d'un traitement de synthèse que le sujet peut avoir accès à la forme phonologique du mot. *La voie globale n'existe donc pas, par définition, en Braille.*

Dès lors, comment pourrait-on décrire et expliquer cette stratégie ? Un lecteur expert d'imprimé (qui n'utiliserait donc que sa voie globale) ne commet plus d'erreurs de déchiffrages (confusions, erreurs de graphies contextuelles, inversions, régularisations etc.) mais la rapidité peut engendrer des paralexies, notamment si les deux mots sont quasiment semblables sur la forme (on parle de paronymes) et d'autant plus si leur sens est proche (ou du moins s'ils sont facilement substituables dans le contexte). Or, force est de constater que nous relevons également des **paralexies** en Braille chez nos lecteurs expérimentés. Dans un même temps, nous remarquons que ces paralexies sont plus occurrentes en **lecture de texte**. Une stratégie **basée sur le contexte** permettrait donc de déduire des mots plausibles (en lien avec le contexte et/ou existant dans la langue française).

L'observation des doigts des sujets qui consistent à ne frotter que le début des mots et à survoler la fin nous aiguille davantage : on retrouve ici la théorie du logogène de Morton (Kusajima, 1970 ; cf. *1.4.3.3*). Le sujet déchiffrerait les premiers caractères et sur la base du contexte, sélectionnerait des mots-candidats. C'est certainement ce qui s'est passé chez S6 lorsqu'il a lu « *...près de la poule* » plutôt que « *...près de la poubelle* » : le contexte faisant référence à un jardin et des animaux, « poule » était le premier mot disponible dans son lexique des mots commençant par *pou-*. S6, comme nous avons pu le voir à l'épreuve de fluence phonologique, semble avoir des facilités à dérouler les mots

d'un même champ sémantique sur la base d'un même phonème initial. Cela pourrait être corrélé avec ses aptitudes à déduire les mots selon le contexte sur la base de leur syllabe initiale. A l'inverse, les difficultés de S1 à prédire les mots (cf nombre d'erreurs en lecture de texte) et à comprendre ce qu'il lit, semblent être en lien avec ses fragilités d'évocation en terme de fluence phonologique.

Le fait que de nombreuses paralexies aient en commun d'une part la nature du mot (adverbe, verbe, nom, adjectif etc.) et d'autre part, d'avoir un début pratiquement semblable au mot-cible et une fin plus ou moins différente viennent confirmer l'hypothèse du logogène de Morton (ex : au cœur/au cours/autour, toujours/toutes les nuits, portillon/portail etc.) et la théorie de Nolan et Kederis (1969) qui stipule que les lecteurs rapides traitent d'abord les premières lettres d'un mot puis se réfèrent au contexte pour deviner la suite (cf *1.3.4.3*).

Anticiper certains mots permettrait donc d'améliorer grandement la vitesse de lecture. Ceci dit, cette compétence a des limites : elle dépend d'un **contexte bien ancré** (nous observons que les paralexies sont beaucoup moins nombreuses en lecture de mots, au détriment des erreurs de régularisation et de graphies contextuelles) mais aussi, dans une moindre mesure, de la **place du mot** dans la phrase (les mots en milieu et fin de proposition semblent mieux prédits) et de la **nature du mot** (les mots lexicaux de type adjectifs, verbes et noms font également l'objet de prédictions plus justes).

3.3.2 Un frottement moins appliqué à l'origine des paralexies

La théorie précédente a des limites : certes, de nombreuses paralexies ont en commun d'avoir un début semblable au mot-cible et une fin différente (ce qui confirme l'hypothèse du *logogène de Morton*) mais plus nombreuses sont celles qui ont en commun avec le mot cible des graphèmes situés aléatoirement dans le mot. Ainsi, dans les paralexies retrouvées, *misère* a en commun avec le mot cible *monsieur* les lettres *m*, *s* et *r* (le *è* n'étant pas du tout le même caractère que le *e*), *coucher* a en commun avec *cacher* le *c-* et le *-cher*, *billes* et *balles* ont en en commun tout le mot hormis le *i* et le *a*… Or il ne peut pas s'agir de confusions phonologique ou kinesthésique pour ces exemples : le *i* est bien différent du *o* qui est lui-même bien différent du *a*.

Il est difficile de décrire la stratégie à l'œuvre ici, voici une hypothèse : l'accélération des mouvements provoque un frottement « moins appliqué » : seules quelques lettres aléatoires (une sur deux environ) seraient mieux perçues que les autres. Peut-être pourrions-nous comparer cette hypothèse aux *saccades oculaires* : les index font des petits « bonds » et analysent ainsi la moitié des caractères. Ces caractères ainsi relevés sont traités avec un algorithme similaire au *logogène de*

Morton : des mots-candidats comportant ces caractères sont sélectionnés, le lecteur choisit celui convenant le mieux dans le contexte.

3.3.3 Amélioration des stratégies de réparation

Nous avons pu observer les stratégies de réparation décrites par Millar (2013) : ainsi lorsque nos sujets Braillistes les plus compétents rencontrent des difficultés (ambiguïtés lexicales, oubli de points, sauts de ligne, confusions etc.), ils sont plus facilement en mesure d'utiliser des processus compensatoires.

D'abord, concernant les mots peu fréquents voire inconnus, quand les débutants assument pleinement de prononcer une forme inexistante, les plus compétents inhibent la forme erronée et effectuent des **retours en arrière** pour vérification et/ou des **aperçus** pour aider à la contextualisation du mot. Les retours en arrière consistent à frotter chacun des caractères composant le mot dans leur verticalité (comme pour vérifier qu'ils n'ont pas oublié un point… erreur fréquente dans la lecture rapide du Braille). Les aperçus consistent à glisser plus furtivement vers le mot juxtaposé situé en aval. Par exemple, le syntagme « Chien à Puces » qui surprend beaucoup nos lecteurs fait l'objet de nombreux aperçus et retours en arrière. Comme énoncé par (Millar, 2013), ces processus compensatoires dépendent en grande partie de la flexibilité, du contexte et des compétences en déchiffrage du sujet.

Ensuite, les lecteurs les plus compétents semblent bénéficier de meilleures qualités d'auto-écoute. Le feedback oral leur permet en effet de se réajuster : si le mot prononcé ne leur semble pas adapté au contexte, comme vu précédemment, ils effectuent des retours en arrière ou des aperçus, si le mot est irrégulier, ils sont capables de s'autocorriger spontanément sitôt la forme erronée prononcée (cf. S5 et S6 à l'épreuve de lecture de mots) par un processus d'accès direct au sens (Gentaz, 2018).

Enfin, concernant les erreurs de ligne, quand les sujets débutants « paniquent » (ce qui est le cas de S1 et S4 à la comparaison de séquences de lettres : en effet, tous deux ont tendance à lever les deux mains dès lors qu'ils se perdent), les plus expérimentés trouvent des stratégies. Généralement, les erreurs de ligne concernent la ligne au-dessus ou la ligne en dessous de la ligne cible : pour retrouver leur ligne, nos meilleurs lecteurs lisent les premiers mots de la ligne ; s'ils n'ont jamais été explorés, il s'agit de la ligne du dessus, s'ils ont déjà été explorés, il s'agit de la ligne du dessous.

Ces compétences, comme énoncé par Millar (2013), dépendant de la flexibilité, du contexte et des capacités du sujet à accéder au sens du texte, de ses compétences en déchiffrage mais aussi de ses compétences métalinguistiques (c'est-à-dire à juger de la justesse de ses propres productions).

3.3.4 Quid de l'amélioration de la prosodie et du rythme ?

La ponctuation est très importante dans la compréhension du texte ; et inversement, la compréhension du texte permet aux aveugles d'anticiper la ponctuation. En effet si le lecteur normo-voyant aperçoit les éléments de ponctuation dans son CV (il peut par exemple anticiper l'intonation descendante quand il aperçoit le point), l'aveugle n'en est pas capable. C'est pour cette raison que les Braillistes débutants ont un rythme de lecture saccadé, non conforme à la ponctuation et une prosodie monotone. Or, avec l'expérience, les Braillistes développent des techniques leur permettant d'anticiper la ponctuation.

Tout d'abord, indirectement, le fait que les lecteurs experts soient capables de balayer plusieurs mots avant de les prononcer à voix haute leur permet une plus grande visibilité. Le discours intérieur suscité leur permet de planifier de nombreux aspects paraverbaux tels que l'intonation, le rythme ou encore les liaisons.

De plus, les lecteurs ayant de l'expérience anticipent (parfois à mauvais escient) la ponctuation en faisant des intonations descendantes quand ils sentent arriver la fin de la proposition. Par exemple, S5 prononce « Le portillon reste toujours fermé (↘ intonation descendante) » puis, se rendant compte que la phrase n'est pas terminée « …fermé (↗ répète le dernier syntagme avec une intonation ascendante) pour que Chien à Puces ne s'échappe pas (↘ nouvelle intonation descendante) ».

Aucun de nos lecteurs n'est expert Brailliste. Toutefois, la comparaison entre les erreurs effectuées par nos lecteurs débutants et celles effectuées par nos lecteurs plus expérimentés permet de mettre en exergue les stratégies employées visant l'amélioration de la fluence et de la compréhension, deux compétences intimement liées, comme dans la lecture de l'imprimé.

3.4 LE ROLE DE L'ORTHOPHONISTE

« Que les aveugles seraient malheureux, sans les petites attentions de ceux qui les environnent![…] Les grands services sont comme de grosses pièces d'or ou d'argent qu'on a rarement occasion d'employer; mais les petites attentions sont une monnaie courante qu'on a toujours à la main. »[21]

3.4.1 Constat

Pour la réalisation de ce mémoire, je suis entrée en contact avec plusieurs orthophonistes travaillant en structure (*Institut National des Jeunes Aveugles de Paris, Institut des Jeunes Aveugles*

[21] *Lettre sur les Aveugles, à l'usage de ceux qui voient*, Diderot (1749) p.7

de Toulouse, Institut Régional des Sourds et des Aveugles de Bordeaux). Le travail y est essentiellement pluridisciplinaire et concerne rarement spécifiquement le LE. Même écho chez les enfants : la moitié de nos sujets bénéficient ou ont bénéficié d'une prise en soin orthophonique (S1, S3 et S6) ayant débuté tôt dans l'enfance (et seul S6 a bénéficié d'une prise en soin orthophonique en cabinet libéral), l'objectif initial n'étant donc pas le LE mais le LO (retard de parole/langage, trouble articulatoire voire dysphonie pour S1).

Toutefois, si ces enfants ne bénéficient pas de prise en soin sur le plan du LE et si les orthophonistes ne dispensent pas de rééducation spécifique du LE, ce n'est pas faute de besoins. Le test étalonné et normé DD-LEB créé par l'équipe de Ferey (2016) n'étant pas diffusé, il n'est pas aisé pour les orthophonistes d'identifier les difficultés et il leur est impossible de mettre en évidence la pathologie. De plus, aucune épreuve n'existe à ce jour concernant la fluence de lecture de texte en Braille. Or, l'absence de marqueur de pathologie (bien qu'effective) ne permet pas de prise en charge spécifique au langage écrit.

A ce constat s'ajoute celui de la méconnaissance du handicap visuel chez les orthophonistes : force est de constater l'absence de cours sur le handicap visuel dans la formation initiale, le peu de formations continues (quelques formations de la FISAF[22] et un diplôme universitaire *Techniques de Compensation du Handicap Visuel*), l'offre de stage minime[23] et un nombre dérisoire de mémoire d'orthophonie portant sur le sujet[24]. Tout cela contribue à émettre chez les orthophonistes une réserve quant à la prise en soins des enfants atteints de handicap visuel. Or la prise en charge des enfants aveugles et en particulier du LE chez les enfants Braillistes (ou non) est accessible à tou.te.s les orthophonistes comme nous allons le voir maintenant.

3.4.2 Quelle prise en soin orthophonique pour un individu aveugle Brailliste ?

Comme chez les enfants normo-voyants, chez les enfants aveugles, une rééducation orthophonique du LO peut évoluer vers une prise en soin du LE, et ce, d'autant plus si les difficultés en LO sont susceptibles de se répercuter sur l'écrit. A titre d'exemple, S6 qui était à l'origine suivi en orthophonie pour un trouble articulatoire et phonologique a, par la suite, rencontré des difficultés dans l'apprentissage de la lecture (confusions de sons notamment).

Comme évoqué auparavant, la pathologie en Braille ne peut être mise en évidence. Toutefois les résultats obtenus par nos sujets évoquent plusieurs difficultés potentielles (trouble phonologique,

[22] Fédération Nationale pour l'Inclusion des personnes en situation de handicap sensoriel et DYS en France
[23] A Bordeaux, un unique lieu de stage à Ambarès-et-Lagrave.
[24] Selon l'annuaire des mémoires de la FNEO : entre 2009 et 2019, une dizaine de mémoire en lien avec le handicap visuel dont un seul mémoire concerne de jeunes Braillistes (Gentilhomme E. et Hamzaoui L., 2018).

lenteur excessive au regard de l'expérience, difficultés de compréhension, trouble de la sensibilité tactile etc.) qui sont susceptibles de constituer autant de raisons de bénéficier d'un suivi orthophonique et en tous cas, pluridisciplinaire.

Comme nous avons pu le constater, les enfants présentant une DV ont des profils très variés : la DV peut être isolée ou syndromique, brutale ou progressive, précoce ou tardive, totale ou partielle etc. De ce fait, la rééducation, si elle a lieu d'être, nécessite que le praticien soit en possession des antécédents de l'enfant pour, d'une part adapter au mieux la rééducation au profil du patient (notion de Zone Proximale de Développement[25]) et d'autre part, identifier les objectifs thérapeutiques.

Nous allons maintenant détailler les principaux axes de travail dans la prise en charge en langage écrit du jeune patient Brailliste.

3.4.3 Axes de prise en soin

3.4.3.1 Accompagnement parental

L'orthophoniste, avant toute chose, est en mesure de jouer un rôle dans l'accompagnement parental, et ce dès le plus jeune âge de l'enfant. En effet, comme nous avons pu le voir dans la partie théorique, l'exposition à l'écrit de façon précoce a un impact positif sur les futures compétences en langage écrit (Jalbert et Champagne, 2005). Dès lors, il paraît judicieux d'inciter les parents :

- A permettre une **exposition la plus naturelle possible au Braille** (exemple : étiquetage des objets, intitulé de la pièce sur la porte, prénoms en Braille sur les porte-manteaux, mise à disposition d'albums jeunesse en Braille[26] et d'albums tactiles).
- **Favoriser l'émergence de la culture écrite** en proposant à l'enfant des lectures d'albums ou la lecture des différents écrits rencontrés (publicités, panneaux de signalisation par exemple).
- Et permettre **l'enrichissement de son vocabulaire** à travers un bain de langage et une explicitation *exagérée* de l'environnement de l'enfant afin de varier les entrées sensorielles pour un même concept et de permettre à l'enfant de mettre en lien les différentes perceptions (cf Lewi-Dumont (2011) et Martinez (1989) en *1.1.3* et Galiano (2013) en *1.1.4*).

3.4.3.2 Et concernant les compétences sous-jacentes à la lecture du Braille ?

Comme nous avons pu le voir précédemment, plusieurs compétences semblent jouer un rôle dans la maîtrise du Braille. Le schéma en **Annexe 5**. représente une *tentative de modélisation de la*

[25] La notion de Zone Proximale de Développement est un concept décrit par Vygotsky (1896-1934) qui fait référence à la *différence entre ce que l'enfant fait seul et ce qu'il serait capable de faire s'il était étayé par un adulte*.
[26] Diverses éditions proposent des albums jeunesse en Braille : Les Doigts qui Rêvent, Mes Mains en Or, La Plume de l'Argilète etc.

lecture experte du Braille. Cette activité nécessite des **compétences « tactilo-attentionnelles »**[27] et **lexico-sémantiques** (basées sur la compréhension du contexte et les connaissances morphologiques). Les **processus cognitifs attentionnels, mnésiques et exécutifs** sont essentiels au bon fonctionnement de tous les mécanismes inhérents à la lecture experte du Braille. Nous allons maintenant détailler chacun de ces processus, leur utilité dans la lecture du Braille et le rôle de l'orthophoniste.

☞ Les « compétences tactilo-attentionnelles »

Ce sont les seules compétences spécifiques à l'individu Brailliste (et non partagées par le lecteur d'imprimé). Toutefois, des compétences similaires de type visuo-attentionnelles[28] sont essentielles à la lecture de l'imprimé :

Compétences visuo-attentionnelles (lecture de l'imprimé)	**Compétences tactilo-attentionnelles (lecture du Braille)**
Perception et discrimination visuelles	Perception et discrimination tactiles (système somesthésique : acuité tactile)
Stratégie visuelle exploratoire	Stratégie tactile exploratoire (représentation du support, mouvements manuels)
Analyse, reconnaissance et attention visuelles	Analyse, reconnaissance et attention tactiles (correspondance grapho-phonémique, attention focalisée sur un stimulus[29])

Tableau 3 Comparaison compétences visuo-attentionnelles - compétences tactilo-attentionnelle

L'apprentissage et la rééducation de ces compétences paraissent davantage être l'apanage des pédagogues, psychomotriciens et ergothérapeutes (par exemple S5 qui nous fait part de « *troubles de la sensibilité* » voit régulièrement un ergothérapeute). L'orthophoniste peut éventuellement intervenir en amont dans la préparation à l'apprentissage du Braille en travaillant spécifiquement la discrimination tactile (objets, graphies) et la représentation spatiale (proprioception, schéma corporel, latéralisation, imagerie mentale) pour ensuite aborder la correspondance grapho-phonémique si l'enfant éprouve des difficultés à identifier les stimuli (confusions au niveau du graphème (kinesthésiques) et au niveau du son (phonologiques)). Toutefois, un **travail au niveau du sens** paraît être une bonne alternative pour pallier ces difficultés : S6 qui fait quelques confusions kinesthésiques (notamment f/d) et en proie à des difficultés phonologiques (confusions sourdes-sonores notamment), compense en effet ses difficultés grâce au sens du texte (ses paralexies sont porteuses de sens contrairement aux plus jeunes lecteurs de Braille) [30].

[27] Au même titre que la lecture de l'imprimé requiert des compétences visuo-attentionnelles (Ans et al. 1998).
[28] Compétences évaluées par la batterie d'Evaluation Visuo-Attentionnelle (EVA) (Cavezian et al., 2010b).
[29] cf 3.1.3
[30] Sa rééducation orthophonique avait pour axe un travail morphologique et cognitif et non essentiellement phonologique.

En faveur d'un travail basé sur le sens, nous pouvons également nous appuyer sur les résultats obtenus à la comparaison de séquence de lettres : les confusions rencontrées dans cette épreuve sont absentes, la plupart du temps, dans le texte (r/w, a/k) ; les sujets utiliseraient leurs connaissances top-down pour pallier ces difficultés. De plus, les erreurs centrées sur la lettre sont récurrentes : elles résultent la plupart du temps de confusions de graphies miroirs, de l'omission/du décalage de points. Conscientiser le déchiffrage (balayage vertical, plus appuyé) viendrait ralentir encore davantage la lecture : le recours au sémantique paraît plus judicieux. Enfin, le Braille étant une activité peu attrayante, la mise en sens peut donner au sujet le goût et la motivation de lire.

☞ Les compétences lexico-sémantiques

L'orthophoniste a donc un rôle plus important à jouer dans les compétences lexico-sémantiques. Cela rejoint l'analyse de Millar (2013) et de Kusajima (1970) (*1.3.4.3*) qui prétendent que le Brailliste fluent s'appuie davantage sur ses compétences top-down pour compenser les difficultés perceptives. Le schéma ci-contre fait écho à *The Reading Rope* (Scarborough, 2001) : le choix du mot et la compréhension textuelle sont deux compétences intrinsèquement liées et dont la maîtrise permet la fluence en lecture de BI.

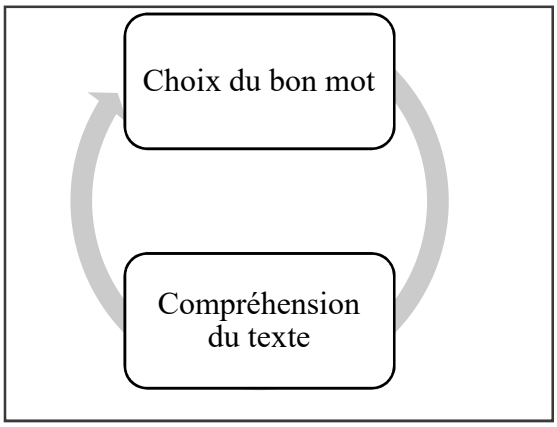


Figure 1. Interaction décodage-compréhension dans la lecture de texte

L'accès au sens suit a priori le même processus chez l'aveugle et chez le normo-voyant (analogie avec les variables énoncées par Giasson, 2008). Toutefois, comme nous avons pu le voir précédemment, une explicitation *exagérée* du monde environnant est nécessaire pour le développement des structures cognitives et affectives (cf *3.2.2*). De plus, concernant la compréhension de textes narratifs en particulier, l'absence de visualisation limitant la perception du contexte (Gentaz, 2018), il est également important d'expliciter la démarche d'accès au sens.

Un entraînement morphologique est préconisé, à condition que le patient soit réceptif. A noter que certains de nos sujets, comme vu dans l'épreuve de fluence phonologique, semblent sensibles à la morphologie (notamment S5 et S3). La morphologie agit sur le plan du *microprocessus*. Il existe deux types de morphologies :

La **morphologie dérivationnelle** opère sur le plan paradigmatique. Elle concerne l'étude des mots appartenant à la même famille. Avoir recours à la morphologie dérivationnelle peut aider les lecteurs de Braille dans la prédiction, le déchiffrage (notamment des mots irréguliers, ex : *chœur/choriste/chorale* sont issus de la même famille et proviennent du latin « chorus » qui signifie

« ronde » et dans les mots de cette famille le *ch-* se lit toujours /k/) et la compréhension de certains mots (gain en fluence). Dans ce contexte, l'orthophoniste peut être amené.e à sensibiliser l'individu sur l'existence des différents morphèmes lexicaux (préfixes et suffixes). Le travail peut être réalisé à l'oral, de façon explicite ou non (banque de mots, fichiers[31], compréhension de récit). A noter que la morphologie dérivationnelle est également très utile à l'apprentissage du BA : de nombreux suffixes (able, ation, bilité etc.) sont ainsi résumés à un seul signe.

La **morphologie flexionnelle** opère sur le plan syntagmatique. Elle concerne l'ensemble des flexions d'un même syntagme en fonction de différents facteurs grammaticaux (genre, nombre, temps, mode, personne, voix). Connaître les règles qui régissent les flexions permet un gain en fluence (anticipation des terminaisons, compréhension de certaines lettres muettes) et l'accès au sens (compréhension des phrases notamment). Ce dernier point est intéressant car nos sujets sont effectivement plus dans une **compréhension globale** (et non syntaxique pure) : ainsi, les paralexies sont souvent en lien avec le contexte général (et n'ont pas toujours de sens dans la phrase…), quant aux erreurs de ligne, elles ne font que rarement l'objet d'une autocorrection (chez S4 et S5 notamment). L'orthophoniste peut être amené.e à expliciter les notions de *nature* et *fonction* et les affixes flexionnels qui en découlent. Pour cela, un travail peut être réalisé à l'oral (explicitation du rôle des mots dans la phrase, complétion et transformations, reformulation de phrases, compréhension de récit par exemple).

D'autres aspects liés à la compréhension seraient également intéressants à travailler comme la prise en compte de la **ponctuation** (elle favorise le *processus d'intégration en facilitant la compréhension interpropositionnelle*), la **compréhension globale** (elle fournit des indices permettant l'établissement d'un schéma structurel et l'anticipation, c'est le *macroprocessus*), le **langage élaboré** (correspondant au *processus d'élaboration*) ainsi que les **compétences métalinguistiques** (savoir raisonner sur ses propres productions orales permet de se réajuster continuellement, elles correspondent aux *processus métacognitifs* de Giasson (2008)).

- ☞ Les compétences cognitives

Dans tous les cas, une **remédiation cognitive** est nécessaire. Il s'agit de stimuler les compétences attentionnelles, mnésiques et exécutives, compétences jouant un rôle primordial dans la lecture du Braille. En effet, le Braille est un système qui implique en permanence le recueil de nouvelles informations et leur mise en correspondance avec celles précédemment perçues (non accessibles directement, comme chez le voyant, par un bref « coup d'œil » en arrière) : les capacités mnésiques jouent donc un rôle primordial dans ce travail de synthèse (par exemple, S1 et S5 obtiennent de faible score en mémoire auditivo-verbale et présentent des difficultés de repérage et de

[31] La morphologie pour mieux lire et écrire (Berthiaume R. et al., 2017).

réajustement. A l'inverse, les bonnes compétences mnésiques de S6 induisent de bonnes capacités à rétroagir).

De bonnes capacités attentionnelles sont également requises, comme nous avons pu le voir, par la nécessité d'être focalisé sur un stimulus tout en gardant à l'esprit le contexte sémantique, la consigne, les points de repère etc.

Enfin les fonctions exécutives entrent en jeu dès lors qu'il convient d'anticiper (les mots, la prosodie) sur la base du contexte (planification), de choisir un mot plutôt qu'un autre (inhibition) ou encore de mettre en œuvre des stratégies de réparation (flexibilité). De plus, c*omme nous avons pu le voir précédemment, si un individu rencontre des difficultés à l'échelle du mot (confusions, inversions), faire appel aux fonctions cognitives (qui mobilisent les connaissances top-down, le contexte et les compétences méta-linguistiques) permettrait de pallier les difficultés locales.* Un travail orthophonique spécifique à ces fonctions cognitives permettrait donc d'améliorer la fluence et la compréhension.

Le travail de remédiation cognitive est tout à fait abordable à l'oral avec du matériel verbal[32] (fluences alternées, définition de mots, compréhension de récit oral, remettre en ordre les mots d'une phrase fournis à l'oral, empans de Danneman, repérage de mots appartenant à une catégorie donnée etc.).

Pour toutes ces activités, il serait également bienvenu d'utiliser des supports sollicitant le toucher voire l'odorat ou le goût (manipulation d'objets divers, mots/phrases/textes en Braille à manipuler, loto des odeurs etc.) afin de varier les entrées sensorielles (toujours dans l'optique d'enrichir les concepts de traits variés afin de faciliter leur mise en réseau) et de favoriser la flexibilité entre modalités perceptives disponibles (Portalier, 2014).

Les individus aveugles sont généralement rencontrés en orthophonie pour du LO (articulation, développement lexical). Il est alors judicieux d'accompagner le parent dans le développement de la littératie du jeune enfant. Une prise en soin orthophonique du LE peut-être recommandée a posteriori, à condition qu'un test diagnostic (DD-LEB et test de fluence) puisse venir pointer les éléments pathologiques. Cette potentielle rééducation prendrait davantage la forme d'un travail sémantique et cognitif.

[32] Exemples de fichiers : Supports Verbaux I et II (Pascale Célérier, 2000, 2004)

3.5 LIMITES DE L'ETUDE

3.5.1 Manque de représentativité

En proposant nos épreuves, nous savions à peu près à quoi nous attendre (notamment à propos des mouvements manuels, des confusions probables et des stratégies utilisées). Toutefois, la littérature étant majoritairement anglophone et basée sur des sujets « experts », nous ne pouvions miser sur de telles différences inter-sujets. Les analyses qui en découlent ne sont donc que des suppositions au vu de l'hétérogénéité des profils[33] et du manque de représentativité (1 brailliste *tardif* niveau avancé (S6) / 1 brailliste *précoce* niveau avancé (S5) / 1 brailliste *précoce* niveau intermédiaire (S3) / 1 brailliste *précoce* débutant (S1) / 2 braillistes *tardifs* débutants (S2 et S4)). De plus, concernant les épreuves annexes, nous avons fait appel, faute de mieux, à des étalonnages existants mais à destination d'élèves voyants. De ce fait, il est compliqué d'attribuer une réelle interprétation aux résultats obtenus. Il est nécessaire de promouvoir la diffusion du DD-LEB et de créer un test de fluence de texte en Braille.

3.5.2 Défaut d'accessibilité des épreuves

Les épreuves proposées se sont montrées parfois difficiles d'accès voire irréalisables dans leur totalité. En effet, tout d'abord, la lecture du texte Monsieur Petit, qui est relativement rapide pour un enfant normo-voyant (pour rappel, un élève de CE2 le lit en 95 secondes), est en réalité très longue et coûteuse pour un sujet aveugle. De ce fait, 5 sujets sur 6 n'ont pas pu lire le texte dans sa totalité (notre rencontre étant limitée à 1h et ayant obtenu les données nécessaires, nous avons préféré garder du temps pour les autres épreuves). Enfin, la comparaison de séquences de lettres méritait une présentation plus aisée : la présentation en colonne sans point de repère central était source d'égarement, mettant en difficulté tous les participants et biaisant donc partiellement les résultats.

3.5.3 Quid du Braille Abrégé ?

Notre étude porte exclusivement sur le BI. Or, les sujets, à partir d'un certain âge apprennent à lire le BA[34]. Deux des sujets rencontrés (S5 et S6) ont d'ores et déjà commencé l'apprentissage du BA. Cela peut venir biaiser nos données : il peut en effet être plus coûteux pour ces sujets de revenir à du BI. A l'inverse, l'apprentissage du BA peut être un atout en ce que de nombreux mots sont résumés à seulement quelques caractères (ex : *rythmique* se code *ryq* en BA), ce qui rejoint notre théorie élaborée en *3.3.2*. Dans l'élaboration d'un bilan de fluence en lecture de texte, il serait donc intéressant d'inclure également une épreuve en BA.

[33] cf citation de Hatwell (2003) p.10
[34] cf Manuel d'Abrégé Braille Français de l'Association Valentin Haüy, disponible sur le site internet de l'association https://www.avh.asso.fr/.

CONCLUSION

L'aveugle voit dans l'ombre un monde de clarté.
Quand l'œil du corps s'éteint, l'œil de l'esprit s'allume.[35]

Les différences interindividuelles observées entre *Braillistes débutants et Braillistes compétents* mais également entre *anciens lecteurs d'imprimés ou non* nous permettent d'argumenter en faveur d'une amélioration des processus à l'œuvre dans la lecture du Braille ; l'acquisition de ces processus paraît dépendante du passé du sujet dans la DV et le LE. Toutefois, l'expertise semble à la portée de tout un chacun moyennant la motivation (et le deuil de la vue). Notre première hypothèse opérationnelle n'est donc que partiellement vérifiée.

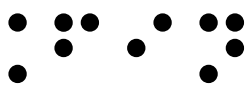
La plasticité cérébrale se traduit chez tous nos sujets, quel que soit leur profil, par une évolution des stratégies manuelles, cognitives et linguistiques : cela va en faveur de notre seconde hypothèse opérationnelle.

Ces stratégies sont, comme prédit par notre hypothèse générale, d'un autre ressort que celles employées dans la lecture de l'imprimé, l'essence même du Braille imposant des limites. Dans ce contexte, la diffusion du DD-LEB et l'élaboration d'un test de fluence de lecture en Braille comportant des supports écrits en BI et en BA permettraient de conclure à une norme.

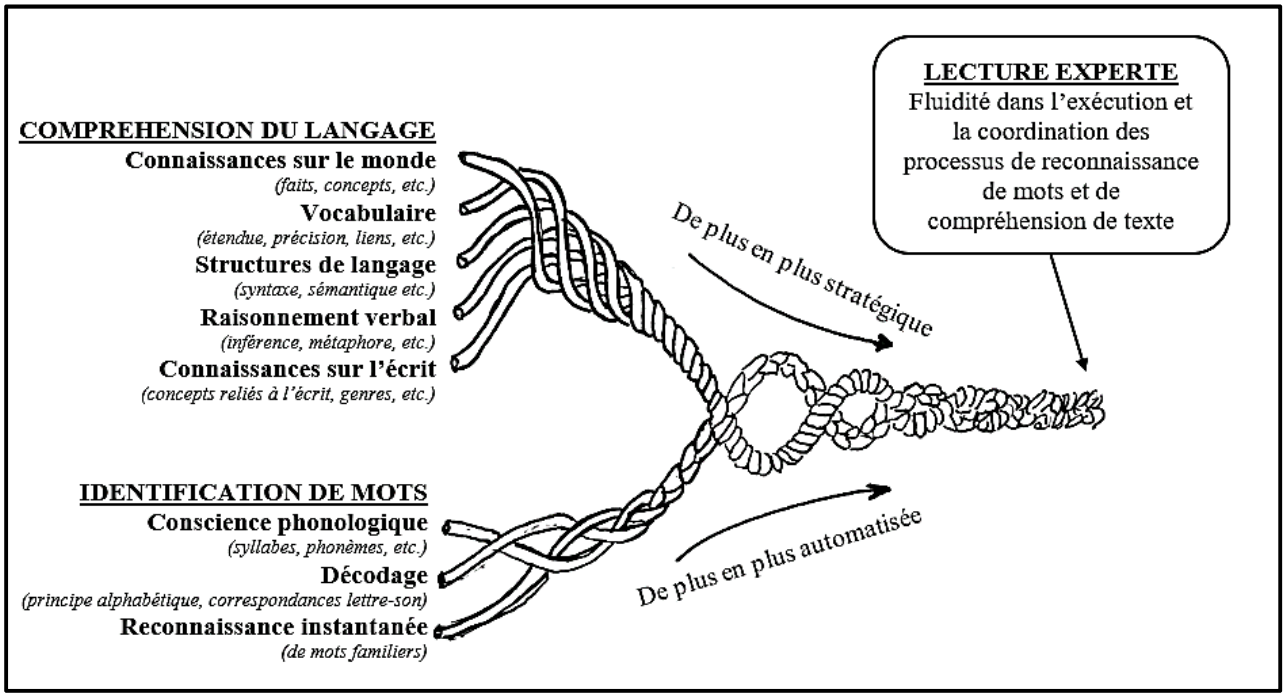
Ainsi, la mise en évidence de la pathologie impliquerait une meilleure prise en soin orthophonique au profit des individus Braillistes en difficulté, cela va dans le sens de notre dernière hypothèse opérationnelle. Cette rééducation se baserait sur un accompagnement parental, un travail spécifique à la morphologie et une remédiation cognitive, le but étant d'améliorer la fluence et la compréhension, deux compétences fortement corrélées en Braille.

Bien évidemment, le coût attentionnel et la fatigabilité sont deux critères à prendre en compte dans l'élaboration d'un potentiel bilan et dans la rééducation orthophonique. Enfin, dans le cadre de difficultés en lecture Braille, il convient de mettre l'accent sur la nécessité d'une prise en soins pluridisciplinaire.

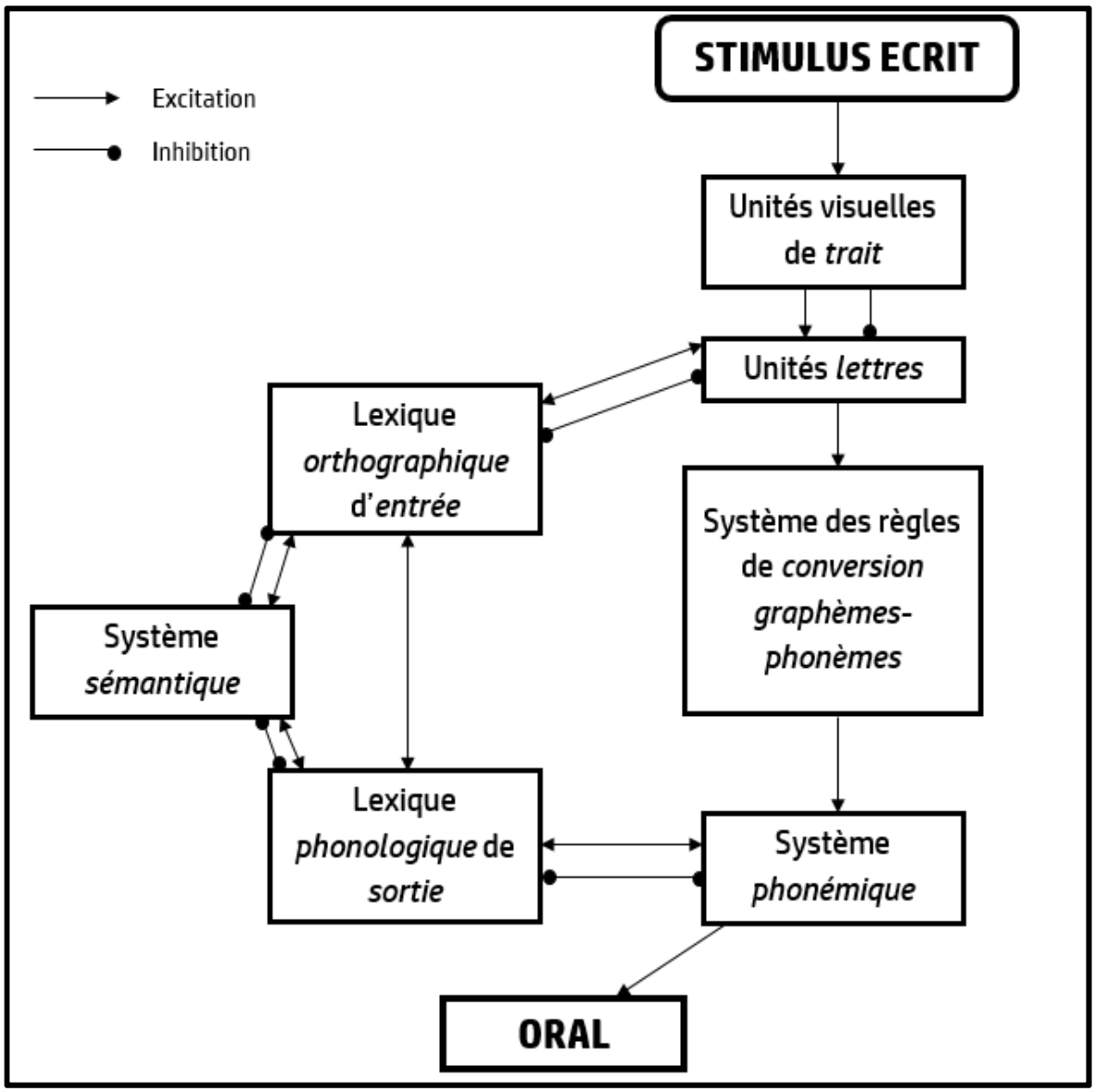
FIN



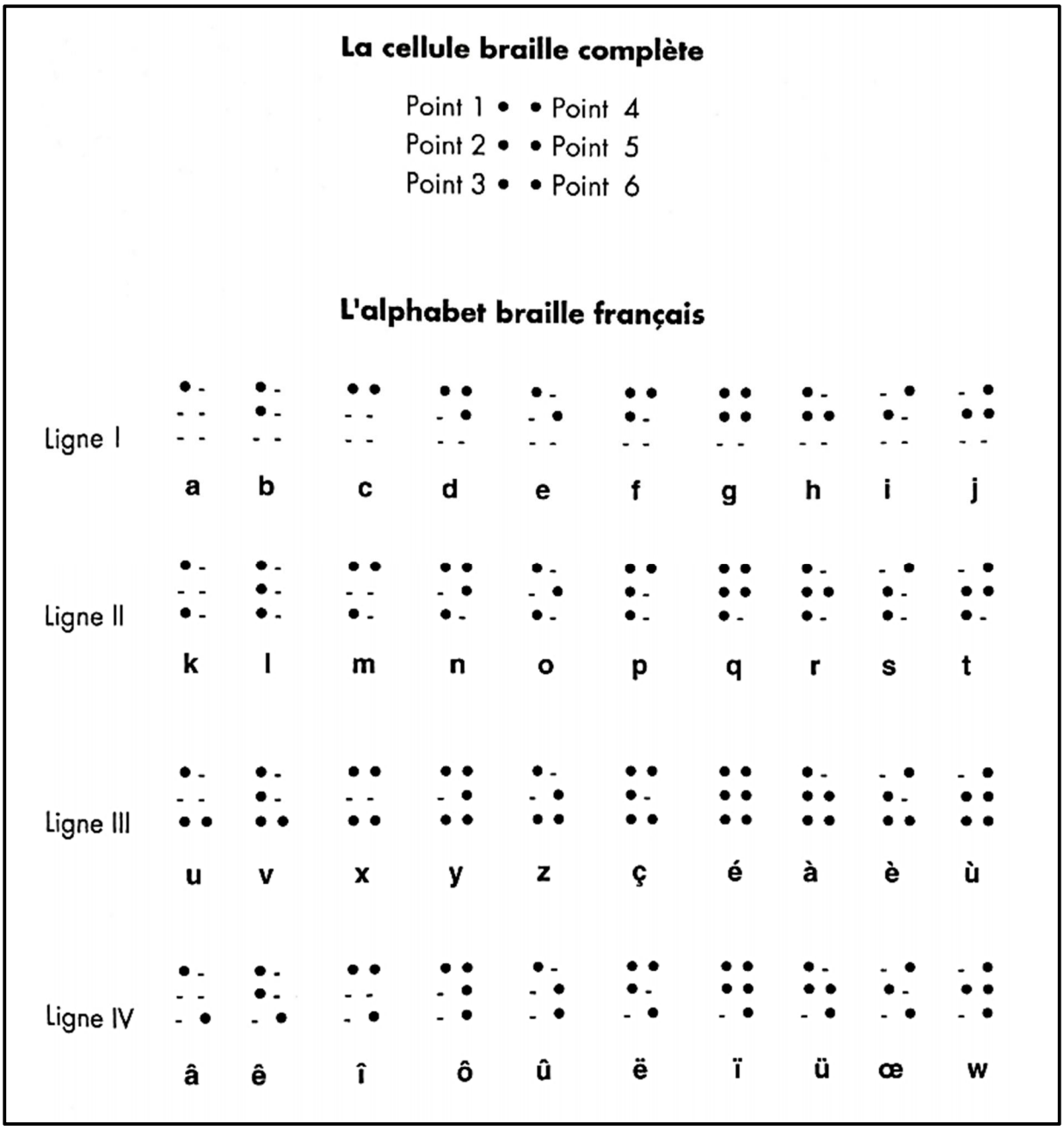
[35] *A un poète aveugle*, Victor Hugo



Annexe 1. Représentation de The reading Rope d'après Scarborough (2001)



Annexe 2. Représentation schématique du modèle DRC d'après Coltheart et al.(2001), cité par Phénix et al. (2016)

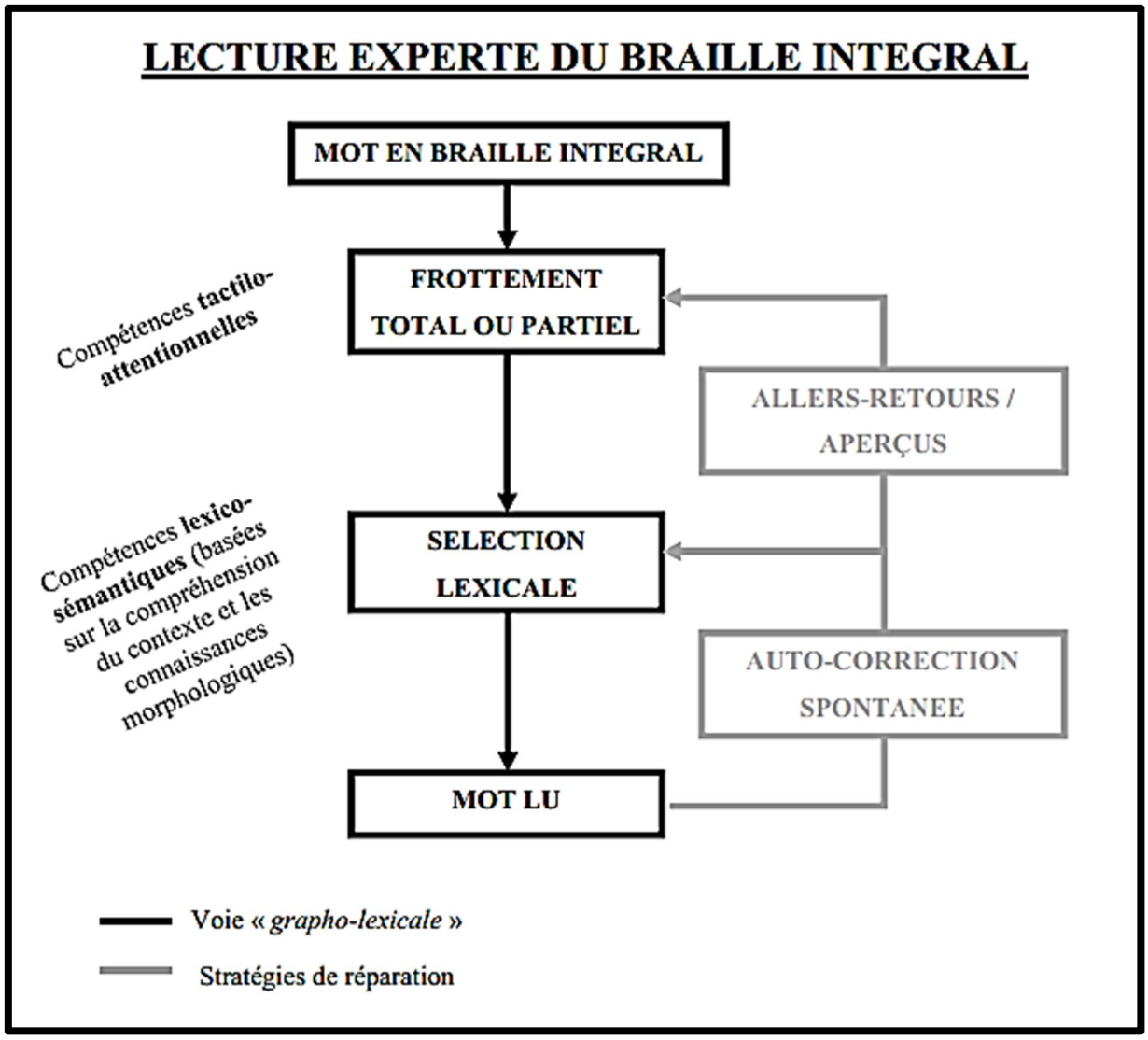


Annexe 3. L'alphabet Braille français (Hatwell, 2003)

Monsieur Petit

C’est l’histoire de Monsieur Petit qui vit dans une vieille maison située au cœur d’un vieux village. La maison est entourée d’un jardin avec une barrière ; il y a des concombres, des choux frisés, toutes sortes de légumes. Au fond du jardin, le portillon reste toujours fermé pour que Chien à Puces ne s’échappe pas. Chien à Puces aime se coucher près de la poubelle, à l’ombre d’un oranger couvert de fruits délicieux. Chien à Puces est gourmand, il croque tout ce qui lui passe sous la dent : des oranges pourries qui tombent sur le sol, des fleurs fanées, un morceau de buvard… Un jour, Monsieur Petit décide de mettre Chien à Puces dans une niche. Chien à Puces n’aime pas être enfermé, il préfère s’endormir en regardant les étoiles dans le ciel. Toutes les nuits, il aboie quand Monsieur Petit va se coucher. Monsieur Petit décide de dormir dans le grenier de sa jolie maison pour prendre un peu de repos. Il ne trouve plus le sommeil ! Une nuit d’insomnie, hop ! Il saute du lit et ouvre la grande malle qui se trouve devant lui, dans un coin sombre du grenier. Et là, surprise, toute sa vie, qu’il pensait sans histoire, lui revient en mémoire : Il sort les mouchoirs brodés par sa grand-mère, ses petites dents de lait, son pot de chambre ébréché, une tête de poisson séché, un sac plein de billes, une montre qui fait tic, tac, tic, tac, son carnet de notes, un bout de lacet, son vieux transistor à pile. C’est fou comme tous ces souvenirs se bousculent dans sa tête et il ne peut retenir ses larmes d’émotion, sa vie n’est pas sans histoire. Il se souvient exactement de la voix du présentateur météo: « Le temps va s'améliorer demain en début de matinée sur notre région, ciel chargé, l’après-midi », il se rappelle les vieilles publicités : « AMA et la saleté s’en va », « On a toujours besoin de petits pois chez soi ». Les premières lumières du jour pénètrent par la petite fenêtre du grenier. Il est au cœur de ses souvenirs, quand son réveil sonne : dring, dring, dring.

Annexe 4. Texte Monsieur Petit, issu de la BALE, transcrit en Braille et donné à lire à nos sujets



Annexe 5 Tentative de modélisation de la lecture experte du Braille intégral

Table des illustrations

TABLEAU

Tableau 1 Erreurs classées par sujet (listes non exhaustives) 37
Tableau 2 Liste exhaustive des erreurs rencontrées à la lecture de mots 38
Tableau 3 Comparaison compétences visuo-attentionnelles - compétences tactilo-attentionnelle 55

FIGURE

Figure 1. Interaction décodage-compréhension dans la lecture de texte.....56

ANNEXES

Annexe 1. Représentation de The reading Rope d'après Scarborough (2001) 61
Annexe 2. Représentation schématique du modèle DRC d'après Coltheart et al.(2001), cité par Phénix et al. (2016) 62
Annexe 3. L'alphabet Braille français (Hatwell, 2003) 63
Annexe 4. Texte Monsieur Petit, issu de la Bale, transcrit en Braille et donné à lire à nos sujets 64
Annexe 5 Tentative de modélisation de la lecture experte du Braille intégral 65

GRAPHIQUES

Graphique 1. Monsieur Petit : nombre de mots lus en moyenne par minute et par sujet 33
Graphique 2. Stratégies manuelles selon le type de tâche.....34
Graphique 3. Monsieur Petit : nombre d'erreurs par sujet classées selon la typologie 36
Graphique 4. Lecture de mots : nombre de mots lus correctement par sujet classés selon leur régularité 37
Graphique 5. Lecture de mots : nombre d'erreurs par sujet classées selon la typologie 37
Graphique 6. Comparaison de séquences de lettres : nombre d'erreurs par sujet classées selon leur typologie.....39
Graphique 7. Type de confusions kinesthésiques selon le type de tâche.....40

Bibliographie

1. Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). *A connectionist multiple-trace memory model of polysyllabic word reading*. 678-723.
2. Baillargeon, M. (1986). Les déficiences visuelles : Effet sur le développement. In *Entrez dans la ronde. L'intégration des enfants handicapés dans les services de garde.* (Gouvernement du Québec, p. 75-77).
3. Berthiaume, R., Boisvert, M., Daigle, D., & Théberge, P. (2017). *La morphologie pour mieux lire et écrire*.
4. Cavezian, C., Vilayphonh, M., de Agostini, M., Vasseur, V., Watier, L., Kazandjian, S., & Chokron, S. (2010). Assessment of visuo-attentional abilities in young children with or without visual disorder : Toward a systematic screening in the general population. *Research in developmental disabilities*, *31*(5), 1102-1108.
5. Célèrier, P. (2000). *Supports Verbaux I*. Ortho Editions.
6. Célèrier, P. (2004). *Supports Verbaux II*. Ortho Editions.
7. *Circulaire n°73-047 du 23 janvier 1973 (BOEN n°5 du 1er février 1973) relative à l'enseignement du braille* (1973).
8. Cohen, L., Celnik, P., Pascual-Leone, A., Corwell, B., Faiz, L., Dambrosia, J., Honda, M., Sadato, N., Gerloff, C., Catala, M., & Hallett, M. (1997). *Functional relevance of cross-modal plasticity in blind humans*. *389*, 180-183.
9. Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M. A., & Michel, F. (2000). *The visual word form area : Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients*. *123*(2), 291-307.
10. Collignon, O., & Crollen, V. (s.d.). *Développement cognitif cérébral en cas de cécité*. Encyclopædia Universalis [en ligne].
11. Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In *Strategies of information processing* (G. Underwood, p. 151-216).
12. Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). *DRC : a dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud*. 518-565.
13. Craig, C. J. (s. d.). *Family support of the emergent litteracy of children with visual impairments*. *90*, 194-200.
14. Crespo, S. (1990). *Storybooks for the blind infants and children*. *84*, 39-40.
15. Cutsforth, T. D. (1932). *The unreality of words to the blind*. *4*(1), 86-89.
16. Davidson, P. W., Appelle, S., & Haber, R. N. (1992). *Haptic scanning of braille cells by low-and-high-proficiency blind readers*. *13*(2), 99-111.
17. Dehaene, S. (2007). *Les neurones de la lecture* (Odile Jacob).

18. Ferey, D., Sidki-Mangin, E., & Serniclaes, W. (2016). *Elaboration d'un test de dépistage des difficultés en langage écrit pour enfants braillistes*. *64*(7), 436-444.
19. Galiano, A.-R. (2013). *Psychologie cognitive et clinique du handicap visuel* (De Boeck).
20. Gentaz. (2018). *La main, le cerveau et le toucher* (Dunod).
21. Giasson, J. (2008). *La compréhension en lecture* (De Boeck).
22. Gizewski, E. R., Timmann, D., & Forsting, M. (2004). Specific cerebellar activation during Braille reading in blind subjects. *Human Brain Mapping*, *22*(3), 229-235.
23. Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and special education*, *7*(1), 6-10.
24. Hamilton, R. H., & Pascual-Leone, A. (1998). *Cortical plasticity associated with Braille learning*. *2*(5), 168-174.
25. Hatwell. (2003). *Psychologie cognitive de la cécité précoce* (Dunod).
26. Hatwell, Y., Gentaz, E., & Streri, A. (2000). *Toucher pour connaître*. Presses Universitaires de France.
27. Hermelin, B., & O'Connor, N. (1971). Functional asymmetry in the reading of Braille. *Neuropsychologia*, *9*(4), 431-435.
28. Holzschuch, C. (2008). *Quand la malvoyance s'installe : Guide pratique à l'usage des adultes et de leur entourage*. INPES.
29. Ittyerah, M. (1993). *Hand preferences and hand ability in congenitally blind children*. *120*, 1-37.
30. Jacques Lardoux. (2005). Quelques poèmes sur les aveugles depuis le XVIIIe siècle. In *Particularités physiques et marginalité dans la littérature* (Presses universitaires de Rennes, p. 89-103).
31. Jalbert, Y., & Champagne, P.-O. (2005). *Le développement de la conscience de l'écrit chez l'enfant aveugle âgé de 0 à 5 ans*.
32. Jobard, G., Crivello, F., & Tzourio-Mazoyer. (2003). *Evaluation of the dual route theory of reading : A metanalysis of 35 neuroimaging studies*. 693-712.
33. Kozel, R. J. (19950601). Consideration of hand in the reading of Braille. *Re:View*, *27*(2), 78-83.
34. Kunz, M.. (1856). *Vie et œuvre de Martin Kunz* (Les Doigs qui rêvent).
35. Kupers, R., & Ptito, M. (2014). Compensatory plasticity and cross-modal reorganization following early visual deprivation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *41*, 36-52.
36. Kusajima, T. (1970). *Die Welt der Sehgeschädigten* (Schindele).
37. Laget, P. (s. d.). *Somesthésie*. Encyclopædia Universalis [en ligne].
38. Lewi-Dumont, N. (1997). *L'apprentissage de la lecture chez les enfants aveugles : Difficultés et évolution des compétences*.
39. Lewi-Dumont, N. (2011). Langage. *Repères culturels de la cécité*, *39*, 174-183.

40. Magna, F. (s. d.). *Braille*. Encyclopædia Universalis [en ligne].
41. Mayer, E., Koenig, O., & Panchaud, A. (1988). *Tactual extinction without anomia : Evidence of attentional factors in a patient with a partial callosal disconnection*. *26*, 851-868.
42. Millar, S. (2013). *Lire par le toucher* (Les doigts qui rêvent).
43. Nolan, C. Y., & Kederis, C. J. (1969). *Perceptual Factors in Braille Word Recognition*. *20*.
44. Oppenheim, D. (2019). *Le regard des enfants aveugles*. *83*(1), 151-159.
45. Orssaud, C. (2018). *Les causes de la déficience visuelle de l'enfant*. *11*(1), 36-40.
46. Pascual-Leone, A., & Torres, F. (1993). Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. *Brain*, *116*(1), 39-52.
47. Phénix, T., Diard, J., & Valdois, S. (2016). Les modèles computationnels de lecture. *Traité de neurolinguistique*, 167-182.
48. Planton, S., & Démonet, J.-F. (2012). Neurophysiologie du langage : Apports de la neuro-imagerie et état des connaissances. *Revue de neuropsychologie*, *4*, 255-266.
49. Portalier, S. (1999). *Analyse différentielle des processus vicariants*. 67-73.
50. Portalier, S. (2014). *Le triptyque de la déficience visuelle : Affordance, vicariance et résilience*. *1*, 5-17.
51. Ryles, R. (1996). *The Impact of Braille Reading Skills on Employment, Income, Education, and Reading Habits*. 9.
52. Sadato, N., Okada, T., Kubota, K., & Yonekura, Y. (2004). Tactile discrimination activates the visual cortex of the recently blind naive to Braille : A functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, *359*(1-2), 49-52.
53. Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Deiber, M.-P., Ibañez, V., & Hallett, M. (1998). *Neural networks for Braille reading by the blind*. *121*(7), 1213-1229.
54. Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibañez, V., Deiber, M.-P., Dold, G., & Hallett, M. (1996). Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. *Nature*, *380*(6574), 526-528.
55. Sampaio, E. (1994). Particularités de l'acquisition des pronoms personnels chez l'enfant aveugle. *Faits de langue*, *3*, 131-138.
56. Sander, M.-S., Bournot, M.-C., Lelièvre, F., & Tallec, A. (2005). *Les apports de l'enquête HID, études et résultats* (Rapport DREES N° 416).
57. Scarborough, H. S. (2001). Connecting early language and literacy to later reading (dis)abilities : Evidence, theory and practice. *Guilford Press*.
58. Stanovich, K. E., & West, R. F. (1983). *The effect of sentence context on ongoing word recognition : Test of two-process theory*. *112*, 1-36.
59. Sterr, A., Green, L., & Elbert, T. (2003). Blind Braille readers mislocate tactile stimuli. *Biological Psychology*, *63*(2), 117-127.

60. Streri, A. (s. d.). *Perception tactile*. Encyclopædia Universalis [en ligne].
61. Tobin, M. J., Greaney, J., & Hill, E. (2000). Le braille : Problèmes de structure, d'enseignement et d'évaluation : Quelques applications pratiques destinées aux déficients visuels. In *In Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle.* (p. 245-265).
62. Valler, G. (1997). *Spatial frames of reference and somatosensory processing : A neuropsychological perspective*. *352*(1360), 1401-1409.
63. Wittman, D., & Felter, S. (2004). *Le langage écrit de l'enfant déficient visuel : Étude des confusions tactilo-perceptives rencontrées dans l'apprentissage du système braille*. *87*, 54-62.
64. World Health Organization. (1994). *CIM-10 : Classification internationale des maladies. Dixième Révision*.