



**HAL**  
open science

**Étude sur l'incidence des contraintes linguistiques,  
cognitives et exécutives dans les compétences en lecture  
des enfants atteints de tumeurs de la fosse cérébrale  
postérieure**

Sarah Saint-Marc

► **To cite this version:**

Sarah Saint-Marc. Étude sur l'incidence des contraintes linguistiques, cognitives et exécutives dans les compétences en lecture des enfants atteints de tumeurs de la fosse cérébrale postérieure. Sciences cognitives. 2019. dumas-02176476

**HAL Id: dumas-02176476**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02176476>**

Submitted on 8 Jul 2019

**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.

## MEMOIRE

### Pour l'obtention du Certificat de Capacité en Orthophonie

Préparée au sein du Département d'Orthophonie,  
UFR Santé, Université de Rouen Normandie

Etude sur l'incidence des contraintes linguistiques, cognitives et exécutives dans les compétences en lecture des enfants atteints de tumeurs de la fosse cérébrale postérieure

Présenté et soutenu par  
**Sarah SAINT-MARC**

« Mémoire à orientation professionnelle »

Mémoire soutenu publiquement le 27/06/2019 devant le jury composé de		
Pr Pascale SCHNEIDER	Chef de service d'hémo-immuno-oncologie pédiatrique (CHU de Rouen)	Présidente du jury
Mme Marie-Hélène STUMPF	Orthophoniste - Service de médecine néonatale et neuro-pédiatrique –CRTLA (CHU de Rouen)	Directeur de mémoire
Mme Cécile BRICOUT	Enseignante spécialisée – CESAH (CHU de Rouen)	Co-directeur de mémoire
Mme Elise LOISEAU	Neuropsychologue – CRTLA (Evreux)	Examineur

Mémoire dirigé par Mme Marie-Hélène STUMPF et Mme Cécile BRICOUT



## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à adresser mes remerciements aux personnes qui m'ont aidée dans la réalisation de ce mémoire.

Je souhaite avant tout remercier ma directrice de mémoire, Mme Marie-Hélène Stumpf, pour son aide précieuse, sa disponibilité et sa bienveillance.

Je remercie également Mme Cécile Bricout, ma co-directrice de mémoire. Son expérience en tant qu'enseignante spécialisée m'a apporté un autre regard sur les difficultés des enfants atteints de tumeur cérébrale.

J'adresse toute ma reconnaissance aux enfants et à leur famille qui ont eu la gentillesse de participer à cette étude, et sans lesquels ce mémoire n'aurait jamais été réalisé.

Je tiens à remercier Yoann, pour son aide et ses conseils pour la présentation statistique des résultats.

Enfin, je remercie mes proches de m'avoir apporté leur soutien tout au long de mes études et de la réalisation de ce mémoire.

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>PARTIE THEORIQUE.....</b>	<b>12</b>
2.1	LES TUMEURS CEREBRALES PEDIATRIQUES.....	12
2.1.1	Généralités des tumeurs cérébrales pédiatriques.....	12
2.1.2	Les tumeurs cérébrales de la fosse postérieure.....	12
2.1.2.1	Anatomie.....	12
2.1.2.1.1	La fosse cérébrale postérieure.....	12
2.1.2.1.2	Le cervelet.....	13
2.1.2.2	Histologie et topographie.....	13
2.1.2.2.1	Le médulloblastome.....	14
2.1.2.2.2	L'astrocytome.....	14
2.1.2.2.3	L'épendymome.....	14
2.1.2.3	Les traitements.....	15
2.1.2.3.1	La chirurgie.....	15
2.1.2.3.2	La radiothérapie.....	15
2.1.2.3.3	La chimiothérapie.....	16
2.1.2.4	Autres facteurs pronostics.....	16
2.1.2.4.1	Le grade histologique.....	17
2.1.2.4.2	L'âge.....	17
2.1.2.4.3	Le sexe.....	17
2.1.3	Les conséquences neuropsychologiques des tumeurs de la fosse cérébrale postérieure.....	18
2.1.3.1	Rappels neurophysiologiques.....	18
2.1.3.2	Séquelles neurologiques.....	19
2.1.3.3	Séquelles psychologiques.....	19
2.1.3.4	Séquelles neurocognitives.....	19
2.1.3.4.1	Séquelles neurocognitives selon les facteurs de risque principaux.....	20
2.1.3.4.1.1	Selon les caractéristiques de la tumeur.....	20
2.1.3.4.1.2	Selon les traitements.....	20
2.1.3.4.1.3	Selon les caractéristiques du patient.....	21
2.1.3.4.2	Séquelles neurocognitives.....	21
2.1.3.4.2.1	Efficienc cognitive.....	21
2.1.3.4.2.2	Vitesse de traitement, attention et mémoire de travail.....	21
2.1.3.4.2.3	Autres fonctions neurocognitives.....	22
2.1.4	Synthèse.....	23

2.2	LE DEVELOPPEMENT ET LE FONCTIONNEMENT DE LA LECTURE.....	24
2.2.1	Définitions de la lecture.....	24
2.2.1.1	<i>Qu'est-ce que lire ?</i> .....	24
2.2.1.2	<i>Théorie psycholinguistique</i> .....	24
2.2.2	Le neurodéveloppement de la lecture.....	25
2.2.3	L'acquisition de la lecture : d'une lecture débutante à une lecture experte.....	26
2.2.4	Les corequis à la lecture .....	27
2.2.4.1	<i>Efficience cognitive et vitesse de traitement</i> .....	27
2.2.4.2	<i>Le langage oral</i> .....	28
2.2.4.2.1	<i>Les aptitudes phonologiques</i> .....	28
2.2.4.2.2	<i>Les autres compétences linguistiques</i> .....	29
2.2.4.3	<i>Les fonctions exécutives</i> .....	29
2.2.4.3.1	<i>La mémoire de travail</i> .....	30
2.2.4.3.2	<i>L'attention</i> .....	31
2.2.5	Synthèse.....	32
2.3	PROBLEMATIQUE .....	33
2.4	HYPOTHESES .....	34
<b>3</b>	<b>METHODE</b> .....	<b>35</b>
3.1	LA POPULATION ETUDIEE.....	35
3.2	LE MATERIEL.....	36
3.2.1	Présentation des batteries de tests utilisées.....	36
3.2.1.1	<i>Evaluation du langage oral</i> .....	36
3.2.1.2	<i>Evaluation des contraintes neurodéveloppementales</i> .....	38
3.2.1.3	<i>Evaluation de la lecture</i> .....	40
3.2.1.3.1	<i>Lecture en tâche simple</i> .....	40
3.2.1.3.2	<i>Lecture en double tâche</i> .....	40
3.2.1.3.3	<i>Compréhension en lecture</i> .....	41
3.2.1.4	<i>Compétences cognitives et exécutives</i> .....	41
3.2.1.4.1	<i>Mémoires auditivo-verbale et visuelle</i> .....	41
3.2.1.4.1.1	<i>Mémoire auditivo-verbale</i> .....	41
3.2.1.4.1.2	<i>Mémoire visuelle</i> .....	42
3.2.1.4.2	<i>Efficience cognitive</i> .....	43
3.2.1.4.3	<i>Attention organisée et anarchique</i> .....	43
3.2.1.4.3.1	<i>Attention organisée</i> .....	43
3.2.1.4.3.2	<i>Attention anarchique</i> .....	44
3.3	LA PROCEDURE.....	44
3.4	ANALYSE .....	45

<b>4</b>	<b>RESULTATS</b> .....	<b>46</b>
4.1	RESULTATS AUX EPREUVES DE LANGAGE ORAL .....	46
4.2	RESULTATS AUX EPREUVES DE CONTRAINTES NEURODEVELOPPEMENTES..	48
4.3	RESULTATS AUX EPREUVES DE LANGAGE ECRIT .....	49
4.3.1	Résultats à l'épreuve de Lecture Oralisée en Une Minute (LUM).....	49
4.3.2	Résultats à l'épreuve de Vitesse de Lecture (VL) .....	51
4.3.3	Résultats à l'épreuve de compréhension en lecture (ROLL).....	52
4.4	RESULTATS AUX EPREUVES COGNITIVES ET EXECUTIVES .....	52
4.4.1	Résultats aux épreuves de mémoires auditivo-verbale et visuelle.....	52
4.4.2	Résultats à l'épreuve d'efficacité cognitive.....	53
4.4.3	Résultats aux épreuves d'attention organisée et anarchique .....	54
4.5	PREVALENCE DES CONTRAINTES LES PLUS REPRESENTEES SELON LE TYPE DE TRAITEMENT .....	55
<b>5</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>59</b>
5.1	RECONTEXTUALISATION .....	59
5.2	ANALYSE DES RESULTATS .....	60
5.2.1	Sensibilité des mesures.....	60
5.2.2	Comparaison des résultats en langage oral entre les deux populations .....	60
5.2.3	Comparaison des résultats aux épreuves de contraintes neurodéveloppementales, exécutives et cognitives entre les deux populations .....	61
5.2.3.1	<i>Les contraintes</i> .....	61
5.2.3.2	<i>Les ressources</i> .....	61
5.2.4	Comparaison des résultats en lecture entre les deux populations.....	62
5.3	DISCUSSION .....	63
5.3.1	Analyse des troubles de la lecture .....	63
5.3.2	Analyse des contraintes .....	63
5.3.3	Analyse des résultats attendus non retrouvés dans l'étude.....	66
5.3.4	Analyse de la prévalence des contraintes les plus représentées selon le type de traitement.....	66
5.3.5	Les limites .....	67
5.3.6	Perspectives de l'étude .....	68
<b>6</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCES</b> .....	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXE</b> .....	<b>77</b>

## **LISTE DES FIGURES**

Figure n°1 : Résumé schématique des changements cérébraux principaux induits par la littératie.

Figure n°2 : Modèle de la double-voie.

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau n°1 : épreuves de la batterie BILO 3C

Tableau n°2 : épreuves de la batterie EC2

Tableau n°3 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de langage oral (BILO 3C) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°4 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de langage oral (BILO 3C) – classe selon le 25° percentile

Tableau n°5 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves des contraintes neurodéveloppementales (EC2) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°6 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves des contraintes neurodéveloppementales (EC2) – classe selon le 25° percentile

Tableau n°7 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Lecture de mots oralisé en Une Minute (LUM) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°8 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Lecture de mots oralisé en Une Minute (LUM) – classe selon le 25° percentile

Tableau n°9 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Vitesse de Lecture (VL) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°10 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Vitesse de Lecture (VL) – classe selon le 25° percentile

Tableau n°11 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de compréhension de texte (ROLL)

Tableau n°12 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de mémoires (WISC V) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°13 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de mémoires (WISC V) – classe selon le 25° percentile

Tableau n°14 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve d'efficience cognitive (WISC V) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°15 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve d'efficiace cognitive (WISC V) – classe selon le 25° percentile

Tableau n°16 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves d'attention (TEACH) – classe selon le 10° percentile

Tableau n°17 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves d'attention (TEACH) – classe selon le 25° percentile

## **LISTE DES GRAPHIQUES**

Graphique n°1 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 25<sup>ème</sup> percentile dans le premier groupe

Graphique n°2 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 25<sup>ème</sup> percentile dans le second groupe

Graphique n°3 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 10<sup>ème</sup> percentile dans le premier groupe

Graphique n°4 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 10<sup>ème</sup> percentile dans le second groupe

# 1 INTRODUCTION

---

Grâce aux avancées scientifiques et thérapeutiques, le taux de survie des enfants atteints de tumeur cérébrale de la fosse postérieure augmente. Ainsi, la médecine s'attarde davantage sur la qualité de vie de ces enfants. Divers troubles, notamment cognitifs, apparaissent dans les années suivant l'application des traitements, et entraînent des répercussions sur le plan scolaire, tout particulièrement dans l'apprentissage de la lecture.

Au regard de la littérature, les domaines neurocognitifs les plus touchés dans ce type de pathologie sont les domaines langagiers, cognitifs et exécutifs.

Le but de cette étude est donc de rechercher d'éventuels liens entre les compétences langagières, cognitives et exécutives des enfants atteints de tumeur cérébrale et leurs difficultés de lecture, en comparant leurs résultats à ceux d'enfants tout-venants et en les confrontant aux données actuelles de la littérature.

Dans un premier temps, nous ferons un état des lieux sur les grandes caractéristiques des tumeurs cérébrales pédiatriques ainsi que sur leurs conséquences neuropsychologiques et cognitives. Puis, nous ferons une présentation du développement et du fonctionnement de la lecture. Les résultats de l'étude seront présentés afin de discuter sur les éventuels liens existants entre les difficultés de lecture et les difficultés langagières, cognitives et exécutives des enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure.

## 2 PARTIE THEORIQUE

---

### 2.1 Les tumeurs cérébrales pédiatriques

#### 2.1.1 Généralités des tumeurs cérébrales pédiatriques

Le cancer chez l'enfant est une maladie rare, représentant 1 à 2% de l'ensemble des cancers. En France, d'après des données tirées de l'institut national du cancer, on compte environ 2 500 nouveaux cas par année, dont la moitié chez les enfants de moins de 5 ans (Institut National du Cancer, 2015).

On recense différents types de cancers pédiatriques, mais les tumeurs intracrâniennes ou cérébrales sont les tumeurs malignes les plus fréquentes chez ces enfants, selon un article publié en 2015 par Hanzlik et al. En France, un article de Grill et Gustave-Roussy publié en 2002 référençait entre 350 et 500 nouveaux cas de tumeur cérébrale pédiatrique par an. Selon un autre article de Grill et al., publié en 2013, les tumeurs cérébrales sont la première cause de mortalité des cancers pédiatriques.

Les tumeurs de la fosse cérébrale postérieure, située dans la zone infratentorielle, sont les plus fréquentes et représentent entre 60 et 70% des tumeurs cérébrales de l'enfant, d'après un article de Plantaz, publié en 2005. Les autres types de tumeurs se situent dans la zone supratentorielle, qui correspond aux hémisphères cérébraux (Nejat, Khashab et Rutka, 2008).

Le diagnostic de tumeur cérébrale est souvent compliqué à établir, en effet les symptômes sont souvent trompeurs. Malgré tout, depuis les dernières décennies, les avancées scientifiques et technologiques ont permis une amélioration dans la pose de diagnostic et dans l'efficacité des traitements. Ainsi, la qualité de vie future des jeunes patients est améliorée (Nejat et al., 2008).

#### 2.1.2 Les tumeurs cérébrales de la fosse postérieure

##### 2.1.2.1 Anatomie

##### 2.1.2.1.1 La fosse cérébrale postérieure

La fosse cérébrale postérieure est la zone du cerveau où se développent le plus fréquemment les tumeurs cérébrales pédiatriques mais nous en ignorons encore les raisons (Nejat et al., 2008). La fosse cérébrale postérieure se situe sous la tente du cervelet. C'est un espace clos inextensible contenant des structures du système nerveux central tels que le tronc

cérébral et le cervelet, des nerfs crâniens de la troisième à la douzième paires, des structures vasculaires et des espaces liquidiens (ARNERANCE, 2017).

#### 2.1.2.1.2 Le cervelet

Le cervelet est contenu dans la fosse cérébrale postérieure et correspond à la structure du système nerveux central la plus touchée dans les tumeurs cérébrales, c'est pourquoi un rappel anatomique s'impose.

Le cervelet, appelé aussi « petit cerveau », est connu pour être le centre nerveux régulateur de la fonction motrice. Il reçoit et envoie également des informations aux autres structures cérébrales telles que la moelle épinière, le tronc cérébral et le cerveau, ce qui le rend indispensable pour d'autres fonctions, comme le langage, les émotions ou encore la modulation de la pensée. Une étude de Fulbright et al., publiée en 1999, a montré que le cervelet contribuait aux processus cognitifs inhérents à la lecture.

Il se situe à l'arrière du tronc cérébral. Il est limité en haut par la tente du cervelet et en bas par l'os occipital. Il contient le vermis cérébelleux, impliqué dans les processus attentionnels et la régulation des conduites affectives, et deux hémisphères cérébelleux. Il est entouré par l'espace sous-arachnoïdien contenant le liquide céphalo-rachidien.

Cet espace étroit et rigide représente un risque de retentissement rapide sur le tronc cérébral en cas de pathologies expansives, telles que les tumeurs cérébelleuses (ARNERANCE, 2017).

#### 2.1.2.2 Histologie et topographie

Au niveau histologique, trois grands types de tumeurs cérébrales se distinguent et représentent, selon un article publié par Fattet en 2007, les trois quarts des tumeurs cérébrales pédiatriques. Il s'agit des médulloblastomes, des astrocytomes et des épendymomes.

Au niveau topographique, chaque tumeur a une localisation préférentielle et n'aura donc pas les mêmes répercussions neurologiques et cognitives. Deux grandes localisations se distinguent, comme vue précédemment : la localisation infratentorielle, au niveau de la fosse cérébrale postérieure, et la localisation supratentorielle, au niveau des hémisphères cérébraux.

Les trois types de tumeurs précédemment cités se retrouvent en majorité dans la zone infratentorielle, et plus précisément dans la zone du cervelet (Fattet, 2007).

#### 2.1.2.2.1 Le médulloblastome

Le médulloblastome est une tumeur neuroectodermique primitive atteignant la fosse cérébrale postérieure, et plus précisément le cervelet (Fattet, 2007).

Il représente près de 25% de toutes les tumeurs malignes du système nerveux central avant l'âge de quinze ans selon un article de D. J. Grill et Owens publié en 2013 et représente à lui-seul la moitié des tumeurs cérébrales de la fosse postérieure chez l'enfant (Yoo et al., 2016). Cette tumeur est souvent hautement maligne (Choux et Lena, 2009). Elle peut apparaître à n'importe quel âge mais elle est le plus souvent diagnostiquée entre cinq et dix ans. Ce type de tumeur survient généralement de façon isolée, même si des cas familiaux ont été décrits, d'après un article de Grill et Owens (2013).

#### 2.1.2.2.2 L'astrocytome

L'astrocytome est une tumeur d'origine gliale localisée dans le cervelet ou dans le tronc cérébral et peut être bénin ou malin (Choux et Lena, 2009). Il représente entre 10 et 15% de toutes les tumeurs cérébrales et 25 à 35% des tumeurs de la fosse cérébrale postérieure chez les enfants. L'âge moyen au moment du diagnostic est de huit ans, ce qui est largement supérieur à l'âge moyen des autres tumeurs cérébrales pédiatriques (D. J. Grill et Owens, 2013).

#### 2.1.2.2.3 L'épendymome

L'épendymome est une tumeur d'origine gliale localisée particulièrement dans le quatrième ventricule, dans le rhombencéphale. L'épendymome est la troisième tumeur cérébrale pédiatrique la plus fréquente. Il est le plus souvent localisé dans la fosse cérébrale postérieure mais peut se développer dans la zone supratentorielle ou dans la moelle (D. J. Grill et Owens, 2013).

### 2.1.2.3 Les traitements

Différents traitements sont pratiqués dans le cadre de tumeurs cérébrales en pédiatrie. Les trois traitements principaux sont la chirurgie, la radiothérapie et la chimiothérapie. Dans la plupart des cas, selon un article de Nejat et al. publié en 2008, le traitement repose sur une résection chirurgicale en première intention et sur des traitements adjuvants si nécessaires, qui sont la radiothérapie et la chimiothérapie. L'indication du traitement se fait selon la localisation, l'histologie de la tumeur et l'âge du patient (Fattet, 2007).

#### 2.1.2.3.1 La chirurgie

Le traitement chirurgical est dans la grande majorité des cas le traitement de première intention pour les tumeurs cérébrales pédiatriques. Les progrès technologiques ont permis d'améliorer la qualité des résections neurochirurgicales en diminuant les séquelles post-opératoires. L'objectif est de réséquer la tumeur au maximum afin d'éviter ou de réduire les traitements adjuvants, qui peuvent être plus néfastes à long terme (Nejat et al., 2008).

La résection chirurgicale est indiquée et proposée en première intention, mis à part cas particuliers, pour les trois types de tumeurs présentées précédemment : le médulloblastome, l'astrocytome et l'épendymome (D. J. Grill et Owens, 2013).

#### 2.1.2.3.2 La radiothérapie

La radiothérapie est l'un des traitements adjuvants principaux pour les tumeurs cérébrales pédiatriques. Auparavant, elle accompagnait presque systématiquement la chirurgie, mais les irradiations lors de séances de radiothérapies occasionnaient des séquelles neurologiques et neurocognitives tardives sévères, selon un article publié par Grill et Gustave-Roussy, en 2002, notamment lorsque celles-ci étaient réalisées chez des enfants très jeunes. L'indication de la radiothérapie cérébrale en pédiatrie s'est donc vue limitée (Fattet, 2007).

La radiothérapie est à éviter chez le jeune enfant en cas de médulloblastome. Elle reste toutefois indiquée en cas d'astrocytome si la résection chirurgicale a échoué ou n'a pas été totale, et seulement pour les enfants de plus de dix ans. En ce qui concerne l'épendymome, le

traitement par radiothérapie se montre efficace, en augmentant la résistance des enfants face à ce type de tumeur (Khatua, Ramaswamy et Bouffet, 2017).

#### 2.1.2.3.3 La chimiothérapie

Avec les acquis récents, la chimiothérapie s'est révélée être une bonne alternative à la radiothérapie, ou permet au moins de retarder et/ou réduire les séances de radiothérapie. Les séquelles neurologiques et neurocognitives étaient reconnues comme moins sévères et le taux de survie se voit augmenté (D. J. Grill et Gustave-Roussy, 2002). Toutefois, il est encore difficile de connaître le réel impact que peut avoir la chimiothérapie, notamment sur des enfants en bas âge, selon un article rédigé par Guichardet et al. en 2015.

Un traitement par chimiothérapie à hautes doses va permettre la destruction de cellules cancéreuses mais également de cellules saines. Dans ce cas, il est nécessaire d'entreprendre une greffe de cellules souches, aussi appelée traitement par autogreffe, qui est un traitement destiné à remplacer les cellules saines détruites (Pediatric Treatment Editorial Board, 2002).

Des séances de chimiothérapie sont proposées de façon intensive et à haute dose en cas de médulloblastome représentant un risque élevé de morbidité. La chimiothérapie est également indiquée en cas d'astrocytome si la chirurgie n'a pas réséqué entièrement la tumeur, et seulement pour les enfants de moins de dix ans. Même si le traitement par chimiothérapie n'est pas indiqué en cas d'épendymome, celui-ci a pu se montrer efficace sur certaines formes de ce type de tumeur chez les enfants de moins de cinq ans (D. J. Grill et Owens, 2013).

#### 2.1.2.4 Autres facteurs pronostics

Les tumeurs cérébrales pédiatriques comportent plusieurs facteurs pronostics, en ce qui concerne le devenir des enfants atteints. Les caractéristiques citées ci-dessus, telles que l'histologie et la topographie de la tumeur ou encore les différents traitements mis en place sont des facteurs pronostics principaux. Il existe d'autres facteurs pronostics, présentés ci-après.

#### 2.1.2.4.1 Le grade histologique

Le grade histologique correspond au degré de malignité de la tumeur. Il est défini par rapport au type histologique de la tumeur auquel il se rapporte, suivant la classification de l'OMS. Les grades 1 et 2 sont des tumeurs bénignes, tandis que les grades 3 et 4 sont des tumeurs malignes (Koob et Girard, 2014).

#### 2.1.2.4.2 L'âge

L'âge de survenue de la tumeur est un bon indice pronostique quant au taux de survie mais aussi aux séquelles tardives. Les cancers du système nerveux central touchent préférentiellement les enfants jeunes selon Grill et Gustave-Roussy (2002) et il a été démontré dans un article de Yoo et al. publié en 2016, qu'un jeune âge au moment du diagnostic réduisait les chances de survie. Plus le patient est jeune, moins il a de capacités fonctionnelles automatisées. Ainsi, les enfants de moins de trois ans souffrant d'une tumeur cérébrale sont davantage exposés à des séquelles neurologiques et neurocognitives à plus ou moins long terme (Steck-Bajon et Vassel-Hitier, 2014). Une étude coréenne réalisée entre 2009 et 2011 portant sur une population d'enfants avec une tumeur cérébrale mettait en évidence que les enfants diagnostiqués avant l'âge de huit ans ont obtenu des résultats inférieurs dans différents domaines cognitifs par rapport aux enfants ayant eu leur diagnostic après huit ans (Yoo et al., 2016).

#### 2.1.2.4.3 Le sexe

L'incidence globale de développer une tumeur est plus élevée chez les garçons que chez les filles mais varie selon le type de tumeur. Les garçons sont en général plus touchés dans le cas de médulloblastome, avec un sex-ratio de 1,27, et d'astrocytome avec un sex-ratio de 1,17 (Lacour et al., 2005).

## 2.1.3 Les conséquences neuropsychologiques des tumeurs de la fosse cérébrale postérieure

### 2.1.3.1 Rappels neurophysiologiques

Les tumeurs cérébrales pédiatriques touchent majoritairement la fosse cérébrale postérieure. C'est pourquoi il est important de rappeler le développement et la fonctionnalité de cette zone cérébrale, afin de mieux comprendre les séquelles engendrées par ce type de tumeur.

Suite à différentes études réalisées ces dernières années, les scientifiques ont reconnu que la fosse postérieure, notamment le cervelet, jouait un rôle moteur mais également un rôle dans les émotions, les pensées, les apprentissages et le développement des fonctions cognitives comme le langage (Riva et Giorgi, 2000; Scott et al., 2001; Soto Ares, 2013; Stoodley et Limperopoulos, 2016). Ceci s'explique par le fait que le cervelet représente plus de la moitié des neurones du cerveau et reçoit des informations de tous les niveaux du système nerveux central par les liens anatomiques qu'ils partagent, y compris les zones impliquées dans le développement du langage (Scott et al., 2001).

Des études ont pu montrer des déficiences cognitives dues à des lésions cérébelleuses. Il a été également démontré que les projections du cervelet au cortex cérébral sont controlatérales. Ainsi, après une lésion cérébelleuse droite, les déficits cognitifs sont similaires à ceux observés après des lésions du cortex cérébral gauche et inversement (Scott et al., 2001). Aussi, une étude de Stoodley et Limperopoulos publiée en 2016 a montré que les enfants avec des lésions cérébelleuses avaient des séquelles plus persistantes que les adultes. En effet, le cervelet est particulièrement important au début des apprentissages, notamment en ce qui concerne les informations motrices, cognitives et comportementales. Cela s'explique par le fait que le cervelet stocke les premières informations que l'on reçoit, correspondant aux « bases » des apprentissages, et a besoin de temps pour que celles-ci soient consolidées, telles qu'on les retrouve à l'âge adulte. Par conséquent, un jeune enfant atteint de lésions cérébelleuses a plus de risque d'avoir des déficits dans un domaine qui n'est pas encore établi ou consolidé, tel que le langage, par rapport à un adulte qui ne montrerait que de légers déficits, du fait de circuits cérébello-corticaux bien établis.

### 2.1.3.2 Séquelles neurologiques

Les séquelles neurologiques sont variables d'un patient à un autre, selon le type, le grade ou encore la localisation de la tumeur. Toutefois, d'après des articles publiés par Pagnier en 1998 et Plantaz en 2005, certaines séquelles sont plus fréquentes que d'autres. Il s'agit par exemple du syndrome cérébelleux, ce qui s'explique par le fait que les tumeurs cérébrales pédiatriques touchent particulièrement la fosse cérébrale postérieure, et plus précisément la zone cérébelleuse. Beaucoup de patients souffrent également de déficits visuels, dus le plus souvent à l'hypertension intracrânienne provoquée par la tumeur et de déficits auditifs, ce qui peut avoir une altération sur les apprentissages. Il est aussi fréquent de retrouver une hémiparésie ou une paralysie d'une ou plusieurs paires crâniennes, souvent due à la chirurgie, ainsi que des troubles moteurs. Enfin, certains patients peuvent être atteints d'épilepsie et/ou d'un syndrome pseudo-bulbaire accompagné d'un mutisme.

### 2.1.3.3 Séquelles psychologiques

D'après un article publié en 2018 par Stavinoha et al., les séquelles psychologiques en cas de tumeurs cérébrales sont souvent présentes chez les enfants. On note un risque accru de dépression dans 19% des cas, d'anxiété dans 20% des cas, d'idées suicidaires dans 10,9% des cas, et de schizophrénie et d'autres psychoses dans 9,8% des cas. Il est également retrouvé des problèmes de comportement chez 28,7% des survivants d'une tumeur cérébrale, par rapport à des personnes tout-venant (Palmer et al., 2013; Shah et al., 2015).

### 2.1.3.4 Séquelles neurocognitives

Les séquelles neurocognitives de ces patients peuvent être nombreuses et dépendent principalement des caractéristiques de la tumeur, des caractéristiques individuelles du patient et de son environnement ainsi que du traitement qui aura été délivré (Guichardet et al., 2015; Reimers et al., 2003; Stavinoha et al., 2018).

40% à 100% d'enfants atteints de tumeur cérébrale ont une déficience dans au moins un domaine neurocognitif. Les effets n'apparaissent pas immédiatement. Ils se déclarent généralement dans les cinq premières années suivant le diagnostic et le traitement. Ces séquelles vont engendrer des difficultés légères à sévères, et vont avoir un impact négatif sur

les apprentissages et le développement socio-émotionnel. La qualité de vie de ces patients va donc en être affectée. Une conséquence courante des tumeurs cérébrales pédiatriques est la baisse de l'intelligence globale. Celle-ci peut être liée à la baisse de compétences dans trois domaines neurocognitifs importants : la vitesse de traitement de l'information, la mémoire de travail et l'attention (Stavinoha et al., 2018).

#### 2.1.3.4.1 Séquelles neurocognitives selon les facteurs de risque principaux

##### 2.1.3.4.1.1 Selon les caractéristiques de la tumeur

Les tumeurs de grande taille représentent un risque plus élevé en ce qui concerne les séquelles neurocognitives. Aussi, les tumeurs infratentorielles, situées dans la fosse cérébrale postérieure, entraînent une plus grosse charge cognitive lors des apprentissages que les tumeurs supratentorielles. Enfin, les enfants ayant des pathologies à plus grand risque, telles que le médulloblastome, ont des résultats neurocognitifs plus faibles que les enfants tout-venant, notamment en ce qui concerne l'efficacité intellectuelle, l'attention, la vitesse de traitement et la mémoire de travail (Stavinoha et al., 2018).

##### 2.1.3.4.1.2 Selon les traitements

La chirurgie représente un risque de complications lors de l'opération ou en post-opératoire. Il est souvent retrouvé un syndrome de la fosse postérieure, caractérisé par des symptômes pseudo-bulbaires et un mutisme. Ce syndrome entraîne des troubles neurocognitifs plus graves que chez les enfants n'ayant pas eu de mutisme cérébelleux.

La radiothérapie est le traitement qui induit le plus d'effets neurocognitifs tardifs sévères. Ce type de traitement diminue la substance blanche et affecte le bon fonctionnement hippocampique, avec un impact sur le fonctionnement mnésique, notamment en mémoire de travail (Palmer et al., 2013; Stavinoha et al., 2018). La diminution de la substance blanche a aussi un lien direct avec une baisse du quotient intellectuel, selon les articles de Guichardet et al., publié en 2015 et de Reimers et al., publié en 2003. Ces difficultés peuvent perdurer plusieurs années après le traitement (Stavinoha et al., 2018).

Le traitement par chimiothérapie est difficilement interprétable, comme vu plus haut, mais représente néanmoins un risque de déficience cognitive et un risque indirect d'ototoxicité (Stavinoha et al., 2018) et doit donc être délivré avec prudence.

#### 2.1.3.4.1.3 Selon les caractéristiques du patient

Le retentissement neurocognitif est généralement plus grand chez un enfant que chez un adulte car le cerveau est toujours en développement, selon Grill et al. (1998). Le risque de séquelles neurocognitives est donc plus élevé pour les enfants jeunes (Guichardet et al., 2015; Stavinoha et al., 2018). Ces séquelles se retrouvent essentiellement au niveau de l'efficacité intellectuelle, de la vitesse de traitement, de la mémoire de travail et de l'attention, et donc dans les performances scolaires de ces enfants.

Au niveau environnemental, un statut socio-économique faible des parents ainsi qu'un niveau de stress élevé vont augmenter le risque de déficience neurocognitive de l'enfant (Stavinoha et al., 2018). Une étude réalisée par Palmer et al. en 2013 a montré des corrélations entre la faiblesse de l'éducation des parents et les scores de l'enfant en mémoire de travail et en attention.

#### 2.1.3.4.2 Séquelles neurocognitives

##### 2.1.3.4.2.1 Efficacité cognitive

Il est généralement constaté un déclin significatif du quotient intellectuel durant l'année suivant le diagnostic et les premiers traitements. Ce phénomène s'explique davantage par un échec d'acquisition de « gains » intellectuels que par une perte de compétences. Cette baisse d'efficacité intellectuelle serait en lien avec des dysfonctionnements dans les fonctions exécutives, à savoir l'attention, la vitesse de traitement et la mémoire de travail, avec incidences sur la scolarité des enfants malades (Palmer, Reddick et Gajjar, 2007; Stavinoha et al., 2018).

##### 2.1.3.4.2.2 Vitesse de traitement, attention et mémoire de travail

La vitesse de traitement de l'information est une capacité cognitive primordiale pour développer correctement d'autres capacités cognitives plus complexes, telles que la mémoire de travail (Stavinoha et al., 2018). La vitesse de traitement se développe et augmente dès le jeune âge, jusqu'à la fin de l'adolescence, ce qui peut expliquer les difficultés dans ce domaine chez les enfants atteints de tumeurs cérébrales (Palmer et al., 2013). La vitesse de traitement se trouve ralentie quel que soit le type de tumeur cérébrale mais l'est d'autant plus

en ce qui concerne les médulloblastomes (Guichardet et al., 2015). Il s'agit de la compétence neurocognitive la plus touchée dans le cadre des tumeurs cérébrales.

Selon différentes études, deux autres capacités cognitives essentielles dans les apprentissages se retrouvent également altérées dans le cadre de tumeur cérébrale. Il s'agit de l'attention et de la mémoire de travail (Guichardet et al., 2015; Koustenis et al., 2016; Lönnerblad et al., 2017; Palmer et al., 2013, 2007; Stavinoha et al., 2018; Ventura et al., 2018). Une étude a comparé les fonctions cognitives principales entre des enfants atteints de tumeur cérébrale et des enfants tout-venant (Palmer et al., 2013). Les résultats aux épreuves attentionnelles situaient les enfants malades dans une moyenne faible, voire en zone de pathologie, et les résultats aux épreuves de mémoire les plaçaient dans la moyenne faible. Ainsi, une diminution des capacités attentionnelles et mnésiques serait systématiquement retrouvée chez les enfants atteints de ce type de tumeur. De plus, selon une étude de Palmer et al. en 2007, la mémoire verbale serait davantage touchée chez les enfants atteints de médulloblastome.

#### 2.1.3.4.2.3 Autres fonctions neurocognitives

Dans le cadre de tumeurs cérébrales pédiatriques, d'autres fonctions neurocognitives peuvent être touchées en dehors des trois principales précédemment citées. Il est souvent retrouvé des difficultés dans les tâches visuelles, notamment dans le traitement visuo-spatial et la mémoire visuelle (Stavinoha et al., 2018).

D'autres fonctions exécutives sont également altérées, notamment l'inhibition et la flexibilité mentale. D'après une étude réalisée par Koustenis et al. en 2016, des déficits plus importants sont remarqués dans les fonctions exécutives chez les enfants ayant des tumeurs cérébrales de haut grade.

Enfin, il est fréquent de retrouver chez ces patients certaines difficultés de langage et de raisonnement verbal (J. Grill et al., 1998; Stavinoha et al., 2018).

#### 2.1.4 Synthèse

Les tumeurs cérébrales pédiatriques et leurs différentes caractéristiques représentent un risque majeur quant à la qualité de vie future des patients souffrant de cette pathologie. En effet, les différents types de séquelles, neurologiques, psychologiques et neurocognitives, peuvent entraver l'apprentissage de nouvelles connaissances et peuvent donc avoir des répercussions sur les acquisitions scolaires.

Une étude de Zucchinelli et Bouffet publiée en 2000 portant sur une population d'enfants ayant eu une tumeur cérébrale, indique un fort taux de redoublement de la classe du cours préparatoire, ce qui suppose des difficultés en lecture pour ces enfants. De plus, selon un article de Lönerblad et al. publié en 2017, les enfants atteints de tumeur cérébrale seraient plus à risque de rencontrer des difficultés sur la vitesse de lecture et la compréhension de mots et de textes lus.

La seconde partie de ce mémoire portera sur le développement et le fonctionnement de la lecture, afin de mieux comprendre l'origine des difficultés relatives en langage écrit chez les enfants atteints de tumeur cérébrale.

## 2.2 Le développement et le fonctionnement de la lecture

### 2.2.1 Définitions de la lecture

#### 2.2.1.1 Qu'est-ce que lire ?

Selon la définition du Larousse, lire c'est « reconnaître les signes graphiques d'une langue, former mentalement ou à voix haute les sons que ces signes ou leurs combinaisons représentent et leur associer un sens ».

Le dictionnaire d'orthophonie considère l'acte de lire comme étant une « activité complexe visant à transformer l'information linguistique initiale en un produit final : la compréhension du texte » (Brin-Henry et al., 2011).

En somme, la lecture repose à la fois sur un « traitement perceptif, linguistique et cognitif de l'information visuelle écrite » (Brin-Henry et al., 2011).

#### 2.2.1.2 Théorie psycholinguistique

Selon Zesiger et al. (2004), la théorie psycholinguistique représente la lecture par une équation simple :  $LIRE = IME \times COMPREHENSION (+ VITESSE)$ .

L'IME est l'acronyme pour « Identification du Mot Ecrit ». C'est la première composante de la lecture. L'IME est l'accès à la forme phonologique et orthographique des mots (Fayol, 2013). L'IME doit être automatisée afin de libérer la charge cognitive lors de la lecture d'une phrase ou d'un texte, et ainsi faciliter l'accès à la compréhension.

La compréhension n'est pas spécifique au langage écrit car elle est mise en jeu lors du langage parlé et fait intervenir les connaissances du langage oral, telles que les compétences lexico-sémantiques, morphosyntaxiques et discursives.

Selon Miriam Treheane, lire, c'est comprendre. La compréhension est l'objectif premier de l'acte de lire. Cette idée rejoint les propos de Fayol (2013) dans son ouvrage.

S'ajoute à l'IME et la compréhension, la composante de la vitesse. Celle-ci est en corrélation avec l'automatisation de l'IME : plus la vitesse de lecture s'accélère, meilleur est l'accès au sens.

Ainsi, la lecture repose sur le déchiffrement du code écrit, représenté par l'IME, puis par l'accès au sens de ce qui a été lu.

## 2.2.2 Le neurodéveloppement de la lecture

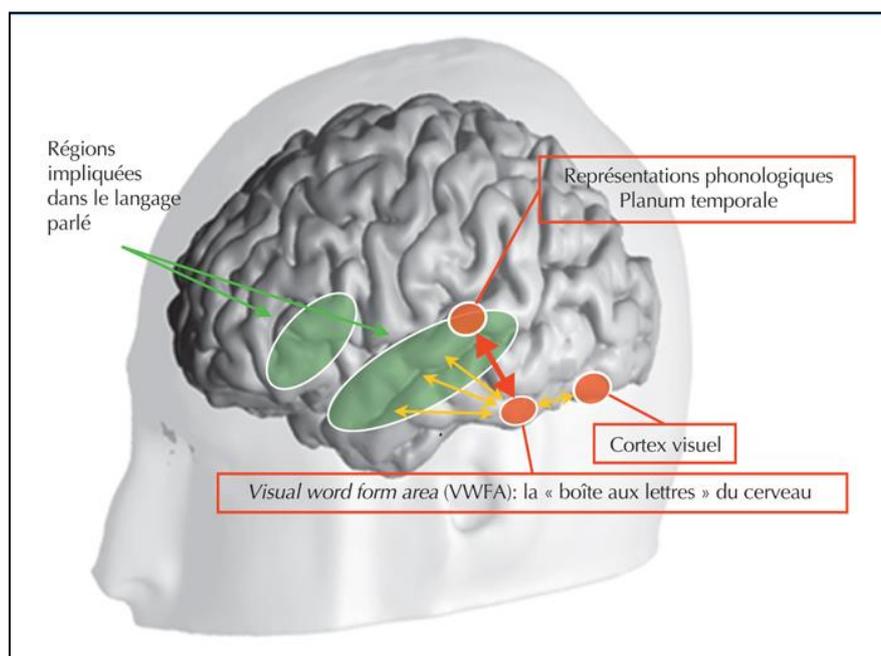


Fig. 1 :Résumé schématique des changements cérébraux principaux induits par la littérature. Kolinsky, Morais, Cohen, Dehaene-Lambertz et Dehaene, 2014

Selon l'ouvrage de Dehaene publié en 2007, « Les neurones de la lecture », la lecture active non pas une mais plusieurs collections de réseaux d'aires cérébrales. Grâce à l'imagerie cérébrale, des chercheurs ont pu répertorier quatre régions principales lors de l'activité de lecture.

Le cortex occipital permet en premier lieu de traiter n'importe quelle entrée visuelle. Cette information visuelle, si elle correspond à une chaîne de caractères ou lettres, va être traitée dans la région occipito-temporale-ventrale (aussi communément appelée « boîte aux lettres »). Cette région permet donc la reconnaissance de la forme visuelle des mots.

Vient ensuite une explosion d'activités très complexes dans deux grands réseaux distincts. Le premier s'attache à la prononciation et l'articulation des graphèmes, qui ont été auparavant perçus visuellement puis reconnus en tant que mot. Autrement dit, il permet de reconstruire la manière dont on pourrait entendre et produire oralement le ou les mots lus. Le second grand réseau permet l'accès au sens de ce qui a été lu préalablement.

Les deux premières étapes de la lecture, l'entrée visuelle et la reconnaissance de la forme visuelle des mots, sont uniques à la lecture, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas mis en jeu lors du langage parlé. A contrario, les deux dernières étapes ne sont pas uniques à la lecture,

car les zones cérébrales utilisées le sont également lorsque l'on entend ou produit du langage oral. Ainsi, apprendre à lire consiste à accéder par la vision aux aires du langage parlé.

L'aire visuelle et les deux zones actives lors de l'écoute et la production du langage parlé sont normalement déjà en place dès les premiers mois de vie car ces compétences sont inscrites dans nos gènes, même si elles ne sont pas aussi efficaces et rapides que chez les adultes.

Lors de l'entrée au cours préparatoire, le système du langage parlé et le système visuel sont donc bien en place. L'objectif est de mettre en liaison les deux systèmes afin de spécifier la « boîte aux lettres ». En effet, celle-ci, avant l'apprentissage de la lecture, sert uniquement à la reconnaissance visuelle d'objets, de visages, etc. Elle deviendra spécifique au langage écrit dès les premiers apprentissages au cours préparatoire.

### 2.2.3 L'acquisition de la lecture : d'une lecture débutante à une lecture experte

L'enfant, avec l'apprentissage du langage écrit, va passer d'une lecture débutante à une lecture experte. L'expertise se développe par un entraînement de l'activité de lecture, qui va lui-même spécifier la région occipito-temporale-ventrale (ou « boîte aux lettres »). Ainsi, l'IME aura un coût cognitif beaucoup plus faible pour laisser place à la compréhension.

Il existe deux voies de lecture efficaces chez le lecteur expert.

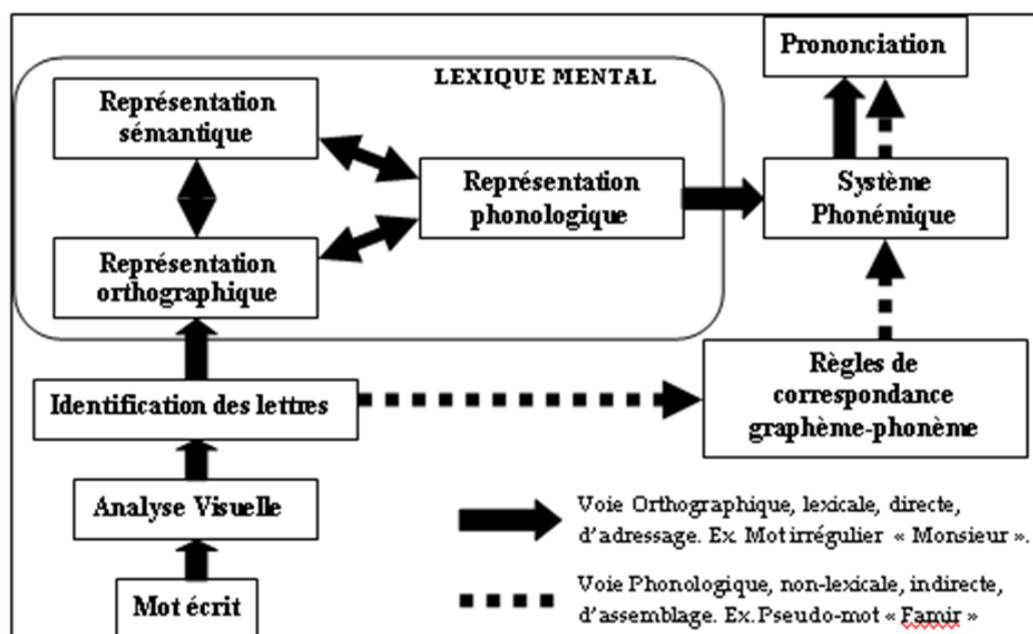


Fig. 2 : Modèle de la double-voie (Coltheart, 1978).

La première est la voie par assemblage, aussi appelée phonologique. C'est celle-ci qui sera utilisée lors des prémices de l'apprentissage de la lecture. Cette procédure fait correspondre chaque graphème du mot à un phonème, jusqu'à ce que le mot soit lu entièrement : c'est la correspondance grapho-phonémique (CGP). Cette voie est assez coûteuse cognitivement et a des limites. En effet, cette procédure ne fonctionne seulement que pour les mots dits « réguliers », c'est-à-dire les mots écrits dont l'identification est réalisable par la stricte application des règles de CGP.

Ainsi, pour que le lecteur puisse identifier les mots écrits dits « irréguliers », mots non identifiables par la CGP (ex : « femme », devrait être lu /fɜm/), une seconde voie de lecture va être mise en place : la voie par adressage, aussi appelée voie lexicale. Cette procédure d'identification du mot écrit consiste à apparier le mot écrit à une représentation orthographique stockée en mémoire à long terme. Cette voie permet la reconnaissance immédiate du mot, sans avoir recours à un déchiffrement (Billard et al., 2009).

Ces deux voies de lecture, chez le lecteur expert, sont alors activées simultanément lors de la lecture d'un mot, même si le lecteur n'en a pas conscience.

## 2.2.4 Les corequis à la lecture

### 2.2.4.1 Efficience cognitive et vitesse de traitement

Selon un article publié en 2009 par Billard et al., l'intelligence est l'un des facteurs entrant en jeu dans l'apprentissage de la lecture, même si ce dernier n'est pas le facteur principal.

Une des capacités cognitives soutenant le fonctionnement intellectuel global est la vitesse de traitement. La vitesse de traitement correspond au temps écoulé entre la réception et la réponse à un stimulus, autrement dit au temps que met une personne pour accomplir une tâche mentale. Une vitesse de traitement plus rapide permet de traiter davantage d'informations en un temps donné, sans surcharger le système (Sweet, 2011). Cette capacité cognitive est associée à l'intégrité des voies de la substance blanche dans le cerveau. Ainsi, lorsque la substance blanche est lésée, la vitesse de traitement, ainsi que d'autres fonctions cognitives, sont atteintes et vont impacter le fonctionnement intellectuel global (Kahalley et al., 2013).

#### 2.2.4.2 Le langage oral

Le langage oral se différencie du langage écrit sur plusieurs points, d'après un article de Zesiger et al. (2004). Le langage oral s'appuie sur l'audition, tandis que le langage écrit s'appuie sur la vision. De plus, le langage oral se développe chez l'homme de façon implicite et ce, précocement, au contraire du langage écrit, qui s'acquiert de façon explicite via l'école notamment et donc plus tardivement. Il existe pourtant une continuité entre ces deux langages. De nombreuses études démontrent le lien existant entre les capacités phonologiques et les performances futures en IME.

D'autres études, reprises dans l'article écrit par Zesiger et al., objectivent que l'acquisition de l'écrit dépend aussi de capacités développées en langage oral, autres que la phonologie. Il s'agit par exemple des capacités lexicales, sémantiques, morphosyntaxiques, morphologiques ou encore narratives. En d'autres termes, le bon développement du langage écrit dépend des compétences préexistantes en langage oral : les aptitudes phonologiques pour l'identification de mots écrits, et le lexique, la morphosyntaxe et la sémantique pour le versant compréhension.

Pour illustrer ces propos, un article de Ramus publié en 2012, a mis en évidence que les enfants atteints de troubles spécifiques du langage écrit (TSLE) ont souvent des antécédents de trouble de la parole ou de trouble du langage, avec des difficultés bien particulières en phonologie.

##### 2.2.4.2.1 Les aptitudes phonologiques

Les aptitudes phonologiques sont nécessaires au bon décodage du langage écrit, c'est-à-dire la capacité à effectuer les correspondances grapho-phonémiques (Billard et al., 2009). On compte trois aptitudes phonologiques principales : la conscience phonologique, la dénomination rapide et la mémoire phonologique à court terme.

La conscience phonologique, ou l'habileté métaphonologique, est la capacité à manipuler les « sons » de la langue, qu'il s'agisse de syllabes ou de phonèmes (Brin et al., s.d.).

La dénomination rapide (ou Rapid Automated Naming RAN), se caractérise par la vitesse de dénomination rapide d'images et de chiffres selon un article publié par Billard et al.

en 2009. La dénomination rapide consiste en la récupération de la forme phonologique du mot dans la mémoire à long terme et d'en planifier rapidement l'articulation (Ramus, 2012).

Enfin, la mémoire phonologique à court terme est la capacité à répéter des séries de chiffres, de mots, de phrases ou de syllabes (Billard et al., 2009).

Dans une étude relatant les troubles d'acquisition de la lecture en cours élémentaire, la relation la plus forte entre les variables cognitives et les scores en lecture est la conscience phonologique, et plus faiblement, la dénomination rapide (Billard et al., 2009). Ces aptitudes influent donc de façon prégnante sur l'apprentissage de la lecture.

#### 2.2.4.2.2 Les autres compétences linguistiques

En plus des aptitudes phonologiques, s'ajoutent des compétences linguistiques, que l'enfant développe et précise au fil du temps. Il s'agit principalement du niveau de lexique et de la morphosyntaxe de l'enfant.

Des études répertoriées dans un mémoire d'orthophonie (Bernard, 2005) ont montré que le lexique est en effet un facteur important quant au niveau de lecture des enfants. Selon une étude, les enfants ayant des difficultés en lecture auraient un vocabulaire plus pauvre que leurs camarades bons lecteurs. Un enfant avec un lexique riche et précis aura théoriquement plus de chance de comprendre le texte lu, en comparaison à un enfant avec un lexique pauvre, qui a plus de chance de tomber sur un mot qui lui est inconnu et qui va entraver sa compréhension de texte.

La maîtrise de la morphosyntaxe est elle aussi un facteur déterminant au bon déroulement de l'apprentissage de la lecture. Elle serait liée à la maîtrise des correspondances grapho-phonémiques, ce qui la rend essentielle au début de l'apprentissage de la lecture (Bernard, 2005).

#### 2.2.4.3 Les fonctions exécutives

Les fonctions exécutives regroupent un ensemble d'habiletés de haut niveau nécessaires à la réalisation d'un comportement dirigé vers un but. Elles permettent de s'adapter aux situations nouvelles. Elles interviennent notamment dans la régulation du

comportement ou dans la prise de décision. Elles sont sollicitées quand les routines d'action ou les habiletés cognitives automatiques ne suffisent plus (Er-Rafiqi et al., 2017).

Les fonctions exécutives ont un lien très fort avec le développement social, cognitif et psychologique. Il est donc à prévoir de possibles difficultés cognitives, scolaires et psychosociales en cas de perturbations de ces fonctions (Er-Rafiqi et al., 2017).

Le développement des fonctions exécutives est précoce et se prolonge jusqu'à l'adolescence, et encore à l'âge adulte, selon un article de Fournier et des Portes, publié en 2017.

Le siège biologique principal des fonctions exécutives est le cortex préfrontal, mais l'on retrouve également des circuits cortico-sous-corticaux, présents dans les noyaux gris centraux et le cervelet, qui relie le cortex préfrontal et qui sont donc considérés comme des substrats neuro anatomiques du traitement exécutif (Heyder, Suchan et Daum, 2004). Un dysfonctionnement exécutif n'est ainsi pas toujours la conséquence d'une pathologie du cortex préfrontal, mais peut être le reflet d'un mauvais fonctionnement des réseaux neuronaux sous-jacents, d'après les propos de Borradori Tolsa et al. dans son article publié en 2014 et de Deslandre et al., dans son article de 2004.

Les fonctions exécutives étant impliquées dans un large réseau neuronal, elles se retrouvent perturbées dans de nombreuses pathologies cérébrales (Deslandre et al., 2004), y compris lors de tumeurs cérébrales (Er-Rafiqi et al., 2017).

#### 2.2.4.3.1 La mémoire de travail

La mémoire de travail est la capacité à mémoriser et manipuler des informations sur une période de temps limité. Elle peut être verbale (ou auditive) comme non-verbale (ou visuelle). Elle permet d'assembler ou de dissocier plusieurs éléments pour les organiser différemment.

La mémoire de travail est donc nécessaire pour un bon développement cognitif et favorise les apprentissages, tels que le langage oral, en permettant le développement du lexique et de la compréhension, mais aussi la lecture et l'écriture, le calcul ou encore la résolution de problèmes (Er-Rafiqi et al., 2017).

Un article de Boule'h, Gaux et Boujon, publié en 2007, traite de la fonction de la mémoire de travail au sein de la lecture. Lors de son apprentissage, l'enfant utilise la

procédure d'assemblage, qui est plutôt lente et difficile, afin d'identifier correctement les mots. Durant cette procédure, l'enfant doit identifier correctement les graphèmes (lettres) puis les associer à leur phonème (son) et doit garder cette association en mémoire de travail. Il recommence cette procédure jusqu'à ce que le mot entier soit décodé. Il est donc aisé de concevoir le rôle de la mémoire de travail dans l'apprentissage de la lecture : sans mémoire de travail, ce qui est lu n'est pas retenu, et la compréhension s'en voit compromise. Beaucoup de recherches reprises dans les travaux de Boule'h et al. ont confirmé le rôle de la mémoire de travail dans la lecture. En effet, les faibles lecteurs auraient des performances inférieures aux normo-lecteurs dans les tâches de mémoire de travail. Ces études indiquent également un rapport significatif entre des tâches de mémoire de travail et l'efficacité en lecture des enfants.

#### 2.2.4.3.2 L'attention

Les processus attentionnels constitueraient une base de développement précoce des fonctions exécutives, selon Fournier et des Portes (2017), et interviendraient dans les tâches mnésiques, linguistiques et de raisonnement (Mazeau, 2008).

D'après Boule'h et al., l'attention serait impliquée à plusieurs niveaux de traitement en lecture, comme dans l'identification de mot écrit (IME). Par exemple, lors du décodage, l'attention doit d'abord être dirigée sur une partie du stimulus visuel pour identifier le graphème, puis le phonème correspondant. L'attention se déplace ensuite sur le graphème suivant, tandis que l'information antérieure est inhibée et stockée en mémoire de travail. Ce processus attentionnel se poursuit jusqu'à l'identification du mot et de son articulation.

Un article publié par Posner et Rothbart en 2007 donne une importance particulière au réseau d'attention sélective dans les apprentissages scolaires. En effet, il a été retrouvé d'étroites relations entre les dysfonctions exécutives, notamment en ce qui concerne l'attention sélective, et les troubles spécifiques des apprentissages (Meltzer et Krishnan, 2007).

### 2.2.5 Synthèse

Ainsi, le langage écrit n'est pas une compétence innée et fait donc appel, pour son acquisition, à une multitude de capacités, telles que la vitesse de traitement, de bonnes aptitudes en langage oral et des fonctions exécutives de qualité. Nous avons vu que la compréhension en lecture est le premier objectif de la lecture, et celle-ci va être déterminée selon les performances précédemment citées mais également selon des substrats neuroanatomiques.

## 2.3 PROBLEMATIQUE

Selon de multiples et récentes études, on estime que 40 à 100% des survivants ont une déficience dans au moins un domaine neurocognitif (Stavinoha et al., 2018). Ces déficiences sont dues à plusieurs facteurs, tels que les caractéristiques tumorales, les méthodes de traitement de la tumeur et les caractéristiques individuelles du patient. Les études menées auprès de ces enfants semblent révéler un déclin dans le fonctionnement intellectuel (Koustenis et al., 2016; Palmer et al., 2007; Reimers et al., 2003; Ventura et al., 2018). Ceci pourrait s'expliquer principalement par des déficits en mémoire, en attention et en efficacité cognitive, qui rendraient l'acquisition de nouvelles informations difficile voire impossible (Palmer et al., 2007).

Ces séquelles neurocognitives auraient de grandes répercussions sur le plan scolaire. En effet, certaines performances académiques, comme la lecture, sont affectées (Guichardet et al., 2015; Lönnerblad et al., 2017). Selon Palmer et al. (2007), les enfants atteints de tumeur cérébrale auraient des difficultés de décodage en lecture, tandis que selon un article de Lönnerblad et al. (2017), les enfants auraient davantage de difficultés en compréhension et vitesse de lecture. Les difficultés en lecture semblent donc fréquentes dans ce type de pathologie, mais les causes restent inconnues.

Dans l'acquisition normale de la lecture, l'enfant doit avant tout avoir un bon fonctionnement intellectuel, des capacités langagières correctes et de bonnes capacités exécutives, notamment mnésiques et attentionnelles. Or, en cas de tumeur cérébrale, ces capacités sont souvent déficitaires.

Le but de cette étude est de rechercher d'éventuels liens entre les compétences langagières et exécutives des enfants atteints de tumeur cérébrale et leur trouble de lecture, en comparant leurs résultats à ceux d'enfants tout-venants et en les confrontant aux données actuelles de la littérature.

## 2.4 HYPOTHESES

Avec cette étude, la confirmation ou l'infirmité des hypothèses suivantes seront recherchées.

Nous émettons l'hypothèse principale qu'il existe des liens entre les troubles de lecture des enfants atteints de tumeur cérébrale et leurs éventuelles contraintes langagières, cognitives et exécutives.

Les hypothèses opérationnelles sont les suivantes :

- Les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure présentent davantage de difficultés en lecture que les enfants tout-venant.
- Les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont la conséquence de déficits en langage oral.
- Les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont dues à des contraintes neurodéveloppementales spécifiques.
- Les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont dues à des déficits dans les compétences cognitives et exécutives.

## 3 Méthode

---

### 3.1 La population étudiée

La population de cette étude est composée d'enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure, recevant ou ayant reçu des soins dans le service d'oncologie pédiatrique du Centre Hospitalier Universitaire Charles Nicolle de Rouen.

Vingt enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure, scolarisés entre le CE1 et la troisième de collège, ont été contactés pour cette étude. Douze enfants et leur famille ont accepté d'y participer, sept enfants et leur famille n'ont pas donné suite à notre demande et un enfant a été exclu car son état de santé au moment de l'étude n'était pas compatible avec sa participation.

Les douze enfants de l'étude ne présentaient pas de trouble auditif ni de trouble visuel.

La population est composée de 4 filles (33,3%) et de 8 garçons (66,7%).

Lors de la passation des tests, l'âge moyen des enfants était de 10,55 ans. Le plus jeune avait 7 ans 9 mois et le plus âgé avait 12 ans 2 mois.

Les enfants étaient tous scolarisés entre la classe de CE1, afin de s'assurer qu'ils étaient tous rentrés dans l'apprentissage de la lecture au moment des tests, et la troisième du collège. La répartition des enfants selon les classes était la suivante :

- Deux enfants étaient scolarisés en classe de CE1 (16,6%)
- Deux enfants étaient scolarisés en classe de CE2 (16,6%)
- Deux enfants étaient scolarisés en classe de CM1 (16,6%)
- Deux enfants étaient scolarisés en classe de CM2 (16,6%)
- Un enfant était scolarisé en classe de sixième (8,3%)
- Un enfant était scolarisé en classe de cinquième (8,3%)
- Un enfant était scolarisé en classe de quatrième (8,3%)
- Un enfant était scolarisé en classe de troisième (8,3%)

Les enfants ont été classés selon leur âge au moment du diagnostic de tumeur cérébrale. L'âge moyen de diagnostic était de 7,03 ans. L'enfant le plus jeune au moment du diagnostic avait 3 ans 9 mois 3 jours, et le plus vieux avait 9 ans 8 mois 4 jours.

Les enfants présentaient trois types de tumeurs de la fosse cérébrale postérieure : les médulloblastomes, les astrocytomes et les épendymomes.

- 8 enfants étaient atteints de médulloblastomes (66,7%)
- 3 enfants étaient atteints d'astrocytomes (25%)
- 1 enfant était atteint d'épendymome (8,3%)

Il n'existait pas de critères d'exclusion concernant les traitements des tumeurs cérébrales. Ces traitements pouvaient être chirurgicaux, radiothérapeutiques, chimiothérapeutiques ou de l'autogreffe. Plusieurs traitements pouvaient être associés.

- 12 enfants ont bénéficié d'une chirurgie (100%)
- 6 enfants ont bénéficié d'une autogreffe (50%)
- 9 enfants ont bénéficié d'une radiothérapie (75%)
- 9 enfants ont bénéficié d'une chimiothérapie (75%)

La population étudiée a été comparée aux enfants tout-venant de la population d'étalonnage des tests.

## 3.2 Le matériel

Les différents tests ont été présentés par la même personne dans le même ordre, pour chaque enfant : évaluation du langage oral, évaluation des contraintes neurodéveloppementales, évaluation de la lecture, évaluation de la mémoire, évaluation de l'efficacité cognitive et évaluation de l'attention.

### 3.2.1 Présentation des batteries de tests utilisées

#### 3.2.1.1 Évaluation du langage oral

Pour l'évaluation du langage oral, la batterie « Bilan Informatisé du Langage Oral pour le cycle 3 » (BILO 3C), publiée aux ECPA, a été utilisée (Khomsi et al., 2007). Ce test est étalonné du CE1 à la troisième du collège, avec un étalonnage spécifique pour la SEGPA. La passation dure environ 30 minutes.

Il existe deux versions. La version abrégée a été présentée pour les classes du CE1 au CM2, et la version longue a été présentée pour les classes de sixième à la troisième.

Cet outil décrit les compétences linguistiques de l'enfant, en évaluant les composantes phonologiques, lexicales et morphosyntaxiques sur les trois modalités du langage : la réception, la production et le jugement. Les résultats sont présentés sous forme de courbes et de profils.

Tableau n°1 : épreuves de la batterie BILO 3C

<b>Intitulés des épreuves</b>	<b>Objectifs</b>	<b>Modalités de passation</b>	<b>Consignes</b>	<b>Scores maximum</b>
<b>Compréhension orale</b>	Estime les stratégies globales utilisées en compréhension imagée et inférentielle, et le temps de traitement.	L'épreuve consiste à choisir une image parmi quatre à partir d'un énoncé oral.	« Tu vas entendre une phrase et voir quatre images. Tu dois cliquer sur l'image qui va avec la phrase. »	Version courte : 22 Version longue : 27
<b>Jugement lexical</b>	Evalue la précision et la flexibilité du vocabulaire, des noms et des verbes.	L'épreuve consiste à juger si le mot entendu correspond à l'image présentée à l'écran.	« Tu vas entendre un mot et voir une image. Tu dois dire si le mot va bien avec l'image. Tu cliques sur « oui » si ça va bien, et sur « non » si ça ne va pas bien. »	Version courte : 44 Version longue : 88
<b>Jugement grammatical</b>	Evalue la capacité à juger de la correction grammaticale d'un énoncé produit oralement.	L'épreuve consiste à juger si l'énoncé entendu est grammaticalement correct ou incorrect.	« Tu vas entendre des phrases. Tu dois dire si c'est bien dit ou mal dit. »	Version courte : 23 Version longue : 46
<b>Répétition de mots</b>	Détecte des séquelles de troubles phonologiques. Attention : l'articulation n'est comptée qu'une seule fois.	L'épreuve consiste à répéter des mots produits par l'ordinateur.	« Tu vas entendre des mots et tu répètes exactement ce que tu as entendu. Tu attends de voir l'image d'un homme qui parle pour répéter. »	Version courte : 32 Version longue : 42
<b>Lexique en production</b>	Explore le vocabulaire disponible, des noms et des verbes.	L'épreuve consiste à dire à quoi correspondent les images présentées à l'écran.	« Tu vas voir des images et dire ce que c'est. », « Tu vas voir des images et dire qu'il fait/elle fait. »	Version courte : 39 Version longue : 75
<b>Production d'énoncés</b>	Evalue les éventuelles séquelles de troubles du langage oral.	L'épreuve consiste à compléter un énoncé à partir d'une image et d'un énoncé type.	« Tu vas voir une image et entendre une phrase qui va avec. Ensuite il y aura une deuxième image et le début d'une phrase. Toi, tu dois la compléter. »	Version courte : 25 Version longue : 36

### 3.2.1.2 Evaluation des contraintes neurodéveloppementales

Pour l'évaluation des contraintes neurodéveloppementales, la batterie « Evaluation des Contraintes pour le cycle 2 » (EC2), publiée aux ECPA, a été utilisée (Khomsi et al., 2007). Ce test est étalonné de la PSM au CE1. La passation dure environ 30 minutes.

Cette batterie révèle les contraintes internes de l'enfant en évaluant les domaines perceptifs, moteurs, mnésiques, et le raisonnement. Les résultats sont présentés sous forme de courbes et de profils.

Les huit épreuves présentées dans le tableau ci-dessous ont été administrées lors de cette étude, mais seuls les résultats de quatre épreuves ont été analysés : l'identification du mot oral (IMO), la dénomination rapide (DR), l'attention visuelle (AttVis) et les praxies (Prax).

Tableau n°2 : épreuves de la batterie EC2

<b>Intitulé de l'épreuve</b>	<b>Objectif</b>	<b>Modalité de passation</b>	<b>Consigne</b>	<b>Scores maximum</b>
<b>Utilisation de la souris</b>	Evalue la rapidité et l'agilité dans la manipulation de la souris	L'épreuve consiste à cliquer le plus rapidement possible sur les carrés s'affichant sur l'écran.	« Tu dois cliquer le plus vite possible sur le carré gris avec la souris. »	
<b>Chaîne numérique connue</b>	Reflète la capacité d'apprentissage verbal	L'épreuve consiste à compter jusqu'à 21.	« Peux-tu compter jusqu'à 21 ? »	
<b>Identification du mot oral</b>	Evalue la capacité à porter un jugement phonologique et sémantique sur un mot, vérifier la boucle audio-phonatoire.	L'épreuve consiste à juger si le mot entendu correspond à l'image affichée sur l'écran et s'il est correctement prononcé.	« Tu vas entendre un mot et voir une image. Tu cliques sur oui si le mot est bien dit et qu'il va bien avec l'image. Parfois, le mot peut être mal dit ou il ne va pas bien avec l'image. Dans ce cas, tu cliques sur non. »	36
<b>Dénomination rapide</b>	Evalue l'accès au lexique connu	L'épreuve consiste à dire le plus rapidement possible à quoi correspondent les images affichées sur l'écran.	« Pour chaque image, tu dois dire ce que c'est le plus vite possible, sans t'arrêter. »	40
<b>Mémoire des mots</b>	Explore l'empan mnésique à court terme	L'épreuve consiste à cliquer sur des images dans l'ordre dans lequel ils auront été annoncés par l'ordinateur.	« Il faut cliquer sur les mots entendus exactement dans l'ordre dans lequel la dame les a cités. »	11
<b>Attention visuelle</b>	Evalue la composante visuo-spatiale	L'épreuve consiste à cliquer sur la seule flèche se dirigeant au centre d'une cible.	« Il faut trouver quelle flèche va au centre de la cible. Là elles y vont toutes, c'est facile, il y a des pointillés pour te montrer, mais après il n'y en aura plus. »	16
<b>Praxies</b>	Vérifie la programmation motrice	L'épreuve consiste à reproduire les mêmes praxies présentées en photos sur l'écran.	« Tu fais les mêmes grimaces que la fille. »	22
<b>Résolution de problèmes</b>	Evalue la capacité à raisonner par analogie ; permet de voir si l'enfant présente un trouble de la perception visuelle	L'épreuve consiste à choisir quelle image parmi cinq complète la grande image.	« Tu vas devoir trouver l'image qui complète la plus grande image. »	18

### 3.2.1.3 Evaluation de la lecture

#### 3.2.1.3.1 Lecture en tâche simple

Pour l'évaluation de la lecture en tâche simple, l'épreuve « Lecture de mots en Une Minute » (LUM) a été utilisée (Khomsî, 2002). Cette épreuve fait partie de la batterie informatisée « Bilan de Lecture Informatisé » (BLI), mais peut être utilisée indépendamment. Cette batterie est étalonnée de la classe du CE1 à la classe du CM2.

LUM est un test de lecture de mots disposés en colonnes. L'enfant doit lire les mots à voix haute durant une minute. Ce test permet à la fois d'explorer la vitesse (LUM V) et la précision (LUM P) en lecture en tâche simple. Les items ont été choisis et ordonnés en fonction de leur transparence et de leur familiarité. Le score s'obtient en retirant le nombre de mots mal lus au nombre total de mots lus.

La consigne donnée à l'enfant est : « Tu vas devoir lire les mots à haute voix, le plus rapidement possible pendant une minute et sans faire de fautes. Les mots se lisent de haut en bas en colonne. »

#### 3.2.1.3.2 Lecture en double tâche

Pour l'évaluation de la lecture en double tâche, l'épreuve « Vitesse en Lecture » (VL), publiée aux ECPA, a été utilisée (Khomsî, 2005). Ce test est étalonné de la classe du CE1 à la classe de terminale, pour les enfants âgés entre 7 et 18 ans.

Il permet de dépister les difficultés de lecture de mots en situation de double tâche. Il consiste à porter un jugement sur des mots et non-mots présentés par blocs de vingt-cinq, en deux minutes. Les items sont de trois types :

- des items C, pour Correctement orthographiés
- des items PLE, Pseudo-Logatomes Ecrits servant à explorer les stratégies phono-alphabétiques disponibles
- des items HP, qui explorent les stratégies orthographiques.

Les enfants doivent, en lisant, juger du caractère correctement orthographié des items proposés et barrer uniquement ceux qu'ils refusent. Un score est obtenu pour la vitesse de lecture et pour la précision de lecture en double tâche.

La consigne donnée à l'enfant est : « Tu dois lire, dans ta tête, les mots ligne par ligne et barrer ceux qui sont mal écrits, comme dans les exemples. Il faut faire cet exercice le plus rapidement possible, mais sans faire d'erreurs. Si tu te trompes, il faut entourer le mot que tu as barré par erreur. Regarde bien les exemples. Au « top », tu auras deux minutes. »

### 3.2.1.3.3 Compréhension en lecture

Pour évaluer la compréhension en lecture, des textes appartenant au Réseau des Observatoires Locaux de la Lecture (ROLL), ont été utilisés (ROLL - Réseau des Observatoires Locaux de la Lecture).

Six textes accompagnés d'un questionnaire à choix multiple sont répartis selon les niveaux scolaires des enfants, entre la classe de CE1 et la classe de cinquième. Le texte pour les enfants inscrits en CE1 comporte 12 questions et les textes des autres niveaux scolaires comportent 16 questions. Les enfants lisent le texte à voix haute ou à voix basse selon leur préférence, et répondent ensuite à des questions se rapportant au texte lu, sous forme de questions à choix multiple. Il n'y a pas de contrainte de temps.

### 3.2.1.4 Compétences cognitives et exécutives

#### 3.2.1.4.1 Mémoires auditivo-verbale et visuelle

Pour évaluer la mémoire auditivo-verbale et la mémoire visuelle, la batterie « Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents, 5<sup>ème</sup> édition » (WISC-V), publiée aux ECPA, a été utilisée (Wechsler, 2016). Cette batterie de tests est étalonnée pour les enfants âgés entre 6 ans et 16 ans 11 mois.

Deux épreuves évaluant la mémoire ont été administrées. L'épreuve de mémoire des chiffres évalue la mémoire à court terme et la mémoire de travail auditivo-verbale. L'épreuve de mémoire des images évalue la mémoire visuelle.

#### 3.2.1.4.1.1 Mémoire auditivo-verbale

Des séries de chiffres sont données verbalement à l'enfant, sans répétition possible, et l'enfant doit les répéter dans le même ordre (ordre direct). Puis, d'autres séries de chiffres

sont données et l'enfant doit les répéter à l'envers (ordre indirect). Enfin, d'autres séries de chiffres sont données et l'enfant doit les répéter dans l'ordre, en commençant par le plus petit (ordre croissant).

Chaque item comporte 2 essais ayant le même nombre de chiffres. L'arrêt de l'épreuve est obligatoire après deux notes nulles aux deux essais d'un même item. Chaque essai est coté un point, ainsi un item vaut deux points. La note brute totale correspond à la somme des trois parties (ordre direct, ordre indirect et ordre croissant).

Les consignes données à l'enfant sont les suivantes :

- Ordre direct : « Je vais te dire quelques chiffres. Ecoute bien car je ne peux pas répéter. Quand j'ai fini, tu les répètes exactement comme moi. »
- Ordre indirect : « Je vais encore te dire des chiffres, mais cette fois, quand j'ai fini, tu les répètes à l'envers. »
- Ordre croissant : « Je vais encore te dire des chiffres, mais cette fois, quand j'ai fini, tu devras dire les chiffres dans l'ordre, en commençant par le plus petit. »

#### 3.2.1.4.1.2 Mémoire visuelle

Un stimulus visuel comportant plusieurs petites images est montré une fois à l'enfant pendant cinq secondes. L'enfant doit montrer les images vues précédemment sur une page réponse ou dire les lettres qui y sont associées pour donner sa réponse.

Deux points sont attribués à l'enfant si toutes les images sont retrouvées dans le bon ordre. Un point est attribué si l'enfant trouve toutes les images mais dans un ordre différent. Si toutes les images ne sont pas retrouvées, aucun point n'est attribué. L'arrêt de l'épreuve est obligatoire après trois notes nulles consécutives.

La consigne donnée à l'enfant est la suivante : « Ces images sont dans l'ordre. Cette image est la première, et celle-ci la suivante. (attendre 5 secondes puis tourner la page) Montre-moi les images dans l'ordre dans lequel je viens de te les montrer. »

#### 3.2.1.4.2 Efficience cognitive

Pour évaluer l'efficience cognitive, l'« Échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents, 5<sup>ème</sup> édition » (WISC-V) a été utilisée (Wechsler, 2016). Cette batterie de tests est étalonnée pour les enfants âgés entre 6 ans et 16 ans 11 mois.

L'efficience cognitive est évaluée par l'épreuve des matrices. Cette épreuve propose à l'enfant d'observer un enchaînement logique de symboles, de signes pour arriver à extraire la règle qui permet cet enchaînement et donner la réponse de la dernière ligne ou case. Il existe deux types d'items : les matrices et les séries à compléter. L'arrêt de l'épreuve est obligatoire après trois notes nulles consécutives.

La consigne donnée à l'enfant est : montrer le stimulus, les différentes possibilités de réponse et la case à trouver. « Laquelle de ces images va ici ? »

#### 3.2.1.4.3 Attention organisée et anarchique

Pour évaluer l'attention en contexte organisé et en contexte anarchique, des épreuves de la batterie « Test d'Évaluation de l'Attention chez l'enfant » (TEA-CH) ont été utilisées (Manly et al., 2006). Cette batterie de tests est étalonnée pour les enfants âgés entre 6 ans à 12 ans 11 mois.

Pour cette étude, deux épreuves de la batterie ont été administrées. L'épreuve « Recherche dans le ciel » évalue l'attention sélective dans un contexte organisé, et l'épreuve « Carte géographique » évalue l'attention sélective dans un contexte anarchique.

##### 3.2.1.4.3.1 Attention organisée

Cette épreuve comporte deux étapes. Dans la première, l'enfant se trouve devant une page d'un format A3 où des dessins de vaisseaux sont rangés par paires. L'enfant doit entourer le plus vite possible toutes les paires de vaisseaux qui contiennent des vaisseaux identiques. Lorsqu'il a terminé, il doit faire une croix dans la case prévue à cet effet. L'épreuve est chronométrée. La consigne donnée à l'enfant est : « Il faut entourer toutes les paires de vaisseaux qui ont 2 vaisseaux identiques. Il faut être le plus rapide possible ! Quand tu as fini, tu fais une croix dans le rectangle. »

Dans la deuxième étape, l'enfant se trouve devant une autre page d'un format A3, où ne se trouvent que les paires de vaisseaux identiques. L'enfant doit toutes les entourer le plus vite possible et faire une croix dans la case prévue à cet effet lorsqu'il a terminé. L'épreuve est chronométrée. La consigne donnée à l'enfant est : « Là, c'est plus facile, il n'y a que les paires de vaisseaux identiques. Il faut toutes les entourer le plus vite possible. Quand tu as tout entouré, tu fais une croix dans le rectangle. »

#### 3.2.1.4.3.2 Attention anarchique

L'enfant est face à une page A3 représentant un plan précis d'une région d'Amérique. Il doit entourer le plus vite possible tous les symboles représentant un restaurant. L'épreuve dure une minute. La consigne donnée à l'enfant est : « Entoure le plus vite possible les dessins de restaurants. »

### 3.3 La procédure

Une lettre de demande d'autorisation (cf. Annexe n°1) a été envoyée aux parents par courrier pour obtenir une autorisation de participation. Cette lettre justifiait la réalisation de l'étude et décrivait ses objectifs, son déroulement et les bénéfices attendus.

La passation des tests s'est déroulée entre octobre 2018 et janvier 2019 au sein du Centre Hospitalier Universitaire Charles Nicolle de Rouen.

Le patient et son parent ont été reçus par une orthophoniste du Centre de Référence des Troubles du Langage et des Apprentissages du CHU de Rouen et une étudiante de Master 2 du Département d'Orthophonie de l'UFR de Santé de Rouen, afin d'expliquer le déroulement de la procédure, puis le parent était invité à patienter en dehors de la salle de passation afin d'être en face-à-face avec le patient et d'éviter toute distraction ou aide de la part du parent.

Un temps d'échange a toujours eu lieu avant la passation des tests afin de faire connaissance et de mettre l'enfant en confiance.

Le déroulement des tests s'est effectué de la façon suivante :

- 1) Evaluation du langage oral sur ordinateur (BILO 3C)
- 2) Evaluation des contraintes sur ordinateur (EC2)
- 3) Evaluation de la rapidité et de la précision en lecture (LUM, VL)
- 4) Evaluation de la compréhension en lecture (Texte ROLL)
- 5) Evaluation de la mémoire auditivo-verbale et visuelle (WISC-V)
- 6) Evaluation de l'efficacité cognitive (WISC-V)
- 7) Evaluation de l'attention (Tea-CH)

La passation des tests a duré environ 1h30. Les tests ont été passés par la même personne pour chaque enfant.

Un retour sur les résultats des tests a été fait aux parents par une orthophoniste du Centre de Référence des Troubles du Langage et des Apprentissages du CHU de Rouen et une étudiante de Master 2 du Département d'Orthophonie de l'UFR de Santé de Rouen, après analyse des réponses de l'enfant. Un compte-rendu a ensuite été réalisé, donné au médecin de l'enfant et envoyé aux parents.

### 3.4 Analyse

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R : A language and environment for statistical computing, R Core Team (2018), R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Devant le faible effectif de la population d'études (n=12), une description simple des données a été réalisée.

Pour les caractéristiques de base, les variables quantitatives ont été décrites à l'aide de moyennes et d'écart-types, et les variables qualitatives à l'aide d'effectifs et de pourcentages.

Concernant les scores, à partir des données brutes quantitatives, les centiles de chaque sujet ont été définis à l'aide des tables des scores. Les sujets ont ensuite été répartis en deux classes selon le 10ème percentile ( $\leq$  10ème percentile et  $>$  10ème percentile), et selon le 25ème percentile ( $\leq$  25ème percentile et  $>$  25ème percentile). Les résultats des scores sont présentés à l'aide de pourcentages et d'intervalles de confiance à 95%.

## 4 RESULTATS

---

Tous les patients inclus ont accepté de faire la passation de toutes les épreuves.

### 4.1 Résultats aux épreuves de langage oral

Tableau n°3 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de langage oral (BILO 3C) – classe selon le 10° percentile

<b>Compréhension orale (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	66.7 [35.4 - 88.7]
≤ 10° percentile	33.3 [11.3 - 64.6]
<b>Jugement lexical (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	75 [42.8 - 93.3]
≤ 10° percentile	25 [6.7 - 57.2]
<b>Jugement grammatical (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	66.7 [35.4 - 88.7]
≤ 10° percentile	33.3 [11.3 - 64.6]
<b>Répétition de mot (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 10° percentile	16.7 [2.9 - 49.1]
<b>Lexique en production (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	91.7 [62.6 - 99]
≤ 10° percentile	8.3 [1.0 - 37.4]
<b>Production d'énoncé (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 10° percentile	16.7 [2.9 - 49.1]

A l'épreuve de **compréhension orale**, 33,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [11.3 – 64.6]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une compréhension orale pathologique par rapport à la population générale.

A l'épreuve de jugement lexical, 25% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [6.7 – 57.2].

A l'épreuve de **jugement grammatical**, 33,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre

[11.3 – 64.6]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont un jugement grammatical pathologique par rapport à la population générale.

A l'épreuve de répétition de mots, 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>e</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

A l'épreuve de lexique en production, 8,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>e</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [1.0 – 37.4].

A l'épreuve de production d'énoncé, 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>e</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

**Tableau n°4** : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de langage oral (BILO 3C) – classe selon le 25<sup>e</sup> percentile

<b>Compréhension orale (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>e</sup> percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
≤ 25 <sup>e</sup> percentile	41.7 [16.5 - 71.4]
<b>Jugement lexical (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>e</sup> percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
≤ 25 <sup>e</sup> percentile	41.7 [16.5 - 71.4]
<b>Jugement grammatical (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>e</sup> percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
≤ 25 <sup>e</sup> percentile	41.7 [16.5 - 71.4]
<b>Répétition de mots (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>e</sup> percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
≤ 25 <sup>e</sup> percentile	41.7 [16.5 - 71.4]
<b>Lexique en production (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>e</sup> percentile	75.0 [42.8 - 93.3]
≤ 25 <sup>e</sup> percentile	25.0 [6.7 - 57.2]
<b>Production d'énoncé (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>e</sup> percentile	66.7 [35.4 - 88.7]
≤ 25 <sup>e</sup> percentile	33.3 [11.3 - 64.6]

Aux épreuves de compréhension orale, jugement lexical, jugement grammatical et répétition de mots, 41,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>e</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [16.5 – 71.4].

A l'épreuve de lexique en production, 25% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [6.7 – 57.2].

A l'épreuve de production d'énoncé, 33,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [11.3 – 64.6].

## 4.2 Résultats aux épreuves de contraintes neurodéveloppementales

Tableau n°5 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves des contraintes neurodéveloppementales (EC2) – classe selon le 10<sup>o</sup> percentile

<b>Identification du mot oral (% [IC95%])</b>	
> 10 <sup>o</sup> percentile	100.0 [69.9 - 100.0]
≤ 10 <sup>o</sup> percentile	0.0 [0.0 - 30.1]
<b>Dénomination rapide (% [IC95%])</b>	
> 10 <sup>o</sup> percentile	91.7 [62.6 - 99.0]
≤ 10 <sup>o</sup> percentile	8.3 [1.0 - 37.4]
<b>Attention visuelle (% [IC95%])</b>	
> 10 <sup>o</sup> percentile	91.7 [62.6 - 99.0]
≤ 10 <sup>o</sup> percentile	8.3 [1.0 - 37.4]
<b>Praxies bucco-faciales (% [IC95%])</b>	
> 10 <sup>o</sup> percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 10 <sup>o</sup> percentile	16.7 [2.9 - 49.1]

A l'épreuve d'identification du mot oral, 0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [0.0 – 30.1].

A l'épreuve de dénomination rapide, 8,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [1.0 – 37.4].

A l'épreuve d'attention visuelle, 8,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [1.0 – 37.4].

A l'épreuve de praxies bucco-faciales, 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

**Tableau n°6** : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves des contraintes neurodéveloppementales (EC2) – classe selon le 25° percentile

<b>Identification du mot oral (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	91.7 [62.6 - 99.0]
≤ 25° percentile	8.3 [1.0 - 37.4]
<b>Dénomination rapide (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	91.7 [62.6 - 99.0]
≤ 25° percentile	8.3 [1.0 - 37.4]
<b>Attention visuelle (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	91.7 [62.6 - 99.0]
≤ 25° percentile	8.3 [1.0 - 37.4]
<b>Praxies bucco-faciales (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	75.0 [42.8 - 93.3]
≤ 25° percentile	25.0 [6.7 - 57.2]

Aux épreuves d'identification de mot oral, dénomination rapide et attention visuelle, 8,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [1.0 – 37.4].

A l'épreuve de praxies bucco-faciales, 25% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [6.7 – 57.2].

### 4.3 Résultats aux épreuves de langage écrit

#### 4.3.1 Résultats à l'épreuve de Lecture Oralisée en Une Minute (LUM)

**Tableau n°7** : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Lecture de mots oralisé en Une Minute (LUM) – classe selon le 10° percentile

<b>Lecture de mots en une minute (vitesse) (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 10° percentile	16.7 [2.9 - 49.1]
<b>Lecture de mots en une minute (précision) (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	66.7 [35.4 - 88.7]
≤ 10° percentile	33.3 [11.3 - 64.6]

A l'épreuve de Lecture de mots en Une Minute (vitesse), 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

A l'épreuve de **Lecture de mots en Une Minute (précision)**, 33,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [11.3 – 64.6]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une précision lecture de mots en tâche simple pathologique par rapport à la population générale.

Tableau n°8 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Lecture de mots oralisé en Une Minute (LUM) – classe selon le 25<sup>o</sup> percentile

<b>Lecture de mots en une minute (vitesse) (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>o</sup> percentile	50.0 [22.3 - 77.7]
≤ 25 <sup>o</sup> percentile	50.0 [22.3 - 77.7]
<b>Lecture de mots en une minute (précision) (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>o</sup> percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
≤ 25 <sup>o</sup> percentile	41.7 [16.5 - 71.4]

A l'épreuve de Lecture de mots en Une Minute (vitesse), 50,0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [22.3 – 77.7].

A l'épreuve de Lecture de mots en Une Minute (précision), 41,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [16.5 – 71.4].

### 4.3.2 Résultats à l'épreuve de Vitesse de Lecture (VL)

Tableau n°9 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Vitesse de Lecture (VL) – classe selon le 10° percentile

<b>Vitesse de lecture en double tâche (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	66.7 [35.4 - 88.7]
≤ 10° percentile	33.3 [11.3 - 64.6]
<b>Précision de lecture en double tâche (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	75.0 [42.8 - 93.3]
≤ 10° percentile	25.0 [6.7 - 57.2]

A l'épreuve de **vitesse de lecture en double tâche**, 33,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [11.3 – 64.6]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une vitesse de lecture en double tâche pathologique par rapport à la population générale.

A l'épreuve de précision de lecture en double tâche, 25,0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [6.7 – 57.2].

Tableau n°10 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de Vitesse de Lecture (VL) – classe selon le 25° percentile

<b>Vitesse de lecture (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	41.7 [16.5 - 71.4]
≤ 25° percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
<b>Précision de lecture (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	50.0 [22.3 - 77.7]
≤ 25° percentile	50.0 [22.3 - 77.7]

A l'épreuve de **vitesse de lecture en double tâche**, 58,3% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [28.6 – 83.5]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une vitesse de lecture en double tâche fragile par rapport à la population générale.

A l'épreuve de précision de lecture en double tâche, 50,0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [22.3 – 77.7].

### 4.3.3 Résultats à l'épreuve de compréhension en lecture (ROLL)

Tableau n°11 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve de compréhension de texte (ROLL)

<b>Compréhension de texte (effectif (%))</b>	
<i>Pathologique</i>	2 (18.2)
<i>Fragile</i>	7 (63.6)
<i>Normale</i>	2 (18.2)

A l'épreuve de compréhension de texte, une analyse subjective a été réalisée. Nous avons établi que les résultats inférieurs ou égaux à 33,3% de bonnes réponses aux questions à choix multiples sont considérés comme « pathologiques », les résultats compris entre 33,3% et inférieurs ou égaux à 66,6% sont considérés comme « fragiles », et au-delà de 66,6% de bonnes réponses, la compréhension est considérée comme normale.

Ainsi, 18,2% des enfants de la population étudiée ont une compréhension en lecture pathologique, 63,6% ont une compréhension en lecture fragile, et 18,2% ont une compréhension en lecture normale.

## 4.4 Résultats aux épreuves cognitives et exécutives

### 4.4.1 Résultats aux épreuves de mémoires auditivo-verbale et visuelle

Tableau n°12 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de mémoires (WISC V) – classe selon le 10<sup>o</sup> percentile

<b>Mémoire auditivo-verbale (% [IC95%])</b>	
<i>&gt; 10<sup>o</sup> percentile</i>	58.3 [28.6 - 83.5]
<i>≤ 10<sup>o</sup> percentile</i>	41.7 [16.5 - 71.4]
<b>Mémoire visuelle (% [IC95%])</b>	
<i>&gt; 10<sup>o</sup> percentile</i>	100.0 [69.9 - 100.0]
<i>≤ 10<sup>o</sup> percentile</i>	0.0 [0.0 - 30.1]

A l'épreuve de **mémoire auditivo-verbale**, 41,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [16.5 – 71.4]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une mémoire auditivo-verbale pathologique par rapport à la population générale.

A l'épreuve de mémoire visuelle, 0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [0.0 – 30.1].

Tableau n°13 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves de mémoires (WISC V) – classe selon le 25<sup>o</sup> percentile

<b>Mémoire auditivo-verbale (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>o</sup> percentile	33.3 [11.3 - 64.6]
≤ 25 <sup>o</sup> percentile	66.7 [35.4 - 88.7]
<b>Mémoire visuelle (% [IC95%])</b>	
> 25 <sup>o</sup> percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 25 <sup>o</sup> percentile	16.7 [2.9 - 49.1]

A l'épreuve de **mémoire auditivo-verbale**, 66,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [35.4 – 88.7]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une mémoire auditivo-verbale fragile par rapport à la population générale.

A l'épreuve de mémoire visuelle, 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

#### 4.4.2 Résultats à l'épreuve d'efficience cognitive

Tableau n°14 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve d'efficience cognitive (WISC V) – classe selon le 10<sup>o</sup> percentile

<b>Efficience cognitive (% [IC95%])</b>	
> 10 <sup>o</sup> percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 10 <sup>o</sup> percentile	16.7 [2.9 - 49.1]

A l'épreuve d'efficience cognitive, 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10<sup>o</sup> percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

Tableau n°15 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients à l'épreuve d'efficiences cognitive (WISC V) – classe selon le 25° percentile

<b>Efficiences cognitive (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	58.3 [28.6 - 83.5]
≤ 25° percentile	41.7 [16.5 - 71.4]

A l'épreuve d'efficiences cognitive, 41,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [16.5 – 71.4].

#### 4.4.3 Résultats aux épreuves d'attention organisée et anarchique

Tableau n°16 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves d'attention (TEACH) – classe selon le 10° percentile

<b>Attention organisée (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	83.3 [50.9 - 97.1]
≤ 10° percentile	16.7 [2.9 - 49.1]
<b>Attention anarchique (% [IC95%])</b>	
> 10° percentile	50.0 [22.3 - 77.7]
≤ 10° percentile	50.0 [22.3 - 77.7]

A l'épreuve d'attention organisée, 16,7% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [2.9 – 49.1].

A l'épreuve d'**attention anarchique**, 50% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 10° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [22.3 – 77.7]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une attention anarchique pathologique par rapport à la population générale.

Tableau n°17 : caractéristiques des résultats obtenus par les patients aux différentes épreuves d'attention (TEACH) – classe selon le 25° percentile

<b>Attention organisée (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	50.0 [22.3 - 77.7]
≤ 25° percentile	50.0 [22.3 - 77.7]
<b>Attention anarchique (% [IC95%])</b>	
> 25° percentile	25.0 [6.7 - 57.2]
≤ 25° percentile	75.0 [42.8 - 93.3]

A l'épreuve d'attention organisée, 50,0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [22.3 – 77.7].

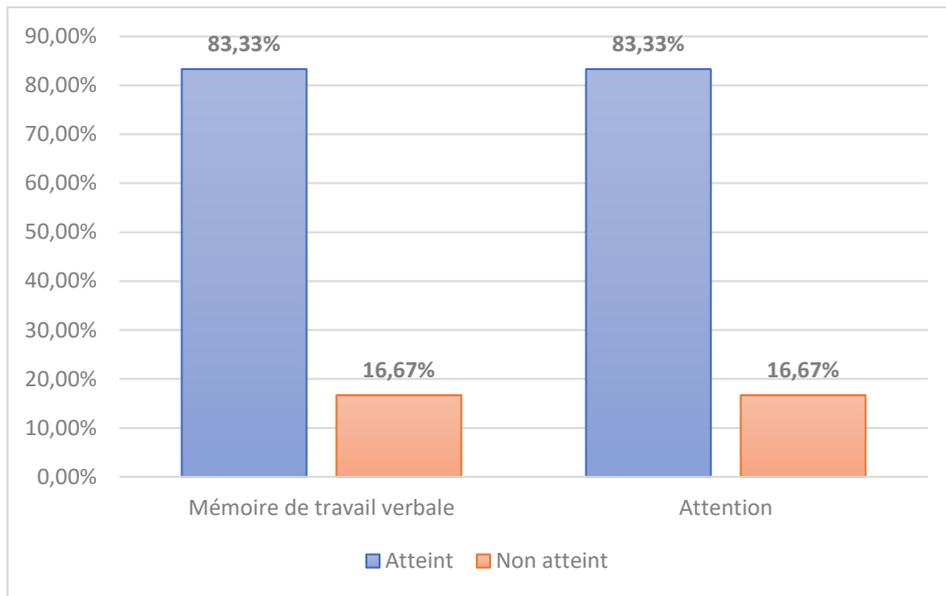
A l'épreuve d'**attention anarchique**, 75,0% de la population étudiée ont des résultats égaux ou inférieurs au 25° percentile, avec un intervalle de confiance compris entre [42.8 – 93.3]. Il y a significativement plus d'enfants atteints de tumeur cérébrale qui ont une attention anarchique fragile par rapport à la population générale.

#### 4.5 Prévalence des contraintes les plus représentées selon le type de traitement

Sur les douze enfants de notre population, six enfants ont reçu à la fois un traitement par chirurgie, radiothérapie, chimiothérapie et autogreffe. Les six autres enfants ont reçu entre un et trois de ces traitements.

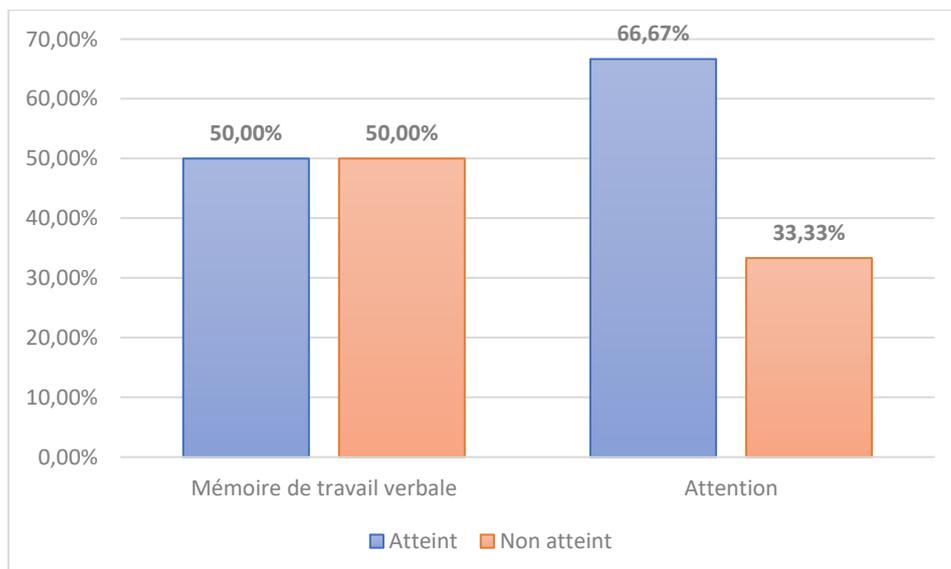
Les contraintes retrouvées dans nos résultats, selon le 10<sup>ème</sup> et le 25<sup>ème</sup> percentile, ont été mises en lien avec le nombre de traitements reçus par les enfants de notre population. Les enfants ont été répartis en deux groupes. Le premier groupe est le groupe de six enfants ayant reçu les quatre traitements différents et le second groupe est le groupe de six enfants ayant reçu entre un et trois traitements.

Graphique n°1 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 25<sup>ème</sup> percentile dans le premier groupe



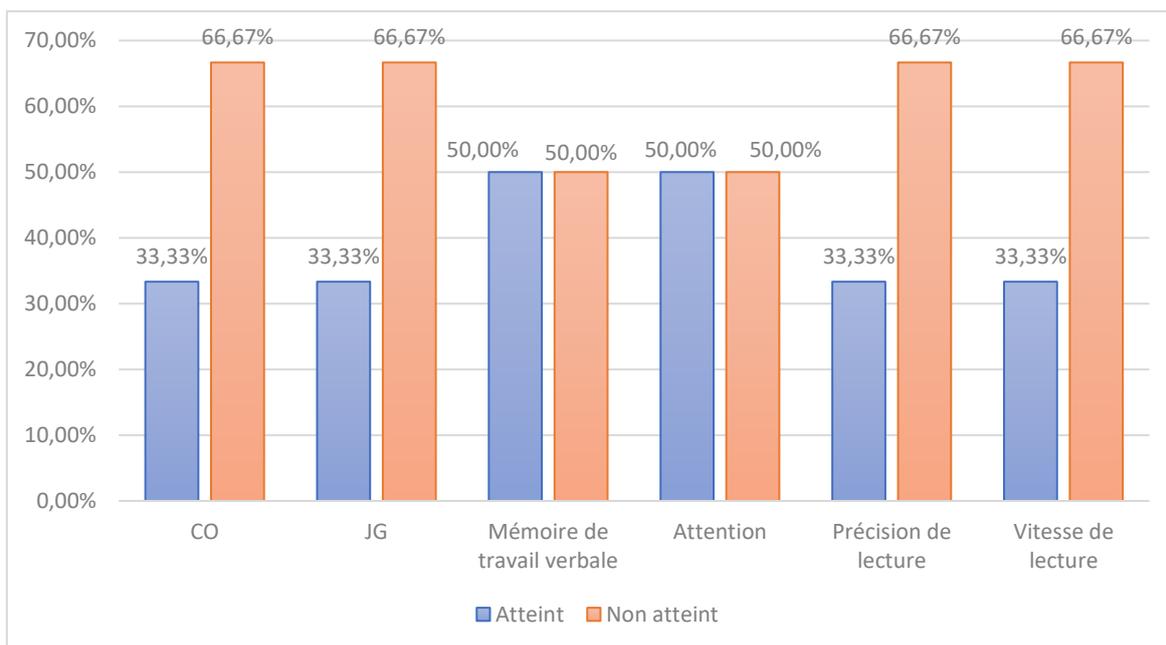
Parmi les enfants ayant reçu les quatre traitements différents, 83,33% ont des résultats fragiles et/ou pathologiques en mémoire de travail verbale et en attention.

Graphique n°2 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 25<sup>ème</sup> percentile dans le second groupe



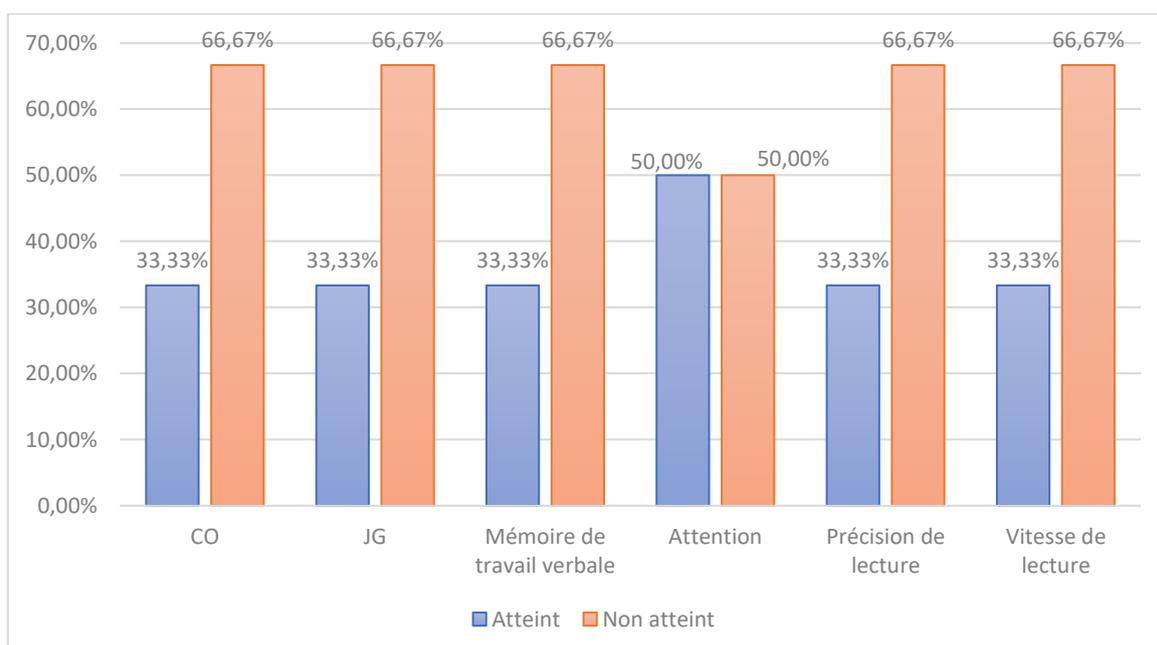
Parmi les enfants ayant reçu entre un et trois traitements différents, 50% ont des résultats fragiles et/ou pathologiques en mémoire de travail verbale, et 66,67% ont des résultats fragiles et/ou pathologiques en attention.

**Graphique n°3 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 10<sup>ème</sup> percentile dans le premier groupe**



Parmi les enfants ayant reçu les quatre traitements différents, 33,33% ont des résultats pathologiques en compréhension orale, en jugement grammatical, en précision de lecture et en vitesse de lecture. 50% de ces enfants ont des résultats pathologiques en mémoire de travail verbale et en attention.

**Graphique n°4 : Prévalence des contraintes retrouvées selon le 10<sup>ème</sup> percentile dans le second groupe**



Parmi les enfants ayant reçu entre un et trois traitements différents, 33,33% ont des résultats pathologiques en compréhension orale, en jugement grammatical, en mémoire de travail verbale, en précision de lecture et en vitesse de lecture. 50% de ces enfants ont des résultats pathologiques en attention.

## 5 DISCUSSION

---

### 5.1 Recontextualisation

Grâce aux avancées médicales, le taux de survie des enfants atteints de tumeurs de la fosse cérébrale postérieure augmente. Des études ont pu alors s'attarder sur le devenir de ces enfants et ont montré que beaucoup d'entre eux avaient des difficultés dans un ou plusieurs domaines neurocognitifs. Ces difficultés sont dues à de multiples facteurs, tels que les caractéristiques tumorales, les traitements et les caractéristiques individuelles du patient, et peuvent être de plusieurs ordres : langagiers, cognitifs ou encore exécutifs. Au sein de ces difficultés neurocognitives, les difficultés en lecture sont de plus en plus rapportées dans la littérature, bien que nous en ignorions les causes.

Le but de cette étude est de rechercher d'éventuels liens entre les compétences langagières, cognitives et exécutives des enfants atteints de tumeur cérébrale et leur trouble de lecture, en comparant leurs résultats à ceux d'enfants tout-venants et en les confrontant aux données actuelles de la littérature.

Divers tests ont été administrés à une population de 12 enfants atteints de tumeur cérébrale. Les compétences langagières, orales et écrites, les contraintes neurodéveloppementales et exécutives et l'efficacité cognitive ont été testées chez ces enfants et leurs résultats ont été comparés à ceux d'une population d'enfants tout-venants, provenant des étalonnages des batteries de tests utilisées.

Il s'agira ici de rediscuter les hypothèses de cette étude. L'hypothèse principale tend à démontrer des liens entre les troubles de lecture des enfants atteints de tumeur cérébrale et leurs éventuelles contraintes langagières, cognitives et exécutives. Les hypothèses opérationnelles sont les suivantes :

- Les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure présentent davantage de difficultés en lecture que les enfants tout-venants.
- Les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont la conséquence de déficits en langage oral.
- Les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont dues à des contraintes neurodéveloppementales spécifiques.
- Les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont dues à des déficits dans les compétences cognitives et exécutives.

## 5.2 Analyse des résultats

### 5.2.1 Sensibilité des mesures

Cette étude porte sur une population à très faible effectif ( $n = 12$ ), ce qui n'a pas permis l'utilisation de tests de corrélation de grande puissance tels que les tests de Pearson, Kendall ou Spearman. Les scores obtenus par les enfants atteints de tumeur cérébrale ont été analysés à l'aide de pourcentages et d'intervalles de confiance à 95%. Toutefois, l'interprétation des résultats d'une population à très faible effectif doit être réalisée avec prudence, compte tenu de la faible puissance des tests. L'analyse sera faite d'après les intervalles de confiance, qui ont une « puissance » supérieure par rapport aux pourcentages, malgré la largeur des intervalles.

Certains scores obtenus aux épreuves de la batterie de tests EC2 (Evaluation des Contraintes au Cycle 2) sont particulièrement élevés. Cette batterie étant étalonnée pour les enfants scolarisés entre la grande section de maternelle et le CE1, il est normal de retrouver des pourcentages et des intervalles de confiance dans les limites supérieures. L'analyse des résultats obtenus pour cette batterie se fait donc au regard de l'hétérogénéité des scores.

### 5.2.2 Comparaison des résultats en langage oral entre les deux populations

Les enfants atteints de tumeur cérébrale ont des résultats significativement plus pathologiques ( $< C10$ ) que les enfants tout-venant en ce qui concerne la composante morphosyntaxique dans les modalités de compréhension et de jugement.

On ne retrouve cependant pas d'écart significatif entre les deux populations en ce qui concerne les composantes phonologiques et lexicale en réception, production et jugement, ni dans la composante morphosyntaxique en production.

Les enfants atteints de tumeur cérébrale auraient des compétences lexicales identiques à celles des enfants tout-venant et les résultats à l'épreuve de phonologie et de morphosyntaxe dans la modalité de production n'indiquent pas de différence significative entre les enfants des deux populations.

Ainsi, d'après nos résultats, les enfants de la population étudiée connaissent un développement langagier similaire à celui des enfants tout-venant, mais ils présentent des difficultés dans les tâches de compréhension dans la composante morphosyntaxique.

### 5.2.3 Comparaison des résultats aux épreuves de contraintes neurodéveloppementales, exécutives et cognitives entre les deux populations

#### 5.2.3.1 Les contraintes

D'après nos résultats dans les épreuves neurodéveloppementales (EC2), exécutives (WISC V ; TEACH) et cognitives (TEACH), deux fonctions se trouvent très altérées chez les enfants atteints de tumeur cérébrale. Il s'agit de la mémoire et de l'attention.

Pour évaluer les compétences mnésiques de notre population, nous avons évalué deux types de mémoire : la mémoire de travail auditivo-verbale et la mémoire visuelle. Dans cette étude, les enfants atteints de tumeur cérébrale présentent des résultats significativement plus pathologiques (<C10) que les enfants tout-venant en ce qui concerne la mémoire auditivo-verbale, tandis que les résultats à l'épreuve de mémoire visuelle sont identiques entre les deux populations. Ainsi, les enfants atteints de tumeur cérébrale auraient davantage de difficultés dans les tâches nécessitant la mémoire verbale de travail par rapport aux enfants tout-venant, tandis que la mémoire visuelle représenterait une ressource pour les apprentissages.

Par la suite, nous avons évalué les capacités attentionnelles des enfants de notre population avec une épreuve d'attention organisée et une épreuve d'attention anarchique. Dans cette étude, les enfants atteints de tumeur cérébrale présentent des résultats significativement plus pathologiques (<C10) que les enfants tout-venant en ce qui concerne l'attention dite anarchique, tandis que les résultats à l'épreuve d'attention organisée sont identiques entre les deux populations. L'épreuve d'attention anarchique représente la compétence la plus altérée dans cette étude.

Ces résultats indiquent que les enfants atteints de tumeur cérébrale ont davantage de difficultés attentionnelles, notamment dans un contexte désorganisé, par rapport aux enfants tout-venant.

#### 5.2.3.2 Les ressources

Certaines épreuves administrées aux patients de cette étude n'ont pas présenté d'altération au niveau des résultats, comme cela est le cas pour les épreuves de la batterie EC2 qui évalue les contraintes neurodéveloppementales.

Dans notre étude, les enfants ont une boucle phonologique fonctionnelle, que l'on peut mettre en lien avec les bonnes compétences phonologiques en production retrouvées lors de

l'évaluation du langage oral. Leur accès au stock lexical n'est pas contraint, ce qui rejoint les résultats obtenus plus tôt dans les épreuves lexicales. Aussi, les enfants de notre population ne connaissent pas de difficultés en ce qui concerne les tâches de balayage visuel et de programmation motrice.

Enfin, nous ne relevons pas d'altération significative de l'efficacité cognitive chez les enfants de notre population, ce qui révèle un fonctionnement cognitif semblable aux enfants tout-venant.

#### 5.2.4 Comparaison des résultats en lecture entre les deux populations

La lecture a été évaluée sous différentes formes : la vitesse et la précision de lecture en tâche simple (LUM), la vitesse et la précision de lecture en double tâche et la compréhension de texte (ROLL).

En tâche simple, les enfants atteints de tumeur cérébrale présentent des résultats similaires aux enfants tout-venant pour ce qui est de la vitesse de lecture. En revanche, ils ont tendance à faire davantage d'erreurs de lecture car leurs résultats en précision de lecture sont significativement plus altérés que chez les enfants tout-venants.

En double tâche, les enfants atteints de tumeur cérébrale augmentent leur précision de lecture au détriment de leur vitesse. En effet, ils font moins d'erreurs qu'en tâche simple mais leur temps de lecture est significativement plus élevé que pour les enfants tout-venant, ce qui les place dans la zone de pathologie.

En ce qui concerne la compréhension de texte, seuls deux enfants ont une compréhension de texte jugée « normale ». Ce résultat suggère que les enfants atteints de tumeur cérébrale ont davantage de difficultés pour accéder au sens de ce qui est lu, par rapport aux enfants tout-venant.

Ainsi, les enfants atteints de tumeur cérébrale connaîtraient davantage de difficultés dans les tâches de lecture que les enfants tout-venant.

## 5.3 Discussion

### 5.3.1 Analyse des troubles de la lecture

Dans notre étude, des troubles significatifs en précision de lecture en tâche simple et en vitesse de lecture en double tâche ont été retrouvés chez les enfants atteints de tumeur cérébrale. Ces résultats sont en concordance avec les données de la littérature actuelle. En effet, d'après Guichardet et al. (2015), les tumeurs cérébrales pédiatriques ont des répercussions dans les apprentissages, notamment dans l'acquisition de la lecture. Nos résultats rejoignent les propos de Lönnerblad et al. dans son article publié en 2017, qui relèvent des difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur cérébrale en vitesse de lecture et en compréhension, mais également les propos de Palmer et al. (2007), qui dénoncent des difficultés dans les tâches d'identification de mots écrits. Ces résultats confirment notre hypothèse de départ, selon laquelle les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure présenteraient davantage de difficultés en lecture que les enfants tout-venant. Ce qui nous semble maintenant le plus intéressant est de rechercher les différentes contraintes et ressources cognitives de ces enfants qui auraient un lien avec leurs difficultés de lecture.

### 5.3.2 Analyse des contraintes

Les deux contraintes majeures retrouvées dans notre étude sont des contraintes des fonctions exécutives, ce qui est aussi retrouvé fréquemment dans la littérature. Ces troubles des fonctions exécutives retrouvés dans de nombreuses pathologies neurologiques sont mis en évidence dans la littérature, comme dans l'article de Deslandre et al., publié en 2004, qui affirme la présence de ce type de difficultés dans beaucoup de pathologies cérébrales, et plus précisément, d'après les propos de Er-Rafiqi et al. en 2017, dans les tumeurs cérébrales. Les résultats semblent également cohérents sur le plan anatomique, le cervelet jouant un rôle important dans le fonctionnement des fonctions exécutives, il se trouve particulièrement vulnérable en cas de tumeur de la fosse cérébrale postérieure (Borradori Tolsa et al., 2014; Deslandre et al., 2004; Heyder et al., 2004). Il est donc normal de retrouver des déficits dans ces fonctions chez les enfants de notre population.

Dans notre étude, les contraintes exécutives retrouvées correspondent à des difficultés attentionnelles et de mémoire de travail. Beaucoup d'auteurs ont répertorié chez des enfants atteints de ce type de pathologie des difficultés bien particulières dans les tâches mettant en

jeu la mémoire de travail et l'attention (Guichardet et al., 2015; Koustenis et al., 2016; Lönnerblad et al., 2017; Stavinoha et al., 2018; Ventura et al., 2018). Un article de Palmer et al. publié en 2007 signalait que la mémoire verbale était davantage altérée chez les patients atteints de tumeur cérébrale, ce que l'on retrouve également dans nos résultats.

Ainsi, nos résultats en ce qui concerne les contraintes exécutives semblent en concordance avec les données de la littérature.

Selon les propos de Fournier et des Portes, en 2017, l'attention représente une base dans le développement des différentes fonctions exécutives. D'après un ouvrage de Mazeau en 2008, l'attention, et en particulier l'attention sélective, interviendrait dans les tâches mnésiques et linguistiques. Sans cette compétence attentionnelle, le développement de la mémoire ne s'effectuera pas correctement et cela aura des répercussions sur le développement du langage. Aussi, l'attention joue un rôle important dans l'apprentissage de la lecture, notamment dans les tâches d'identification du mot écrit (Boulc'h et al., 2007). La mémoire de travail, quant à elle, est une fonction nécessaire aux apprentissages. Selon Er-Rafiqi et al. (2017), elle permet de développer notamment le lexique et elle est un élément essentiel à la compréhension orale. Elle joue également un rôle dans la lecture, de l'identification du mot écrit à la compréhension de texte (Boulc'h et al., 2007).

Ainsi, d'après les résultats obtenus dans notre étude dans les épreuves de lecture, les contraintes attentionnelles et de mémoire de travail peuvent expliquer les difficultés de lecture des enfants atteints de tumeur cérébrale. Les déficits de précision de lecture retrouvés en tâche simple peuvent être la conséquence de difficultés dans l'identification de mot écrit, activité nécessitant de bonnes compétences attentionnelles, mais également mnésiques. Aussi, la faible vitesse de lecture retrouvée en double tâche peut s'expliquer à la fois par le déficit en identification de mot écrit, mais également par une difficulté attentionnelle exacerbée par un contexte de double tâche, de ce fait plus complexe.

Une autre contrainte a été retrouvée dans notre étude. Il s'agit d'une contrainte langagière. Ce phénomène est retrouvé dans la littérature, dans un article de J. Grill et al. publié en 1998, qui répertorie des difficultés langagières chez des enfants atteints de tumeur cérébrale. Une étude plus récente publiée en 2018 par Stavinoha et al. décrit également des déficits de la parole et du langage chez les enfants atteints de cette pathologie. Nos résultats semblent donc en concordance avec les données littéraires.

Un article de Zesiger et al., publié en 2004, affirme que l'apprentissage du langage écrit est sous-tendu par les habiletés du langage oral. Il s'agit principalement des composantes

phonologiques, lexicales et morphosyntaxiques du langage. D'après les résultats de notre étude, les enfants de notre population présentent des difficultés spécifiques dans les tâches de compréhension dans la composante morphosyntaxique, et, la mémoire de travail verbale étant déficitaire, ils présentent également des déficits dans la composante phonologique.

Les habiletés phonologiques sont primordiales pour le bon développement du langage écrit, ce qui explique le fait que les enfants atteints de trouble spécifique du langage écrit soient souvent atteints de trouble spécifique du langage oral (Ramus, 2012). Les habiletés phonologiques vont donc avoir une influence sur l'apprentissage de la lecture, avec une importance capitale pour développer la correspondance grapho-phonémique, d'après une étude de Billard et al., publiée en 2009. Plusieurs habiletés constituent la composante phonologique : la conscience phonologique, la dénomination rapide et la mémoire phonologique ou verbale à court terme. D'après les résultats de notre étude, les enfants atteints de tumeur cérébrale n'ont pas de déficit en ce qui concerne la conscience phonologique et la dénomination rapide, mais ils ont des difficultés en mémoire phonologique à court terme, ce qui insinue des difficultés dans la composante phonologique.

Les composantes lexicales et morphosyntaxiques jouent quant à elles un rôle majeur dans la compréhension de la lecture. D'après les résultats de notre étude, les capacités lexicales des enfants atteints de tumeur cérébrale sont dans la norme, tandis que les capacités morphosyntaxiques sont déficitaires.

Ainsi, les contraintes langagières retrouvées dans notre étude peuvent expliquer également les difficultés de lecture retrouvées chez les enfants atteints de tumeur cérébrale. Les difficultés phonologiques vont s'ajouter aux déficits attentionnels et de mémoire de travail et engendrer des problèmes de correspondance grapho-phonémique et donc d'identification de mot écrit. Ce type de difficulté aura une répercussion sur la précision de lecture chez ces enfants, que l'on retrouve déficitaire en tâche simple dans notre étude. De plus, les difficultés rencontrées dans la composante morphosyntaxique en modalité de réception, additionnées à toutes les autres contraintes, vont avoir des conséquences sur la compréhension de lecture, ce que l'on retrouve également dans nos résultats.

Les hypothèses selon lesquelles les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont la conséquence de déficits en langage oral et des fonctions exécutives sont alors validées au regard de notre étude et de la confrontation avec la littérature.

### 5.3.3 Analyse des résultats attendus non retrouvés dans l'étude

Au regard de la littérature sur les déficits neurocognitifs engendrés chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure, il était prévu de retrouver dans nos résultats des scores déficitaires dans l'épreuve d'efficacité cognitive. En effet, de nombreux articles publiés font état d'une altération de l'intelligence globale en tout premier lieu chez les enfants atteints de tumeur cérébrale (Guichardet et al., 2015; Palmer et al., 2007; Reimers et al., 2003; Stavinoha et al., 2018). Ce type de déficience aurait un impact sur l'apprentissage de la lecture. Or, dans notre étude, les enfants atteints de cette pathologie présentent des scores identiques à ceux d'enfants tout-venant. Ainsi, nous n'avons pas pu, au regard de nos résultats, valider l'hypothèse selon laquelle les difficultés de lecture chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure sont dues à des contraintes cognitives.

Il aurait été intéressant d'étudier plus précisément l'efficacité cognitive de notre population en recherchant d'éventuelles difficultés en vitesse de traitement, qui est une des capacités cognitives principales soutenant le fonctionnement intellectuel global. Cela aurait pu apporter des précisions concernant leur fonctionnement intellectuel, et aurait pu apporter davantage de réponses concernant leurs difficultés de lecture.

Aussi, nous ne relevons pas dans notre étude de résultats déficitaires aux épreuves d'attention visuelle, qui évalue le balayage visuel, et de praxies bucco-faciales, qui évalue la programmation motrice. Des difficultés dans ces domaines auraient pu être attendues étant donné le type de séquelles neurologiques souvent présentes dans cette pathologie. En effet, il est souvent observé chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure des déficits dans les tâches visuelles, comme cela est le cas dans un article de Stavinoha et al. publié en 2018, ainsi que des troubles moteurs, comme il est retrouvé dans les études publiées par Pagnier en 1998 et Plantaz, en 2005.

### 5.3.4 Analyse de la prévalence des contraintes les plus représentées selon le type de traitement

Les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure dans notre étude ayant reçu les quatre traitements (groupe 1) ont tendance à avoir davantage de résultats pathologiques dans les épreuves d'attention et de mémoire de travail verbale, en comparaison aux enfants n'ayant pas reçu les quatre traitements.

On ne remarque pas de différence dans nos résultats entre les deux groupes d'enfants dans les épreuves de langage oral, en compréhension et en jugement morphosyntaxique, en précision et en vitesse de lecture et en attention. En revanche, les enfants ayant reçu tous les traitements semblent avoir plus de fragilités en mémoire de travail verbale par rapport à ceux n'ayant pas reçu les quatre traitements.

Ce type d'analyse reste délicat à effectuer car les données dont nous disposons ne sont pas précises quant au degré de toxicité des traitements, et elles sont recueillies sur une petite taille d'échantillon. Malgré tout, il est intéressant de comparer les différences entre ces deux groupes d'enfants. Il apparaît que les enfants recevant le plus grand nombre de traitements ont davantage de difficultés dans certains domaines neurocognitifs. Un article de Durand et al., publié en 2016, rapporte que les troubles cognitifs sont souvent provoqués par la neurotoxicité des traitements. Ainsi, il est probable que plus un enfant se voit administrer de traitements, plus la neurotoxicité est grande et va impacter les compétences cognitives.

### 5.3.5 Les limites

Plusieurs biais sont présents dans cette étude. Tout d'abord, celle-ci a été réalisée sur un échantillon de petite taille, composé de douze patients. Il a été difficile de composer la population de cette étude, compte-tenu de l'âge des patients et de la maladie dont ils sont atteints. En effet, cette pathologie a un impact évident sur la qualité de vie de ces enfants et de leur famille, ce qui explique qu'ils ne sont pas toujours prêts à s'investir dans un nouveau projet. De plus, cette taille d'échantillonnage, comme cela a été dit plus haut, n'a pas permis l'utilisation de tests de corrélation de grande puissance. Les résultats obtenus doivent donc être analysés avec prudence.

Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé de nombreux tests pour évaluer le langage oral, le langage écrit, les capacités cognitives et exécutives. La passation des tests a donc duré en moyenne deux heures pour chaque enfant. Pour ces enfants atteints de tumeur cérébrale, donc très fatigables, cela représente un temps de concentration conséquent. Sur les douze patients, deux patients ont souhaité faire une pause au milieu de la passation, et le bilan d'un enfant a dû être réalisé sur trois créneaux différents.

Aussi, la dernière épreuve proposée aux patients était l'épreuve d'attention, la plus déficitaire dans notre étude. Ces résultats ont pu être impactés par le fait que l'épreuve ait été réalisée en fin de passation. Toutefois, à l'école, il est demandé à ces enfants de se concentrer

sur un temps relativement long ; ces résultats reflètent donc leurs ressources attentionnelles dans lesquelles ils peuvent puiser lors d'une journée d'école.

Enfin, parmi notre population, un enfant présentait des antécédents de trouble spécifique du langage oral. Ses résultats aux épreuves de langage oral sont pathologiques et entrent en compte dans la moyenne des scores obtenus aux épreuves orales.

### 5.3.6 Perspectives de l'étude

Une étude similaire avec une population de plus grande envergure nous semble intéressante afin d'effectuer des tests de corrélations ayant une puissance statistique suffisante. Il serait ainsi possible de valider nos hypothèses avec une significativité plus importante par rapport aux résultats obtenus aujourd'hui.

La mise en évidence des contraintes et des ressources cognitives chez les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure pourrait permettre de mettre en place des adaptations pédagogiques afin de pallier leurs difficultés. Il serait intéressant de mener une étude sur les adaptations scolaires à mettre en place pour cette population d'enfants.

La prise en soin des pathologies cancéreuses chez l'enfant est encore peu connue en orthophonie. Cette étude montre l'intérêt d'une évaluation assez systématique des enfants présentant ce type de tumeur par un bilan orthophonique et une évaluation cognitive. Cela permettrait de proposer une prise en soins ou à minima des conseils, pour travailler sur de possibles mécanismes compensatoires qui pourront être associés à la mise en place d'adaptations pédagogiques.

## 6 Conclusion

---

Ce travail a confirmé que les enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure ont davantage de trouble de la lecture, que ce soit en précision, en vitesse, ou en compréhension de texte, par rapport aux enfants tout-venant, comme il est cité dans plusieurs articles publiés par Guichardet et al. en 2015, Lönnerblad et al. en 2017 et Palmer et al. en 2007. Son originalité a été de rechercher les contraintes cognitives qui pourraient expliquer les difficultés de lecture de ces enfants afin de proposer la mise en place de compensations ainsi que des adaptations spécifiques dans le cadre scolaire.

Nous avons constaté des difficultés majeures en mémoire de travail et en attention, deux fonctions exécutives essentielles à l'apprentissage de la lecture, mais également en langage oral, dans la composante morphosyntaxique en modalité de compréhension, elle aussi inhérente à l'activité de lecture. Ce type de trouble pourrait donc expliquer les difficultés de lecture des enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure.

Dans notre étude, ces difficultés semblent majorées en cas de traitements multiples, vraisemblablement en lien avec une neurotoxicité accrue comme décrit dans un article de Durand et al., publié en 2016.

Au regard de la littérature, une baisse de l'efficacité cognitive était attendue chez les enfants de notre population, mais n'a pas été retrouvée dans notre travail.

Notre travail n'a pu être réalisé que sur une population à très faible effectif. Il serait intéressant de le reproduire avec une taille d'échantillon plus conséquente, ce qui permettrait d'obtenir des résultats plus significatifs. Les résultats obtenus permettent néanmoins de mettre en évidence l'intérêt d'une évaluation cognitive et langagière plus systématique pour ces enfants afin de proposer rapidement une aide rééducative adaptée associée à des adaptations pédagogiques ciblées.

## 7 Références

---

- ARNERANCE. (2017, 1 Octobre). L'anatomie de la fosse postérieure. *Neurochirurgie pédiatrique - Lille*.  
Repéré le 14 août 2018 sur <https://neurochirurgiepediatrique.com/les-pathologies-prises-en-charge/les-tumeurs-cerebrales/les-tumeurs-de-la-fosse-posterieure/lanatomie-de-la-fosse-posterieure/>
- Bernard, E. (2005). Apprentissage de la lecture au CP : méthode synthétique vs méthode mixte. (Académie d'Orléans, Tours)
- Billard, C., Fluss, J., Ducot, B., Bricout, L., Richard, G., Ecalle, J., ... Ziegler, J. (2009). Troubles d'acquisition de la lecture en cours élémentaire : facteurs cognitifs, sociaux et comportementaux dans un échantillon de 1062 enfants. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 57(3), 191-203. doi:10.1016/j.respe.2009.02.205
- Borradori Tolsa, C., Barisnikov, K., Lejeune, F. et Hüppi, P. (2014). Développement des fonctions exécutives de l'enfant prématuré. *Archives de Pédiatrie*, 21(9), 1035-1040.  
doi:10.1016/j.arcped.2014.06.011
- Boulc'h, L., Gaux, C. et Boujon, C. (2007). Implication des fonctions exécutives dans le décodage en lecture: étude comparative entre normolecteurs et faibles lecteurs de CE2. *Psychologie Française*, 52(1), 71-87. doi:10.1016/j.psfr.2006.11.001
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lederlé, E. et Masy, V. (2011). Lire. *Dictionnaire d'orthophonie troisième édition*. Ortho Edition
- Choux, M. et Lena, G. (2009). Tumeurs du tronc cérébral et du cervelet chez l'enfant. *Campus de Neurochirurgie*. Repéré 20 avril 2019, à <http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?article375>
- Dehaene, S. (2007). *Les neurones de la lecture*. Editions Odile Jacob.
- Deslandre, E., Lefebvre, G., Girard, C., Lemarchand, M. et Mimouni, A. (2004). Les fonctions exécutives. *NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*, 4(19), 8-10. doi:10.1016/S1627-4830(04)97915-9

- Durand, T., Léger, I., Bompaire, F., Boone, M., Moroni, C., Delgadillo, D., ... Ricard, D. (2016). Tumeurs cérébrales : neurotoxicité des traitements et évaluations cognitives. *Revue de neuropsychologie, Volume 8(3)*, 192-200.
- Er-Rafiqi, M., Roukoz, C., Gall, D. L. et Roy, A. (2017). Les fonctions exécutives chez l'enfant : développement, influences culturelles et perspectives cliniques. *Revue de neuropsychologie, Volume 9(1)*, 27-34.
- Fattet, S. (2007). Tumeurs cérébrales de l'enfant : le point et les enjeux actuels. *Revue Médicale Suisse*. Repéré à <https://www.revmed.ch/RMS/2007/RMS-109/2562>
- Fayol, M. (2013). *L'acquisition de l'écrit*. Presses Universitaires de France
- Fourneret, P. et des Portes, V. (2017). Approche développementale des fonctions exécutives : du bébé à l'adolescence. *Archives de Pédiatrie, 24(1)*, 66-72. doi:10.1016/j.arcped.2016.10.003
- Fulbright, R. K., Jenner, A. R., Mencl, W. E., Pugh, K. R., Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., ... Gore, J. C. (1999). The Cerebellum's Role in Reading: A Functional MR Imaging Study. *American Journal of Neuroradiology, 20(10)*, 1925-1930.
- Grill, D. J. et Gustave-Roussy, I. (2002). Prise en charge médicale des tumeurs cérébrales de l'enfant : évolution récente et perspectives thérapeutiques. *Bulletin infirmier du cancer, 2(3)*.
- Grill, D. J. et Owens, C. (2013). Central nervous system tumors. *Handbook of Clinical Neurology, 112*, 931-958. doi:10.1016/B978-0-444-52910-7.00015-5
- Grill, J., Renaux-Kieffer, V., Bulteau, C. et Kalifa, C. (1998). Séquelles neuropsychologiques des enfants traités pour tumeur cérébrale : Évaluation et facteurs de risque. *Archives de Pédiatrie, 5(2)*, 167-173. doi:10.1016/S0929-693X(97)86832-7
- Guichardet, K., Kieffer, V., Lyard, G., Pagnier, A. et Dufour, C. (2015). Devenir neurocognitif à long terme des enfants traités pour une tumeur cérébrale. *Bulletin du Cancer, 102(7)*, 636-641. doi:10.1016/j.bulcan.2015.03.006

- Hanzlik, E., Woodrome, S. E., Abdel-Baki, M., Geller, T. J. et Elbabaa, S. K. (2015). A systematic review of neuropsychological outcomes following posterior fossa tumor surgery in children. *Child's Nervous System*, 31(10), 1869-1875. doi:10.1007/s00381-015-2867-3
- Heyder, K., Suchan, B. et Daum, I. (2004). Cortico-subcortical contributions to executive control. *Acta Psychologica*, 115(2), 271-289. doi:10.1016/j.actpsy.2003.12.010
- Institut National du Cancer. (2015). Les cancers de l'enfant. *Institut National du Cancer*. Repéré à <http://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Les-cancers-chez-l-enfant/Les-cancers-de-l-enfant>
- Kahalley, L. S., Conklin, H. M., Tyc, V. L., Hudson, M. M., Wilson, S. J., Wu, S., ... Hinds, P. S. (2013). Slower Processing Speed after Treatment for Pediatric Brain Tumor and ALL. *Psycho-oncology*, 22(9), 1979-1986. doi:10.1002/pon.3255
- Khatua, S., Ramaswamy, V. et Bouffet, E. (2017). Current therapy and the evolving molecular landscape of paediatric ependymoma. *European Journal of Cancer*, 70, 34-41. doi:10.1016/j.ejca.2016.10.013
- Khomsî. (2002). Test BLI. ECPA.
- Khomsî, A. (2005). Test VL. ECPA.
- Khomsî, A., khomsî, J., Pasquet, F. et Parbeau-Gueno, A. (2007). Test BILO. ECPA.
- Kolinsky, R., Morais, J., Cohen, L., Dehaene-Lambertz, G. et Dehaene, S. (2014). L'influence de l'apprentissage du langage écrit sur les aires du langage. *Revue de neuropsychologie*, 6(3), 173-181. doi:10.1684/nrp.2014.0306
- Koob, M. et Girard, N. (2014). Tumeurs cérébrales : particularités chez l'enfant. *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle*, 95(10), 953-972. doi:10.1016/j.jradio.2014.05.011

- Koustenis, E., Driever, P. H., Sonnevile, L. de et Rueckriegel, S. M. (2016). Executive function deficits in pediatric cerebellar tumor survivors. *European Journal of Paediatric Neurology*, 20(1), 25-37. doi:10.1016/j.ejpn.2015.11.001
- Lacour, B., Desandes, E., Mallol, N. et Sommelet, D. (2005). Le registre lorrain des cancers de l'enfant : incidence, survie 1983–1999. *Archives de Pédiatrie*, 12(11), 1577-1586. doi:10.1016/j.arcped.2005.06.010
- Larousse. (s.d.). Lire - Dictionnaire de français Larousse. Repéré à <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/lire/47373>
- Lönnerblad, M., Lovio, R., Berglund, E. et Van't Hooft, I. (2017). Affected Aspects Regarding Literacy and Numeracy in Children Treated for Brain Tumors. *Journal of Pediatric Oncology Nursing: Official Journal of the Association of Pediatric Oncology Nurses*, 34(6), 397-405. doi:10.1177/1043454217717237
- Manly, Robertson, Anderson et Mimmo-Smith. (2006). Test TEA-CH. ECPA.
- Mazeau, M. (2008). 6 - Évaluation des Fonctions Attentionnelles et Exécutives. Dans M. Mazeau (dir.), *Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant (Deuxième Édition)* (p. 203-240). Paris : Elsevier Masson. doi:10.1016/B978-2-294-70269-3.50006-4
- Meltzer, L. et Krishnan, K. (2007). Executive Function Difficulties and Learning Disabilities: Understandings and Misunderstandings. Dans *Executive function in education: From theory to practice* (p. 77-105). New York, NY, US : Guilford Press.
- Nejat, F., Khashab, M. E. et Rutka, J. T. (2008). Initial Management of Childhood Brain Tumors: Neurosurgical Considerations. *Journal of child neurology*, 23(10), 1136-1148. doi:10.1177/0883073808321768
- Pagnier, A. (1998). *Séquelles neuropsychologiques des tumeurs de la fosse cérébrale postérieure de l'enfant: à propos de 19 cas traités au CHU de Grenoble entre 1986 et 1997*. (Université Joseph Fourier, Grenoble)

- Palmer, S. L., Armstrong, C., Onar-Thomas, A., Wu, S., Wallace, D., Bonner, M. J., ... Gajjar, A. (2013). Processing speed, attention, and working memory after treatment for medulloblastoma: an international, prospective, and longitudinal study. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 31(28), 3494-3500. doi:10.1200/JCO.2012.47.4775
- Palmer, S. L., Reddick, W. E. et Gajjar, A. (2007). Understanding the Cognitive Impact on Children Who are Treated for Medulloblastoma. *Journal of Pediatric Psychology*, 32(9), 1040-1049. doi:10.1093/jpepsy/jsl056
- PDQ Pediatric Treatment Editorial Board. (2002). Childhood Brain and Spinal Cord Tumors Treatment Overview (PDQ®). Dans *PDQ Cancer Information Summaries*. Bethesda (MD) : National Cancer Institute (US). Repéré à <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK65913/>
- Plantaz. (2005). Tumeurs de la fosse cérébrale postérieure de l'enfant.
- Posner, M. I. et Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23. doi:10.1146/annurev.psych.58.110405.085516
- Ramus, F. (2012). Les troubles spécifiques de la lecture. *L'information grammaticale*, (133), 34-40.
- Reimers, T. S., Ehrenfels, S., Mortensen, E. L., Schmiegelow, M., Sønderkær, S., Carstensen, H., ... Müller, J. (2003). Cognitive deficits in long-term survivors of childhood brain tumors: Identification of predictive factors. *Medical and Pediatric Oncology*, 40(1), 26-34. doi:10.1002/mpo.10211
- Riva, D. et Giorgi, C. (2000). The cerebellum contributes to higher functions during developmentEvidence from a series of children surgically treated for posterior fossa tumours. *Brain*, 123(5), 1051-1061. doi:10.1093/brain/123.5.1051
- ROLL - Réseau des Observatoires Locaux de la Lecture. (s.d.). Repéré à <https://www.roll-descartes.fr/>

- Scott, R. B., Stoodley, C. J., Anslow, P., Paul, C., Stein, J. F., Sugden, E. M. et Mitchell, C. D. (2001). Lateralized cognitive deficits in children following cerebellar lesions. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43(10), 685-691. doi:10.1111/j.1469-8749.2001.tb00142.x
- Shah, S. S., Dellarole, A., Peterson, E. C., Bregy, A., Komotar, R., Harvey, P. D. et Elhammady, M. S. (2015). Long-term psychiatric outcomes in pediatric brain tumor survivors. *Child's Nervous System: ChNS: Official Journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 31(5), 653-663. doi:10.1007/s00381-015-2669-7
- Soto Ares, G. (2013). Anomalies de développement de la fosse postérieure. *mt pédiatrie*, 16(3).
- Stavinoha, P. L., Askins, M. A., Powell, S. K., Pillay Smiley, N. et Robert, R. S. (2018). Neurocognitive and Psychosocial Outcomes in Pediatric Brain Tumor Survivors. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 5(3). doi:10.3390/bioengineering5030073
- Steck-Bajon, P. et Vassel-Hitier, J. (2014). Le suivi en orthophonie du jeune enfant au sein d'un service de rééducation des pathologies neurologiques acquises de l'enfant. *Contraste*, (39), 219-237. doi:10.3917/cont.039.0219
- Stoodley, C. J. et Limperopoulos, C. (2016). Structure-function relationships in the developing cerebellum: Evidence from early-life cerebellar injury and neurodevelopmental disorders. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, 21(5), 356-364. doi:10.1016/j.siny.2016.04.010
- Sweet, L. H. (2011). Information Processing Speed. Dans J. S. Kreutzer, J. DeLuca et B. Caplan (dir.), *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology* (p. 1317-1318). New York, NY : Springer New York. doi:10.1007/978-0-387-79948-3\_1321
- Ventura, L. M., Grieco, J. A., Evans, C. L., Kuhlthau, K. A., MacDonald, S. M., Tarbell, N. J., ... Pulsifer, M. B. (2018). Executive functioning, academic skills, and quality of life in pediatric patients with brain tumors post-proton radiation therapy. *Journal of Neuro-Oncology*, 137(1), 119-126. doi:10.1007/s11060-017-2703-6
- Wechsler, P. (2016). Test WISC-V. ECPA. Repéré à <https://www.pearsonclinical.fr/wisc-v>

Yoo, H. J., Kim, H., Park, H. J., Kim, D.-S., Ra, Y.-S. et Shin, H. Y. (2016). Neurocognitive Function and Health-Related Quality of Life in Pediatric Korean Survivors of Medulloblastoma. *Journal of Korean Medical Science*, 31(11), 1726-1734. doi:10.3346/jkms.2016.31.11.1726

Zesiger, P. E., Brun, M. et Patrucco-Nanchen, T. (2004). Les relations entre l'oral et l'écrit dans l'acquisition du langage. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, (76-77), 80-85.

Zucchinelli, V. et Bouffet, E. (2000). Le devenir scolaire des enfants traités pour une tumeur cérébrale. Étude monocentrique de 27 enfants. *Archives de Pédiatrie*, 7(9), 933-941. doi:10.1016/S0929-693X(00)90006-X

## 8 Annexe

---

### Annexe n°1 : Lettre d'information aux parents

#### **Lettre d'information aux parents**

##### **Justificatif de l'étude**

Votre enfant est ou a été suivi dans le service d'Oncologie Pédiatrique du Pr SCHNEIDER, au CHU de Rouen. Dans la littérature, des liens sont établis entre tumeurs cérébrales et troubles des apprentissages et nous connaissons maintenant l'incidence d'une tumeur cérébrale sur les troubles neuropsychologiques (mémoire de travail, attention, fonctions exécutives). Nous savons aussi que le langage écrit, et particulièrement la compréhension de la lecture, est fondamental dans les apprentissages scolaires. Lors du suivi scolaire de votre enfant, les enseignants du CESAH « école à l'hôpital » ont constaté des difficultés en compréhension de lecture. Afin de mieux comprendre ces difficultés, leurs causes et leur impact sur les apprentissages, nous souhaitons réaliser un travail, dans le cadre d'un Mémoire de Master 2 d'Orthophonie, sur la compréhension de lecture chez les enfants présentant ou ayant présenté des tumeurs cérébrales.

##### **Objectif de l'étude**

L'objectif de notre travail est de comprendre les différents facteurs qui vont contraindre l'accès à la compréhension du langage écrit chez les enfants présentant des tumeurs cérébrales.

##### **Déroulement de l'étude**

Cette étude concerne les enfants qui sont ou ont été traités pour des tumeurs cérébrales dans le service d'Oncologie pédiatrique du Pr SCHNEIDER du CHU de ROUEN.

Nous proposerons à votre enfant une batterie de tests qui portent sur l'évaluation du Langage Oral et du Langage Ecrit, des Contraintes Neuro développementales Verbales et Visuo Motrices, ainsi que quelques épreuves portant sur les Fonctions Exécutives (mémoire de Travail, attention, planification). Cette batterie de tests d'une durée globale d'environ deux heures, menée sur une ou plusieurs séances, sera réalisée par une étudiante de Master 2 du Département d'Orthophonie de l'UFR de Santé de Rouen, sous la responsabilité de Mme STUMPF, Orthophoniste au Centre de Référence des Troubles du Langage et des Apprentissages du CHU de Rouen et de Mme BRICOUT, enseignante spécialisée au CESAH.

##### **Bénéfices attendus**

L'étude à laquelle votre enfant participe permettra de comprendre ses particularités de fonctionnement en langage oral, en langage écrit et dans les différentes contraintes évaluées, et ainsi de proposer soit une prise en charge rééducative adaptée soit la mise en place de compensations efficaces.

##### **Risques prévisibles**

Néant

##### **Droit des parents**

Vous êtes libres d'accepter ou de refuser la participation de votre enfant à cette étude ou d'interrompre sa participation à tout moment.

Les résultats des bilans réalisés par votre enfant vous seront restitués dans un compte rendu écrit. Le recueil de données devient totalement anonyme dans l'analyse des résultats de la cohorte.

Nous restons disponibles pour vous fournir toutes les explications concernant cette étude.

Nous sollicitons votre accord pour la participation de votre enfant à cette étude.

J'accepte que mon enfant participe à cette étude :

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



Normandie Université

## Etude sur l'incidence des contraintes linguistiques, cognitives et exécutives dans les compétences en lecture des enfants atteints de tumeurs de la fosse cérébrale postérieure

**Présenté et soutenu par  
Sarah SAINT-MARC**

### Résumé

Grâce aux avancées médicales, le taux de survie des enfants atteints de tumeur de la fosse cérébrale postérieure augmente. Ce progrès met en lumière les nouvelles conditions de vie difficiles de ces enfants, qui connaissent des difficultés scolaires, notamment dans l'apprentissage de la lecture. Le but de cette étude est de rechercher des difficultés langagières, cognitives et exécutives, souvent présentes dans ce type de pathologie, et de les mettre en liens avec leurs troubles de lecture. Pour cela, divers tests ont été administrés à une population de douze enfants atteints de tumeur cérébrale et les résultats ont été comparés à ceux d'enfants tout-venants grâce aux étalonnages des batteries de tests utilisées. Les résultats confirment la présence de trouble de lecture chez les enfants de notre population. Il a également été retrouvé des troubles langagiers, dans les composantes morphosyntaxiques et phonologiques, et des troubles des fonctions exécutives, en mémoire de travail et en attention, qui sont toutes des compétences essentielles à l'apprentissage de la lecture. Ces résultats pourraient expliquer les troubles de lecture retrouvés chez les enfants de notre population. Cette étude montre l'intérêt d'une évaluation et langagière et cognitive des enfants atteints de tumeur cérébrale, afin de développer les compensations possibles associées aux adaptations pédagogiques.

**Mots clés :** tumeur cérébrale ; pédiatrie ; trouble de la lecture ; trouble du langage ; trouble des fonctions exécutives

### Study on the impact of linguistic, cognitive and executive constraints in reading skills of children with posterior fossa tumors

#### Summary

With medical advances, the survival rate of children with posterior fossa tumors is increasing. This progress highlights the new and difficult living conditions of these children, who are underperforming at school, especially in reading classes. The purpose of this study is to look for linguistic, cognitive and executive difficulties, all of which are often features of this type of pathology, and to make the connection with their reading troubles. To do so, a population of twelve children with brain tumors was given various tests. The results were compared to those of random children coming from the calibrations of the battery of tests used. The results confirm the presence of reading disability within the children of our population. The study also found language disorders in morphosyntactic and phonological components, and disorders of executive functions in working memory and attention. They all are essential skills for learning to read. These results could explain the reading troubles of the children of our population. This study demonstrates the value of establishing a cognitive and language assessment of children with brain tumors, in order to develop compensatory mechanisms thanks to educational adaptations.

**Key words :** brain tumor ; pediatrics; reading disorder; language disorder; executive function disorder

**Mémoire dirigé par Mme Marie-Hélène STUMPF et Mme Cécile BRICOUT**



UFR Santé



Département  
d'orthophonie