HAL
open science

Développement du langage oral et du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés : étude longitudinale de dix enfants de 3;06 ans à 8;00 ans

Louis Fontaine

▶ **To cite this version:**

Louis Fontaine. Développement du langage oral et du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés : étude longitudinale de dix enfants de 3;06 ans à 8;00 ans. Sciences cognitives. 2019. dumas-02174602

HAL Id: dumas-02174602

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02174602

Submitted on 5 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.

Normandie Université

MEMOIRE

Pour l'obtention du Certificat de Capacité en Orthophonie

Préparé au sein du Département d'Orthophonie,

UFR Santé, Université de Rouen Normandie

Développement du langage oral et du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés : étude longitudinale de dix enfants de 3;06 ans à 8;00 ans

Présenté et soutenu par

Louis FONTAINE

Mémoire de recherche

Mémoire soutenu publiquement le 28 juin 2019 devant le jury composé de		
MARRET Stéphane	Neuro-pédiatre, PU-PH, chef de service en pédiatrie néonatale et réanimation et du CRTLA, CHU Rouen.	Président du jury
CHAROLLAIS Aude	Neuro-pédiatre, PH, service de pédiatrie néonatale et réanimation et du CRTLA, CHU Rouen.	Directrice du mémoire
STUMPF Marie-Hélène	Orthophoniste, service de pédiatrie néonatale et réanimation et du CRTLA, CHU Rouen.	Co-directrice du mémoire
CHASTAN Nathalie	Neurologue, PU-PH, Chef de service en neurophysiologie, CHU Rouen.	Membre du jury

Mémoire dirigé par Madame le Docteur Aude CHAROLLAIS, neuro-pédiatre et Madame Marie-Hélène STUMPF, orthophoniste / Laboratoire CRFDP – Université TEAM EA-4699.

UNIVERSITÉ DE ROUEN NORMANDIE

UFR Santé

Département d'orthophonie

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements :

A Madame le Docteur Aude CHAROLLAIS, ma directrice de mémoire. Je vous remercie pour votre encadrement, pour le temps que vous m'avez accordé et pour vos nombreux conseils et vos explications dans un domaine médical que je connaissais peu.

A Madame Marie-Hélène STUMPF, ma co-directrice de mémoire et maître de stage. Je vous remercie pour la qualité de votre encadrement, concernant ce mémoire et durant les différents stages réalisés au CRTLA. Vous m'avez transmis de nombreuses connaissances théoriques et cliniques, qui m'ont permis et me permettront encore de développer ma pratique orthophonique.

A Monsieur le Professeur Stéphane MARRET, chef de service de pédiatrie néonatale et réanimation et du CRTLA du CHU de Rouen, pour son accueil dans son service et pour l'intérêt qu'il porte à mon mémoire en me faisant l'honneur d'être mon président de jury de soutenance.

A Madame le Docteur Nathalie CHASTAN, chef de service en neurophysiologie, pour l'intérêt porté à mon travail en participant à mon jury de soutenance.

Au personnel médical, paramédical et administratif du CRTLA. Je vous remercie pour votre accueil dans le service, pour votre disponibilité durant mes stages et pour votre sympathie.

A mes maîtres de stage durant ces cinq années d'étude, pour leur bienveillance et pour leurs précieux conseils qui m'ont permis et me permettront de m'épanouir dans ma future profession.

A Madame Isabelle ENDRES, pour son soutien depuis plusieurs années, pour ses nombreux conseils et pour le temps accordé à la relecture de mon mémoire.

A Madame Chi-Shim D-WON. Je te remercie d'avoir été présente durant toutes ces années, de m'avoir soutenu, de m'avoir aidé, en tant qu'amie et future collègue.

A Mademoiselle Coline BILLON et à Monsieur Arnaud RISI, d'avoir été toujours présents dans les moments difficiles mais également dans les bons moments.

A mes parents, qui ont toujours été présents pour me soutenir, à chaque instant.

LISTE DES ABREVIATIONS

BELO : Batterie d'Évaluation de la Lecture et de l'Orthographe

BILO : Bilan Informatisé du Langage Oral

CSP : Catégorie Socio-Professionnelle

EC 2 : Évaluation des Contraintes pour le Cycle 2

EEG : Électro-Encéphalogramme

NR : Non Rééduqué

PECV : Potentiel Évoqué Cognitif Visuel

R : Rééduqué

SA : Semaines d'Aménorrhée

TDAH : Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

TSA : Trouble du Spectre Autistique

TSL : Trouble spécifique du langage

TSLE : Trouble Spécifique du Langage Écrit

TSLO : Trouble Spécifique du Langage Oral

VL : Vitesse en Lecture

VWFA : Visual Word Form Area

WISC : Wechsler Intelligence Scale for Children

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Chronologie de l'acquisition du langage oral _____ *4*

Tableau 2 : Épidémiologie des degrés de prématurité _____ *12*

Tableau 3 : Randomisation des patients des études LAMOPRESCO / LAMOPRESCO 2 _____ *26*

Tableau 4 : Population d'enfants nés grands prématurés non rééduqués _____ *27*

Tableau 5 : Population d'enfants nés grands prématurés rééduqués _____ *28*

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Frise chronologique des PECV dans une tâche de lecture 20
Figure 2 : Profil langagier et cognitif de NR 1 34
Figure 3 : Enregistrement EEG de NR 1 lors de la Décision Lexicale 35
Figure 4 : Données comportementales de NR 1 lors de la Décision Lexicale 35
Figure 5 : Profil langagier et cognitif de NR 2 36
Figure 6 : Enregistrement EEG de NR 2 lors de la Décision Lexicale 37
Figure 7 : Données comportementales de NR 2 lors de la Décision Lexicale 37
Figure 8 : Profil langagier et cognitif de NR 3 37
Figure 9 : Enregistrement EEG de NR 3 lors de la Décision Lexicale 38
Figure 10 : Données comportementales de NR 3 lors de la Décision Lexicale 38
Figure 11 : Profil langagier et cognitif de NR 4 39
Figure 12 : Enregistrement EEG de NR 4 lors de la Décision Lexicale 40
Figure 13 : Données comportementales de NR 4 lors de la Décision Lexicale 40
Figure 14 : Profil langagier et cognitif de NR 5 41
Figure 15 : Enregistrement EEG de NR 5 lors de la Décision Lexicale 42
Figure 16 : Données comportementales de NR 5 lors de la Décision Lexicale 42
Figure 17 : Profil langagier et cognitif de R 1 43
Figure 18 : Enregistrement EEG de R 1 lors de la Décision Lexicale 44
Figure 19 : Données comportementales de R 1 lors de la Décision Lexicale 44
Figure 20 : Profil langagier et cognitif de R 2 45
Figure 21 : Enregistrement EEG de R 2 lors de la Décision Lexicale 46
Figure 22 : Données comportementales de R 2 lors de la Décision Lexicale 46
Figure 23 : Profil langagier et cognitif de R 3 47
Figure 24 : Enregistrement EEG de R 3 lors de la Décision Lexicale 48
Figure 25 : Données comportementales de R 3 lors de la Décision Lexicale 48
Figure 26 : Profil langagier et cognitif de R 4 49
Figure 27 : Enregistrement EEG de R 4 lors de la Décision Lexicale 50
Figure 28 : Données comportementales de R 4 lors de la Décision Lexicale 50
Figure 29 : Profil langagier et cognitif de R 5 51
Figure 30 : Enregistrement EEG de R 5 lors de la Décision Lexicale 52
Figure 31 : Données comportementales de R 5 lors de la Décision Lexicale 52

TABLE DES MATIERES

1 Introduction 1

2 Partie théorique 3

2.1 Le développement du langage 3

2.1.1 Le développement du langage oral 3

2.1.2 L'acquisition du langage écrit 7

2.2 La grande prématurité 11

2.2.1 La prématurité : définition, prévalence 11

2.2.2 La naissance prématurée précoce et ses particularités au niveau cortical 12

2.2.3 Les incidences sur le développement cognitif 13

2.2.4 Les incidences sur le développement du langage et la scolarité 15

2.3 L'électroencéphalographie et les potentiels évoqués cognitifs visuels 17

2.3.1 L'électroencéphalographie : généralités et réalisation 17

2.3.2 Les potentiels évoqués 18

2.3.3 Interprétation des potentiels évoqués cognitifs visuels 19

2.3.4 Études du langage écrit par l'analyse des potentiels évoqués cognitifs visuels 21

3 Problématique et hypothèses 23

3.1 Problématique 23

3.2 Objectif et hypothèses 24

4 Méthodologie 25

4.1 Population 25

4.2 Matériel 29

4.2.1 Le Bilan Informatisé du Langage Oral pour les Petits « BILO Petits » 29

4.2.2 Le Bilan Informatisé du Langage Oral du cycle 3 et du Collège « BILO 3C » 29

4.2.3 L'évaluation des contraintes neuro-développementales : Batteries Habiletés Sensori-Motrices « HSM » et Évaluation des Contraintes du cycle 2 « EC 2 » 30

4.2.4 L'évaluation cognitive 31

4.2.5 L'évaluation de la lecture : Vitesse en Lecture « VL », Batterie d'Évaluation de la Lecture et de l'Orthographe « BELO » et Décision lexicale 31

4.3 Procédure 32

4.3.1 Réalisation des bilans orthophoniques 32
4.3.2 Réalisation des enregistrements électro-encéphalographiques 32
4.3.3 Procédure d'analyse des résultats 33

5 Résultats 34

5.1 Profils des enfants nés grands prématurés non-rééduqués 34

5.1.1 Profil de NR 1 34
5.1.2 Profil de NR 2 36
5.1.3 Profil de NR 3 37
5.1.4 Profil de NR 4 39
5.1.5 Profil de NR 5 41

5.2 Profils des enfants nés grands prématurés rééduqués 43

5.2.1 Profil de R 1 43
5.2.2 Profil de R 2 45
5.2.3 Profil de R 3 47
5.2.4 Profil de R 4 49
5.2.5 Profil de R 5 51

6 Discussion 53

6.1 Analyse des résultats cliniques 53

6.2 Analyse des ondes orthographiques N170 et sub-lexicales N230 55

6.3 Comparaison des performances phonologiques et des tracés électrophysiologiques 56

6.4 Incidence de la rééducation orthophonique précoce sur le traitement électrophysiologique du langage écrit 57

6.5 Limites et intérêts de l'étude 58

7 Conclusion et perspectives 59

8 Références bibliographiques 59

1 INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, la littérature décrit différents courants scientifiques permettant de mieux comprendre le développement complexe du langage oral. Différentes étapes développementales sont définies, et les courants psycholinguistiques et neurolinguistiques décrivent les mécanismes soutenant le langage oral. De ce fait, les connaissances neuro-développementales actuelles permettent de comprendre les liens entre les compétences en langage oral et les habiletés en langage écrit (Ramus, 2010). Au fil du développement, les structures cérébrales se modifient et se spécifient dans le but de développer les mécanismes de lecture et d'écriture. Mais différents dysfonctionnements en langage écrit peuvent être distingués et expliqués par les troubles langagiers, attentionnels ou exécutifs (Habib, 2015). Certains facteurs environnementaux peuvent également entraîner des fragilités langagières, comme la prématurité. La grande prématurité fait l'objet de nombreuses recherches, notamment concernant ses conséquences sur le développement cognitif et cérébral. Par ailleurs, les électroencéphalographies ont mis en évidence des traitements spécifiques du langage écrit chez des populations normo-lectrices ou chez des individus présentant un trouble spécifique du langage écrit de type dyslexie. Néanmoins, aujourd'hui, aucune étude concernant le développement du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés d'un point de vue électrophysiologique n'a été publiée.

Ce mémoire a donc pour objectif de présenter le développement langagier de dix enfants nés grands prématurés, entre trois ans et demi ans et huit ans. La moitié de ces enfants ont bénéficié d'une rééducation orthophonique du langage oral entre trois ans et demi et quatre ans. Nous comparons les données électrophysiologiques aux données cliniques des bilans orthophoniques et des évaluations psychométriques recueillies à trois ans et demi et à huit ans. Cette étude préliminaire confrontera également les résultats électrophysiologiques concernant le langage écrit chez ces dix enfants à ces mêmes données chez les enfants normo-lecteurs et dyslexiques.

Dans une première partie théorique, nous évoquerons le développement du langage oral et du langage écrit ainsi que les particularités neuro-développementales des enfants nés grands prématurés. L'électroencéphalographie et ses apports dans la compréhension du traitement du langage écrit seront ensuite présentés. Dans une seconde partie, nous détaillerons notre étude en présentant la population, le matériel et la méthode d'analyse. Les résultats seront ensuite décrits puis discutés. Nous pourrons ainsi confirmer ou infirmer nos hypothèses dans notre conclusion et définir des perspectives de recherche.

2 PARTIE THEORIQUE

2.1 LE DEVELOPPEMENT DU LANGAGE

2.1.1 Le développement du langage oral

Aristote décrivait le bébé comme une « ardoise vierge ». Désormais, les études ont montré que cette déclaration était fausse. Le langage émerge à la fois par le développement de processus innés et par l'apprentissage de nouvelles habiletés. Le cerveau est composé de réseaux génétiquement préformés permettant l'apprentissage d'une langue. L'expérience et l'environnement langagier vont permettre une spécialisation de ces réseaux. L'être en devenir est ainsi prédisposé à acquérir un langage (Dehaene-Lambertz, 2004). Par la fréquentation répétitive de sa langue maternelle, il va en extraire les caractéristiques phonologiques, identifier les invariants verbaux et non verbaux et les associer à des segments de sens pour développer son lexique et sa morphosyntaxe (Christophe et al., 2006). Mais le développement langagier interagit avec l'apprentissage d'habiletés spécifiques. Vygotski explique que l'apprentissage dynamise le développement cognitif de l'enfant et permet l'activation de processus spécifiques. Les fonctions cognitives comme le langage deviennent alors matures lorsque le développement de l'enfant est accompagné de manière adaptée. Pour Vygotski, il est ainsi nécessaire d'étayer le développement de l'enfant en se situant dans sa zone proximale de développement. Celle-ci correspond au niveau de développement que l'enfant peut atteindre avec un étayage adapté (Brossard, 2004).

Plusieurs étapes ont été définies dans l'acquisition du langage. Elles correspondent à des âges moyens.

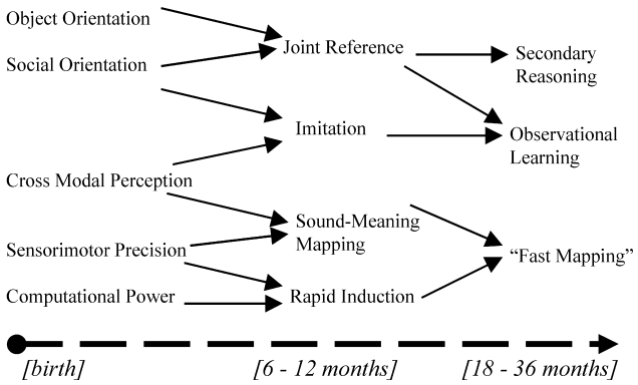
Tableau 1 : Chronologie de l'acquisition du langage oral

Age	**Compétences**
Naissance	Reconnaissance de la langue maternelle, distinction de contrastes consonantiques.
2/3 mois	Début du babillage, intention de communiquer.
4-6 mois	Sensibilité aux voyelles de sa langue maternelle
6 mois	Segmentation du flux de parole en unités d'intonation
8 mois	Fréquentation de patterns réguliers de suite de sons, reconnaissance de certains mots, émergence du babillage canonique.
9 mois	Intégration des régularités de sa langue maternelle, spécialisation à sa langue, segmentation des mots en unités de sens.
11 mois	Production des premiers mots mono- et bi-syllabiques, communication à l'aide des holophrases.
12 mois	Reconnaissance des premiers mots grammaticaux
15 mois	Identification des rôles d'agents et d'objets dans la phrase, exploitation de l'ordre des mots dans la phrase pour la comprendre
18-24 mois	Explosion lexicale, production de phrases courtes.
20 mois	Assemblage de mots pour communiquer.
3 ans	Bonne compréhension des structures syntaxiques, production de phrases. Énumération d'événements en vue de la construction du récit oral
5 ans	Élaboration plus précise des liens entre les événements racontés.
A partir de 7 ans	Développement d'un lexique passif et actif plus riche, plus précis, en lien avec l'acquisition du langage écrit.
10-11 ans	Compétences narratives similaires à celle des adultes.

(Christophe et al., 2006; Dehaene-Lambertz, 2004; Institut national de la santé et de la recherche (Expertise collective), 2007).

Différentes approches ont permis de décrire les mécanismes permettant le développement du langage chez l'enfant.

D'un point de vue psycholinguistique, le développement du langage repose sur des habiletés présentes dès la naissance et qui se développent conjointement jusqu'à trois ans pour créer de nouvelles compétences. Bates a développé un modèle qui décrit ces mécanismes. (Bates, 2004).



Modèle de compétition (Bates, 2004)

A la naissance, plusieurs compétences permettront l'émergence de nouvelles aptitudes. L'orientation du regard vers les objets physiques et les objets sociaux (visages, voix) va faciliter le développement de l'attention conjointe. De plus, l'intérêt pour autrui et la perception de l'environnement sous différents aspects intermodaux élaboreront les capacités d'imitation du jeune enfant. Parallèlement, cette perception multimodale de l'environnement et son exploration sensori-motrice donneront accès à l'enfant aux signifiants qui composent son environnement. Enfin, à partir de l'exploration de l'environnement et le développement des premiers raisonnements logiques se construiront une induction rapide et un langage structuré.

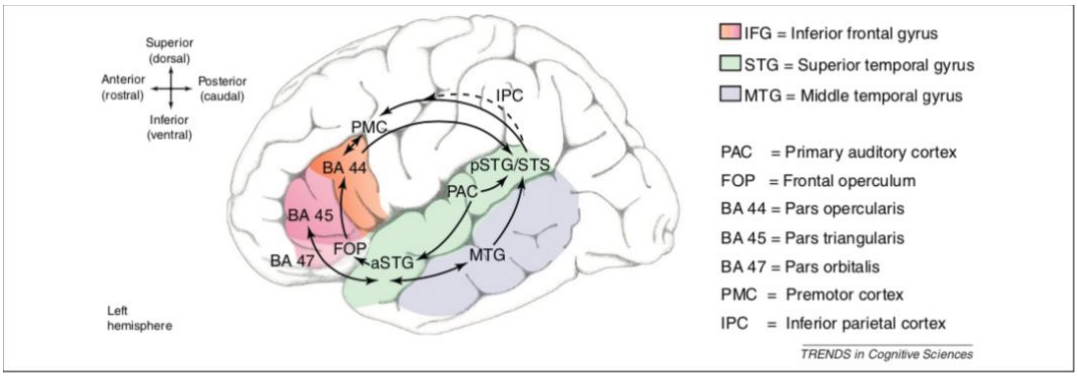
A partir de ces nouvelles aptitudes, l'enfant développera jusqu'à trois ans des habiletés supérieures indispensables à son développement cognitif. Les capacités d'attention conjointe permettront la mise en place de la théorie de l'esprit. L'attention conjointe et l'imitation prépareront les facultés d'apprentissage de l'enfant par l'observation de son environnement. Enfin, les aptitudes de compréhension et d'induction rapide permettront à l'enfant d'établir des correspondances rapides entre ce qu'il voit, ce qu'il sait et ce qu'il apprend.

Ces dernières années, l'émergence de la neuro-imagerie a permis de décrire le développement précoce des composantes du langage. Dès la naissance, des capacités de discrimination des langues sont décrites. Chaque enfant exposé au langage apprend et détecte rapidement les propriétés de sa langue maternelle. Des analyses de potentiels évoqués ont mis en évidence chez les nourrissons de trois mois une activation des régions temporales postérieures et pariétales dans le traitement phonologique. Ces réseaux neurologiques permettraient au nourrisson d'extraire les entrées sonores et de les analyser, étapes préliminaires au développement de son langage. La répétition de ces contextes de bain de langage permet ensuite à l'enfant de développer ses connexions et d'en créer de nouvelles plus performantes grâce à la plasticité cérébrale (Dehaene-Lambertz, 2004). Vers six mois, il va commencer à développer une discrimination particulière pour sa langue maternelle. Une différence dans l'activité neurologique lorsqu'un enfant perçoit des sons de sa langue maternelle ou des sons non familiers est observée. Cette réaction comportementale traduit le processus de spécialisation phonologique chez le nourrisson (Pakulak et al., 2018). Vers 12 mois, sa sensibilité phonologique sera presque exclusivement dédiée à sa langue maternelle. Cette sensibilité phonologique lui est nécessaire pour le bon développement des composantes lexicales et morphosyntaxiques (Ferjan Ramírez, et al., 2017).

Vers 13 mois, l'enfant est déjà sensible aux mots qui lui sont familiers, on observe dans ce contexte une activité cérébrale qui s'étend sur les deux hémisphères cérébraux. Une spécialisation de l'hémisphère gauche intervient vers 20 mois.

Concernant le développement morphosyntaxique, le nourrisson de deux mois est en mesure de discriminer des phrases de sa langue maternelle par rapport à celle d'autres langues, comme le montre l'activation des aires temporo-pariéto-frontales à l'aide d'IRMf (Dehaene-Lambertz, 2004). Des capacités de jugement se développent également entre 19 mois et cinq ans. Les réactions neuronales face aux erreurs morphosyntaxiques varient en fonction du statut socio-économique, du degré de maîtrise de la langue et plus particulièrement du développement des autres compétences cognitives. Le développement du langage dépend en grande partie des compétences attentionnelles et du développement des fonctions exécutives (Pakulak et al., 2018).

A partir de différentes études neurocognitives, un modèle neurologique des circuits du langage a été défini. Il a été décrit un réseau dynamique temporo-frontal. Le message auditif est reçu par le cortex auditif. Le cortex temporal supérieur va traiter les informations phonologiques du message et permettre la reconnaissance morphologique des patterns de sons. Une fois la forme phonologique des mots identifiée, l'architecture syntaxique du message est traitée par le gyrus temporal supérieur antérieur et les processus de décision lexico-sémantique sont observés au niveau du gyrus temporal moyen. Enfin, des processus syntaxiques et sémantiques d'ordre supérieur sont traités dans le cortex frontal. Le gyrus frontal inférieur antérieur assure le rétrocontrôle lexico-sémantique et le gyrus frontal inférieur postérieur permet la hiérarchisation des phrases (Friederici, 2012).



Modèle neurologique des circuits du langage (Friederici, 2012)

Le développement du langage oral repose donc sur de nombreux corequis et ses compétences se développent en parallèle et en interaction. Cette émergence en synchronie est nécessaire à l'acquisition d'un langage écrit fonctionnel (Demont & Gombert, 2004).

2.1.2 L'acquisition du langage écrit

En premier lieu, plusieurs compétences en langage oral doivent être acquises et maîtrisées pour appréhender efficacement l'apprentissage de la lecture. L'enfant doit acquérir entre cinq et six ans une conscience phonologique. Il comprend que la parole se décompose en sous-unités (syllabes et phonèmes) et que ces sous-unités se combinent entre elles pour former des mots et des phrases porteurs de sens. De bonnes compétences en mémoire verbale de travail, dépendantes des capacités phonologiques et lexicales, sont également nécessaires. L'enfant doit être capable de maintenir temporairement les représentations

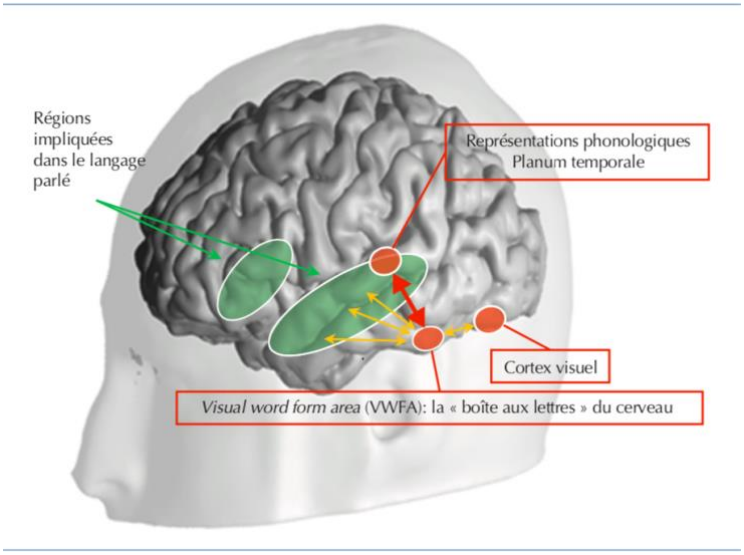
phonologiques des informations verbales. Enfin, de bonnes compétences en dénomination rapide sont requises. Pouvoir rapidement récupérer la forme phonologique d'un mot en mémoire à long terme et planifier les schèmes moteurs à réaliser pour produire oralement les mots est primordial. Avec tous ces corequis, l'enfant sera en mesure d'apprendre et d'automatiser les processus du traitement de l'information écrite (Ramus, 2012).

Les compétences phonologiques et la connaissance des lettres de l'alphabet vont lui permettre de développer des aptitudes de correspondance graphèmes-phonèmes. De ce fait, il va développer un décodage phono-alphabétique de plus en plus efficace et parallèlement un stock orthographique de mots qui lui permettra d'atteindre une lecture fluide et précise. Cette fréquentation de l'écrit, ainsi que le bon développement de ses compétences lexicales et morphosyntaxiques, lui permettront de mettre en place une compréhension performante (Demont et al., 2004).

Les récents modèles démontrent une influence entre le langage oral et le langage écrit. Comme le langage écrit repose sur des compétences orales préalables, les zones cérébrales impliquées dans ces deux traitements cognitifs sont intriquées. De récentes études ont montré que l'apprentissage de l'écrit nécessite un recyclage neuronal de régions cérébrales impliquées dans d'autres mécanismes cognitifs. Ces régions plastiques permettent ainsi l'identification des symboles écrits et leur correspondance avec le système phonologique du langage oral (Dehaene et al., 2007). On observe un recrutement des zones cérébrales impliquées dans le système visuel. Une aire cérébrale se spécialise dans le traitement des signes écrits : la Visual Word Form Area (VWFA). Le développement de la littératie rend la VWFA plus fonctionnelle et permet un traitement plus précis et plus efficace de l'écrit. Son automatisation réduit l'implication neuronale dans les tâches de lecture. De plus, l'apprentissage du langage écrit modifie le traitement et les représentations du langage parlé. A l'exception du cortex auditif primaire, lire active toutes les aires cérébrales dédiées au langage parlé (Kolinsky et al., 2018). On remarque une modification de la région temporo-pariétale postérieure du faisceau arqué gauche, les connexions entre le VWFA et le planum temporal (Kolinsky et al., 2014).

Deux voies cérébrales sont décrites dans le mécanisme de lecture :

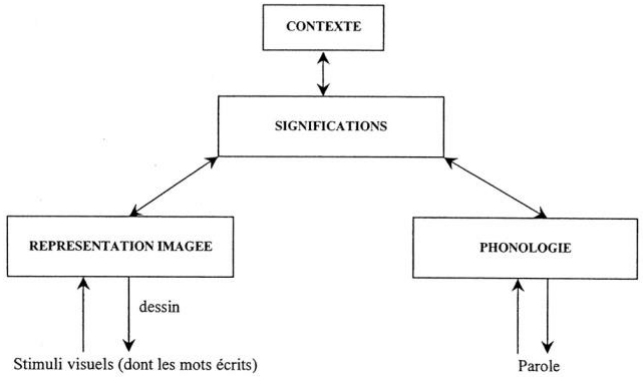
- Pour le traitement des mots fréquents, on distingue une voie ventrale, impliquant le cortex visuel primaire, la VWFA, le gyrus temporal moyen et inférieur et le gyrus frontal inférieur.
- Face à des mots peu fréquents ou à des pseudo-mots, la voie dorsale est activée. Elle est composée des aires temporales supérieures, du gyrus supramarginal et du gyrus frontal inférieur (Kolinsky et al., 2018).



Régions cérébrales impliquées dans la lecture (Kolinsky et al., 2014)

Pour expliquer les mécanismes permettant la lecture, plusieurs modèles théoriques ont été développés. Dans les années 2000, Gombert fait part de sa théorie. Il distingue quatre processeurs intervenant successivement en interaction pour traiter l'information écrite :

- Processeur pictural : l'enfant traite l'information visuelle.
- Processeur phonologique : l'enfant fait le lien avec l'information linguistique perçue auditivement.
- Processeur sémantique : l'enfant met du sens à ce qu'il lit.
- Processeur contextuel : l'enfant prend en compte les informations externes à la perception visuelle ou au mot à traiter pour comprendre selon le contexte (Demont et al., 2004).



Modèle de reconnaissance des mots (Demont et al., 2004)

Parallèlement à ce système de traitement, l'enfant prend en compte implicitement les régularités du système de l'écrit. Très rapidement, il utilise implicitement ses connaissances visuo-orthographiques, phonologiques et sémantiques pour reconnaître les mots écrits. L'apprentissage de la lecture est donc un mécanisme initialement implicite. De ce fait, Gombert a émis l'hypothèse que la dyslexie pourrait être liée à un déficit du traitement implicite de l'information écrite. Les mécanismes de décodage ne deviennent conscients que plus tard (Demont et al., 2004).

Dans un souci de compréhension des processus d'acquisition du langage écrit, des études se sont intéressées à la dyslexie et à ses mécanismes. Différents facteurs peuvent expliquer un dysfonctionnement de l'écrit comme des difficultés comportementales, cognitives, cérébrales, génétiques et environnementales (Ramus, 2010). L'hypothèse prédominante décrit un déficit du système de représentation et de traitement phonologique, impactant le mécanisme de correspondance grapho-phonémique. Il est décrit tout d'abord une atteinte de la conscience phonologique, associée à des difficultés en mémoire verbale à court terme et à un accès contraint au lexique phonologique. De ce fait, des difficultés de compréhension, de construction du stock orthographique et de dénomination rapide sont relevées chez l'enfant dyslexique (Ramus, 2010). De plus, des atteintes d'autres fonctions cognitives sont également observées chez des enfants dyslexiques. Par exemple, un dysfonctionnement de la mémoire de travail verbale et visuo-spatiale est parfois retrouvé chez des enfants dyslexiques (Fostick et al., 2018).

En parallèle, différentes théories ont été définies au fil des années pour expliquer la dyslexie. La théorie phonologique, un défaut du traitement auditif dit de bas niveau, reste la plus fréquemment décrite (Habib, 2015). Paula Tallal, quant à elle, suggérait l'existence chez les enfants dyslexiques d'un déficit du traitement temporel, caractérisé par des difficultés dans le traitement de l'information auditive dans sa succession rapide (Tallal et al., 1996). Auparavant une atteinte du système visuel magnocellulaire était également rapportée pour expliquer la dyslexie. Mais les recherches actuelles précisent cette hypothèse et ont mis en évidence un déficit de nature visuo-attentionnelle, expliqué par un défaut de désengagement de l'attention et des contraintes d'empan visuo-attentionnel (Habib, 2015). A partir de ses différentes observations, Michel Habib a défini trois profils décrivant la dyslexie :

- Le syndrome phonologique, le plus fréquent, reposant sur l'hypothèse du déficit phonologique.
- Le syndrome visuo-attentionnel, déficit des processus d'ajustement de la fenêtre attentionnelle.
- Le syndrome dyspraxique, associant retard moteur et défaut d'automatisation (Habib, 2015).

Depuis plusieurs années, le développement du langage oral et du langage écrit et leurs anomalies demeurent sujet d'étude. Leurs dysfonctionnements peuvent être consécutifs à différentes étiologies, comme la grande prématurité.

2.2 LA GRANDE PREMATURITE

2.2.1 La prématurité : définition, prévalence

La prématurité est définie comme une naissance survenant avant 37 semaines d'aménorrhée (SA). La limite de viabilité du fœtus est établie à 22 SA, et son poids ne doit pas être de moins de 500g. De ce constat, on distingue différents degrés de prématurité :

Tableau 2 : Épidémiologie des degrés de prématurité

Degré de prématurité	Âge gestationnel	Prévalence dans le monde	Prévalence en France
Extrême	< 28 SA	5,2 %	8,9 %
Très grande	28 à < 32 SA	10,4 %	11,2 %
Modérée	32 à < 34 SA	84,3 %	79,9 %
Tardive	34 à < 37 SA		

(Le Jeune et al., 2015)

Les progrès en soins obstétriques et néonataux ont permis de réduire considérablement le taux de mortalité des enfants prématurés et la limite de viabilité. Néanmoins les complications restent nombreuses, comme les troubles neuro-développementaux, les pathologies pulmonaires, cérébrales et visuelles. Les sujets de notre étude présentent principalement des troubles cognitifs. Nous avons donc fait dans ce mémoire le choix de décrire uniquement les complications neuro-développementales des enfants nés grands prématurés (Jarjour, 2015).

2.2.2 La naissance prématurée précoce et ses particularités au niveau cortical

La naissance prématurée conduit à des trajectoires développementales différentes et potentiellement contraignantes chez l'enfant. Elle entraîne un arrêt du développement in utero des habiletés sensorielles (Smith et al., 2014). Les dernières avancées en matière de soins néonataux ont permis de réduire le taux de mortalité des enfants nés grands prématurés. Cependant on recense des facteurs périnataux, comme la luminosité et le bruit environnant, qui affectent défavorablement le développement de ces enfants. Des unités de soins intensifs néonataux ont été mises en place pour respecter les conditions nécessaires au bon développement de l'enfant grand prématuré : réduire les nuisances sonores et visuelles, prendre en charge les enfants dans des chambres individuelles et accompagner les parents lors de l'hospitalisation de leur enfant (Jarjour, 2015). L'objectif est de reconstituer au mieux les expériences sensorielles in utéro vécues par un enfant né à terme. Une étude menée en 2014 par Pineda et al. a démontré que cet accompagnement hospitalier a permis de réduire

l'asymétrie hémisphérique typique de la prématurité de ces enfants. De plus, on relève moins de troubles cognitifs et langagiers chez ces enfants à l'âge de deux ans (Pineda et al., 2014).

Par ailleurs, la prématurité affecte le développement cortical. L'enfant grand prématuré présente une réduction du volume du corps calleux et de la substance blanche à la naissance. Plusieurs études ont également montré que chez ces enfants le corps calleux se développe moins rapidement après la naissance que chez les enfants nés à terme. Cette anomalie anatomique, corrélée à l'âge gestationnel, reste présente à l'adolescence et expliquerait certaines difficultés cognitives et leurs répercussions sur les apprentissages scolaires (Narberhaus et al., 2007).

Des anomalies de connectivité de la substance blanche sont aussi observées au sein du corps calleux, du sinus longitudinal supérieur, du sinus longitudinal occipital inférieur et du faisceau arqué (Anderson et al., 2005). Ces lésions de la substance blanche sont les principales formes neuropathologiques de lésions cérébrales chez l'enfant grand prématuré. Les oligodendrocytes, cellules de la substance blanche produisant la myéline, sont généralement endommagés chez les enfants nés grands prématurés. De ce fait, la myélinisation est contrainte (Allen, 2008) et des anomalies des circuits neuronaux sont observées (Feldman et al., 2012). L'expression clinique de ces atteintes corticales ne sont visibles qu'à partir de deux ans, grâce à différentes techniques d'imagerie fonctionnelle (Marret et al., 2014).

On retrouve également des anomalies de la substance grise. Des études montrent que les anomalies de la substance blanche sont fortement corrélées à la présence des anomalies de la substance grise (Woodward et al., 2006). Plus les anomalies sont importantes, plus les capacités cognitives et motrices des enfants sont déficitaires à l'âge de deux ans (Allen, 2008).

Toutes les particularités corticales de l'enfant prématuré ont une incidence importante sur le neuro-développement, avec comme conséquences des difficultés cognitives.

2.2.3 Les incidences sur le développement cognitif

Les enfants nés grands prématurés ont un risque majeur de présenter des séquelles cognitives et comportementales, même sans déficience neurosensorielle, comme le présente une méta-analyse de Johnson. Malgré des résultats psychométriques dans la norme, ces

enfants ont plus de risque de présenter des performances en raisonnement perceptif et en mémoire de travail plus faibles que les enfants nés à terme (Johnson, 2007). Un déficit dans la maturation des fonctions corticales et de l'organisation cérébrale chez l'enfant grand prématuré peut contraindre le développement du raisonnement non verbal, des compétences visuo-spatiales et le traitement parallèle de stimuli. De ce fait, il n'est pas rare d'observer des difficultés comportementales, attentionnelles, sociales et scolaires (Jarjour, 2015).

Par ailleurs, l'enfant grand prématuré a plus de risques notables de présenter d'autres troubles neuro-développementaux. Il est plus sujet à développer des troubles attentionnels et dysexécutifs (Smith et al., 2014). Plusieurs études ont montré que les performances de ces enfants sur des tâches impliquant la mémoire de travail, la flexibilité et la planification sont plus faibles (Loe et al., 2012). De ce fait, les troubles dysexécutifs des enfants nés grands prématurés peuvent avoir des incidences sur les apprentissages scolaires (Beaudoin et al., 2018). Il est également souvent décrit un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) chez les enfants grands prématurés. Ce trouble est induit par les lésions de la substance blanche décrites précédemment (Palumbi et al., 2018).

D'autres travaux présentent une comorbidité importante entre grande prématurité et trouble du spectre autistique. Dans sa méta-analyse, Agrawal révèle que le taux de prévalence de troubles du spectre autistique (TSA) chez les enfants nés grands prématurés est de 7% (Agrawal et al., 2018).

Enfin, on remarque souvent des déficiences visuelles et auditives dans le contexte de grande prématurité. Dans ses études, Allen décrit une corrélation entre l'âge gestationnel et la sévérité des déficits sensoriels (Allen, 2008).

Le développement du langage n'est pas épargné par les particularités développementales de la prématurité. De ce fait, des incidences sont observées dans l'apprentissage scolaire.

2.2.4 Les incidences sur le développement du langage et la scolarité

La littérature scientifique actuelle explique que la majorité des déficits linguistiques des enfants prématurés résultent principalement de troubles cognitifs généraux plutôt que de troubles spécifiques du langage. Une étude sur des enfants nés avant 27 semaines d'aménorrhée décrit un retard de développement verbal et moteur à deux ans et demi (Månsson et al., 2014). Ce retard langagier et moteur reste présent chez ces enfants à quatre ans, six ans et huit ans (Putnick et al., 2017). Il reste cependant difficile aujourd'hui de distinguer précisément l'étiologie des troubles dans ce contexte compliqué qu'est la grande prématurité.

Généralement, il est observé des troubles affectant la composante phonologique et la modalité de compréhension. Néanmoins, il est difficile de prédire précisément les troubles neuro-développementaux de chaque enfant grand prématuré car ceux-ci ne présentent pas tous le même développement langagier. On observe une hétérogénéité des profils langagiers. La grande prématurité contraint donc grandement le développement langagier dans sa globalité (Guarini et al., 2016).

Différentes études ont évalué les difficultés de langage observées chez des enfants nés grands prématurés. Entre deux et quatre ans, on relève chez des enfants grands prématurés des difficultés de compréhension orale et une discrimination auditive peu performante (Jansson-Verkasalo et al., 2004). D'autres enfants de cet âge présentent aussi un lexique en modalité de compréhension significativement plus faible (Van Noort-van der Spek et al., 2012). Ainsi, sur le long terme, d'importantes incidences sur le développement du langage sont observées. Ces difficultés langagières sont d'autant plus importantes que la prématurité est grande et ces contraintes persistent dans le développement de l'enfant (Putnick et al., 2017). A cinq ans, la production lexicale de certains enfants grands prématurés peut être déficitaire. A six ans, d'autres enfants montrent des performances faibles lors d'épreuves de compréhension orale et de production phonologique (Charollais et al., 2013).

Il est important de rappeler que les composantes du langage interagissent entre elles ainsi qu'avec les autres compétences cognitives. Les composantes du langage sont dépendantes du développement des compétences sensori-motrices. Ainsi, les contraintes sensori-motrices telles que les praxies bucco-faciales et la discrimination tactile et auditive ont

une incidence importante sur le développement de la composante phonologique, de l'attention visuelle et des transferts de modalité (Charollais et al., 2013).

D'autres corrélations sont décrites par les études sur la grande prématurité. Van Noort en expose certaines dans sa méta-analyse. Il n'est pas révélé de lien entre la sévérité des troubles et le statut socio-économique des parents. On ne retrouve également pas de lien avec la présence d'un handicap majeur. Néanmoins, concernant les fonctions langagières plus complexes, on retrouve parfois une augmentation des différences de performances entre des enfants nés à terme et des enfants prématurés entre trois et 12 ans : plus l'enfant grandit, plus les différences sont importantes (Van Noort-van der Spek et al., 2012).

Ainsi, du fait des importantes difficultés cognitives décrites, les enfants nés grands prématurés représentent une population plus à risque de présenter des troubles des apprentissages. Une étude américaine a décrit des performances plus faibles en lecture et en écriture pour des enfants prématurés, quel que soit l'âge gestationnel (Marret et al., 2011). On constate tout de même une corrélation entre les capacités en langage écrit et l'âge gestationnel (Jarjour, 2015). De ce fait, ces enfants ont plus souvent recours à des enseignements adaptés ou à des aides spécifiques (Marret et al., 2014).

Une méta-analyse de Kovachy et al. décrit plus précisément les difficultés en lecture des enfants nés avant 32 semaines d'aménorrhée. Sur les tâches de décodage, les enfants grands prématurés présentent des performances significativement plus faibles que celles des enfants nés à terme. De plus, une corrélation entre l'âge gestationnel et les capacités de décodage est observée : plus l'âge gestationnel est bas, plus les performances en décodage sont faibles. On retrouve aussi une vitesse de lecture plus lente. Des performances plus faibles en compréhension de lecture chez les enfants prématurés sont également relevées, ainsi qu'une corrélation similaire entre l'âge gestationnel et les performances en compréhension en lecture (Kovachy et al., 2015).

En conclusion, l'enfant né grand prématuré est plus à risque de présenter des troubles neuro-développementaux que l'enfant né à terme. Comme l'indique l'étude EPIPAGE, d'importantes fragilités cognitives peuvent être révélées à différentes étapes du développement, comme des troubles langagiers ou attentionnels, avec incidence possible sur un trouble des apprentissages scolaires (Marret et al., 2009). Il est donc intéressant de comprendre l'incidence des troubles du langage oral, principalement des fragilités de la

composante phonologique, et des troubles attentionnels sur l'acquisition du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés (Marret et al., 2014).

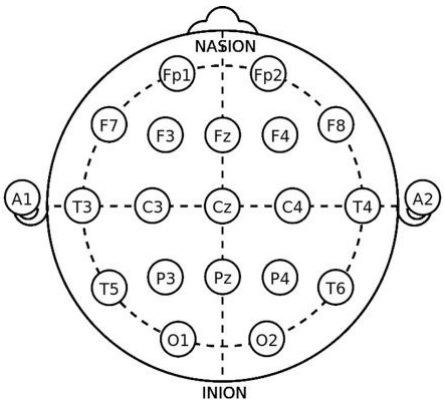
2.3 L'ELECTROENCEPHALOGRAPHIE ET LES POTENTIELS EVOQUES COGNITIFS VISUELS

2.3.1 L'électroencéphalographie : généralités et réalisation

En pédiatrie, les électroencéphalogrammes (EEG) sont généralement utilisés pour le diagnostic et le suivi des épilepsies. Cependant, leur utilisation s'avère intéressante dans d'autres domaines comme le diagnostic étiologique de déficience intellectuelle, de troubles du spectre autistique ou de troubles du langage et des apprentissages (Fluss et al., 2011).

L'EEG a pour but de recueillir l'activité bioélectrique cérébrale à l'aide d'électrodes placées sur un scalp. Cette activité bioélectrique correspond à la différence de potentiel électrique entre deux électrodes du scalp (Vespignani, 2003).

Le recueil des enregistrements électro-encéphalographiques doit se faire selon une nomenclature précise. L'emplacement des électrodes est standardisé par une nomenclature internationale appelée « système 10/20 » (Rojas et al., 2018).



Système 10/20 (Rojas et al., 2018)

Il est nécessaire d'abaisser l'impédance de la peau et de l'électrode pour recueillir avec précision l'activité électrique. Les électrodes recueillent ainsi l'amplitude des potentiels

évoqués. Leur amplitude étant très faible, un amplificateur va attribuer un « gain » de chaîne d'amplification (coefficient de 10000 à 1000000) pour obtenir une amplitude interprétable. Des filtres sont également utilisés pour éliminer tous signaux parasites. Enfin, ce signal est transmis au moyenneur, qui va convertir les événements constants, éliminer les éléments aléatoires qui peuvent altérer la bonne interprétation de l'activité neuronale. La superposition de plusieurs événements stables permettra d'obtenir le signal EEG à interpréter (Héraut-Chéliout, 2000).

Durant l'enregistrement, le rôle du technicien est essentiel. Il doit porter une attention particulière au comportement du patient. Ce dernier ne doit pas être agité durant l'enregistrement. Une agitation motrice peut créer différents artéfacts empêchant la lecture de l'activité neurologique recherchée (Plouin et al., 2005). Le technicien doit également vérifier constamment la trace directe qui est recueillie sur écran pendant l'enregistrement, pour détecter la présence d'éventuelles activités parasites, pouvant correspondre à un mouvement des membres ou de la tête ou à des mouvements oculaires (Héraut-Chéliout, 2000).

Ce mécanisme permet donc d'observer les variations de potentiels évoqués et de les interpréter.

2.3.2 Les potentiels évoqués

Les potentiels évoqués correspondent aux activités d'un petit nombre de neurones sélectivement stimulés.

L'influx sensoriel présenté au patient entraîne une modification de l'activité cellulaire corticale et ainsi une variation de potentiel dans l'aire corticale correspondante (Vion-Dury et al., 2008). Cette variation est créée à partir de différences de polarités entre l'intérieur et l'extérieur d'un neurone. Ce neurone, initialement dans un état de potentiel de repos, modifie sa polarité grâce à des déplacements d'ions Na+ et K^+ (Héraut-Chéliout, 2000) :

- Le potentiel entre en dépolarisation lorsque sa valeur ionique devient plus positive qu'à l'état initial.

- Le potentiel entre en hyperpolarisation lorsque sa valeur ionique devient plus négative qu'à l'état initial.
- La repolarisation correspond à un retour à l'état de potentiel de repos.

On peut distinguer les potentiels évoqués de différentes manières (Gil, 1997) :

- Selon la modalité sensorielle sollicitée : potentiels évoqués auditifs, visuels, somesthésiques, olfactifs, moteurs, …
- Selon leur latence : potentiels précoces (survenant avant 10ms), moyennes / intermédiaires (survenant entre 10 et 50 ms) et tardifs (survenant après 50 ms).
- Selon leur caractéristique : potentiels endogènes (réaction / perception involontaire) et exogènes (réaction / perception volontaire).

Il existe également différents critères à analyser pour interpréter les potentiels évoqués (Vion-Dury et al., 2008):

- La morphologie du potentiel, comme la forme du signal, la symétrie, …
- La latence du signal, qui correspond au délai entre la présentation d'un stimulus et l'apparition de l'onde.
- L'amplitude du signal, qui est proportionnelle au nombre de neurones mis en jeu.

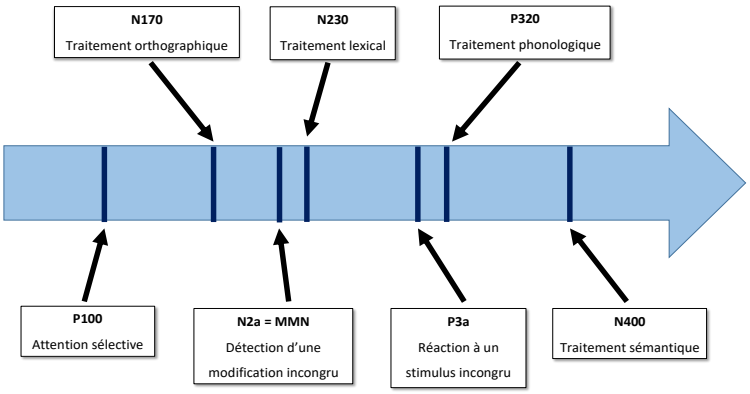
Pour étudier l'activité neuronale lors de tâche de lecture, il est nécessaire de recueillir des potentiels évoqués cognitifs visuels (PECV) et de les interpréter avec minutie pour définir des profils de traitement de l'information.

2.3.3 Interprétation des potentiels évoqués cognitifs visuels

Pour chaque stimulus présenté, le logiciel enregistre pendant une seconde le signal neuronal. Le moyennage permet donc d'obtenir un signal moyen d'une seconde pour chaque électrode (Vion-Dury et al., 2008).

Sur ce signal moyenné d'une seconde, la littérature scientifique décrit différentes ondes chez le sujet normo-lecteur pour analyser l'activité neuronale lors de tâche de lecture.

Figure 1 : Frise chronologique des PECV dans une tâche de lecture



Dans un premier temps, l'onde P100 (=P1) est perçue autour de 100 ms. Cette onde positive exogène, soumise à l'environnement, représente l'attention sélective : le stimulus présenté au patient est perçu (Vion-Dury et al., 2008).

Vers 170 ms apparaît la N170. Cette onde, issue du lobe pariétal et du lobe frontal, est modulée par l'attention sélective qui survient précédemment. Ce potentiel correspond au traitement orthographique, à la reconnaissance visuelle précoce des mots. Il est donc sensible à la dimension orthographique de la stimulation présentée (Simon, 2004).

Ensuite, une deuxième onde négative bifide apparaît : la N200 (ou N2). Elle est constituée de deux composantes : la N2a et la N230. La N2a, observée entre 130 et 150 ms, correspond à la négativité de discordance (ou Mismatch Negativity, MMN). Le patient détecte inconsciemment une modification imprévue dans la succession des stimuli présentés. La MMN exprime un traitement automatique de l'information, qui reste indépendante de toute attention volontaire (Gil, 1997). La N230, remarquée quelques millisecondes après, représente le traitement volontaire de l'information (Gil, 1997). Elle est issue des gyrus fusiformes postérieurs droit et gauche et elle s'observe lors de la présentation de lettres. Cette onde, impliquée dans le traitement sub-lexical, est identique lorsque le patient est confronté à des mots ou des pseudo-mots (Simon, 2004).

La P300, un potentiel positif tardif bifide, est ensuite observée. Cette onde est principalement décrite dans des tâches mettant en jeu le paradigme d'Oddball. Ce paradigme

propose au patient de détecter des stimulations rares dites « cibles » aléatoirement, parmi plusieurs stimulations fréquentes dites « standard » (Gil, 1997). Il s'agit d'une réaction vers 250ms à un stimulus incongru. Ce potentiel correspond donc à la mise à jour de l'information en mémoire de travail (Vion-Dury et al., 2008). La littérature recommande de recueillir cette onde sur les électrodes du vertex (Cz, Fz et Pz) (Gil, 1997).

La deuxième composante, la P320, perçue vers 350ms, représente la mise à jour de l'information, la caractéristique recherchée par cette expérimentation (Gil, 1997). Dans différentes études, l'onde P320 est également associée aux processus de conversion graphème-phonème. Il s'agit du traitement phonologique de l'information perçue. Elle proviendrait ainsi de la région pariéto-temporale gauche (Simon, 2004).

Enfin, une dernière onde négative est décrite : la N400. Elle est impliquée dans le traitement sémantique. Intervenant entre 350 et 450 ms, elle est générée à partir de régions communes au traitement phonologique. Des études décrivent également une activation du gyrus frontal et du gyrus fusiforme dans le traitement sémantique (Simon, 2004). Ce potentiel apparaît lorsque, dans une phrase, est relevée une incohérence sémantique. Elle peut également s'observer dans les tâches de décision lexicale, si le sujet s'appuie sur ses ressources lexico-sémantiques pour définir si un mot existe ou non (Gil, 1997).

2.3.4 Études du langage écrit par l'analyse des potentiels évoqués cognitifs visuels

L'utilisation des EEG dans l'étude du langage écrit est une méthode intéressante pour observer précisément les sous-étapes impliquées dans le processus de lecture (Stites et al., 2017). Ces dernières années, plusieurs études ont utilisé les EEG et analysé les PECV pour décrire le développement typique et atypique du langage écrit. Elles ont permis de mieux comprendre les caractéristiques de l'onde orthographique N170 et de l'onde sub-lexicale N230.

De nombreuses études se sont intéressées aux caractéristiques de l'onde N170. Chez les populations normo-lectrices, cette onde est rapidement latéralisée à gauche, lorsque de bonnes compétences phonologiques sont présentes (Sacchi & Laszlo, 2016). Elle reste néanmoins retardée chez les enfants. Mais, au cours du développement, elle s'installe à

170ms chez les adultes (Charollais et al., 2016). Elle reste identique chez un individu lisant peu et chez un lecteur expert. Elle représente donc un marqueur de dyslexie important (Mahé et al., 2013).

Chez les dyslexiques, elle reste tardivement spécialisée, du fait du déficit phonologique et donc du déficit du traitement visuel des mots . Par ailleurs, le traitement des non-mots chez les enfants dyslexiques nécessite une compensation hémisphérique, le traitement est donc bilatéral (Dujardin et al., 2011). Néanmoins, pour comprendre de manière précise les enjeux développementaux de l'onde N170, il est nécessaire de connaître le développement des habiletés langagières des sujets étudiés (Charollais et al., 2016).

Quelques précisions ont également été apportées au sujet de l'onde N230. Chez les normo-lecteurs, aucune différence d'amplitude et de latence n'est observée entre les adultes et les enfants (Charollais et al., 2016). A 3 ans, cette onde est impliquée dans la discrimination des sons de la parole (Molfese et al., 2007). Cette onde est donc fortement corrélée aux capacités de conscience phonologique (Stites et al., 2017). Elle est désignée comme la récupération lexicale de nature phonologique de l'information écrite, (Simon et al., 2004) puisqu'elle est perçue au niveau du gyrus temporal moyen, impliqué dans le traitement lexico-sémantique et phonologique (Friederici, 2012). Entre 9 et 15 ans, l'onde N230 représente une étape intermédiaire dans la spécialisation visuelle des mots, permettant le développement du lexique orthographique (Higgins, 2006).

Enfin, chez les enfants dyslexiques, l'onde N230 peut être absente lors de tâches de décision lexicale, démontrant un déficit dans les traitements cognitifs de haut niveau et le développement du lexique orthographique (Higgins, 2006). Néanmoins, elle peut permettre de prédire différents types de troubles dyslexiques, en fonction de différences de déficits du traitement auditif (Lachmann et al., 2005).

La littérature scientifique ne recense pas d'étude de l'activité électrophysiologique des enfants prématurés lors de tâches de langage écrit. Il paraît donc intéressant d'observer le fonctionnement neuronal d'enfants nés grands prématurés sur des tâches de décision lexicale, en prenant en compte leurs caractéristiques intra-individuelles, médicales et leur développement cognitif et psycholinguistique.

3 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

3.1 PROBLEMATIQUE

Désormais, il est prouvé que le langage oral et le langage écrit se développent conjointement et sont interdépendants. Le langage oral se développe principalement pendant les cinq premières années de vie. Un bon niveau de langage oral permet l'entrée dans la lecture. Ensuite, la confrontation au langage écrit va permettre de développer un langage plus élaboré dit de verbalisation (Ramus, 2010). Ainsi, avec la plasticité cérébrale, certaines zones cérébrales se modifient et se spécialisent pour traiter les informations écrites. Ces nouvelles connaissances sur le fonctionnement du langage oral et les modification du fonctionnement cérébral ont permis de mettre en évidence différents types de dysfonctionnements du langage écrit, certains peuvent être dus à des troubles du langage oral et d'autres à des troubles d'origine attentionnelle (Habib, 2015).

Des facteurs environnementaux peuvent entraîner des fragilités langagières. La grande prématurité est un contexte où les structures langagières sont immatures. De ce fait, le développement cognitif et langagier peut être atteint et des difficultés dans les apprentissages peuvent être observées (Marret et al., 2009).

Enfin, l'observation électrophysiologique des processus cérébraux lors de tâches de lecture a permis de mieux comprendre le développement du langage écrit (Stites et al., 2017) et ses déficits chez des sujets dyslexiques (Mahé et al., 2013). Des études ont permis de décrire les caractéristiques du traitement orthographique et sub-lexical chez des populations normo-lectrices et dyslexiques. Mais la littérature scientifique ne recense pas d'étude électrophysiologique de la lecture dans un contexte de grande prématurité.

A partir de ce constat, une problématique peut être soulevée : d'un point de vue électrophysiologique, quelles sont les caractéristiques neurologiques propres aux enfants nés grands prématurés lors de tâches de lecture ?

3.2 OBJECTIF ET HYPOTHESES

Cette étude vise donc à mettre en évidence les particularités propres aux enfants nés grands prématurés au niveau du langage oral et écrit, et à observer les correspondances dans le traitement orthographique et sub-lexical au niveau cérébral. L'objectif est de mieux comprendre le traitement cérébral des informations écrites chez les enfants grands prématurés.

Nous présenterons les particularités de chaque sujet en langage oral et en langage écrit à trois ans et demi et à huit ans et nous lirons les PECV observés lors d'une tâche de décision lexicale sur les tracés de chaque patient.

Pour tenter de répondre à cet objectif, plusieurs hypothèses peuvent être formulées :

Hypothèse n°1 : comme chez les enfants dyslexiques, l'onde N170 est un marqueur de trouble du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés.

Hypothèse n°2 : les paramètres de l'onde N230 dépendent des performances initiales langagières, notamment les performances de la composante phonologique.

Hypothèse n°3 : la rééducation précoce du langage oral permet une meilleure spécialisation cérébrale des processus de lecture.

4 METHODOLOGIE

4.1 POPULATION

Dix enfants issus du protocole de recherche LAMOPRESCO (Charollais et al., 2013) sont inclus dans ce mémoire. Différents critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits dans le protocole PHRC du LAMOPRESCO. Les enfants sont nés grands prématurés, avant 33 semaines d'aménorrhée. A trois ans et demi, un bilan de langage est réalisé chez ces enfants. Pour être retenu dans l'étude, chaque enfant doit présenter un profil de langage dit fragile, respectant une des deux conditions suivantes :

- Au moins deux subtests du profil du langage doivent être inférieurs ou égaux au centile 25.
- Un subtest strictement inférieur au centile 10 et strictement supérieur au centile 3.

Les enfants qui présentent un profil de langage dit normal ou dit pathologique sont exclus de l'étude. Les enfants dits fragiles ont été randomisés : la moitié des enfants a bénéficié d'une rééducation orthophonique protocolisée du langage oral avec le matériel « Dire et Faire » entre trois ans et demi et quatre ans, l'autre moitié n'a pas bénéficié d'une prise en charge orthophonique entre trois ans et demi et quatre ans, des conseils sur le développement du langage ont été donnés aux parents.

Tableau 3 : Randomisation des patients des études LAMOPRESCO / LAMOPRESCO 2

	Groupe d'enfants avec rééducation	Groupe d'enfants sans rééducation
3;06 ans	Évaluation du langage oral Évaluation des habiletés sensori-motrices Évaluation des compétences psychométriques	
Entre 3;06 ans et 4;00 ans	Rééducation suivant le protocole « Dire et faire »	Aucune rééducation orthophonique
8;00 ans	Évaluation du langage oral Évaluation des contraintes sensori-motrices Évaluation du langage écrit Évaluation des compétences psychométriques	

Dans ce mémoire, deux groupes ont été définis pour faciliter la comparaison des sujets :

- Un groupe R, regroupant des enfants ayant bénéficié d'une rééducation orthophonique entre trois ans et demi et quatre ans.
- Un groupe NR regroupant des enfants n'ayant pas bénéficié d'une rééducation orthophonique entre trois ans et demi et quatre ans.

Tableau 4 : Population d'enfants nés grands prématurés non rééduqués

Patients	*NR 1*	*NR 2*	*NR 3*	*NR 4*	*NR 5*
Sexe	F	M	M	M	F
Terme	26 SA	31 SA	32 SA	31 SA	29 SA
Poids de naissance	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe
Périmètre crânien	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
Antécédents respiratoires néonataux	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
Antécédents familiaux de TSL	RAS	RAS	TSLO/TSLE	TSLO	RAS
Bilan visuel	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
Bilan auditif	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
Latéralité	Droitière	Droitier	Droitier	Droitier	Droitière
CSP (père)	Bac	Supérieur	Supérieur	Supérieur	Supérieur
CSP (mère)	Supérieur	Supérieur	Supérieur	Supérieur	Supérieur

Tableau 5 : Population d'enfants nés grands prématurés rééduqués

Patients	*R 1*	*R 2*	*R 3*	*R 4*	*R 5*
Sexe	M	M	F	M	F
Terme	28 SA	29 SA	29 SA	30 SA	26 SA
Poids de naissance	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe
Périmètre crânien	RAS	RAS	Microcéphalie	RAS	RAS
Antécédents respiratoires néonataux	RAS	RAS	Dysplasie broncho-pulmonaire	RAS	RAS
Antécédents familiaux de TSL	TSLE	RAS	RAS	RAS	RAS
Bilan visuel	RAS	RAS	RAS	RAS	Lunettes
Bilan auditif	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
Latéralité	Gaucher	Droitier	Droitière	Droitier	Gauchère
CSP (père)	Bac	Supérieur	Supérieur	Secondaire	Supérieur
CSP (mère)	Bac	Supérieur	Supérieur	Secondaire	Supérieur

Cette étude longitudinale et rétrospective nécessite l'interprétation des évaluations du langage et des contraintes neuro-développementales réalisées à trois ans et demi et à huit ans des dix enfants. Des EEG ont également été effectués sur une tâche de lecture à huit ans.

4.2 MATERIEL

Chaque sujet de l'étude a reçu une évaluation du langage oral et des contraintes neuro-développementales à trois ans et demi et à huit ans. A huit ans, une évaluation du langage écrit, deux épreuves cognitives et des tâches expérimentales enregistrées par électro-encéphalographie ont été effectuées en complément.

4.2.1 Le Bilan Informatisé du Langage Oral pour les Petits « BILO Petits »

A trois ans et demi, le langage oral a été évalué à l'aide de la batterie d'évaluation du langage oral « BILO Petits » (Khomsi et al., 2009). Dans ce mémoire, nous nous intéressons à quatre épreuves :

- Compréhension orale (CO) : pour évaluer la composante morphosyntaxique en modalité de compréhension.
- Répétition de Mots (RepM) : pour évaluer la composante phonologique en modalité de production.
- Lexique en production (LexP) : pour évaluer la composante lexicale en modalité de production.
- Production d'Énoncés (ProdE) : pour évaluer la composante morphosyntaxique en modalité de production.

4.2.2 Le Bilan Informatisé du Langage Oral du cycle 3 et du Collège « BILO 3C »

A huit ans, la batterie de langage oral « BILO 3C » (Khomsi et al., 2007) a été utilisée pour évaluer le langage oral de communication et de verbalisation. Ce bilan est composé de sept épreuves :

- Compréhension orale (CO) : pour évaluer la compréhension morphosyntaxique et inférentielle.
- Répétition de Mots (RepM) : pour évaluer la composante phonologique en modalité de production.
- Lexique en production (LexP) : pour évaluer la composante lexicale en modalité de production.
- Production d'Énoncés (ProdE) : pour évaluer la composante morphosyntaxique en modalité de production.
- Jugement lexical (JugL) : pour évaluer la composante lexicale en modalité de jugement.
- Jugement grammatical (JugG) : pour évaluer la composante morphosyntaxique en modalité de jugement.

4.2.3 L'évaluation des contraintes neuro-développementales : Batteries Habiletés Sensori-Motrices « HSM » et Évaluation des Contraintes du cycle 2 « EC 2 »

A trois ans et demi, les contraintes neuro-développementales ont été évaluées à l'aide de la batterie « HSM », élaborée et étalonnée par le CHU de ROUEN. Dans le cadre de ce mémoire, trois épreuves seront analysées :

- Praxies bucco-faciales statiques : pour évaluer les capacités de réalisation et de programmation motrice.
- Transfert modal : pour évaluer le transfert de modalité sensorielle, somesthésique versus visuelle.
- Attention visuelle : pour évaluer la précision du traitement visuo-spatial.

A huit ans, la batterie d'Évaluation des Contraintes du cycle 2 « EC 2 » (Khomsi et al., 2007) est réalisée. Les cinq épreuves utilisées dans ce mémoire sont :

- Identification du Mot Oral (IMO) : pour évaluer le jugement lexical et phonologique en situation de double tâche.
- Dénomination Rapide (DR) : pour évaluer l'accès au lexique
- Mémoire de Mots (MM) : pour évaluer la mémoire verbale à court terme.

- Attention visuelle (AttV) : pour évaluer la précision du traitement visuo-spatial de l'hémichamp gauche et de l'hémichamp droit.
- Praxies bucco-faciales (Prax) : pour évaluer les capacités de programmation motrice et de réalisation motrice.

4.2.4 L'évaluation cognitive

Pour apprécier les ressources cognitives de chaque enfant, deux épreuves du WISC IV (Wechsler, 2005) ont été proposées à huit ans et seront analysées dans ce mémoire :

- Code : pour évaluer la vitesse de traitement.
- Matrice : pour évaluer les capacités de raisonnement fluide.

4.2.5 L'évaluation de la lecture : Vitesse en Lecture « VL », Batterie d'Évaluation de la Lecture et de l'Orthographe « BELO » et Décision lexicale

A huit ans, une évaluation du langage écrit a été proposée. L'épreuve de Vitesse en Lecture (Khomsi et al., 2005) permet d'apprécier la vitesse de lecture, la précision de lecture et les stratégies de lectures utilisées. Deux scores seront analysés dans ce mémoire :

- Vitesse en Lecture (VL) : pour évaluer la vitesse de lecture.
- Précision en Lecture (PL) : pour évaluer la précision de lecture et le jugement orthographique.

La Batterie d'Évaluation de la Lecture et de l'Orthographe « BELO » (George et al., 2006) a été réalisée. Dans ce mémoire, nous nous intéressons aux résultats d'une épreuve :

- Compréhension de texte : évaluer la compréhension d'un texte lu par l'enfant.

Installés devant un ordinateur, les enfants de l'étude sont soumis à une tâche expérimentale :

- Décision lexicale : pour estimer le jugement orthographique.

Différents types d'items sont présentés durant la tâche. Des mots ont été sélectionnés selon la fréquence d'occurrence des mots des enfants de sept à huit ans grâce à la base de données lexicales MANULEX (Lété et al., 2004). Des pseudo-mots sont également présentés : des pseudo-mots à phonème proche et des pseudo-mots à visème proche.

4.3 PROCEDURE

4.3.1 Réalisation des bilans orthophoniques

Les enfants de l'étude ont été évalués dans le cadre du Centre de Référence des Troubles du Langage et des Apprentissages du CHU de ROUEN.

A trois ans et demi, une évaluation du langage oral avec « BILO Petits » et des contraintes neuro-développementales avec « HSM » a été réalisée par l'orthophoniste du centre de référence. A huit ans, ces mêmes enfants sont à nouveau évalués par l'orthophoniste du centre de référence. Des évaluations du langage oral avec « BILO 3C », des contraintes neuro-développementales avec « EC 2 » et du langage écrit avec « VL » et l'épreuve de compréhension de « BELO » ont été effectuées.

4.3.2 Réalisation des enregistrements électro-encéphalographiques

Pour la passation des EEG, chaque enfant a été reçu à huit ans au Centre de Référence des Troubles du Langage et des Apprentissages du CHU de ROUEN, en 2016 et en 2017. Préalablement, les évaluations cognitives ont été réalisées avec les épreuves de Code et Matrice.

Les enfants sont ensuite préparés pour réaliser les enregistrements électro-encéphalographiques. L'environnement de test était sombre et silencieux. Le dispositif expérimental a nécessité l'utilisation de deux ordinateurs. Pour effectuer la passation des tâches expérimentales, le premier ordinateur exposait les stimuli visuels à l'enfant et récoltait les données comportementales grâce au logiciel E-Prime. Le deuxième ordinateur était

connecté à un casque composé de 32 électrodes et à un amplificateur pour recueillir les données électrophysiologiques sur le logiciel ASAlab.

Installés devant un ordinateur, les enfants sont soumis à une tâche de décision lexicale. Quatre blocs d'items sont présentés aux enfants. Des pauses sont proposées entre chaque bloc. Pendant un bloc, 40 stimuli sont présentés une seconde chacun. L'enfant doit cliquer sur une touche si le mot existe et sur une autre touche si le mot n'existe pas. Parmi les 40 stimuli présentés lors d'un bloc, on distingue 20 mots fréquents et 20 pseudo-mots. La tâche expérimentale dure au total 15 minutes.

4.3.3 Procédure d'analyse des résultats

Nous présentons les résultats des dix sujets de l'étude en réalisant des profils développementaux individuels. Pour faciliter la lecture des résultats, nous regroupons les sujets en deux groupes « rééduqués » et « non rééduqués », comme nous l'expliquions dans la partie « Population ». Des diagrammes en bâtons ont été élaborés pour mettre en évidence l'évolution des enfants entre trois ans et demi et huit ans. Les résultats en centiles des différentes épreuves ont été présentés selon un code de zéro à six, pour rendre la lecture des diagrammes plus aisée.

Dans un premier temps, les résultats à trois ans et demi et à huit aux épreuves langagières et psychométriques seront décrits. Puis les données comportementales lors de la tâche de décision lexicale et les tracés électro-encéphalographiques seront présentés, en s'intéressant spécifiquement aux ondes N170 et N230.

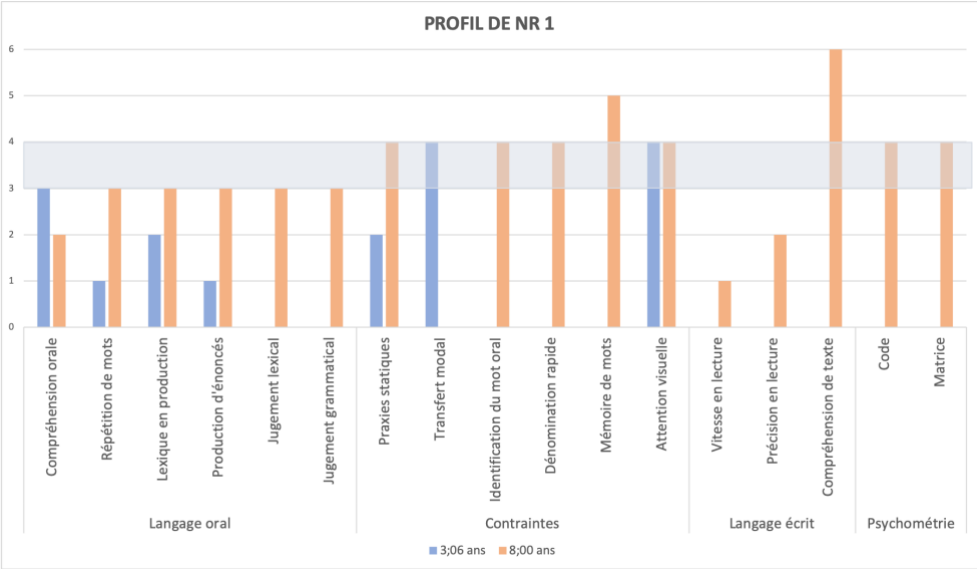
Dans notre partie discussion, nous comparerons les résultats obtenus et nous soulignerons les liens entre les données cliniques et les données électrophysiologiques, afin de confirmer ou non les hypothèses présentées plus haut.

5 RESULTATS

5.1 PROFILS DES ENFANTS NES GRANDS PREMATURES NON-REEDUQUES

5.1.1 Profil de NR 1

Figure 2 : Profil langagier et cognitif de NR 1



Centiles	Codes
[C90 - ∾[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

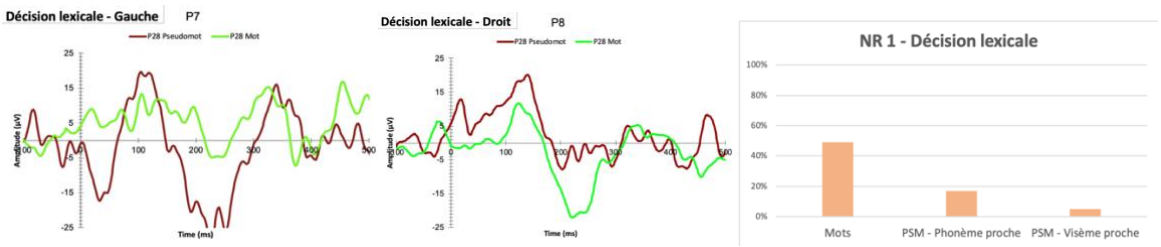
A trois ans et demi, en langage oral, les performances du patient NR 1 sont au seuil de pathologie en répétition de mots (1) et en production d'énoncés (1). Une fragilité est retrouvée en production lexicale (2). Les scores en compréhension orale sont dans la norme (3). L'évaluation des contraintes met en évidence une fragilité dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (2). Les scores dans le transfert de modalités sensorielles, visuelle versus somesthésique (4) et en attention visuelle (4) sont supérieurs à la norme.

A huit ans, l'évaluation en langage oral met en évidence une fragilité en compréhension orale (2). La répétition de mots (3), la production lexicale (3), la production d'énoncés (3), le jugement lexical (3) et le jugement de grammaticalité (3) donnent des scores dans la norme. Concernant les contraintes, les scores sont supérieurs à la norme dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4), en identification du mot oral, (4) en dénomination rapide (4), en attention visuelle (4) et en mémoire verbale à court terme (5). En langage écrit, les scores en vitesse en lecture (1) sont au seuil de pathologie. Une fragilité est observée en précision en lecture (2). La compréhension de texte (6) donne des scores

supérieurs à la norme. Enfin, l'évaluation cognitive donne des scores supérieurs à la norme en code (4) et en matrice (4).

Figure 3 : Enregistrement EEG de NR 1 lors de la Décision Lexicale

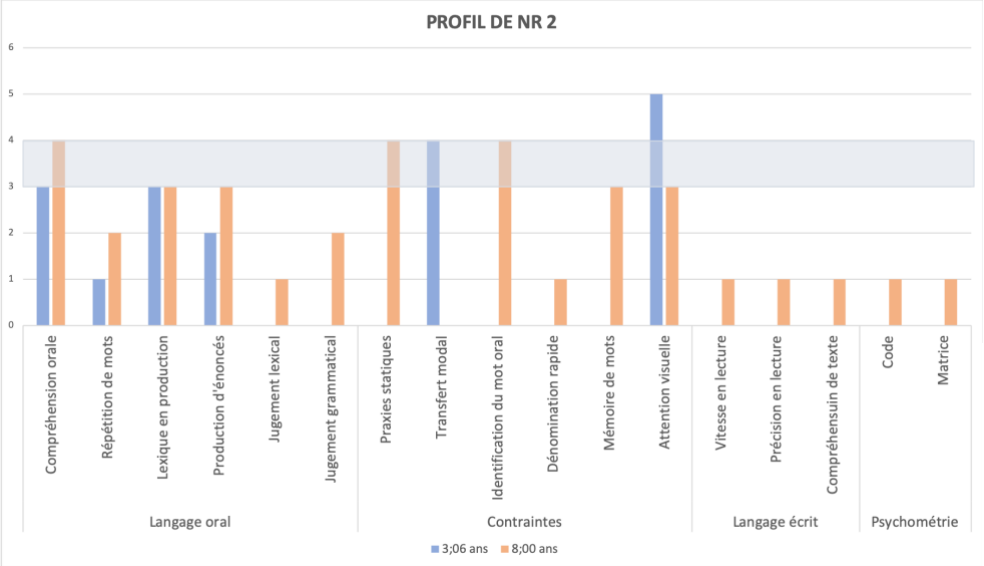
Figure 4 : Données comportementales de NR 1 lors de la Décision Lexicale



Lors de la tâche de décision lexicale, le patient NR 1 identifie les mots à 49%, les pseudo-mots à phonème proche à 17% et les pseudo-mots à visème proche à 5%. Sur l'hémisphère gauche, le traitement des mots met en évidence l'onde N230 à 232ms avec une amplitude de -5µV. L'onde N170 n'est pas observable. Les ondes des pseudo-mots à phonème proche et à visème proche ont été moyennées par le logiciel, pour faciliter l'interprétation. L'onde N230 est observée à 230ms avec une amplitude de –30µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, pour le traitement des mots, on retrouve l'onde 230 à 220ms avec une amplitude de -21µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots, les ondes N170 et N230 ne sont pas observables.

5.1.2 Profil de NR 2

Figure 5 : Profil langagier et cognitif de NR 2



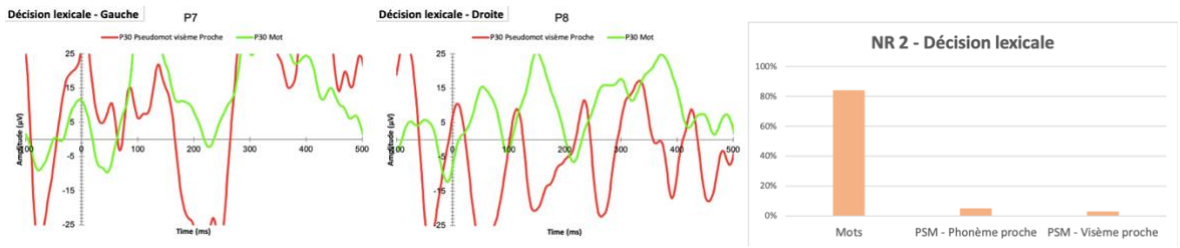
Centiles	Codes
[C90 - ∾[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

A trois ans et demi, en langage oral, des résultats au seuil de pathologie sont observés en répétition de mots (1). Une fragilité est observée et en production d'énoncés (2). Les épreuves de production lexicale (3) et de compréhension orale (3) donnent des scores dans la norme. Concernant les contraintes, le transfert de modalités sensorielle, visuelle versus somesthésique (4) et l'attention visuelle (5) donne des résultats supérieurs à la norme.

A huit ans, l'évaluation du langage oral met en évidence des scores au seuil de pathologie en jugement lexical (1). Le jugement de grammaticalité (2) et la répétition de mots (2) donnent des scores fragiles. Les résultats dans la norme sont observés en production lexicale (3), en production d'énoncés (3) et en compréhension orale (4). Pour les contraintes, la dénomination rapide (1) donne des scores au seuil de pathologie. L'attention visuelle (3), la mémoire verbale à court terme (3), l'identification du mot oral (3) et la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4) donnent des résultats dans la norme. En langage écrit, les scores en vitesse en lecture (1), en précision en lecture (1) et en compréhension de texte (1) sont au seuil de pathologie. Enfin, l'évaluation cognitive met en évidence des résultats au seuil de pathologie en code (1) et en matrice (1).

Figure 6 : Enregistrement EEG de NR 2 lors de la Décision Lexicale

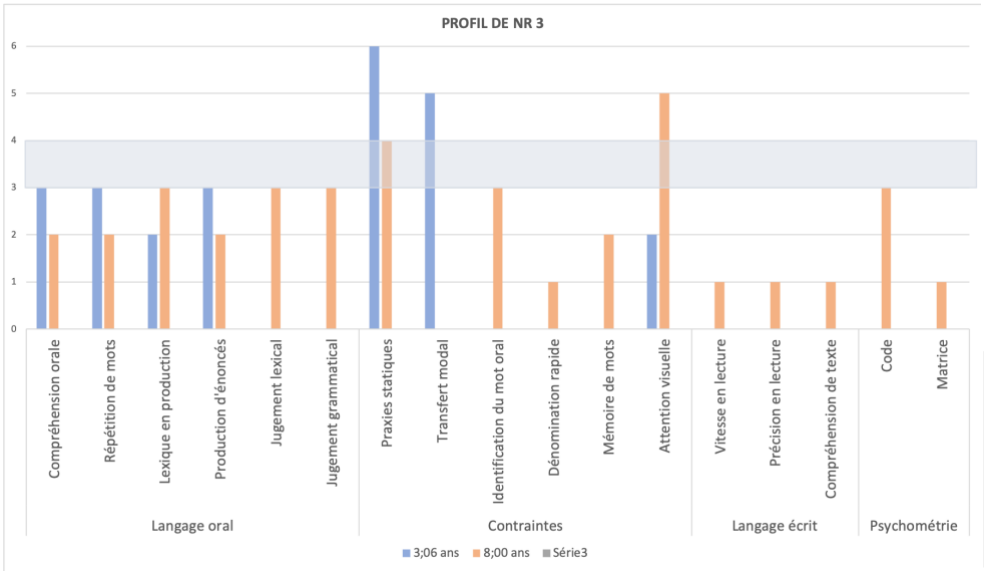
Figure 7 : Données comportementales de NR 2 lors de la Décision Lexicale



Lors de la tâche de décision lexicale, le patient NR 2 identifie les mots à 84%, les pseudo-mots à phonème proche à 5% et les pseudo-mots à visème proche à 3%. Pour le traitement des mots et des pseudo-mots, les ondes N170 et N230 ne sont pas observables.

5.1.3 Profil de NR 3

Figure 8 : Profil langagier et cognitif de NR 3



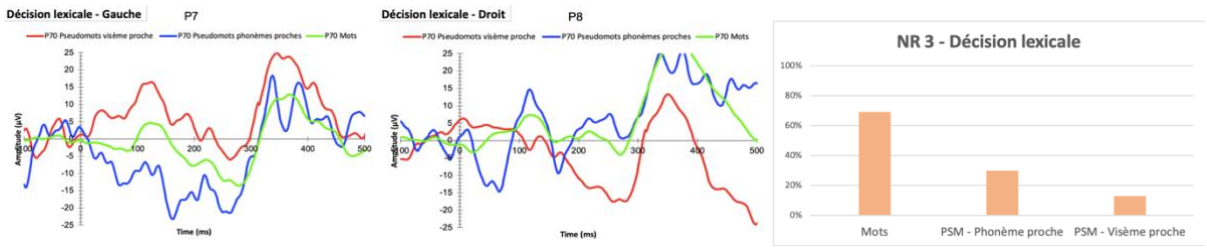
Centiles	Codes
[C90 - ∾[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

A trois ans et demi, l'évaluation du langage oral met en évidence une fragilité en production lexicale (2). Les résultats sont dans la norme en compréhension orale (3), en répétition de mots (3) et en production d'énoncés (3). Concernant les contraintes, nous relevons des résultats fragiles en attention visuelle (2). Le transfert de modalités sensorielles, visuelle versus somesthésique (5) et la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (6) donnent des scores supérieurs à la norme.

A huit ans, en langage oral, nous observons des fragilités en compréhension orale (2), en répétition de mots (2), en production lexicale (2) et en production d'énoncés (2). Les scores en jugement lexical (3) et en jugement de grammaticalité (3) sont dans la norme. L'évaluation des contraintes donne des résultats au seuil de pathologie en dénomination rapide (1). Une fragilité est observée en mémoire verbale à court terme (2). L'identification du mot oral (3), la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4) et l'attention visuelle (5) donnent des scores dans la norme. En langage écrit, les scores en vitesse en lecture (1), en précision en lecture (1) et en compréhension de texte (1) sont au seuil de pathologie. Enfin, l'évaluation cognitive met en évidence des scores au seuil de pathologie en matrice (1) et des scores dans la norme en code (3).

Figure 9 : Enregistrement EEG de NR 3 lors de la Décision Lexicale

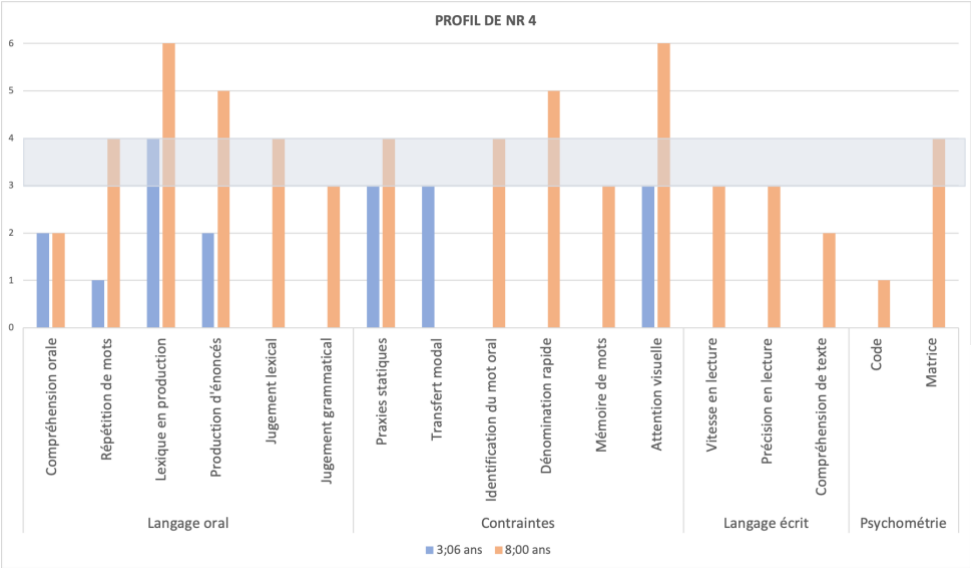
Figure 10 : Données comportementales de NR 3 lors de la Décision Lexicale



Lors de la tâche de décision lexicale, le patient NR 3 identifie les mots à 69%, les pseudo-mots à phonème proche à 30% et les pseudo-mots à visème proche à 13%. Sur l'hémisphère gauche, pour le traitement des mots, nous observons l'onde 230 retardée de 50ms avec une amplitude de -13µV. L'onde N170 n'est pas observable. Le traitement des pseudo-mots à phonème proche montre l'onde N230 retardée de 30ms avec une amplitude de -21µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à visème proche, l'onde N230 est retardée de 35ms avec une amplitude de -5µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, le traitement des mots met en évidence l'onde N230 retardée de 40ms avec une amplitude de -4µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots à phonème proche, les ondes N170 et N230 ne sont pas observables. Enfin, le traitement des pseudo-mots à visème proche montre l'onde N230 retardée de 30ms avec une amplitude de -18µV. L'onde N170 n'est pas observable.

5.1.4 Profil de NR 4

Figure 11 : Profil langagier et cognitif de NR 4



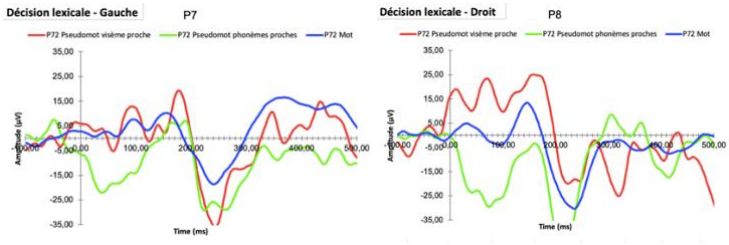
Centiles	Codes
[C90 - ~[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

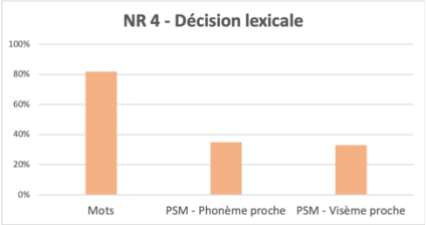
A trois ans et demi, en langage écrit, les scores en répétition de mots (1) sont au seuil de pathologie. Nous relevons des fragilités en compréhension orale (2) et en production d'énoncés (2). Les résultats en production lexicale (4) sont supérieurs à la norme. Concernant les contraintes, les résultats dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (3), le transfert de modalités sensorielles, visuelle versus somesthésique (3) et l'attention visuelle (3) sont dans la norme.

A huit ans, l'évaluation du langage oral met en évidence une fragilité en compréhension orale (2). Les scores sont dans la norme en jugement de grammaticalité (3), en jugement lexical (4), en répétition de mots (4), en production d'énoncés (5) et en production lexicale (6). Les résultats des épreuves de contraintes sont dans la norme pour la mémoire verbale à court terme (3), la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4), l'identification du mot oral (4), la dénomination rapide (5) et l'attention visuelle (6). En langage écrit, nous observons une fragilité en compréhension de texte (2). Les scores en vitesse en lecture (3) et en précision en lecture (3) sont dans la norme. Enfin, l'évaluation cognitive met en évidence des résultats au seuil de pathologie en code (1) et des résultats dans la norme en matrice (4).

Figure 12 : Enregistrement EEG de NR 4 lors de la Décision Lexicale

Figure 13 : Données comportementales de NR 4 lors de la Décision Lexicale

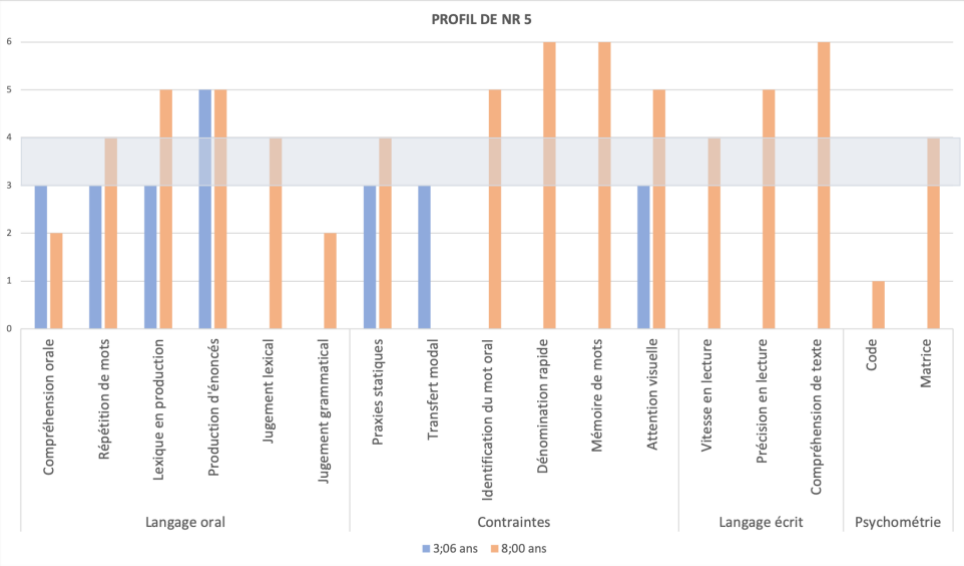




Lors de la tâche de décision lexicale, le patient NR 4 identifie les mots à 82%, les pseudo-mots à phonème proche à 35% et les pseudo-mots à visème proche à 33%. Sur l'hémisphère gauche, pour le traitement des mots, l'onde N230 est retardée de 10ms avec une amplitude de -19µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à phonème proche, on retrouve l'onde N230 à 225ms avec une amplitude de -30µV. L'onde N170 n'est pas observable. Le traitement des pseudo-mots à visème proche met en évidence l'onde N230 retardée de 15ms avec une amplitude de -35µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, pour le traitement des mots, on observe l'onde N230 à 235ms avec une amplitude de -30µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est à 225ms avec une amplitude de -45µV. L'onde N170 n'est pas observable. Enfin, le traitement des pseudo-mots à visème proche montre l'onde N230 à 225ms avec une amplitude de -20µV. L'onde N170 n'est pas observable.

5.1.5 Profil de NR 5

Figure 14 : Profil langagier et cognitif de NR 5



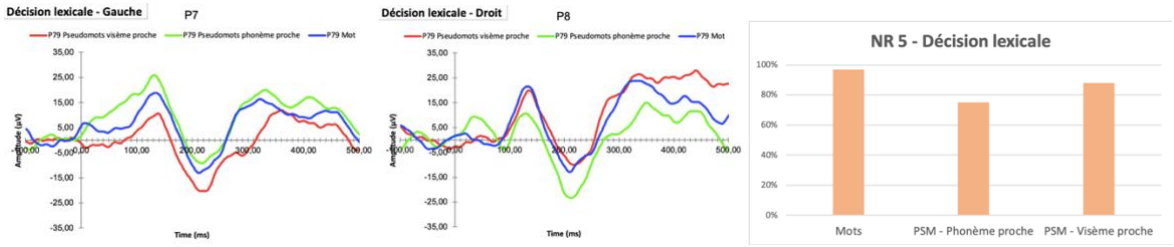
Centiles	Codes
[C90 - ∼[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

A trois ans et demi, en langage oral, les scores du patient NR 5 sont dans la norme en compréhension orale (3), en répétition de mots (3), en production lexicale (3) et en production d'énoncés (4). Concernant les contraintes, les résultats sont dans la norme dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (3), dans le transfert de modalités sensorielles, visuelle versus somesthésique (3) et en attention visuelle (3).

A huit ans, les scores en langage oral mettent en évidence une fragilité en compréhension orale (2) et en jugement de grammaticalité (2). Les résultats en répétition de mots (4), en jugement lexical (4), en production lexicale (5) et en production d'énoncés (5) sont supérieurs à la norme. L'évaluation des contraintes montre des scores supérieurs à la norme dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4), en identification du mot oral (5), en attention visuelle (5), en dénomination rapide (6) et en mémoire verbale à court terme (6). En langage écrit, les résultats sont supérieurs à la norme en vitesse en lecture (4), en précision lexicale (5) et en compréhension de texte (6). Enfin, l'évaluation cognitive montre des scores au seuil de pathologie en code (1) et des scores dans la norme en matrice (4).

Figure 15 : Enregistrement EEG de NR 5 lors de la Décision Lexicale

Figure 16 : Données comportementales de NR 5 lors de la Décision Lexicale

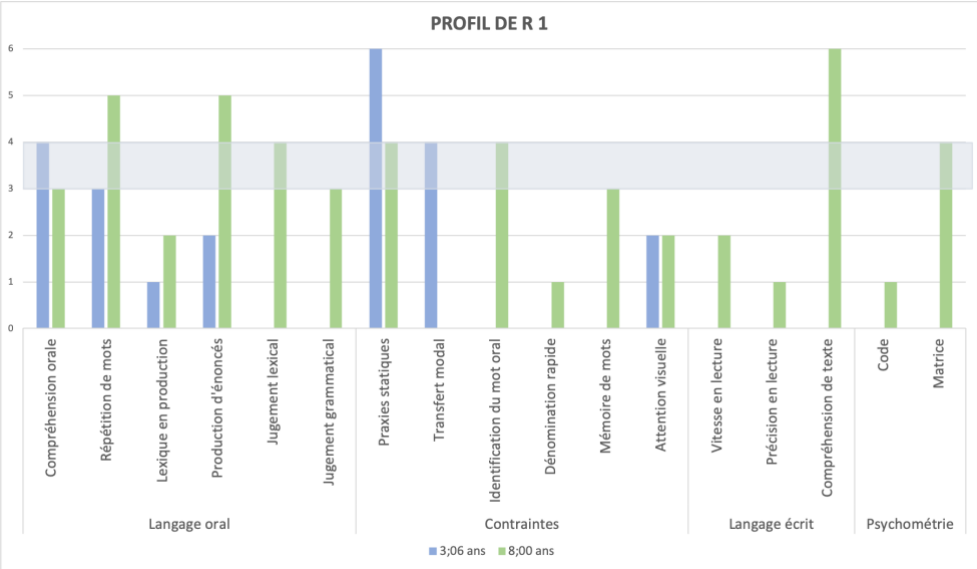


Lors de la tâche de décision lexicale, le patient NR 5 identifie les mots à 97%, les pseudo-mots à phonème proche à 75% et les pseudo-mots à visème proche à 88%. Sur l'hémisphère gauche, le traitement des mots donne l'onde N230 précoce de 15ms avec une amplitude de -13µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour le traitement des pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est précoce de 10ms avec une amplitude de -9µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à visème proche, on observe l'onde N230 précoce de 10ms avec une amplitude de -20µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, le traitement des mots donne l'onde N230 précoce de 20ms avec une amplitude de -13µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est précoce de 20ms avec une amplitude de -23µV. L'onde N170 n'est pas observable. Enfin, pour le traitement des pseudo-mots à visème proche l'onde N230 est précoce de 10ms avec une amplitude de -10µV. L'onde N170 n'est pas observable.

5.2 PROFILS DES ENFANTS NES GRANDS PREMATURES REEDUQUES

5.2.1 Profil de R 1

Figure 17 : Profil langagier et cognitif de R 1



Centiles	Codes
[C90 - ∾[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

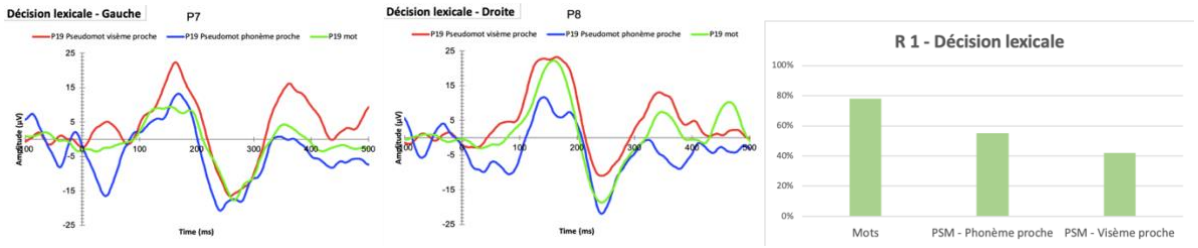
A trois ans et demi, les scores en langage oral montrent des résultats pathologiques en production lexicale (1). Une fragilité est relevée en production d'énoncés (2). La compréhension orale (4) et la répétition de mots (3) donnent des scores dans la norme. Concernant les contraintes, une fragilité est observée en attention visuelle (2). Les performances dans le transfert de modalités sensorielles, visuelle versus somesthésique (4) et dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (6) sont correctes.

A huit ans, en langage oral, les scores en lexique en production sont fragiles (2). La compréhension orale (3), le jugement de grammaticalité (3), le jugement lexical (4), la répétition de mots (5) et la production d'énoncés sont dans la norme. Les contraintes montrent des résultats au seuil de pathologie pour la dénomination rapide (1). L'attention visuelle reste fragile (2). Les scores en mémoire verbale à court terme (3), en identification du mot oral (4) et dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4) sont dans la norme. En langage écrit, la précision en lecture donne des scores dans la zone de pathologie (1). La vitesse en lecture donne des scores fragiles (2) et la compréhension de texte révèle des scores

supérieurs à la norme (6). L'évaluation cognitive montre des scores en code (1) au seuil de pathologie et de bonnes performances à l'épreuve des matrices (4).

Figure 18 : Enregistrement EEG de R 1 lors de la Décision Lexicale

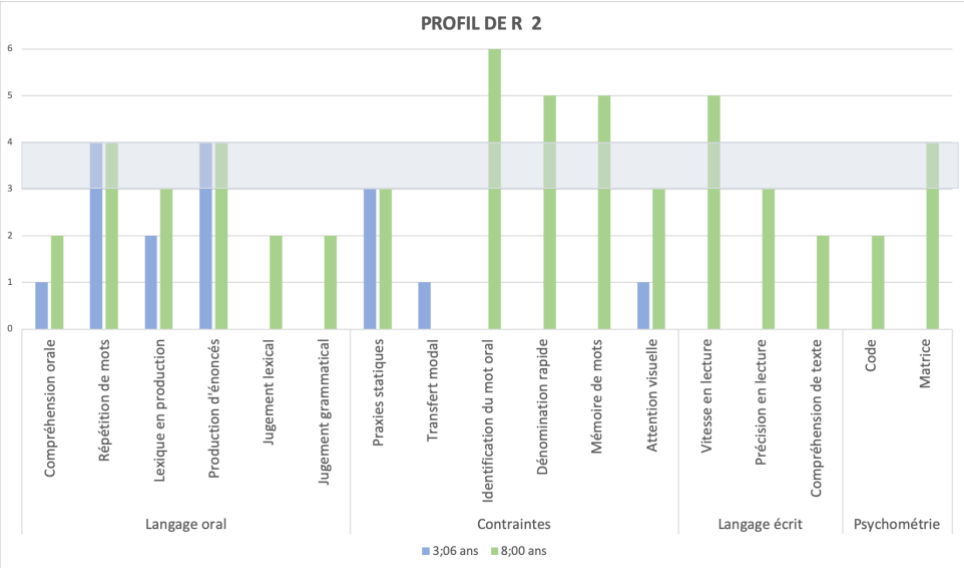
Figure 19 : Données comportementales de R 1 lors de la Décision Lexicale



Lors de la tâche de décision lexicale, le patient R 1 identifie les mots à 78%, les pseudo-mots à phonème proche à 55% et les pseudo-mots à visème proche à 42%. Sur l'hémisphère gauche, concernant le traitement des mots, l'onde N230 est retardée de 40ms avec une amplitude de -17µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est retardée de 10ms avec une amplitude de -20µV. L'onde N170 n'est pas observable. Les pseudo-mots à visème proche montrent l'onde N230 retardée de 30ms avec une amplitude de -17µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, le traitement des mots dévoile l'onde N230 retardée de 15ms avec une amplitude de -18µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à phonème proche, l'onde N170 est à 170ms avec une amplitude de 5µV et l'onde N230 est retardée de 15ms avec une amplitude de -21µV. Concernant les pseudo-mots à visème proche, l'onde N230 est retardée de 15ms avec une amplitude de -10µV. L'onde N170 n'est pas observable.

5.2.2 Profil de R 2

Figure 20 : Profil langagier et cognitif de R 2



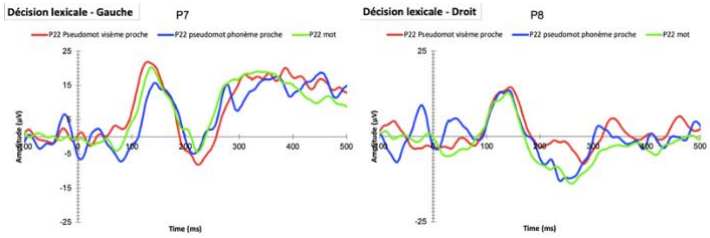
Centiles	Codes
[C90 - ~[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

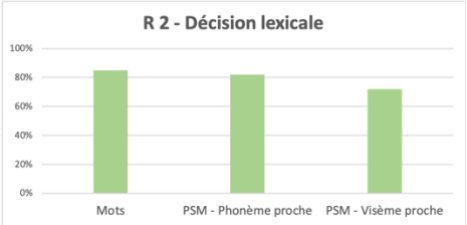
A trois ans et demi, les scores en langage oral du patient R 2 montrent des performances déficitaires en compréhension orale (1). La production lexicale (2) donne des scores fragiles. La répétition de mots (4) et la production d'énoncés (4) sont dans la norme. Concernant les contraintes, les résultats en transfert de modalité sensorielle visuelle versus somesthésique (1) et en attention visuelle (1) se trouvent au seuil de pathologie. La réalisation des praxies bucco-faciales statiques sont dans la norme (3).

A huit ans, en langage oral, des fragilités sont observées en compréhension orale (2), en jugement lexical (2) et en jugement de grammaticalité (2). Les résultats en production lexicale (3), en répétition de mots (4) et en production d'énoncés (4) sont dans la norme. Les épreuves de contraintes donnent des scores dans la norme dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (3), en attention visuelle (3), en dénomination rapide (5), en mémoire verbale à court terme (5) et en identification du mot oral (6). Concernant le langage écrit, une fragilité est observée en compréhension de texte (2). La précision en lecture (3) et la vitesse en lecture (5) donnent des résultats dans la norme. Enfin, pour les épreuves cognitives, les résultats en codes (2) sont fragiles et les résultats en matrice (4) sont dans la norme.

Figure 21 : Enregistrement EEG de R 2 lors de la Décision Lexicale

Figure 22 : Données comportementales de R 2 lors de la Décision Lexicale

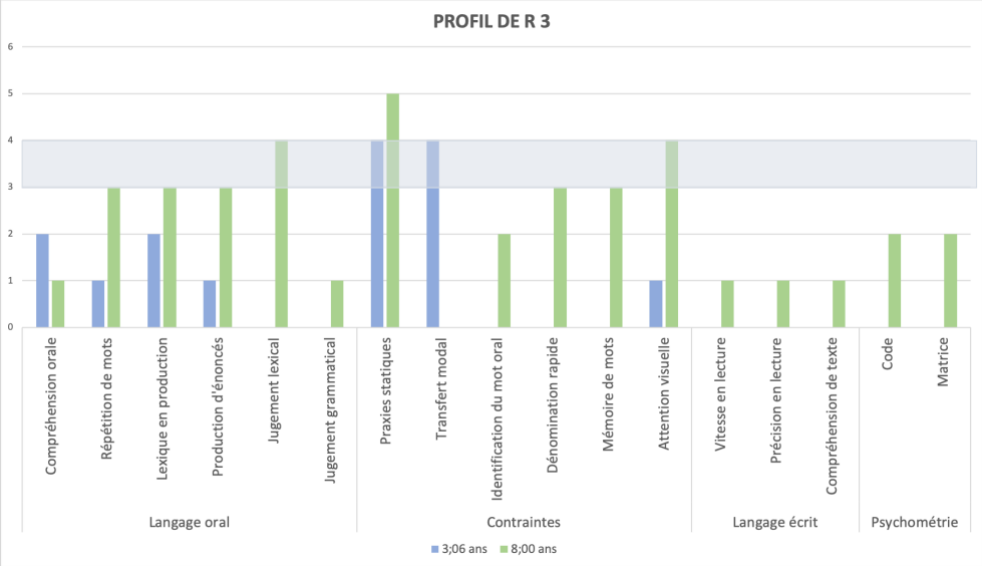




Lors de la tâche de décision lexicale, le patient R 2 identifie les mots à 85%, les pseudo-mots à phonème proche à 82% et les pseudo-mots à visème proche à 72%. Sur l'hémisphère gauche, le traitement des mots montre l'onde N230 à 225ms avec une amplitude de -4µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à phonème proche, nous observons l'onde N170 précoce de 10ms avec une amplitude de 12µV et l'onde 230 précoce de 10ms avec une amplitude de -4µV. Concernant les pseudo-mots à visème proche, l'onde N230 est à 225ms avec une amplitude de -8µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, pour les mots, les ondes N170 et N230 ne sont pas observables. Concernant le traitement des pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est à 235ms avec une amplitude de -13µV. L'onde N170 n'est pas observable. Enfin, pour les pseudo-mots à visème proche, les ondes N170 et N230 ne sont pas observables.

5.2.3 Profil de R 3

Figure 23 : Profil langagier et cognitif de R 3



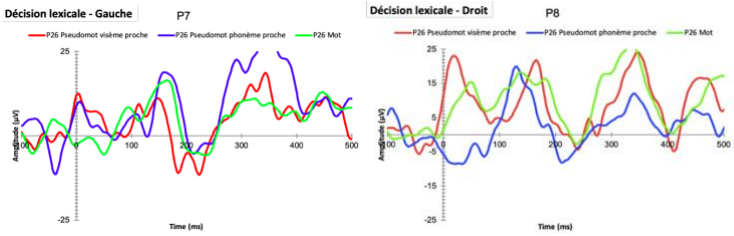
Centiles	Codes
[C90 - ∾[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

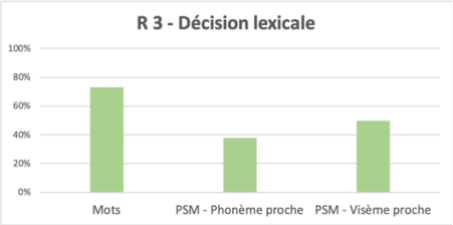
A trois ans et demi, le patient R 3 présente des scores au seuil de pathologie en répétition de mots (1) et en production d'énoncés (1). Des fragilités sont observées en compréhension orale (2) et en production lexicale (2). Concernant les contraintes, les résultats dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4) et en transfert de modalité sensorielle, visuelle versus somesthésique (4) sont dans la norme.

A huit ans, en langage oral, nous relevons des scores au seuil de pathologie en compréhension orale (1) et en jugement de grammaticalité (1). La répétition de mots (3), la production lexicale (3), la production d'énoncés (3) et le jugement lexical (4) sont dans la norme. Les épreuves de contraintes montrent une fragilité en identification du mot oral (2). La dénomination rapide (3), la mémoire verbale à court terme (3), l'attention visuelle (4) et la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (5) sont dans la norme. En langage écrit, nous relevons des scores au seuil de pathologie en vitesse en lecture (1), en précision en lecture (1) et en compréhension de texte (1). Enfin, les épreuves cognitives donnent des scores fragiles en code (2) et en matrice (2).

Figure 24 : Enregistrement EEG de R 3 lors de la Décision Lexicale

Figure 25 : Données comportementales de R 3 lors de la Décision Lexicale

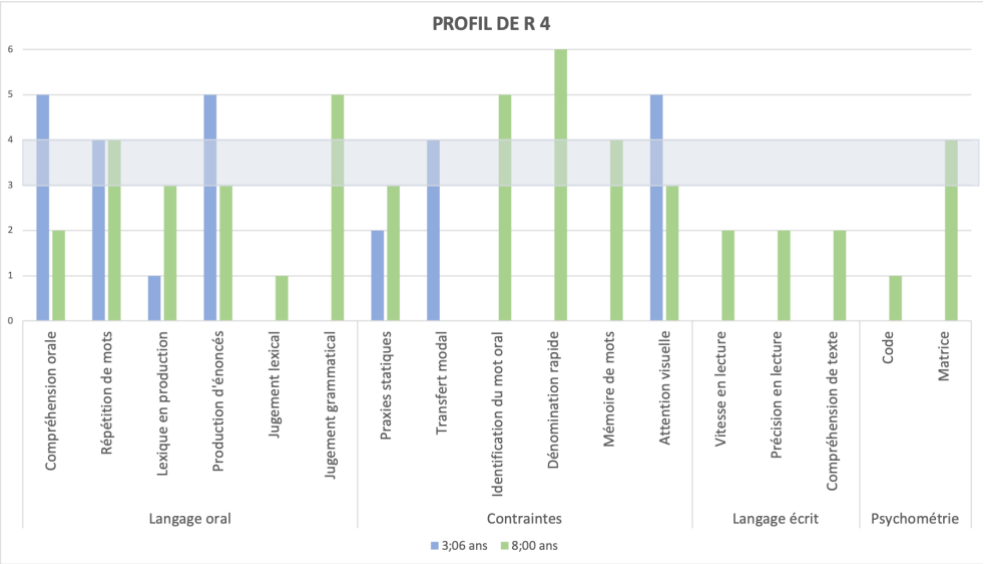




Lors de la tâche de décision lexicale, le patient R 3 identifie les mots à 73%, les pseudo-mots à phonème proche à 38% et les pseudo-mots à visème proche à 50%. Sur l'hémisphère gauche, le traitement des mots montre l'onde N230 précoce de 20ms avec une amplitude de -5µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots à phonème proche, l'onde 230 est précoce de 20ms avec une amplitude de -5µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à visème proche, l'onde N230 est à 225ms avec une amplitude de -11µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, pour le traitement des mots, l'onde N230 est à 235ms avec une amplitude de -3µV. L'onde N170 n'est pas observable. Le traitement des pseudo-mots à phonème proche donne l'onde N230 retardée de 20ms avec une amplitude de -8µV. L'onde N170 n'est pas observable. Enfin, le traitement des pseudo-mots à visème proche montre l'onde 230 à 235ms avec une amplitude de -4µV. L'onde N170 n'est pas observable.

5.2.4 Profil de R 4

Figure 26 : Profil langagier et cognitif de R 4



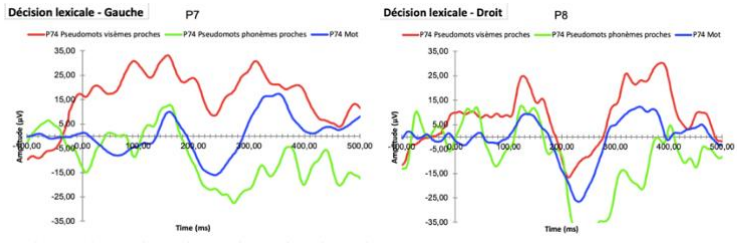
Centiles	Codes
[C90 - ∼[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

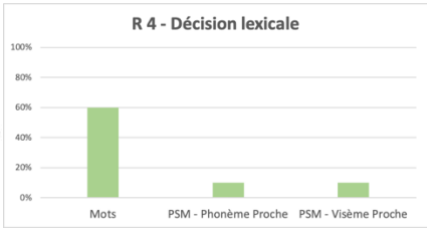
A trois ans et demi, en langage oral, les résultats du patient R 4 sont au seuil de pathologie en production lexicale (1). Les performances en répétition de mots (4), en compréhension orale (5) et en production d'énoncés (5) sont dans la norme. L'évaluation des contraintes montre une fragilité dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (2). Le transfert de modalité sensorielle, visuelle versus somesthésique (4) et l'attention visuelle (5) donnent des résultats dans la norme.

A huit ans, l'épreuve en langage oral de jugement lexical est au seuil de pathologie (1). Une fragilité est observée en compréhension orale (2). Les résultats en production lexicale (3), en production d'énoncés (3) et en répétition de mots (4) sont dans la norme. Concernant les contraintes, la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (3), l'attention visuelle (3), la mémoire à court terme verbale (4), l'identification du mot oral (5) et la dénomination rapide (6) donnent des scores dans la norme. Pour l'évaluation du langage écrit, une fragilité est observée en vitesse en lecture (2), en précision en lecture (2) et en compréhension de texte (2). Enfin, l'évaluation cognitive donne des scores au seuil de pathologie en code (1) et des performances dans la norme en matrice (4).

Figure 27 : Enregistrement EEG de R 4 lors de la Décision Lexicale

Figure 28 : Données comportementales de R 4 lors de la Décision Lexicale

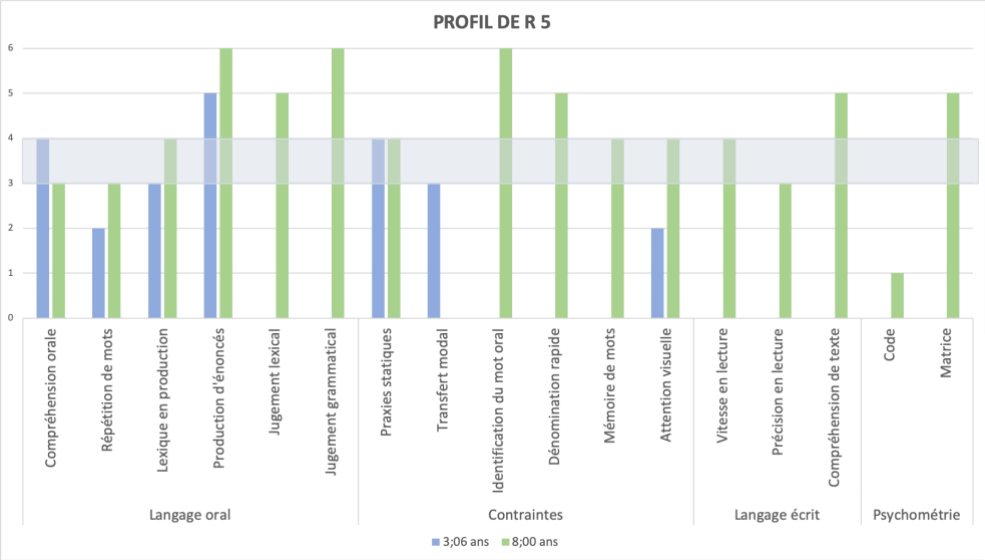




Lors de la tâche de décision lexicale, le patient R 4 identifie les mots à 60%, les pseudo-mots à phonème proche à 10% et les pseudo-mots à visème proche à 10%. Sur l'hémisphère gauche, le traitement des mots donne l'onde N230 retardée de 10ms avec une amplitude de -16µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est observée à 235ms avec une amplitude de -22µV. L'onde N170 n'est pas observable. Pour les pseudo-mots à visème proche, nous observons l'onde N230 retardée de 10ms avec une amplitude de 8µV. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, le traitement des mots donne l'onde N230 à 230ms avec une amplitude de -26µV. L'onde N170 n'est pas observable. Le traitement des pseudo-mots à phonème proche donne l'onde N230 retardée de 30ms avec une amplitude de -50µV. L'onde N170 n'est pas observable. Enfin, concernant les pseudo-mots à visème proche, l'onde N170 est précoce de 25ms avec une amplitude de 14ms et l'onde N230 est précoce de 20ms avec une amplitude de -18µV.

5.2.5 Profil de R 5

Figure 29 : Profil langagier et cognitif de R 5



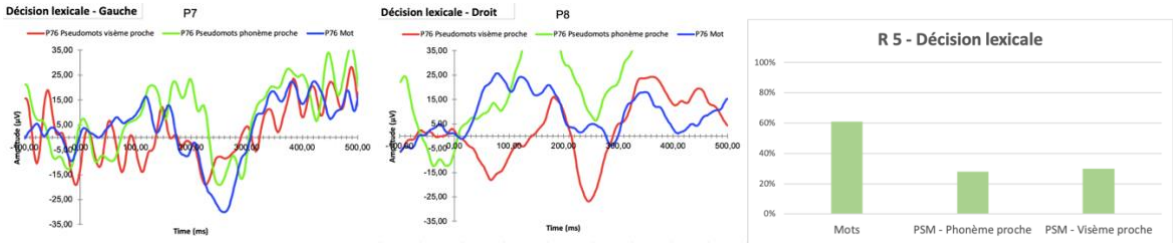
Centiles	Codes
[C90 - ~[	6
[C75 - C90[	5
[C50 - C75[	4
[C25 - C50[	3
[C10 - C25[	2
[0 - C10[	1

A trois ans et demi, en langage oral, le patient R 5 montre des performances fragiles en répétition de mots (2). La production lexicale (3), la compréhension orale (4) et la production d'énoncés donnent des scores dans la norme. Concernant les contraintes, nous relevons une fragilité en attention visuelle (2). Les scores dans le transfert de modalité sensorielle visuelle versus somesthésique (3) et dans la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4) sont dans la norme.

A huit ans, l'évaluation du langage oral donne des scores dans la norme en compréhension orale (3), en répétition de mots (3), en production lexicale (4), en jugement lexical (5), en production d'énoncés (6) ainsi qu'en jugement de grammaticalité (6). Concernant les contraintes, les résultats sont dans la norme pour la réalisation des praxies bucco-faciales statiques (4), la mémoire à court terme verbale (4), l'attention visuelle (4), la dénomination rapide (5) et l'identification du mot oral (6). En langage écrit, nous observons des performances dans la norme en précision en lecture (3), en vitesse en lecture (4) et en compréhension de texte (5). Enfin, les épreuves cognitives montrent des résultats au seuil de pathologie au code (1) et des résultats dans la norme en matrice (5).

Figure 30 : Enregistrement EEG de R 5 lors de la Décision Lexicale

Figure 31 : Données comportementales de R 5 lors de la Décision Lexicale



Lors de la tâche de décision lexicale, le patient R 5 identifie les mots à 61%, les pseudo-mots à phonème proche à 28% et les pseudo-mots à visème proche à 30%. Sur l'hémisphère gauche, pour les mots, l'onde N230 est retardée de 30ms avec une amplitude de -30µV. L'onde N170 n'est pas observable. Le traitement des pseudo-mots à phonème proche donne l'onde N230 est retardée de 20ms avec une amplitude de -19µV. L'onde N170 n'est pas observable. Le traitement des pseudo-mots à visème proche montre l'onde N230 à 230ms avec une amplitude de -20ms. L'onde N170 n'est pas observable. Sur l'hémisphère droit, pour le traitement des mots, l'onde N230 est à 230ms avec une amplitude de 2µV. L'onde N170 n'est pas observable. Concernant les pseudo-mots à phonème proche, l'onde N230 est retardée de 30ms avec une amplitude de 4µV. L'onde N170 n'est pas observable. Enfin, les pseudo-mots à visème proche donnent l'onde N230 retardée de 15ms avec une amplitude de -27µV. L'onde N170 n'est pas observable

6 DISCUSSION

Dans cette étude préliminaire, nous avons cherché à identifier les compétences langagières à trois ans et demi et à huit ans de dix enfants nés grands prématurés et les caractéristiques électrophysiologiques à huit ans sur une épreuve de lecture. L'objectif est de relever des correspondances entre les données cliniques des bilans orthophoniques et les résultats électrophysiologiques lors de la tâche de décision lexicale.

Depuis plusieurs années, différentes études ont mis en évidence le contexte de fragilité neuro-développementale spécifique à la grande prématurité. Mais on ne recense aucune étude concernant le traitement du langage écrit d'un point de vue électrophysiologique chez cette population d'enfants prématurés. Nous avons donc présenté les profils langagiers de ces enfants et leur tracés EEG afin de les comparer et de mettre en évidence des similarités. Il sera également intéressant de mettre ces résultats en correspondance avec les données scientifiques actuelles concernant le traitement électrophysiologique de l'information écrite chez les enfants normo-lecteurs et les enfants diagnostiqués dyslexiques.

6.1 ANALYSE DES RESULTATS CLINIQUES

Les résultats cliniques permettent de définir des diagnostics à huit ans des dix enfants de notre étude.

On relève cinq enfants (NR 1, NR 2, NR 3, NR 4 et R3) présentant à huit ans un trouble spécifique du langage écrit consécutif à des fragilités en langage oral. Les patients NR 1, NR 2, NR 3 et R 3 présentent des scores déficitaires en vitesse de lecture et en précision de lecture. NR 4 a mis en place des procédures de correspondance grapho-phonémique performantes lui permettant de décoder efficacement les mots, avec une vitesse de lecture correcte, mais il n'est pas en mesure d'accéder au sens d'un texte lu. En langage oral, les scores en production phonologique à trois ans et demi sont à la limite du seuil de pathologie pour NR 1, NR 2, NR 4 et R 3. Le patient NR 3 présente une fragilité phonologique à l'âge de huit ans. D'autres fragilités langagières, comme en production morphosyntaxique, et des contraintes neuro-développementales sont également présentes. A huit ans, on ne retrouve pas de résultats

déficitaires dans la composante phonologique, mais des fragilités de langage oral et des contraintes neuro-développementales restent présentes.

Trois enfants présentent un trouble spécifique du langage écrit consécutif à des difficultés visuo-attentionnelles. R 1, R 2 et R 4 montrent des fragilités langagières dans les composantes lexicale et morphosyntaxique, notamment dans la modalité de production, ainsi que d'importantes contraintes attentionnelles. Aucun déficit n'est relevé dans la composante phonologique à trois ans et demi et à huit ans. Des déficits en vitesse de lecture et en précision de lecture sont observés pour R 1 et R 4. Pour le patient R 2, les procédures de correspondances grapho-phonémiques sont efficientes, mais les performances en compréhension de texte sont déficitaires.

Enfin, deux enfants ne présentent pas de trouble du langage écrit à huit ans. R 5 et NR 5 ont acquis les procédures de décodage grapho-phonémique leur permettant d'avoir une lecture fonctionnelle. Néanmoins, pour le patient NR 5, des fragilités langagières à trois ans et demi sont retrouvées à l'âge de huit ans. Quant au patient R 5, il ne semble plus présenter de difficultés langagières à huit ans.

Chez ces dix enfants grands prématurés, des fragilités cognitives sont également relevées. Excepté le patient NR 1, tous les enfants présentent un déficit de vitesse de traitement. Trois enfants présentent également des résultats déficitaires. NR 2, NR 3 et R 3 montrent des fragilités en raisonnement fluide.

Au regard de ces résultats, nous pouvons remarquer que les enfants grands prématurés qui présentent des fragilités de langage à trois ans et demi conservent des fragilités à l'âge de huit ans. Ces résultats sont concordants avec ceux décrits dans la littérature scientifique (Marret et al., 2009). De plus, des difficultés langagières plus spécifiques sont également observées, notamment les compétences phonologiques et les compétences en modalité de compréhension (Charollais et al., 2013). En effet, on observe des fragilités de compréhension chez sept enfants âgés de huit ans. Des fragilités concernant la production phonologique sont également relevées chez cinq enfants à l'âge de trois ans et demi.

6.2 ANALYSE DES ONDES ORTHOGRAPHIQUES N170 ET SUB-LEXICALES N230

Les études scientifiques ont déterminé l'onde N170 comme un marqueur de la dyslexie (Mahé et al., 2013). Les enfants présentant un trouble du langage écrit présentent une spécialisation plus tardive du traitement orthographique défini par l'onde N170, par rapport aux enfants normo-lecteurs (Mahé, Bonnefond, Gavens, Dufour et Doignon-Camus, 2012).

Dans notre étude, nous observons l'onde N170 chez très peu de sujets. Elle reste souvent mal identifiée ou non observable. Elle est retrouvée chez trois enfants rééduqués présentant une composante phonologique performante à trois ans et demi : chez R1 lors du traitement des phonèmes proches sur l'hémisphère droit, chez R2 lors du traitement des pseudo-mots à phonème proche sur l'hémisphère gauche et chez R4 lors du traitement des pseudo-mots à visème proche sur l'hémisphère droit. Pour les sept autres enfants, l'onde N170 n'est pas observable.

Les performances en lecture de R1, R2 et R4 sont variables. R1 et R4 présentent des résultats déficitaires en vitesse de lecture et en précision de lecture, contrairement à R2 qui est en mesure de décoder efficacement et rapidement. Tous les trois présentaient de bonnes performances phonologiques, mais des contraintes neuro-développementales multiples, dont des fragilités en attention visuelle, ainsi que des difficultés pour accéder à la compréhension d'un texte lu.

De ce fait, dans notre étude, l'onde orthographique N170 ne semble pas être un marqueur de bonnes compétences en lecture, ni de trouble du langage écrit, comme les études ont pu le démontrer chez des patients dyslexiques.

Cependant, chez tous les sujets de l'étude, pour le traitement des mots, des pseudo-mots à phonème proche et des pseudo-mots à visème proche sur l'hémisphère gauche, l'onde N230 est observée. Cette onde, impliquée dans le traitement sub-lexical, reste identifiable quel que soit les antécédents langagiers et cognitifs des dix sujets.

Nous pouvons donc supposer que ces enfants nés grands prématurés identifient la composante lexicale du mot, avant d'identifier les lettres et les morphèmes qui composent ce mot.

6.3 COMPARAISON DES PERFORMANCES PHONOLOGIQUES ET DES TRACES ELECTROPHYSIOLOGIQUES

Différentes études avaient mis en évidence que les caractéristiques de l'onde sub-lexicale N230 étaient corrélées avec les performances phonologiques (Stites et Laszlo, 2017). L'onde N230 permet une récupération lexicale de nature phonologique des stimuli écrits (Simon et al., 2004), au niveau du gyrus temporal impliqué dans le traitement phonologique et lexical (Friederici, 2012).

Dans cette étude, plusieurs enfants présentaient des difficultés phonologiques à trois ans et demi. Quatre enfants, NR1, NR 2, NR 4 et R 3, présentaient des résultats dans la composante phonologique en modalité de production au seuil de pathologie. Une fragilité en production phonologique était relevée chez un autre enfant, R 5. Les cinq autres enfants présentaient des scores dans la norme en production phonologique à trois ans et demi.

Plusieurs observations sont remarquées concernant les enregistrements EEG à huit ans et plus précisément le traitement sub-lexical de l'onde N230. Les cinq enfants sans difficulté phonologique à trois ans et demi montrent de meilleures performances dans l'identification des pseudo-mots à phonème proche que des pseudo-mots à visème proche. De plus, sur l'EEG, le tracé du traitement des pseudo-mots à phonème proche a tendance à suivre celui des mots chez ces cinq mêmes enfants. Chez trois autres enfants présentant des difficultés phonologiques à trois ans et demi, les tracés du traitement des mots et celui du traitement des pseudo-mots à visème proche ont tendance à se suivre. De meilleures performances dans l'identification des pseudo-mots à visème proche sont également observées, au détriment de l'identification des pseudo-mots à phonème proche. Le tracé des deux derniers enfants sont difficilement interprétables, la tâche de décision lexicale est trop coûteuse pour eux.

De ce fait, comme les études l'ont démontré chez les enfants normo-lecteurs, les performances phonologiques à trois ans et demi semblent prédisposer les processus mis en place dans l'acquisition du langage écrit, notamment le traitement sub-lexical par l'onde N230. Lorsque ces enfants présentent de bonnes ressources phonologiques, ils ont donc tendance à traiter préférentiellement le langage écrit par un décodage phonologique plutôt que par un traitement visuel global du mot.

6.4 INCIDENCE DE LA REEDUCATION ORTHOPHONIQUE PRECOCE SUR LE TRAITEMENT ELECTROPHYSIOLOGIQUE DU LANGAGE ECRIT

Des effets de la rééducation orthophonique précoce sur les performances électrophysiologiques peuvent être observés dans ce mémoire.

Concernant les données électro-encéphalographiques, nous remarquons que les cinq enfants ayant bénéficié d'une rééducation orthophonique protocolisée présentent un traitement de l'information écrite plus spécialisé à gauche. En effet, le tracé EEG gauche de ces enfants reflète plus précisément celui attendu à huit ans que le tracé EEG droit. Chez les cinq enfants n'ayant pas bénéficié de rééducation, deux d'entre eux, NR 3 et NR 4, présentent une meilleure spécialisation à gauche, tandis que les trois autres enfants, NR 1, NR 2 et NR 5 présentent un traitement hémisphérique bilatéral.

Des différences sont également remarquées sur les caractéristiques des ondes N230 et sur les données comportementales lors de la tâche de décision lexicale. Le groupe R présente de meilleurs scores en identification des pseudo-mots à phonème proche et à visème proche que le groupe NR. On observe également une amplitude de l'onde N230 moins importante pour le traitement des pseudo-mots à phonème proche et à visème proche chez le groupe R que chez le groupe NR, traduisant un recrutement moins important de neurones. La tâche d'identification des pseudo-mots à phonème proche et à visème proche est donc moins coûteuse neurologiquement pour les enfants rééduqués que pour les enfants non-rééduqués. Néanmoins, aucune différence ne semble être observée entre les deux groupes concernant le traitement des mots et concernant la latence de l'onde N230.

6.5 LIMITES ET INTERETS DE L'ETUDE

Cette étude préliminaire montre plusieurs limites qu'il est important de souligner.

Tout d'abord, l'effectif de notre étude est trop restreint pour pouvoir établir des corrélations entre le développement du langage oral et écrit des enfants nés grands prématurés et les données électro-encéphalographiques recueillies sur la tâche de lecture. Il est également difficile d'observer précisément les effets de la rééducation orthophonique précoce en comparant cinq enfants rééduqués et cinq enfants non rééduqués.

Ensuite, les paramètres de notre tâche de décision lexicale ne sont pas toujours adaptés à ces enfants. En effet, chaque item est présenté pendant une seconde pour que les enfants puissent estimer si le mot présenté existe ou non. Cependant, chaque enfant de notre étude présente des déficits en vitesse de traitement, d'après l'analyse des résultats de l'épreuve de code. De ce fait, ce temps de traitement est potentiellement trop court pour un traitement optimal des stimuli.

Enfin, l'épreuve de décision lexicale n'est peut-être pas la tâche la plus pertinente pour analyser les ondes sub-lexicales N230. Une épreuve de comparaison de mots et de symboles serait plus discriminante pour analyser les différences de traitement caractérisées par l'onde N230.

Néanmoins, nous pouvons relever plusieurs intérêts à cette étude préliminaire.

Cette étude permet de mieux comprendre les spécificités du développement du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés d'un point de vue électrophysiologique. Les études précédentes s'intéressaient au développement du langage écrit chez les populations normo-lectrices et les populations dyslexiques.

L'analyse du traitement du langage écrit par l'EEG peut nous aider à prédire les particularités d'apprentissage de la lecture en contexte de grande prématurité et de proposer des techniques de prises en charge plus spécifiques pour cette population dite à risque.

7 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'originalité de ce travail a été de confronter les données cliniques des enfants nés grands prématurés à trois ans et demi et à huit ans aux enregistrements électro-encéphalographiques. Cette étude préliminaire avait pour objectif de comprendre le fonctionnement électrophysiologique des enfants nés grands prématurés sur des tâches de lecture. Nous avons donc examiné les compétences en langage oral et en langage écrit, les contraintes neuro-développementales et les habiletés cognitives pour mieux comprendre le traitement cérébral du langage écrit de nos dix sujets. Les enfants ont été regroupés en deux groupes, un groupe R regroupant les enfants ayant bénéficié d'une rééducation orthophonique protocolisée entre trois ans et demi et quatre ans, et un groupe NR avec les enfants n'ayant pas suivi de rééducation orthophonique entre trois ans et demi et quatre ans mais pour lesquels des conseils ont été donnés aux parents.

Comme le décrit l'étude EPIPAGE (Marret et al., 2009), chez les enfants nés grands prématurés présentant des fragilités du langage associées à des contraintes neuro-développementales à trois ans et demi, nous retrouvons des difficultés d'acquisition du langage écrit à huit ans. Ces difficultés sont principalement marquées par des déficits dans la composante phonologique (A. Charollais et al., 2013). De plus, des fragilités langagières sont à nouveau observées à huit ans. La grande prématurité reste donc un facteur à risque de fragilités langagières tout au long du développement de l'enfant.

Concernant le développement du langage écrit en contexte de grande prématurité, l'analyse des électroencéphalogrammes a permis de mieux comprendre les mécanismes cérébraux mis en jeu lors de tâches de lecture. Les études scientifiques avaient identifié l'onde orthographique N170 comme un marqueur de dyslexie (Mahé et al., 2013). Dans notre étude, cette onde reste très peu observée dans les enregistrements électroencéphalographiques de nos sujets. Cependant, l'analyse de l'onde sub-lexicale N230 semble représenter une donnée intéressante pour comprendre et prédire plus précisément les processus de lecture chez les enfants nés grands prématurés. Par ailleurs, on retrouve une incidence des performances phonologiques sur le traitement cérébral de la lecture, comme nous l'observions dans les études chez les enfants normo-lecteurs (Stites et Laszlo, 2017). De bonnes compétences phonologiques semblent prédisposer les processus en lecture, notamment dans le traitement lexical de l'onde N230.

Enfin, nous pouvons observer des effets de la rééducation orthophonique précoce et protocolisée sur les enregistrements électroencéphalographiques. Cette rééducation semble déterminer les processus mis en jeu lors des tâches de lecture et spécifier le traitement cérébral des stimuli écrits au niveau de l'hémisphère gauche. De plus, suite à la rééducation orthophonique, ce traitement cérébral semble moins coûteux cognitivement.

Notre étude préliminaire a ainsi pu mettre en évidence des particularités langagières chez les enfants nés grands prématurés. Nos résultats permettent d'identifier certains processus spécifiques du traitement du langage écrit en contexte de grande prématurité. Il serait intéressant d'analyser les performances d'un plus grand nombre de sujets, afin d'établir des corrélations plus probantes. De ce fait, l'analyse des électroencéphalogrammes permettrait d'identifier plus spécifiquement les difficultés en langage écrit des enfants nés grands prématurés et de proposer une prise en charge adaptée aux dysfonctions cérébrales.

8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agrawal, S., Rao, S. C., Bulsara, M. K. et al. (2018). Prevalence of Autism Spectrum Disorder in Preterm Infants: A Meta-analysis. *Pediatrics*, *142*(3). doi:10.1542/peds.2018-0134

Allen, M. C. (2008). Neurodevelopmental outcomes of preterm infants. *Curr. Opin. Neurol.*, *21*(2), 123‑128. doi:10.1097/WCO.0b013e3282f88bb4

Anderson, N. G., Laurent, I., Cook, N., et al. (2005). Growth rate of corpus callosum in very premature infants. *AJNR Am. J. Neuroradiol.*, *26*(10), 2685‑2690.

Bates, E. A. (2004). Explaining and interpreting deficits in language development across clinical groups: where do we go from here? *Brain Lang.*, *88*(2), 248‑253. doi:10.1016/S0093-934X(03)00102-0

Beaudoin, C. et Bélanger, R. (2018). Executive Function and Attention in Children Born Prematurely. *Diversity of Research in Health Journal*, *2*, 150‑156.

Brossard, M. (2004). *Vygotski : Lectures et perspectives de recherches en éducation*. Villeneuve d'Ascq, France : Presses universitaires du Septentrion.

Charollais, A., Marret, S., Stumpf, M.-H., et al. (2013). Comprendre le neurodéveloppement du langage, une nécessité pour prévenir les troubles des apprentissages de l'enfant ? *Arch. pédiatr.*, *20*(9), 994‑999. doi:10.1016/j.arcped.2013.06.004

Charollais, A., Lempereur, A., Simon, V., et al. (2016). ERP variabilities as a function of reading maturation. *Neurophysiol. clin.*, *46*(4), 313‑315. doi:10.1016/j.neucli.2015.12.004

Christophe, A., Margules, S., Millotte, S. et Bernal, S. (2006). Comment les enfants apprennent-ils à parler. *Med. enfance*, *Avril*, 229‑234.

Dehaene, S. et Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, *56*(2), 384‑398. doi:10.1016/j.neuron.2007.10.004

Dehaene-Lambertz, G. (2004). Bases cérébrales de l'acquisition du langage : apport de la neuro-imagerie. *Neuropsychiatr. enfance adolesc.*, *52*, 452-459. Repéré à http://www.em-consulte.com/en/article/27835

Demont, É. et Gombert, J.-É. (2004). L'apprentissage de la lecture : évolution des procédures et apprentissage implicite. *Enfance*, *56*(3), 245‑257. doi:10.3917/enf.563.0245

Dujardin, T., Etienne, Y., Contentin, C., et al. (2011). Behavioral performances in participants with phonological dyslexia and different patterns on the N170 component. *Brain Cogn.*, *75*(2), 91‑100. doi:10.1016/j.bandc.2010.10.006

Feldman, H. M., Lee, E. S., Yeatman, J. D. et al. (2012). Language and reading skills in school-aged children and adolescents born preterm are associated with white matter properties on diffusion tensor imaging. *Neuropsychologia*, *50*(14), 3348‑3362. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.10.014

Ferjan Ramírez, N., Ramírez, R. R., Clarke, M., et al. (2017). Speech discrimination in 11-month-old bilingual and monolingual infants: a magnetoencephalography study. *Dev. Sci.*, *20*(1). doi:10.1111/desc.12427

Fluss, J. et Korff, C. M. (2011). Place de l'EEG dans le diagnostic des troubles neurodéveloppementaux. *Neuropsychiatr. enfance adolesc.*, *59*(6), 369‑375. doi:10.1016/j.neurenf.2011.04.001

Fostick, L. et Revah, H. (2018). Dyslexia as a multi-deficit disorder: Working memory and auditory temporal processing. *Acta Psychol.*, *183*, 19‑28. doi:10.1016/j.actpsy.2017.12.010

Friederici, A. D. (2012). The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension. *Trends cogn. sci.*, *16*(5), 262‑268. doi:10.1016/j.tics.2012.04.001

George, F. et Pech-Georgel, C. (2006). *Batterie d'Evaluation de Lecture et d'Orthographe (BELO)* Louvain-La-Neuve, Belgique : De Boeck Solal.

Gil, R. (1997). *Les potentiels évoqués cognitifs en neurologie et en neuropsychologie*. Paris, France : Masson.

Guarini, A., Marini, A., Savini, S., et al. (2016). Linguistic features in children born very preterm at preschool age. *Dev. med. child. Neurol.*, *58*(9), 949‑956. doi:10.1111/dmcn.13118

Habib, M. (2015). *La constellation des dys : Bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles* (1re éd.). Paris : De Boeck.

Héraut-Chéliout, F. (2000). *Les potentiels évoqués*. Cachan, France : Editions médicales internationales.

Higgins, K. E. (2006). *Orthographic specific visual processes during word recognition in developmental dyslexia: an event-related potential study.* Thèse de doctorat Educational Psychology. The University of Texas at Austin.

Institut national de la santé et de la recherche (Expertise collective). (2007). *Dyslexie, dysorthographie, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Les éditions Inserm. Repéré à http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/110

Jansson-Verkasalo, E., Valkama, M., Vainionpää, L., et al. (2004). Language development in very low birth weight preterm children: a follow-up study. *Folia phoniatr. logop.*, *56*(2), 108‑119. doi:10.1159/000076062

Jarjour, I. T. (2015). Neurodevelopmental outcome after extreme prematurity: a review of the literature. *Pediatr. neurol.*, *52*(2), 143‑152. doi:10.1016/j.pediatrneurol.2014.10.027

Johnson, S. (2007). Cognitive and behavioural outcomes following very preterm birth. *Semin. Fetal Neonatal Med.*, *12*(5), 363‑373. doi:10.1016/j.siny.2007.05.004

Khomsi, A. et Khomsi, J. (2007). *Evaluation des Contraintes du Cycle 2 (EC 2)*. Paris, France : ECPA.

Khomsi, A. et Khomsi, J. (2009). *Bilan Informatisé de Langage Oral pour les enfants de 3 ans à 5 ans 6 mois (BILO Petits)*. Paris, France : ECPA.

Khomsi, A., Khomsi, J., Pasquet, F. et al. (2007). *Bilan Informatisés de Langage Oral pour le cycle 3 et le Collège (BILO 3C).* Paris, France : ECPA.

Khomsi, A., Pasquet, F., Nanty, I. et al. (2005). *Vitesse en Lecture.* Paris, France : ECPA.

Kolinsky, R., Morais, J., Cohen, L. et al. (2018). Les bases neurales de l'apprentissage de la lecture. *Langue francaise, N° 199*(3), 17‑33.

Kolinsky, R., Morais, J., Cohen, L., et al. (2014). L'influence de l'apprentissage du langage écrit sur les aires du langage. *Rev. neuropsychol., 6*(3), 173‑181. doi:10.1684/nrp.2014.0306

Kovachy, V. N., Adams, J. N., Tamaresis, J. S. et al. (2015). Reading abilities in school-aged preterm children: a review and meta-analysis. *Dev. med. child neurol., 57*(5), 410‑419. doi:10.1111/dmcn.12652

Lachmann, T., Berti, S., Kujala, T. et al. (2005). Diagnostic subgroups of developmental dyslexia have different deficits in neural processing of tones and phonemes. *Int. J. Psychophysiol., 56*(2), 105‑120. doi:10.1016/j.ijpsycho.2004.11.005

Le Jeune, F. et Gentaz, E. (2015). *L'Enfant prématuré: Développement neurocognitif et affectif*. Paris, France : Odile Jacob.

Lété, B., Sprenger-Charolles, L. et Colé, P. (2004). Manulex: A grade-level lexical database from French elementary-school readers. *Behav. res. methods instrum. Comput., 36*, 156‑166.

Loe, I. M., Lee, E. S., Luna, B. et al. (2012). Executive Function Skills are Associated with Reading and Parent-Rated Child Function in Children Born Prematurely. *Early hum. dev., 88*(2), 111‑118. doi:10.1016/j.earlhumdev.2011.07.018

Mahé, G., Bonnefond, A. et Doignon-Camus, N. (2013). Is the impaired N170 print tuning specific to developmental dyslexia? A matched reading-level study with poor readers and dyslexics. *Brain lang., 127*(3), 539‑544. doi:10.1016/j.bandl.2013.09.012

Mahé, G., Bonnefond, A., Gavens, N., et al. (2012). Impaired visual expertise for print in French adults with dyslexia as shown by N170 tuning. *Neuropsychologia (Print), 50*(14), 3200‑3206. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.10.013

Månsson, J. et Stjernqvist, K. (2014). Children born extremely preterm show significant lower cognitive, language and motor function levels compared with children born at term, as measured by the Bayley-III at 2.5 years. *Acta paediatr., 103*(5), 504‑511. doi:10.1111/apa.12585

Marret, S., Ancel, P.-Y. et Kaminski, M. (2011). Prématurité modérée et tardive : devenir neurodéveloppemental des enfants. *Arch. pédiatr., 18,* 41-42. doi:10.1016/S0929-693X(11)70960-5

Marret, S., Ancel, P.-Y., Marchand, L., et al. (2009). Prises en charge éducatives spécifiques de l'enfant grand prématuré à 5 et 8 ans : résultats de l'étude EPIPAGE. *Arch. pédiatr., 16,* S17‑S27. doi:10.1016/S0929-693X(09)75297-2

Marret, S., Pinto-Cardoso, G., Abily-Donval, L., et al. (2014). Repères dans le développement neurologique de l'enfant prématuré. *Arch. pédiatr., 21,* 281-283. doi:10.1016/S0929-693X(14)71569-6

Molfese, D. L., Molfese, V. J. et Molfese, P. J. (2007). Relation between early measures of brain responses to language stimuli and childhood performance on language and language-related tasks. Dans *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development* (p. 191‑211). New York, NY, US : The Guilford Press.

Narberhaus, A., Segarra, D., Caldú, X., et al. (2007). Gestational age at preterm birth in relation to corpus callosum and general cognitive outcome in adolescents. *J. child neurol., 22*(6), 761‑765. doi:10.1177/0883073807304006

Mécanismes biologiques du développement du langage (2018). Dans (Ed.) *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants*. Disponible sur http://www.enfant-encyclopedie.com/developpement-du-langage-et-alphabetisation/selon-experts/mecanismes-biologiques-du-developpement-du

Palumbi, R., Peschechera, A., Margari, M., et al. (2018). Neurodevelopmental and emotional-behavioral outcomes in late-preterm infants: an observational descriptive case study. *BMC pediatr.*, *18*(1), 318. doi:10.1186/s12887-018-1293-6

Pineda, R. G., Neil, J., Dierker, D., et al. (2014). Alterations in brain structure and neurodevelopmental outcome in preterm infants hospitalized in different neonatal intensive care unit environments. *J. pediatr.*, *164*(1), 52-60.e2. doi:10.1016/j.jpeds.2013.08.047

Plouin, P., Kaminska, A., Moutard, M.-L. et al. (2005). *L'EEG en pédiatrie*. Montrouge, France : John Libbey Eurotext.

Putnick, D. L., Bornstein, M. H., Eryigit-Madzwamuse, S. et al. (2017). Long-Term Stability of Language Performance in Very Preterm, Moderate-Late Preterm, and Term Children. *J. pediatr.*, *181*, 74-79.e3. doi:10.1016/j.jpeds.2016.09.006

Ramus, F. (2012). Les troubles spécifiques de la lecture. *L'information grammaticale*, (133), 34‑40.

Ramus, Fr. (2010). Génétique de la dyslexie développementale. Dans S. Chokron et J.-F. Démonet (dir.) *Approche neuropsychologique des troubles des apprentissages.* (p. 67-90). Marseille, France : Solal.

Rojas, G. M., Alvarez, C., Montoya, C. E., et al. (2018). Study of Resting-State Functional Connectivity Networks Using EEG Electrodes Position As Seed. *Front. evol. neurosci.*, *12*. doi:10.3389/fnins.2018.00235

Sacchi, E. et Laszlo, S. (2016). An event-related potential study of the relationship between N170 lateralization and phonological awareness in developing readers. *Neuropsychologia (Print)*, *91*, 415‑425. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2016.09.001

Simon, G. (2004). *Traitement orthographique et conversion graphème-phonème dans la reconnaissance visuelle des mots : étude par les potentiels évoqués*. Thèse de doctorat en psychologie. Université de Rouen. Disponible sur http://www.theses.fr/2004ROUEL491

Simon, G., Bernard, C., Largy, P., et al. (2004). Chronometry of visual word recognition during passive and lexical decision tasks: an ERP investigation. *Int. J. neurosci.*, *114*(11), 1401‑1432.

Smith, J. M., DeThorne, L. S., Logan, J. A. R., et al. (2014). Impact of prematurity on language skills at school age. *J. speech lang. hear. res.*, *57*(3), 901‑916. doi:10.1044/1092-4388(2013/12-0347)

Stites, M. C. et Laszlo, S. (2017). Time will tell: A longitudinal investigation of brain-behavior relationships during reading development. *Psychophysiology (Camb., Online)*, *54*(6), 798‑808. doi:10.1111/psyp.12844

Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., et al. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science (New York, N.Y.)*, *271*(5245), 81‑84.

Van Noort-van der Spek, I. L., Franken, M.-C. J. P. et Weisglas-Kuperus, N. (2012). Language functions in preterm-born children: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, *129*(4), 745‑754. doi:10.1542/peds.2011-1728

Vespignani, H. (2003). *L'EEG: de la technique à la clinique*. Montrouge, France : J. Libbey Eurotext.

Vion-Dury, J. et Blanquet, F. (2008). *Pratique de l'EEG: bases neurophysiologiques, principes d'interprétation et de prescription*. Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier, Masson.

Wechsler, D. (2005). *Echelle d'Intelligence de Wechsler pour enfants et adolescents - 4ème édition (WISC IV)* (ECPA). Paris.

Woodward, L. J., Anderson, P. J., Austin, N. C., et al. (2006). Neonatal MRI to predict neurodevelopmental outcomes in preterm infants. *N. engl. J. med.*, *355*(7), 685‑694. doi:10.1056/NEJMoa053792

Normandie Université

Développement du langage oral et du langage écrit chez les enfants nés grands prématurés : étude longitudinale de dix enfants à 3;06 ans et 8;00 ans

Présenté et soutenu par

Louis FONTAINE

Résumé

Le langage oral et le langage écrit se développent conjointement. Les enfants nés grands prématurés (< 32 SA) sont à risque de développer des fragilités langagières. Les études par EEG ont permis de mieux comprendre les mécanismes d'acquisition du langage écrit. Ainsi, nous nous sommes intéressés au développement langagier de dix enfants nés grands prématurés, rééduqués ou non rééduqués, ainsi qu'aux processus cérébraux impliqués dans le langage écrit. Cette étude a mis en évidence la persistance de fragilités langagières à huit ans. De plus, nous avons observé une incidence des performances phonologiques à l'oral sur l'onde sub-lexicale N230, qui semble prédire les processus cérébraux de la lecture. Enfin, la rééducation orthophonique précoce semble spécifier le traitement de la lecture au sein de l'hémisphère gauche.

Mots clés : grande prématurité, langage oral, langage écrit, contraintes neuro-développementales, EEG, N230.

Oral linguistic skills and reading skills development of children born very prematurely : longitudinal study of ten children at 3;06 and 8;00 years old

Summary

Oral linguistic skills and reading skills grow jointly. Children born very prematurely (< 32 weeks) are at risk of developing language deficits. ERP studies were able to describe reading mechanism acquisition. In this study, we took an interest in development of language and the cerebral mechanisms of ten children born very prematurely, half of them having had rehabilitation. This study brought to light persisting language deficits at eight years old. Moreover, we observed an incidence of phonological skills on the N230 component, which would be an indicator of the cerebral processing of reading. Finally, early speech rehabilitation seems to anchor reading processing in the left hemisphere.

Key words: very premature, oral linguistic skills, reading skills, developmental restrictions, ERP, N230.

Mémoire dirigé par Madame le docteur Aude CHAROLLAIS, neuro-pédiatre, et Madame Marie-Hélène STUMPF, orthophoniste – laboratoire CRFDP – Université TEAM EA-4699

UNIVERSITÉ DE ROUEN NORMANDIE — UFR Santé — Département d'orthophonie