



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard Lyon 1
Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation
Département Orthophonie

N° de mémoire 2046

Mémoire d'Orthophonie

présenté pour l'obtention du

Certificat de capacité d'orthophoniste

Par

CHARTIER Laure

**Difficultés d'acquisition du langage écrit après un AVC survenu en
période préscolaire : quid de l'acquis et du développemental ?
Étude d'un cas unique.**

Directrice de Mémoire

DRUTEL Laure

Membres du jury

MARTIN Céline

BEAUVAIS Caroline

DRUTEL Laure

Année académique 2019 - 2020

1. UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1

Président
Pr. FLEURY Frédéric

Vice-président CFVU
Pr. CHEVALIER Philippe

Président du Conseil Académique
Pr. BEN HADID Hamda

Vice-président CS
M. VALLEE Fabrice

Vice-président CA
Pr. REVEL Didier

Directeur Général des Services
M. VERHAEGHE Damien

Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Doyen **Pr. RODE Gille**

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques

Directrice **Pr. VINCIGUERRA Christine**

U.F.R de Médecine et de maïeutique
- Lyon-Sud Charles Mérieux
Doyenne **Pr. BURILLON Carole**

Institut des Sciences et Techniques de la
Réadaptation (I.S.T.R.)

Directeur **Dr. PERROT Xavier**

Comité de Coordination des Etudes
Médicales (C.C.E.M.)
Président **Pr. COCHAT Pierre**

Département de Formation et Centre de
Recherche en Biologie Humaine

Directrice **Pr. SCHOTT Anne-Marie**

U.F.R d'Odontologie
Directrice **Pr. SEUX Dominique**

Secteur Sciences et Technologie

U.F.R. Faculté des Sciences et
Technologies
Directeur **M. DE MARCHI Fabien**

Institut des Sciences Financières et
d'Assurance (I.S.F.A.)

Directeur **M. LEBOISNE Nicolas**

U.F.R. Faculté des Sciences
Administrateur provisoire
M. ANDRIOLETTI Bruno

Observatoire Astronomique de Lyon
Directeur **Mme DANIEL Isabelle**

U.F.R. Biosciences
Administratrice provisoire
Mme GIESELER Kathrin

Ecole Supérieure du Professorat et de
l'Education (E.S.P.E.)

Administrateur provisoire
M. Pierre CHAREYRON

U.F.R. de Sciences et Techniques des
Activités Physiques et Sportives
(S.T.A.P.S.)
Directeur **M. VANPOULLE Yannick**

POLYTECH LYON
Directeur **M. PERRIN Emmanuel**

Institut Universitaire de Technologie de
Lyon 1 (I.U.T. LYON 1)
Directeur **M. VITON Christophe**

2. INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE RÉADAPTATION

Directeur ISTR
Xavier PERROT

Équipe de direction du département d'orthophonie :

Directeur de la formation
Agnès BO

Coordinateur de cycle 1
Claire GENTIL

Coordinateur de cycle 2
Solveig CHAPUIS

Responsables de l'enseignement clinique
Claire GENTIL
Ségolène CHOPARD
Johanne BOUQUAND

Responsables des travaux de recherche
Lucie BEAUVAIS
Nina KLEINSZ

Responsable de la formation continue
Johanne BOUQUAND

Responsable du pôle scolarité
Rachel BOUTARD

Secrétariat de scolarité
Anaïs BARTEVIAN
Constance DOREAU KNINDICK
Patrick JANISSET
Céline MOULARD

Résumé

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) dans l'enfance sont sous-représentés dans la littérature, c'est pourquoi il convient d'étendre les connaissances actuelles à ce sujet, afin d'optimiser les soins proposés. En effet, la survenue d'une lésion cérébrale chez un adolescent ou un enfant entraîne des conséquences immédiates et à long terme pouvant impacter leur qualité de vie, notamment du fait de déficits cognitifs et langagiers. Cette étude de cas unique s'intéresse aux difficultés observées chez un enfant de CE2 dans l'acquisition de la lecture et de l'orthographe, après un AVC survenu en période préscolaire. Pour ce faire, les compétences en langage écrit ont été évaluées, et analysées à la lumière des performances cognitives sous-jacentes. Une investigation a été menée pour étudier le rôle joué par les différents facteurs sensoriels, développementaux, environnementaux, neuropsychologiques et neurologiques, rapportés comme influents par la littérature dans l'apprentissage du langage écrit. Les résultats indiquent que la survenue d'un AVC est un facteur de risque majeur de difficultés d'acquisition de la lecture et de l'orthographe s'il survient avant le début de leur apprentissage. Néanmoins, chaque facteur doit être pris en compte dans l'analyse des difficultés. Cette étude propose une démarche réflexive méthodique, articulée autour des différents facteurs cités précédemment pour les enfants concernés par un AVC dans l'enfance. En parallèle, la discussion des résultats soulève de nouvelles interrogations, particulièrement au sujet des trajectoires développementales post-AVC en ce qui concerne le langage et les fonctions cognitives. L'intérêt de formuler des recommandations de bonnes pratiques pour ce type de prise en soin est également évoqué. Cette étude souligne enfin la nécessité de mener davantage de travaux de recherche concernant l'AVC dans l'enfance, et particulièrement au sujet des résultats observés en langage écrit à la suite et à distance de celui-ci.

Mots clés : neurologie pédiatrique – AVC – enfant – préscolaire – langage écrit – lecture – orthographe.

Abstract

Strokes in childhood are underrepresented in the literature, that's why we need to expand current knowledge on this subject, in order to optimize the care offered. Indeed, brain injury in an adolescent or a child has immediate and long-term consequences that can impact quality of life, particularly due to cognitive and language deficits. This unique case study looks at the difficulties observed in a child, in the acquisition of written language, after a preschool stroke. Reading and spelling were assessed, and analyzed regarding underlying cognitive skills. An investigation was carried out to understand the role of sensory, developmental, environmental, neuropsychological, and neurological factors, reported as influential by the literature. The results indicate that stroke represent a major risk factor for difficulties in acquiring reading and spelling if it occurs before the start of these acquisitions. However, each factor must be considered in the analysis of the difficulties. This study proposes a methodical reflexive approach, articulated around the different factors mentioned above for children affected by a stroke during childhood. At the same time, the discussion of the results raises new questions, particularly about the post-stroke developmental trajectories regarding language and cognitive functions. The interest of formulating recommendations for good practices has also been mentioned. Finally, this study highlights the need for more studies about childhood stroke, and in particular on the outcomes observed about reading and spelling.

Key words : pediatric stroke - stroke in childhood – outcome – language – reading – spelling.

Remerciements

À ma directrice de mémoire, Laure Drutel, merci d'avoir accepté de m'accompagner durant ces deux années de travail, d'avoir été si disponible, rigoureuse, et bienveillante. Tu as été une directrice de mémoire incroyable, et j'ai pris beaucoup de plaisir à échanger avec toi.

À « Emma » et ses parents, merci d'avoir accepté de participer à mon étude, merci pour votre temps, votre gentillesse, votre réactivité et votre disponibilité. Soyez assurés de ma reconnaissance.

À tous les professionnels qui ont accepté de prendre part à mon recueil de données, je vous remercie sincèrement pour le temps que vous m'avez accordé.

À l'équipe pédagogique et à l'équipe de direction du Centre de Formation Universitaire en Orthophonie de Lyon, merci pour la qualité des enseignements dont j'ai pu bénéficier au fil de ces années étudiantes.

À toutes les orthophonistes qui ont accepté de m'accueillir en stage au cours de ces cinq années d'études, merci de m'avoir nourrie de vos connaissances, et d'avoir participé à ma construction en tant que future professionnelle.

À mes parents, merci de m'avoir permis de mener les études de mon choix, d'avoir cru en moi, et de m'avoir toujours épaulée durant ces années.

À mes frères et à l'ensemble de ma famille, merci pour vos encouragements permanents, et l'intérêt que vous portez à ma future profession.

À Anne, merci pour tes conseils si précieux, nos échanges de professionnelle à future professionnelle, et ta présence de tous les instants.

À mes amis lyonnais, merci d'avoir été mon repère durant ces cinq années. Je suis fière de devenir orthophoniste à vos côtés. À Solène, Romane, Héléna et Maud, merci de les avoir fait pétiller avec brio.

À mes amis angevins, merci pour votre présence, votre écoute, et notre amitié de longue date. Un merci tout particulier à Carla pour tes relectures, à Ludivine pour ton aide à l'heure de la rédaction en anglais, et à vous deux pour votre soutien sans faille.

Sommaire

I. Partie théorique.....	1
1 L'accident vasculaire cérébral dans l'enfance.....	1
1.1 Connaissances générales.....	1
1.2 Qualité de vie et scolarisation.....	2
1.3 Devenir cognitif.....	3
1.4 Devenir langagier.....	4
1.4.1 Langage oral.....	4
1.4.2 Langage écrit.....	5
2 L'acquisition du langage écrit chez l'enfant tout venant.....	6
2.1 Le modèle de l'auto-apprentissage.....	6
2.2 Les bases nécessaires à l'acquisition du langage écrit.....	7
2.3 Activations cérébrales.....	9
3 Problématique et hypothèses.....	10
II. Méthode.....	11
1 Population.....	11
2 Revue de la littérature.....	12
3 Matériel et procédure du recueil de données.....	13
3.1 Entretien avec les parents.....	13
3.2 Évaluation des compétences actuelles en langage écrit et oral.....	13
3.3 Entretien avec l'enseignante de CE2.....	14
3.4 Recueil des résultats neuropsychologiques post-AVC.....	15
3.5 Entretien avec l'enseignante de GSM.....	15
3.6 Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle.....	15
III. Résultats.....	16
1 Évaluation du langage écrit et oral.....	16
1.1 Plainte.....	16
1.2 Épreuves normées en langage écrit et oral.....	16
1.2.1 Épreuves de première intention : langage écrit.....	16
1.2.1.1 Identification de mots écrits.....	16
1.2.1.2 Compréhension de lecture.....	16
1.2.1.3 Orthographe.....	17
1.2.2 Épreuves de seconde intention : langage oral et fonctions cognitives.....	17
1.2.2.1 Phonologie.....	18

1.2.2.2 Lexique.....	18
1.2.2.3 Morphosyntaxe.....	19
1.2.2.4 Fonctions cognitives sous-jacentes.....	19
1.3 Mise en lien avec les observations de l'enseignante de CE2.....	20
2 Facteurs d'influence dans l'acquisition du langage écrit.....	20
2.1 Facteur développemental.....	20
2.2 Facteur sensoriel.....	21
2.3 Facteur environnemental.....	21
2.4 Facteur neuropsychologique.....	22
2.5 Facteur neurologique.....	22
IV. Discussion.....	23
1 Mise en lien des résultats avec les données de la littérature.....	23
1.1 Hypothèse 1 : Observation de difficultés en langage écrit en dehors de tout antécédent pré-AVC.....	23
1.2 Hypothèse 2 : De subtiles difficultés en langage oral consécutives à l'AVC comme facteur d'influence.....	24
1.3 Hypothèse 3 : Altération post-AVC des fonctions cognitives impliquées dans le langage écrit.....	26
1.4 Hypothèse 4 : Les limites de la plasticité cérébrale, une autre explication ?.....	27
1.5 Hypothèse générale : L'AVC dans l'enfance, facteur de risque majeur d'altération des apprentissages en langage écrit.....	28
2 Limites générales, apports et perspectives.....	28
V. Conclusion.....	30
VI. Références.....	31
VII. Annexes.....	
Annexe A Méthodologie de la revue de la littérature sur PubMed.....	
Annexe B Méthodologie de la revue de la littérature sur ResearchGate.....	
Annexe C Trame de l'entretien mené auprès de l'enseignante de CE2.....	
Annexe D Trame de l'entretien mené auprès de l'enseignante de GSM.....	
Annexe E Protocole de l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle.....	
Annexe F Documents issus des cahiers d'école et du dossier scolaire.....	
Annexe G Résultats aux épreuves du bilan neuropsychologique.....	
Annexe H Synthèse pré et post- AVC des compétences et fonctions nécessaires à l'acquisition du langage écrit.....	

I. Partie théorique

L'accident vasculaire cérébral (AVC) pédiatrique est un événement rare qui survient avant l'âge de 18 ans. Il résulte d'une perturbation du flux sanguin dans le cerveau, ou d'un saignement spontané suite à une rupture de vaisseaux sanguins (Fuentes et al., 2016). Dans le premier cas, il s'agit d'un AVC ischémique ou infarctus cérébral, et dans le second cas, d'un AVC hémorragique. Parmi les AVC pédiatriques, on distingue les AVC périnataux, qui ont lieu entre la 20^e semaine de gestation et le 28^e jour de vie, et les AVC dans l'enfance, qui surviennent après cette période (Kolk et al., 2011). Si certains travaux se sont intéressés à l'impact d'un AVC dans l'enfance sur le langage oral, les données disponibles au sujet du langage écrit sont très peu nombreuses dans la littérature scientifique. Pourtant, cette compétence est nécessaire aux apprentissages dans nos cultures, il paraît donc important de s'y intéresser. Dans un premier temps, nous ferons un état des lieux des connaissances actuelles concernant l'AVC dans l'enfance par le biais d'une revue de littérature méthodique. Nous porterons notre attention sur les devenir cognitifs et langagiers, à l'oral et à l'écrit. Dans un second temps, nous nous intéresserons au processus d'acquisition du langage écrit chez l'enfant tout venant. L'objectif sera d'identifier en quoi la survenue d'un AVC peut être impliquée dans l'acquisition du langage écrit, tout en faisant le lien avec les structures cérébrales mobilisées et potentiellement touchées.

1 L'accident vasculaire cérébral dans l'enfance

Cette revue de littérature s'intéresse spécifiquement à l'AVC dans l'enfance. Néanmoins, certaines études citées ici incluent sans distinction des populations d'enfants concernés par un AVC dans l'enfance et d'autres concernés par un AVC périnatal. Au moment de faire référence à ces études, nous emploierons alors le terme d'AVC pédiatrique, qui regroupe les AVC périnataux et les AVC dans l'enfance.

1.1 Connaissances générales

L'AVC dans l'enfance touche entre 0,6 et 13 enfants sur 100 000 chaque année, avec une répartition équivalente entre AVC hémorragiques et ischémiques (Jacomb et al., 2018). Ces chiffres ont largement augmenté ces dernières années, avec une hausse de 35 % du nombre d'AVC pédiatriques entre 1990 et 2013 (Krishnamurthi et

al., dans Greenham et al., 2017), qui s'explique par les progrès de la médecine : les soignants sont plus à même aujourd'hui de diagnostiquer un AVC chez l'enfant, notamment grâce aux avancées technologiques. Bien qu'il soit rare, l'AVC dans l'enfance reste l'une des 10 premières causes de décès de l'enfant (Steinlin, 2012), avec une mortalité estimée à 10 %. De plus, il existe des risques de récurrence.

Il existe plusieurs étiologies de l'AVC dans l'enfance. Les causes les plus fréquentes d'un AVC hémorragique sont les malformations artério-veineuses, les anévrismes, et les troubles hématologiques (Meyer-Heim & Boltshauser, dans de Montferrand et al., 2019). Les AVC ischémiques, eux, résultent souvent d'infections, de vasculopathies, de troubles cardiaques, métaboliques ou génétiques (Mackay & Steinlin, 2019).

Pour Giroud et al. (dans Béjot et al., 2009), la survenue d'un AVC avant l'âge de 10 ans est brutale, le plus souvent avec une hémiparésie, une hyperthermie, des convulsions épileptiques, et des troubles langagiers importants. Néanmoins chez les plus jeunes, la survenue d'un AVC dans l'enfance n'est pas toujours symptomatique, ce qui peut retarder la pose du diagnostic (Westmacott et al., dans Greenham et al., 2017). Pour les AVC se manifestant après l'âge de 10 ans, la symptomatologie semble se rapprocher de celle observée chez l'adulte (Béjot et al., 2009).

Le diagnostic d'AVC est posé après la passation d'une Imagerie par Résonance Magnétique (IRM). Cet examen permet de confirmer l'AVC, ses caractéristiques, et d'identifier les zones cérébrales lésées.

1.2 Qualité de vie et scolarisation

Les enfants ayant subi un AVC dans l'enfance présentent un risque accru d'une moins bonne qualité de vie que leurs pairs (Ghotra et al., dans de Montferrand et al., 2019). En effet, beaucoup d'enfants présentent des troubles neurocognitifs importants, et seront sujets à de fréquents suivis médicaux et paramédicaux. Ainsi, l'AVC dans l'enfance apparaît comme un fardeau important, non seulement pour les enfants, mais aussi plus largement pour les familles concernées (Steinlin, 2012).

Concernant le devenir scolaire, Deotto et al. (2019) affirment que l'AVC pédiatrique est un facteur de risque important, et selon eux, les AVC survenant entre 6 et 14 ans seraient associés aux résultats scolaires les plus médiocres. Suite à un AVC, les enfants peuvent être en difficulté à l'école, et l'écart entre leurs performances et celles de leurs pairs sains peut continuer de se creuser, car ils ne sont pas en capacité d'acquérir les notions académiques de la même manière (Fabri et al.,

2018). En effet, au sein d'une population ayant subi un AVC pédiatrique, Champigny et al. (2020) ont mis en évidence 41,4 % de sujets concernés par un diagnostic de trouble des apprentissages, et 48,3 % ayant bénéficié de mesures d'adaptations scolaires. Une autre étude a conclu qu'après un AVC dans l'enfance, 27 % des enfants bénéficiaient d'une scolarité spécialisée, 45 % étaient scolarisés en cursus ordinaire avec des adaptations ou présentaient un retard scolaire, et 27 % étaient scolarisés en école ordinaire sans adaptation (de Montferrand et al., 2019).

1.3 Devenir cognitif

Mackay et Steinlin (2019) rapportent que 11 à 19 % des enfants seraient concernés par des troubles cognitifs suite à un AVC ischémique. Des recherches ont été menées à propos de l'impact d'un AVC sur les fonctions cognitives, notamment les fonctions exécutives, la vitesse de traitement, l'attention, et la mémoire de travail.

Les fonctions exécutives sont des compétences indispensables au quotidien, et particulièrement vulnérables suite à un AVC dans l'enfance (Peterson et al., 2019).

En effet, les patients présentent une faiblesse dans l'initiation, la planification et le suivi des tâches. Greenham et al. (2017) font également ce constat, en ajoutant que l'inhibition serait le paramètre le plus touché. De plus, les enfants ayant été victimes d'un AVC présentent davantage de déficits en vitesse de traitement que leurs pairs sains (Champigny et al., 2020 ; Studer et al., 2014), et ce constat serait majoré dans le cas d'AVC corticaux (Peterson et al., 2019). En outre, plusieurs études mettent en évidence des vulnérabilités spécifiques de l'attention après un AVC pédiatrique (Williams et al., 2018). En effet, les chercheurs ont pu démontrer au sein d'un échantillon de 275 sujets, que 13 % des enfants répondaient aux critères diagnostiques d'un trouble de l'attention. Cette compétence apparaît très vulnérable sur le long terme. En ce sens, Roberts et al. (2019) insistent sur l'importance du suivi longitudinal de ces enfants, en raison des effets potentiellement aggravants d'un trouble précoce de régulation de l'attention chez des enfants concernés par un AVC. Deotto et al. (2019) rapportent que des troubles de la mémoire sont couramment observés dans la recherche sur les AVC dans l'enfance. En effet, les travaux de Allman et Scott (2013) ont pu démontrer que suite à un AVC survenu avant l'âge de 1 an, des enfants présentaient un déficit en mémoire de travail et en mémoire verbale. En parallèle, Fabri et al. (2018) ont fait le même constat chez des enfants plus âgés au moment de leur AVC. Malheureusement, l'étendue et la gravité des

troubles cognitifs ne sont pas toujours apparentes, car les enfants grandissent avec leurs déficits, au contraire des adultes chez qui les troubles sont souvent mieux remarqués (Mackay & Steinlin, 2019).

Au-delà des troubles cognitifs consécutifs à l'AVC, les auteurs s'intéressent aux différentes variables pouvant influencer leur gravité et leur évolution. Par exemple, pour Fabri et al. (2018), la gravité de la lésion est un important prédicteur des résultats cognitifs, avec un plus mauvais pronostic dans les cas de lésions sévères. En revanche, il n'y aurait pas d'effet de la latéralisation de l'AVC sur les performances cognitives (Studer et al., 2014). A propos de l'influence de l'âge au moment de l'AVC, Allman et Scott (2013) rapportent qu'il peut être un modulateur important. Les travaux de Max et al. (2010) font état de moins bons résultats cognitifs dans les cas d'AVC survenant avant 1 an, en comparaison aux AVC plus tardifs. Ce constat est également celui de Allman et Scott (2013), qui vont plus loin, en définissant une période allant de 1 à 6 ans au cours de laquelle la survenue d'un AVC engendre des troubles cognitifs moins importants que s'il se manifestait avant ou après. Cela soulève des questions au sujet de la plasticité cérébrale, longtemps considérée comme un facteur de protection (Max et al., 2010) mais aussi plus récemment associée à la notion de vulnérabilité précoce.

1.4 Devenir langagier

1.4.1 Langage oral.

Avila et al. (2010) ont mis en évidence dans leur étude une proportion de 36 % d'enfants présentant un trouble du langage oral parmi ceux concernés par un AVC dans l'enfance, en précisant que les difficultés portent le plus souvent sur le lexique, en comparaison à la phonologie et la syntaxe. Par ailleurs, Gordon et al. (2015) affirment que les difficultés langagières sont présentes en expression et en réception, et qu'elles sont majorées pour l'expression lexicale (de Montferrand et al., 2019). Liegeois et al. (2019) ont quant à eux mis en évidence des cas fréquents de dysarthrie (74 %) et d'apraxie verbale (11 %) chez des enfants ayant présenté un AVC ischémique dans l'enfance. Ainsi, il est avéré que tous les aspects du langage oral sont vulnérables à l'AVC dans l'enfance, en compréhension et en expression.

Comme précédemment, les auteurs se sont intéressés aux différents paramètres pouvant influencer les performances langagières. Des troubles langagiers sont rapportés quel que soit l'hémisphère cérébral lésé (Steinlin, 2012). Cependant, les

difficultés seraient majorées dans le cas d'AVC gauches ou bilatéraux, et dans le cas d'AVC ischémiques (de Montferrand et al., 2019). En parallèle, il semble que les enfants soient sujets à des troubles langagiers à tout âge de survenue de l'AVC. Néanmoins, les performances langagières seraient plus favorables en cas de lésion après l'âge de 6 ans, qu'en cas d'AVC avant cet âge (Fuentes et al., 2016).

Des chercheurs se sont intéressés à la question de la réorganisation cérébrale. Les travaux de Lidzba et al. (2017), ou de Bartha-Doering et al. (2019), ont mis en évidence une représentation atypique du langage plus fréquente après un AVC dans l'enfance. Les travaux de ces derniers, menés auprès d'enfants ayant vécu un AVC ischémique droit ou gauche dans l'enfance, ont montré que chez 41 % des sujets, le langage était localisé dans l'hémisphère droit ou de façon bilatérale. Néanmoins, cette latéralisation atypique était associée à de moins bons résultats langagiers, ce qui d'après Fuentes et al. (2016) peut s'expliquer par le fait que le recrutement de régions cérébrales supplémentaires pour soutenir le langage en cas de lésion de l'hémisphère gauche ne permet pas de compenser complètement ces lésions, suggérant par là même les limites du support langagier par l'hémisphère droit.

1.4.2 Langage écrit.

Outre le langage oral, une altération du langage écrit semble également possible après un AVC dans l'enfance. Certains travaux rapportent que les compétences en lecture et en orthographe sont moins bonnes dans les suites d'un AVC pédiatrique que chez les témoins (Deotto et al., 2019), et les mêmes travaux indiquent que les difficultés sont majorées en orthographe. Fuentes et al. (2017) supposent un lien entre une altération de la compréhension en lecture et une fragilité de la mémoire de travail après un AVC ischémique unilatéral. De même, Roberts et al. (2019) font un parallèle entre de possibles troubles de la lecture après un AVC dans l'enfance, et la présence de déficits attentionnels. D'un point de vue lésionnel, Aram et al. (1990) considèrent qu'une lésion sous-corticale engendre systématiquement des difficultés en lecture. Il pourrait donc y avoir une influence de la localisation de l'AVC sur les résultats en langage écrit. Néanmoins, il n'y aurait pas de différence entre les enfants ayant été touchés par un AVC droit ou gauche (Deotto et al., 2019).

La littérature scientifique étant très pauvre à ce propos, il est difficile d'aller plus loin dans l'interprétation des données disponibles sur les mécanismes mis en jeu. Il est

d'ailleurs surprenant que ce sujet, pourtant si important dans le devenir des enfants, ait été si peu étudié jusqu'alors.

Dans l'objectif de mieux comprendre les difficultés observables en lecture et en orthographe après un AVC dans l'enfance, il paraît important de bien connaître les processus impliqués dans l'acquisition du langage écrit chez l'enfant tout venant.

2 L'acquisition du langage écrit chez l'enfant tout venant

Ce sujet a fait l'objet de nombreuses recherches par le passé, aboutissant à la conception de différents modèles théoriques. Parmi eux, le modèle à double voie, décrit par Coltheart (1978), rend compte des processus d'identification des mots écrits, par le recours préférentiel à la voie d'assemblage ou à la voie d'adressage selon le type de mot, ou selon l'expérience du lecteur. Néanmoins, ce modèle décrit majoritairement les mécanismes impliqués dans la lecture experte. Un modèle plus largement documenté dans la littérature scientifique internationale semble mieux rendre compte du processus développemental d'acquisition de la lecture : le Connectionist Dual Process (CDP, Share, 1995), ou modèle de l'auto-apprentissage, détaillé ci-après.

2.1 Le modèle de l'auto-apprentissage

Le modèle de l'auto-apprentissage découle des travaux de Share (1995), et stipule que la lecture se développe grâce à des opportunités d'auto-apprentissage, s'appuyant sur un décodage réussi et nécessaire au développement d'un stock lexical orthographique. Plus précisément, grâce à l'apprentissage explicite du code alphabétique et des conversions graphèmes-phonèmes, l'enfant est en mesure de décoder les mots écrits. En prononçant un mot écrit, l'enfant active une connaissance phonologique déjà existante : il établit ainsi une connexion entre la représentation phonologique du mot et sa représentation orthographique. Puis, l'enfant fait le lien avec une représentation signifiante disponible dans son lexique, lui permettant d'accéder au sens de ce qu'il a déchiffré (Ziegler et al., 2013). Néanmoins, il arrive que le décodage soit échoué mais que l'enfant puisse s'autocorriger, en s'appuyant sur les indices fournis par le contexte (Bowey & Muller, 2005). Cela implique que l'enfant puisse s'appuyer sur ses compétences en langage oral. Chaque mot correctement décodé est utilisé comme « enseignant intégré », et facilite le décodage futur de mots de même structure morphologique, ou faisant intervenir les mêmes conversions graphèmes-phonèmes (Shahar-Yames & Share,

2008). Cela permet d'alimenter la boucle d'auto-apprentissage, et d'accéder au décodage de nouveaux mots. D'après ce modèle, quand une chaîne de lettres a été décodée avec succès, il suffit ensuite d'un petit nombre de nouvelles rencontres réussies pour que le mot intègre le lexique orthographique de l'enfant (Cunningham, 2006). Par analogie, l'enfant pourra ensuite enrichir son stock lexical orthographique, en transposant la connaissance orthographique d'un mot à d'autres mots morphologiquement apparentés (Tucker et al., 2016). Nation et al. (2007) ajoutent à cela un facteur environnemental, avec la notion d'exposition à l'écrit : plus le nombre de rencontres réussies est important, plus l'apprentissage de la forme orthographique du mot sera solide. Si la lecture permet la construction du lexique orthographique, il apparaît également que l'enrichissement du lexique orthographique améliore la maîtrise globale de la lecture (Cunningham, 2006). En effet, le mécanisme d'auto-apprentissage permet une fusion de plus en plus efficace des représentations phonologiques et orthographiques en mémoire.

2.2 Les bases nécessaires à l'acquisition du langage écrit

Lire, c'est décoder une séquence de lettres dans le but d'accéder à la compréhension d'un message écrit. Cela nécessite en premier lieu de pouvoir effectuer un traitement visuel des stimuli.

Les auteurs évoquent ensuite un certain nombre de prérequis, qui constituent des acquis nécessaires à l'apprentissage de la lecture, et des prédicteurs, qui renseignent sur la probabilité de réussite dans l'acquisition de la lecture. La littérature rapporte que les habiletés phonologiques constituent un prérequis essentiel : les enfants qui ont développé de bonnes compétences phonologiques sont plus à même d'accéder à la procédure de conversions graphèmes-phonèmes (Ecalte & Magnan, 2015). Il a d'ailleurs été prouvé que les enfants les plus compétents dans la tâche de décodage sont les plus efficaces en lecture et orthographe (Connors et al., 2011 ; Ricketts et al., 2011). Parmi les compétences phonologiques, on distingue les compétences épiphonologiques, correspondant à la conscience implicite des phonèmes, et métaphonologiques, à savoir le traitement explicite des phonèmes. Les études ont démontré que la conscience phonémique émerge entre 3 et 4 ans (Ecalte & Magnan, 2015) et que les enfants capables d'une bonne manipulation des phonèmes ont un avantage sur les autres face à l'acquisition de la lecture (Melby-Lervåg et al., 2012). Les enfants de dernière année de maternelle avec des

problèmes de conscience phonémique seraient quatre à cinq fois plus à risque que les autres de développer des difficultés de lecture dans les années à venir (Catts et al., 2001).

Par ailleurs, la connaissance du nom, de la forme écrite, et du son des lettres sont des prédicteurs solides de réussite en lecture (Horowitz-Kraus & Hutton, 2015). Ces compétences, très liées à la conscience phonémique, sont essentielles dans l'apprentissage des conversions graphèmes-phonèmes (Melby-Lervåg et al., 2012).

En parallèle, Share (1995) a mis en évidence une corrélation entre la vitesse en dénomination rapide automatisée (DRA) et les compétences en lecture : les faibles décodeurs sont moins rapides dans cette tâche que les bons décodeurs. Ainsi, la vitesse en DRA est un indice de réussite dans le décodage en lecture.

Conjointement, il semble que le langage oral joue un rôle central dans l'acquisition du langage écrit. En effet, Pritchard et al. (2018) insistent sur le fait qu'une boucle d'auto-apprentissage efficiente nécessite que l'enfant puisse s'appuyer sur des compétences lexicales, syntaxiques et pragmatiques solides, afin d'accéder à la compréhension de ce qu'il décode. Ces compétences en langage oral, tout comme les représentations phonologiques évoquées précédemment, se construisent entre autres par le biais d'un système auditif fonctionnel.

De plus, la littérature rapporte la nécessité de disposer de fonctions cognitives solides. Johann et al. (2020) affirment notamment que les fonctions exécutives sont très liées aux capacités de compréhension de lecture. La flexibilité permet de basculer entre différentes représentations conceptuelles, et l'inhibition de dégager les informations pertinentes. La vitesse de traitement, l'attention et la mémoire sont aussi très sollicitées (Horowitz-Kraus et al., 2017). La lecture implique en effet la mémoire de travail, car de nombreuses tâches nécessitent un traitement et un stockage simultané des informations, comme le notent Peng et al. (2018). Ils indiquent aussi que la mémoire à long terme est engagée pour la récupération des informations dans le stock lexical, et qu'elle est impliquée dans le stockage et l'accès aux représentations orthographiques. Un déficit de la mémoire à long terme peut alors, dans de rares cas, expliquer les difficultés de lecture, si les facteurs phonologiques ont été écartés (Cunningham et al., 2002). Enfin, la mémoire auditivo-verbale à court terme est elle aussi impliquée, notamment dans les processus de décodage. À ce titre, un déficit de celle-ci est fréquent chez les faibles décodeurs (Share, 1995). Concernant l'orthographe, le modèle de l'auto-apprentissage indique

qu'il s'acquiert grâce aux compétences développées en lecture. Ainsi, les bases de l'acquisition de l'orthographe sont, par ricochet, les mêmes que celles de la lecture. Pour finir, il semble que le développement de ces compétences soit influencé par des facteurs environnementaux, et notamment le niveau socio-économique du milieu dans lequel évolue l'enfant (Fluss et al., 2009).

2.3 Activations cérébrales

Contrairement à d'autres compétences cognitives et linguistiques, les activités de lecture et d'orthographe s'acquièrent par un apprentissage explicite, et leur développement entraîne le recrutement de zones cérébrales déjà engagées dans d'autres fonctions. On relève ainsi une activation synchrone des régions liées à l'audition, la phonologie, le traitement visuel, sémantique, ainsi que des régions frontales, dédiées aux fonctions exécutives (Horowitz-Kraus et al., 2017). « Il s'agit d'un réseau à grande échelle de régions pariétales et occipito-temporales qui inscrivent les informations visuelles (orthographe) sur des informations auditives (phonologie) et conceptuelles (sémantique) » d'après Houdé et al. (2010, p. 879).

Plus précisément, Martin et al. (2015) rapportent que le traitement phonologique serait soutenu par le circuit temporo-pariétal dorsal gauche, qui projetterait sur le gyrus frontal inférieur et l'insula gauches, régions impliquées dans l'intégration de l'information et la recherche sémantique. Ils ont aussi relevé une activation du circuit frontal inférieur gauche, par le recodage articulatoire de la parole. En parallèle, l'identification des lettres écrites active le cortex occipital gauche, et la reconnaissance visuelle orthographique des mots, basée sur la mémoire, engage le circuit occipito-temporal ventral gauche (Liebig et al., 2017). Ce circuit correspond à l'aire de reconnaissance visuelle des mots (VWFA), qui joue un rôle très important dans le processus de lecture. En effet, cette aire s'active invariablement selon les modifications visuelles, spatiales, et la valeur sémantique du mot écrit. L'aire VWFA projette elle aussi sur le gyrus frontal inférieur gauche.

Au fur et à mesure de l'acquisition de la lecture, les activations cérébrales évoluent. En effet, il existe une forte convergence des activations cérébrales en lecture dans le circuit temporo-pariétal dorsal gauche chez le lecteur débutant (Martin et al., 2015). Cela témoigne de l'importance des processus basés sur la phonologie dans l'acquisition de la lecture. A propos de l'aire VWFA, il semble qu'elle soit activée très tôt chez l'enfant, avant même l'apprentissage explicite de la lecture, mais de façon

plus marquée chez le lecteur confirmé (Martin et al., 2015). En effet, cette aire initialement dévolue à d'autres fonctions se spécialise au fur et à mesure de l'acquisition de la lecture. Pour le gyrus frontal inférieur gauche, impliqué dans la récupération d'informations sur le sens, son activation augmente avec l'âge et les performances de lecture (Zhu et al., 2014).

En somme, l'acquisition de la lecture et de l'orthographe repose sur un réseau très étendu de circuits cérébraux.

3 Problématique et hypothèses

La littérature rapporte que l'acquisition du langage écrit repose sur l'interaction efficace de facteurs sensoriels, neurologiques, développementaux, et environnementaux. En ce sens, nous nous interrogeons sur la nature des difficultés d'acquisition du langage écrit observées après un AVC dans l'enfance, plus précisément, dans le cas d'un AVC survenant avant l'apprentissage explicite de ces compétences. Ainsi, notre problématique est la suivante : Quels sont les facteurs pouvant interférer sur l'acquisition du langage écrit après un AVC survenu à l'âge préscolaire ? Bien qu'il semble nécessaire de considérer l'ensemble des facteurs mis en jeu, nous faisons l'hypothèse générale que le facteur lésionnel est déterminant dans les difficultés d'acquisition du langage écrit, la survenue d'un AVC dans l'enfance apparaissant ainsi comme un facteur de risque majeur d'altération de la lecture et de l'orthographe. En découlent plusieurs hypothèses opérationnelles :

- (1)** Des difficultés d'acquisition du langage écrit sont observables, même en l'absence de fragilités antérieures à l'AVC dans l'acquisition des bases nécessaires à l'apprentissage du langage écrit, et en dehors de toute atteinte sensorielle ou de vulnérabilité environnementale.
- (2)** Des difficultés en langage écrit peuvent être observées à distance de l'AVC en raison de subtiles difficultés en langage oral concernant la phonologie, le lexique, et/ou la morphosyntaxe.
- (3)** L'AVC a altéré les fonctions cognitives impliquées dans le langage écrit : mémoire de travail, vitesse de traitement, attention, fonctions exécutives.
- (4)** Les facteurs lésionnels sont directement responsables des difficultés d'acquisition du langage écrit et entraînent une réorganisation cérébrale des réseaux impliqués dans la lecture : les difficultés observées sont alors le reflet des limites de la plasticité cérébrale.

II. Méthode

1 Population

Notre étude porte sur un cas unique, renommé Emma. A l'âge de 5 ans 10 mois, en fin de Grande Section de Maternelle (GSM), elle est victime d'un AVC hémorragique, consécutif à la rupture d'une malformation artérioveineuse. Il s'agit plus précisément d'un AVC sylvien gauche profond, survenu fin Juin 2017, qui a entraîné la formation d'un hématome dans la région capsulo-lenticulaire.

Emma a été prise en charge par le Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU), qui l'a conduite au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) le plus proche, où elle est restée hospitalisée 2 mois. A la sortie du coma, elle a présenté une aphasie totale qui a largement régressé dans les jours suivants, une hémiplégie droite, et une paralysie faciale droite. Suite à l'intubation, des séquelles laryngées ont également été observées, avec un stridor, une dyspnée inspiratoire, et une paralysie laryngée responsable de fausses routes. Emma a ensuite été transférée en centre de Soins de Suite et Réadaptation (SSR), où elle est restée 4 mois pour bénéficier d'une prise en soin rééducative intensive. Elle a pu y faire sa rentrée en Cours Préparatoire (CP) au sein de l'école du SSR. Puis, le suivi s'est poursuivi en hospitalisation de jour pendant 6 mois, à raison de 2 jours et demi par semaine, ce qui lui a permis de poursuivre sa scolarité de CP dans l'école qu'elle fréquentait avant l'AVC.

La prise en soin au centre de réadaptation a permis la mise en place de différentes rééducations. Le suivi en ergothérapie a porté sur la relatéralisation d'Emma : la mobilité de sa main droite étant devenue difficile suite à l'AVC, elle est devenue gauchère. En orthophonie, un bilan a été proposé 2 mois après l'AVC, avec la batterie EVALuation du développement du Langage Oral (EVALO 2-6, Coquet et al., 2009). Ce bilan a mis en évidence des compétences dans les normes de ce qui était attendu, notamment en métaphonologie, lexicale, et morphosyntaxe. Ainsi, en lien avec les difficultés ORL évoquées précédemment, le suivi orthophonique a uniquement porté sur la rééducation de la voix et de la déglutition. La prise en soin d'Emma en SSR a été arrêtée 1 an après la survenue de son AVC, mais un suivi à distance se poursuit, par le biais de stages intensifs annuels de rééducation du membre supérieur. Dans ce contexte, un nouveau bilan orthophonique a été réalisé en Octobre 2018, après que l'ergothérapeute a alerté sur des difficultés observées en modalité écrite, alors qu'Emma terminait son année de CP. Ce bilan a permis de réévaluer les compétences en langage oral, à l'aide des Nouvelles Épreuves

d'Examen du Langage (N-EEL, Chevrie-Muller & Plaza, 2001) et d'évaluer les compétences en langage écrit au moyen de la Batterie d'Évaluation de la Lecture et de l'Orthographe (BELO, George et Pech-Georgel, 2006). Il a mis en évidence un niveau de langage oral dans la norme, avec néanmoins une fragilité en conscience phonologique, ainsi que des résultats déficitaires en langage écrit : les correspondances graphèmes-phonèmes n'étaient pas maîtrisées, la lecture était lente et coûteuse, et les difficultés étaient majorées en orthographe. Un suivi orthophonique libéral a été mis en place dès le mois d'Octobre 2018, afin d'agir sur ce versant. Aujourd'hui, Emma est scolarisée en Cours Élémentaire 2 (CE2), et la rééducation se poursuit à raison de deux séances par semaine.

Ainsi, des difficultés dans l'acquisition du langage écrit ont été observées chez Emma dans les mois qui ont suivi l'AVC, malgré une très bonne récupération des difficultés langagières initiales. Afin d'apporter des réponses aux interrogations que soulève cette situation, la formulation d'une question selon la méthode PICO a permis d'effectuer une revue de la littérature, précédemment exposée, et dont la méthodologie est décrite ci-après.

2 Revue de la littérature

La revue de littérature a été menée entre Septembre 2019 et Janvier 2020. Dans un premier temps, la base de données PubMed a été consultée. Afin d'obtenir les résultats les plus pertinents possible en lien avec notre sujet d'intérêt, des équations de recherche ont été formulées, sur la base de termes MeSH (Medical Subject Headings). Ensuite, des filtres ont été appliqués, afin que les articles proposés soient récents, avec un haut niveau de preuves, et que l'âge des populations d'études corresponde à la même tranche d'âge qu'Emma. Pour finir, une sélection sur lecture des titres et résumés a permis de ne garder que les articles les plus pertinents pour notre sujet. L'ensemble de la méthodologie employée est résumé dans l'annexe A.

En complément, nous avons consulté le moteur de recherche ResearchGate, selon la méthodologie décrite dans l'annexe B. Le recours aux termes MeSH n'étant pas possible via cet outil, nous avons formulé des équations générales sur notre sujet. Puis, la sélection s'est faite par lecture des titres et résumés des articles proposés.

Par ailleurs, à l'issue de ces recherches il nous a semblé pertinent d'inclure quelques références supplémentaires. En effet, à la lecture des articles collectés, certaines notions évoquées par les auteurs nous ont semblé intéressantes à étayer. Ces

références ajoutées avaient déjà fait l'objet de précédents travaux de notre part, ou bien nous ont été suggérées spontanément par ResearchGate. La lecture des titres et résumés nous a encouragées à les lire, après quoi il a été décidé de les intégrer à la revue de la littérature. Chaque référence ajoutée a été sélectionnée à la condition qu'elle permettait d'étayer et d'enrichir notre travail. De cette façon, nous avons ajouté deux articles au sujet de l'AVC dans l'enfance, un article abordant les activations cérébrales en lecture, un article évoquant le rôle des fonctions exécutives en lecture, et enfin un article et un chapitre d'ouvrage répertoriant les prérequis et prédicteurs de la lecture. Au total, 46 références ont été conservées.

L'issue de la revue de littérature réside en la formulation de la problématique de ce mémoire, énoncée précédemment, qui a engagé le recueil de différentes données.

3 Matériel et procédure du recueil de données

Le recueil de données, qui s'est déroulé de Novembre 2019 à Mars 2020, avait pour objectif de faire un état des lieux des acquis d'Emma avant la survenue de son AVC, et d'observer leur évolution après l'AVC. Pour cela, nous avons recueilli la plainte des parents au cours d'un entretien, avant d'objectiver les performances par une évaluation du langage écrit et oral, et de mesurer le retentissement de ces difficultés sur le plan scolaire. Puis, la recherche d'explications à ces difficultés a donné lieu à l'exploitation des résultats du bilan neuropsychologique proposé après l'AVC et à un entretien avec l'enseignante de GSM de l'époque. Les données d'une Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) ont aussi été sollicitées pour comprendre la réorganisation cérébrale consécutive à l'AVC. Pour chaque donnée, nous détaillons le matériel utilisé pour le recueil, et la procédure employée.

3.1 Entretien avec les parents

L'entretien, mené avec les deux parents d'Emma, a eu lieu en Novembre 2019 dans l'enceinte du centre de réadaptation où Emma est suivie. De type anamnestique, il a eu pour but de recueillir la plainte, et des informations sur son développement, ses antécédents scolaires et médicaux, et les rééducations mises en place depuis l'AVC. Certaines données recueillies ont permis de calculer l'Indice de Position Socio-Économique (IPSE) du foyer, d'après la méthodologie décrite par Genoud (2011).

3.2 Évaluation des compétences actuelles en langage écrit et oral

Par la suite, nous avons procédé à l'évaluation du langage écrit et oral au moyen de la batterie intitulée EVALuation du Langage Écrit et du langage Oral (EVALEO 6-15,

Launay et al., 2018). La passation de ce bilan a eu lieu en Novembre 2019, sur deux journées. La première partie de la passation a duré trois heures et demie et s'est déroulée dans l'enceinte du centre de réadaptation, dans une salle dépourvue de distracteurs. La deuxième partie s'est tenue 12 jours plus tard, au domicile d'Emma et sa famille, pendant une heure et demie. Afin qu'elle puisse maintenir une attention de qualité tout au long des épreuves, des pauses régulières lui ont été proposées au fur et à mesure de la passation.

Pour évaluer le langage écrit, Emma a passé des épreuves de première intention, permettant d'objectiver les difficultés qu'elle rencontre actuellement. Puis, des épreuves de seconde intention, choisies selon les arbres décisionnels proposés dans le manuel d'EVALEO 6-15, ont permis d'expliquer les résultats obtenus précédemment. Il s'agissait d'épreuves de langage oral, dont il a été dit précédemment qu'il jouait un rôle majeur dans l'acquisition du langage écrit, et d'épreuves évaluant des fonctions cognitives sous-jacentes au langage écrit.

Dans EVALEO 6-15, chacun des scores obtenus par l'enfant est comparé aux scores des enfants qui constituent l'échantillon de référence de la batterie. Il s'agit d'enfants de même niveau scolaire que l'enfant testé. Emma est scolarisée en CE2, mais ses résultats ont été comparés à ceux attendus en CE1, compte tenu des informations fournies dans le manuel concernant la période de réalisation des passations ayant servi à l'étalonnage. Au final, l'écart observé entre le score de l'enfant testé et le score moyen de l'échantillon permet de placer le score de l'enfant sur une échelle comprenant plusieurs zones, qui vont de « pathologique » à « supérieur à la norme ». Chaque zone correspond à une couleur. L'interprétation de chaque zone colorée est notifiée dans le tableau 1. Le temps nécessaire à l'enfant pour réaliser la tâche demandée, lorsque celle-ci est chronométrée, est analysé de la même façon.

Tableau 1

Interprétation des zones colorées dans EVALEO 6-15

Couleur	Rouge	Orange	Vert clair	Vert	Vert foncé	Bleu clair	Bleu
Interprétation	Pathologique	Fragile	Dans la norme			Supérieur à la norme	

3.3 Entretien avec l'enseignante de CE2

Suite à ces épreuves, l'enseignante de la classe actuelle d'Emma a été contactée par téléphone en Janvier 2020, afin de recueillir son témoignage sur les acquisitions

scolaires en cours. La trame d'entretien est disponible en annexe C. Les questions étaient de plus en plus précises au fur et à mesure de l'entretien, et elles ont été choisies en fonction des données de la littérature, et des résultats observés suite à la passation d'EVALEO 6-15.

3.4 Recueil des résultats neuropsychologiques post-AVC

Comme pour le langage oral, il a été dit précédemment que les fonctions neuropsychologiques tiennent une place importante dans les processus d'acquisition de la lecture et de l'orthographe. Afin de dresser un profil global des compétences cognitives d'Emma après l'AVC, nous avons demandé en Mars 2020 à accéder aux résultats du bilan neuropsychologique qui a été proposé en Mars 2018, neuf mois après l'AVC. Pour ce faire, nous avons contacté par mail la neuropsychologue du SSR, qui nous a transmis le compte-rendu de bilan anonymisé.

3.5 Entretien avec l'enseignante de GSM

Afin d'apprécier les compétences antérieures à l'AVC concernant l'acquisition des bases nécessaires au langage écrit, nous avons contacté l'enseignante de GSM d'Emma. L'échange s'est déroulé par téléphone en Janvier 2020, et la trame d'entretien est disponible en annexe D. Des informations complémentaires ont pu être recueillies via l'accès aux cahiers d'écoles d'Emma, et par d'autres supports scolaires de son année de GSM, auquel ses parents nous ont donné accès.

3.6 Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

Enfin, dans la perspective du présent travail, la passation d'une IRMf semblait pertinente. En effet, au regard des éléments de la revue de littérature, et en lien avec la notion de plasticité cérébrale, il paraissait important de s'intéresser à la réorganisation cérébrale imputée par l'AVC dans l'idée d'apporter un éclairage supplémentaire aux difficultés actuelles d'Emma. Or, il était déjà prévu qu'elle passe une IRM deux ans après son AVC. De fait, il a semblé pertinent d'ajouter des tâches fonctionnelles à cette imagerie, qui a eu lieu en Avril 2019. Les résultats de cet examen ont été recueillis en Novembre 2019, après que le médecin en charge du suivi d'Emma au SSR a été contacté. Le protocole détaillé de l'IRMf est disponible en annexe E.

III. Résultats

1 Évaluation du langage écrit et oral

1.1 Plainte

En entretien, les parents d'Emma ont dit observer des difficultés dans les apprentissages scolaires en lecture et en orthographe depuis l'AVC. Ils n'avaient jamais fait le constat de difficultés d'apprentissage auparavant. Afin d'objectiver les difficultés rapportées, l'évaluation du langage écrit et oral a été réalisée.

1.2 Épreuves normées en langage écrit et oral

1.2.1 Épreuves de première intention : langage écrit.

1.2.1.1 Identification de mots écrits.

Les résultats d'Emma en identification de mots écrits apparaissent dans le tableau 2. Tous les scores se situent en zone pathologique au regard de ce qui est attendu. Les épreuves mettent en évidence une grande lenteur dans le déchiffrage, et un manque de maîtrise des conversions graphèmes-phonèmes. Plus précisément, Emma produit des erreurs phonologiques, de type substitutions, inversions, et omissions de phonèmes, qui entravent la lecture des syllabes, mots et pseudo-mots. En lecture de texte non signifiant, les mêmes erreurs sont retrouvées. Pendant la tâche, la lecture est significativement ralentie, indiquant une surcharge cognitive liées aux difficultés d'application des correspondances graphèmes-phonèmes. Ainsi, la construction d'un stock lexical orthographique par auto-apprentissage paraît très contrainte à ce stade.

Tableau 2

Résultats aux épreuves d'identification de mots écrits

Nom de l'épreuve	Résultat obtenu	Temps
Conversion GP		
Lecture de syllabes		
Lecture de mots		
Lecture de pseudo-mots		
La Mouette		-

1.2.1.2 Compréhension de lecture.

D'après le tableau 3, les scores d'Emma à ces épreuves se situent dans la zone de fragilités. Qualitativement, nous notons qu'en contexte de lecture de mots isolés, les mots correctement lus sont compris. A l'inverse, les mots mal identifiés à cause

d'erreurs de conversions graphèmes-phonèmes ne le sont pas. En lecture de phrases, Emma produit quelques erreurs, mais s'auto-corrige par appui sur le contexte. Pourtant, cela ne lui permet pas toujours d'accéder au sens de ce qu'elle déchiffre, ce qui suggère une importante charge cognitive, liée à l'effort de décodage.

Tableau 3

Résultats aux épreuves de compréhension de lecture

Nom de l'épreuve	Résultat obtenu	Temps
Compréhension écrite de mots		-
Compréhension écrite de phrases		-

1.2.1.3 Orthographe.

Les résultats en orthographe sont présentés dans le tableau 4. En dictée de syllabes, le score d'Emma est pathologique. Bien qu'elle soit en réussite lorsque la dictée concerne des syllabes de deux graphèmes, elle est en grande difficulté dès que le nombre et la complexité des graphèmes augmentent. Le score obtenu à la dictée de mots se situe dans la zone de fragilités, et les erreurs ne sont pas phonologiquement plausibles. Les règles de correspondances phonèmes-graphèmes ne sont donc pas maîtrisées, ce qui apparaît également à travers la lenteur mise en évidence dans ces épreuves, signe d'une importante mobilisation cognitive. Ces difficultés se répercutent en dictée de phrases. Ainsi, les difficultés observées ici reflètent logiquement les difficultés relevées précédemment en lecture.

Tableau 4

Résultats aux épreuves d'orthographe

Nom de l'épreuve	Résultat obtenu	Temps
Dictée de syllabes		
Dictée de mots		
Dictée de phrases		

1.2.2 Épreuves de seconde intention : langage oral et fonctions cognitives.

Les épreuves de seconde intention sont proposées dans le but de mieux comprendre les difficultés observées en identification de mots écrits, compréhension de lecture, et orthographe. Elles concernent le langage oral, avec la phonologie, le lexique, la morphosyntaxe, et des fonctions cognitives sous-jacentes, dont l'empan visuo-attentionnel, les gnosies, et les mémoires auditivo-verbale à court terme et de travail.

1.2.2.1 Phonologie.

Le tableau 5 indique que les compétences phonologiques sont globalement dans les normes, mais des fragilités apparaissent, notamment en métaphonologie. De plus, la dénomination rapide de couleurs est réussie mais significativement ralentie.

Tableau 5

Résultats aux épreuves orales évaluant la phonologie

Nom de l'épreuve	Domaine sous-jacent			Résultat obtenu	Temps
	Identification de mots écrits	Compréhension de lecture	Orthographe		
Métaphonologie	X		X		
Épiphonologie	X		X		
Répétition de mots complexes	X		X		-
Répétition de pseudo-mots	X		X		-
Fluence phonologique	X				-
Dénomination rapide de couleurs	X				

1.2.2.2 Lexique.

Le tableau 6 cite un score supérieur à la norme en désignation, et significativement inférieur à la norme en dénomination. Cette dissociation suggère un défaut d'accès lexical dans ce contexte spécifique. Néanmoins, les parents d'Emma n'évoquant pas de plainte à ce sujet, il ne semble pas y avoir d'impact dans la communication fonctionnelle au quotidien, à l'image de la fluence sémantique qui est préservée.

Tableau 6

Résultats aux épreuves orales évaluant le lexique

Nom de l'épreuve	Domaine sous-jacent			Résultat obtenu	Temps
	Identification de mots écrits	Compréhension de lecture	Orthographe		
Dénomination	Phonologie		X		-
	Lexique				-
Désignation d'images		X			-
Fluence sémantique					-

1.2.2.3 Morphosyntaxe et récit.

Les résultats aux épreuves de morphosyntaxe et récit sont référencés dans le tableau 7. Le score en compréhension orale de phrases est largement supérieur à ce

qui est attendu, et Emma est en réussite pour la répétition de phrases complexes et le jugement de grammaticalité. Cela témoigne de bonnes compétences générales en morphosyntaxe. En parallèle, l'épreuve de compréhension orale de paragraphe évalue la compréhension dans un contexte plus élaboré : le récit. Bien que le score général soit déficitaire, l'analyse des sous-scores indique que malgré quelques difficultés de compréhension lexicale hors contexte (épreuve portant sur trois items), Emma accède sans problème à la compréhension du récit. Ainsi, elle dispose de bonnes capacités à se servir du contexte pour identifier le sens d'un mot.

Tableau 7

Résultats aux épreuves orales évaluant la morphosyntaxe

Nom de l'épreuve	Domaine sous-jacent			Résultat obtenu	Temps
	Identification de mots écrits	Compréhension de lecture	Orthographe		
Compréhension orale de phrases		X			-
Répétition de phrases complexes		X			-
Jugement de grammaticalité	Jugement				-
	Correction				-
Compréhension orale de paragraphes (récit)	Lexique hors contexte	X			-
	Questions	X			-
	Lexique en contexte	X			-
	Score total	X			-

1.2.2.4 Fonctions cognitives sous-jacentes.

Le tableau 8 expose les résultats aux épreuves évaluant les fonctions cognitives sous-jacentes au langage écrit. La discrimination phonologique est déficitaire, ce qui peut être mis en lien avec le manque de maîtrise des conversions graphèmes-phonèmes. A l'inverse, les compétences en mémoire auditivo-verbale apparaissent correctes. L'empan visuo-attentionnel a été évalué mais n'est pas présenté ici car les résultats ne sont pas interprétables, compte tenu des conditions de passation. Cette épreuve ayant été la dernière proposée, différents éléments ont interféré sur sa réalisation, dont le fait qu'Emma semblait davantage en difficulté pour maintenir son attention au cours de la tâche.

Tableau 8*Résultats aux épreuves évaluant les fonctions cognitives sous-jacentes*

Nom de l'épreuve	Domaine sous-jacent			Résultat obtenu	Temps	
	Identification de mots écrits	Compréhension de lecture	Orthographe			
Discrimination phonologique	X		X		-	
Répétition de chiffres	Endroit	X	X	X		-
	Envers			X		-
Répétition de logatomes	X	X	X		-	

En résumé, les épreuves de seconde intention indiquent de bonnes compétences globales en langage oral. Néanmoins, nous avons noté des fragilités en phonologie et lexicale, sans que la communication quotidienne ne semble en être impactée.

1.3 Mise en lien avec les observations de l'enseignante de CE2

L'entretien avec l'enseignante d'Emma a permis de compléter nos observations. En adéquation avec les résultats du bilan, l'enseignante note une dissociation entre les compétences orales et écrites. D'après elle « Emma est très pertinente à l'oral et comprend vite », mais le niveau de lecture est insuffisant : le déchiffrage est lent, toutes les correspondances graphèmes-phonèmes ne sont pas acquises, et elle est parfois en difficulté en compréhension de lecture. Néanmoins, l'enseignante ressent qu'Emma « apprécie de plus en plus la lecture ». En orthographe, les difficultés sont majorées : Emma est lente et « copie mot à mot, sans donner de sens à sa copie ». L'enseignante estime à ce sujet que les difficultés de correspondances graphèmes-phonèmes, associées à la relatéralisation, majorent la charge cognitive et l'ampleur des difficultés. En parallèle, elle observe qu'Emma est bien moins en difficulté dans les autres apprentissages, tels que les mathématiques ou les sciences, mais lorsque l'écrit est requis dans ces matières, les difficultés en langage écrit interfèrent dans les apprentissages. Ainsi, les difficultés mentionnées apparaissent spécifiques au langage écrit. De façon générale, l'enseignante estime qu'Emma est « en décalage temporel dans les apprentissages, par rapport à ses camarades ». D'après elle, cela serait en partie dû à ses absences nécessaires pour les rééducations, et bien que les notions soient réexpliquées à l'oral, Emma manque de temps pour le réinvestissement écrit. Par ailleurs, l'enseignante estime que « la mémoire à long terme semble efficiente, quoique peut-être légèrement plus faible que ce qui pourrait être attendu : les poésies sont difficiles à mémoriser au-delà de deux strophes ».

En raison des difficultés rencontrées par Emma dans son quotidien d'élève, un Guide d'évaluation des besoins de compensation en matière de scolarisation (GEVASCO) a été mis en place. Des aménagements ont également été proposés : diminution de la quantité de texte à copier, relecture et ré-explication des consignes à voix haute.

2 Facteurs d'influence dans l'acquisition du langage écrit

2.1 Facteur développemental

L'entretien avec les parents d'Emma a permis de collecter des informations relatives à son développement avant l'AVC, qui s'avère sans particularité, notamment sur le plan langagier. Par ailleurs, il n'existe pas d'antécédent familial connu de trouble développemental du langage oral, ni de trouble des apprentissages en langage écrit. En parallèle, l'entretien conduit avec l'enseignante de GSM a permis de mieux cerner les compétences d'Emma avant la survenue de son AVC. D'après elle, Emma était « plutôt en avance dans les différents apprentissages, et à l'aise dans la manipulation et le repérage des phonèmes dans les mots » : les compétences phonologiques semblaient donc en place. Emma pouvait « nommer toutes les lettres, en script ou en cursive, et les écrire sous dictée ». Elle pouvait aisément associer une lettre à un son et inversement, et écrire des mots bisyllabiques de structure consonne-voyelle-consonne-voyelle, ce qui indique une bonne compréhension du code. D'après l'enseignante, « les apprentissages se mettaient en place rapidement, et sa mémoire était très bonne ». Les dernières évaluations de GSM datent de début Juin 2017, soit 13 jours avant la survenue de l'AVC d'Emma. Pour l'enseignante, les différents prérequis nécessaires à l'acquisition du langage écrit étaient maîtrisés et stables en fin de GSM. L'exploration des cahiers datant de cette période a permis d'appuyer le témoignage de l'enseignante, en fournissant des preuves qu'Emma avait acquis de bonnes compétences en épiphonologie, connaissance des lettres, et mémoire, avant la survenue de l'AVC. Ces données sont disponibles en annexe F.

2.2 Facteur sensoriel

Sur le plan visuel, les parents d'Emma indiquent qu'elle a porté des lunettes très jeune. Après l'AVC, sa vue a été réévaluée et corrigée par un ophtalmologue, et en Novembre 2018, un bilan orthoptique a permis d'identifier un déficit visuo-moteur de l'œil droit. Six séances de rééducation, menées jusqu'en Janvier 2019, ont permis de normaliser la motricité oculaire d'Emma. En revanche, son audition n'a jamais été contrôlée avant ou après l'AVC, mais aucune inquiétude n'est rapportée à ce sujet.

2.3 Facteur environnemental

Les données recueillies durant l'entretien avec les parents d'Emma ont permis de calculer l'IPSE du foyer familial. Il est de 71, ce qui correspond à la classe moyenne-supérieure de la population. Par ailleurs, le même entretien, nous a permis d'apprendre que malgré ses difficultés de lecture, Emma apprécie prendre des petits livres, qu'elle lit seule à la maison. Elle s'expose donc spontanément à l'écrit.

2.4 Facteur neuropsychologique

Le bilan neuropsychologique a permis d'apprécier les fonctions cognitives d'Emma, dont les résultats sont disponibles en annexe G. La Wechsler Intelligence Scale for Children IV (WISC-IV, Wechsler, 2005) a permis de faire état d'une mémoire à court terme et d'une mémoire de travail auditivo-verbale préservées, avec des scores correspondant respectivement à -0,3 ET et 0,5 ET. Les capacités d'encodage, de stockage et de récupération des informations en mémoire à long terme apparaissent efficaces. En revanche, le même outil a mis en évidence un ralentissement de la vitesse de traitement de l'information visuelle, avec un indice de 73. En parallèle, l'évaluation des capacités attentionnelles au moyen du Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch, Manly et al., 2006) a permis d'objectiver un maintien attentionnel dans les normes en modalité auditive (centile 25) et en modalité visuelle (centile 100), malgré un temps de réalisation de la tâche significativement élevé dans cette modalité (centile 10). En tâche d'attention divisée, Emma était en difficulté pour traiter simultanément les informations visuelles et auditives (centile 10), ce qui a été mis sur le compte de l'implication des processus grapho-moteurs dans la réalisation de la tâche, alors qu'Emma présentait des difficultés motrices post-AVC. Les fonctions exécutives, évaluées cliniquement, sont considérées comme préservées. Aucun résultat n'étant pathologique, aucune rééducation n'a été proposée.

L'ensemble des résultats décrits jusqu'ici au sujet de l'acquisition des compétences et de l'efficacité des fonctions cognitives nécessaires à l'apprentissage du langage écrit, avant et après l'AVC, est synthétisé en annexe H.

2.5 Facteur neurologique

La passation de l'IRMf n'a donné lieu à aucun résultat interprétable : aucune activation cérébrale n'a pu être relevée dans les tâches de langage écrit. Emma affirme s'être soumise aux épreuves demandées, mais elle dit n'avoir pas eu le temps de les réaliser car « ça allait trop vite ».

IV. Discussion

La revue de la littérature a indiqué que l'acquisition de la lecture et de l'orthographe repose sur différents facteurs, dont certains sont vulnérables à la survenue d'un AVC dans l'enfance. Ce constat a soulevé une interrogation concernant l'origine des difficultés observables en langage écrit chez des enfants ayant subi un AVC en période préscolaire, avant l'acquisition explicite du langage écrit. Ainsi, ce mémoire s'est proposé d'étudier chacun des facteurs en question, dans le cas d'un enfant concerné par un AVC survenu en fin de GSM, et ce par le biais du recueil de données antérieures et postérieures à l'AVC. A présent, nous allons discuter les résultats à la lumière des données théoriques exposées au début de cette étude.

1 Mise en lien des résultats avec les données de la littérature

1.1 Hypothèse 1 : Observation de difficultés en langage écrit en dehors de tout antécédent pré-AVC

Notre première hypothèse opérationnelle prévoyait l'observation de difficultés en lecture et en orthographe, même en l'absence de fragilités antérieures à l'AVC dans l'acquisition des bases nécessaires à l'apprentissage du langage écrit, et en dehors de toute atteinte sensorielle ou de vulnérabilité environnementale.

Le recueil des données antérieures à l'AVC révèle qu'Emma ne présentait a priori aucun retard de développement en langage oral, ni dans l'acquisition des prérequis au langage écrit, notamment les habiletés phonologiques, la connaissance des lettres, et les premières conversions phonèmes-graphèmes. Rappelons que dans la littérature, il est établi que la maîtrise de ces compétences est un bon pronostic de réussite pour l'apprentissage de la lecture (Catts et al., 2001 ; Horowitz-Kraus & Hutton, 2015 ; Melby-Lervåg et al., 2012). Par ailleurs, les résultats rapportent qu'Emma ne présente aucune affection visuelle ou auditive, et aucun facteur de risque environnemental n'est relevé. En effet, l'exposition à l'écrit, notion décrite par Nation et al. (2017), est mise en pratique par Emma via la lecture spontanée de petits livres. Toujours sur le plan environnemental, le recueil de données indique que l'IPSE du foyer familial au sein duquel évolue Emma est relativement élevé, correspondant à la classe moyenne-supérieure de la population. Bien qu'il soit encore difficile de comprendre précisément comment l'environnement socio-économique influence les acquisitions chez l'enfant, des auteurs ont établi un lien entre le niveau socio-économique et les apprentissages scolaires : Fluss et al. (2009)

indiquent que les risques de troubles de l'apprentissage de la lecture sont environ 10 fois plus élevés chez les enfants évoluant dans un milieu socio-économique dit défavorisé. Ainsi, les résultats permettent d'affirmer que le facteur développemental pré-AVC, le facteur sensoriel, et le facteur environnemental, prédisposaient Emma à une entrée sereine dans les acquisitions explicites du langage écrit, et pourtant, des difficultés dans ce domaine ont été objectivées. Notre hypothèse est donc validée.

L'observation de difficultés en langage écrit chez Emma va dans le sens de travaux récents, rapportant des déficits en lecture et orthographe chez des enfants après un AVC dans l'enfance (Deotto et al., 2019). Néanmoins, une limite à notre hypothèse réside dans l'absence de recueil d'information quant à la méthode d'apprentissage enseignée en lecture. Or, le Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V, American Psychiatric Association, 2013) mentionne ce paramètre dans le diagnostic d'un trouble des apprentissages en langage écrit. Une autre limite de nos résultats est l'évaluation des compétences antérieures à l'AVC par le regard subjectif de l'enseignante. L'observation des cahiers a permis d'objectiver certaines compétences, mais cela peut paraître moins solide qu'une évaluation normée.

1.2 Hypothèse 2 : De subtiles difficultés en langage oral consécutives à l'AVC comme facteur d'influence

La seconde hypothèse stipulait que des difficultés en langage écrit étaient observables à distance de l'AVC, en raison de subtiles difficultés en langage oral portant sur la phonologie, le lexique, et/ou la morphosyntaxe.

Les épreuves d'EVALEO 6-15 ont mis en évidence un ralentissement significatif en dénomination rapide de couleurs, des fragilités en métaphonologie, un déficit de discrimination phonologique, et des difficultés d'accès lexical. Ces résultats concordent avec ceux des études menées par le passé, principalement en ce qui concerne le lexique (Avila et al., 2010 ; de Montferrand et al., 2019). Chez Emma, ces difficultés sont dites subtiles, en lien avec l'absence de plainte et de répercussion fonctionnelle dans la communication. Cependant, elles semblent suffisantes pour interférer sur les acquisitions du langage écrit. En effet, la littérature rapporte que la DRA est un prédicteur de réussite d'acquisition de la lecture (Share, 1995), que la métaphonologie et la discrimination phonologique jouent un rôle central dans l'acquisition des conversions graphèmes-phonèmes (Ecalte & Magnan, 2015), et que le lexique est impliqué dans l'accès à la compréhension de lecture (Pritchard et al.,

2018). Néanmoins, notre hypothèse n'est que partiellement validée, car nous ne disposons d'aucune preuve que les fragilités mises en évidence sont directement imputables à l'AVC. En effet, malgré un développement global classique avant l'AVC, et en dépit du fait que différents indices vont dans le sens de notre hypothèse, rien ne permet d'exclure totalement la possibilité que certaines difficultés subtiles aient été présentes initialement et observées en l'absence d'un AVC.

Par ailleurs, certains de nos résultats diffèrent de ceux obtenus lors du bilan effectué à l'entrée d'Emma au SSR, qui n'avait soulevé aucun déficit sur les aspects du langage oral, alors que nous faisons aujourd'hui le constat inverse. Cependant, rappelons que parmi les difficultés repérées actuellement sur le plan phonologique, seule la métaphonologie avait été évaluée. Ainsi, l'apparition de difficultés nous interroge sur la poursuite des acquisitions d'Emma après l'AVC. Nous pouvons faire l'hypothèse que ses compétences en langage oral correspondaient à ce qui était attendu pour son âge dans les mois qui ont suivi l'AVC, et qu'au fil du temps, elle n'a pas été en mesure de poursuivre la construction de certaines sous-compétences au même rythme que les autres enfants. Cela aurait alors laissé apparaître un décalage, et nous imaginons que le facteur lésionnel peut en être à l'origine. Pour aller plus loin, rappelons que l'AVC d'Emma s'est produit dans la région capsulo-lenticulaire, anatomiquement très proche du faisceau arqué. Or, d'après le modèle hodotopique du langage, décrit par Duffau et al. (2014), ce faisceau est impliqué dans la voie dorsale phonologique, largement sollicitée dans les apprentissages du langage écrit. Il est donc légitime de s'interroger sur les conséquences d'une possible compression du faisceau arqué par l'hématome suite à l'AVC. Les troubles phasiques manifestés par Emma dans les premiers jours suivants l'AVC auraient alors été les symptômes de cet événement. Puis, une récupération spontanée aurait permis à Emma de réussir les épreuves qui lui ont été proposées à l'entrée au SSR, tout en ne lui permettant pas une poursuite efficace du développement ultérieur de ces compétences. L'ensemble de ces observations interroge alors sur la notion de trajectoire développementale post-AVC.

1.3 Hypothèse 3 : Altération post-AVC des fonctions cognitives impliquées dans le langage écrit

La troisième hypothèse énoncée supposait que la survenue de l'AVC avait engendré une altération des fonctions cognitives impliquées dans le langage écrit, notamment

la mémoire de travail, la vitesse de traitement, l'attention, et les fonctions exécutives. Le bilan neuropsychologique d'Emma effectué neuf mois après son AVC met en évidence une préservation de la mémoire de travail, des capacités attentionnelles, et des fonctions exécutives. Seul un léger ralentissement de la vitesse de traitement a pu être mis en évidence, ce qui valide partiellement l'hypothèse énoncée.

L'observation de fragilités en vitesse de traitement va dans le sens d'études récentes affirmant que les enfants ayant été victimes d'un AVC sont davantage sujets à des déficits de ce type que leurs pairs sains (Champigny et al., 2020). La vitesse de traitement serait un prédicteur des compétences en lecture de mots et en compréhension de lecture (Christopher et al., 2012). Ainsi, une altération de celle-ci pourrait participer aux difficultés d'acquisition de la lecture relevées chez Emma.

En revanche, les autres fonctions cognitives sont préservées, alors que la littérature les dit très vulnérables face à la survenue d'un AVC dans l'enfance (Peterson et al., 2019). Ces fonctions sont impliquées dans l'acquisition du langage écrit, et bien qu'elles se soient révélées efficaces neuf mois après l'AVC, nous n'avons pas d'indication concernant leur fonctionnalité en phase aiguë, et notamment dans les premiers mois post-AVC, alors qu'Emma entrait dans les apprentissages explicites du langage écrit au CP. Nous nous interrogeons alors sur une possible détérioration de ces fonctions à un stade plus précoce, ce qui aurait pu empêcher Emma de construire des bases solides dans ce domaine. De même, le maintien de l'efficacité des fonctions cognitives à une plus grande distance de son AVC peut être interrogé. A ce titre, il aurait été intéressant pour notre étude qu'un bilan neuropsychologique récent soit proposé. En effet, la littérature rapporte des éléments en faveur d'un « décrochage neurocognitif », qui se caractérise par un arrêt ou un ralentissement d'acquisition des stades développementaux ultérieurs dans les années suivant une lésion cérébrale (Chapman, dans Babikian et al., 2015). Ainsi, malgré une récupération parfois très efficace dans les mois qui suivent la lésion, il est fréquent d'observer à plus long terme une stagnation des performances cognitives, le décalage des enfants par rapport à leurs pairs pouvant alors s'accroître. Cette théorie ayant été décrite pour les traumatismes crâniens de l'enfant, il serait pertinent de voir si des éléments similaires se retrouvent en cas d'AVC dans l'enfance.

1.4 Hypothèse 4 : Les limites de la plasticité cérébrale, un autre facteur explicatif ?

Notre dernière hypothèse opérationnelle prévoyait que les facteurs lésionnels soient directement responsables des difficultés d'acquisition du langage écrit, en entraînant une réorganisation cérébrale des réseaux impliqués dans la lecture. Les difficultés observées seraient ainsi le reflet des limites de la plasticité cérébrale.

Emma a subi un AVC sylvien gauche profond au niveau des noyaux gris centraux. Or, d'après Westmacott et al. (2017), un AVC localisé à cet endroit impacte le développement des réseaux langagiers corticaux-sous-corticaux, ce qui engagerait une réorganisation cérébrale. Cependant, les auteurs signalent que la plasticité cérébrale n'est pas nécessairement associée à des résultats positifs, mettant en lumière la vulnérabilité du jeune cerveau. Il semble que cette vulnérabilité s'exprime différemment selon l'âge de l'enfant au moment de la lésion et le sous-système concerné. Ainsi, Narbona et al. (2012) indiquent qu'après un AVC survenant à partir de cinq ans, la récupération et le développement linguistique sont variables à court terme, mais avec une vulnérabilité particulière dans l'accès au lexique et en langage écrit dans les années suivant l'AVC. Dans le cas d'Emma, nous avons justement fait ces observations : une bonne récupération initiale, puis le constat d'un déficit d'accès lexical, et des difficultés en langage écrit.

Dans le cas présent, la passation de l'IRMf n'a pas fourni de résultat, ce qui nous empêche de statuer sur les dimensions d'une éventuelle réorganisation cérébrale. Par ricochet, nous ne pouvons affirmer avec certitude que les difficultés observées en langage écrit sont la conséquence des limites de la plasticité cérébrale. Pour autant, le facteur lésionnel ne peut être écarté en tant que cause des difficultés d'Emma. Il est alors impossible de valider ou d'invalidier l'hypothèse.

En revanche, cette absence de résultats nous pousse à en imaginer les raisons. Rappelons qu'après la passation de l'IRMf, Emma a dit ne pas avoir eu le temps de traiter les tâches demandées. Son ressenti pourrait s'expliquer par les fragilités mises en évidence en vitesse de traitement : elle n'aurait pas eu le temps de réaliser les tâches demandées, et les activations cérébrales n'auraient alors pas eu lieu. Une autre explication possible à l'absence de résultats est le contexte même de la passation d'une IRMf : environnement impressionnant, bruits forts, nécessité de rester immobile et concentré tout au long de la passation. Ces paramètres ont pu interférer sur la disponibilité d'Emma pendant la réalisation de cette imagerie.

1.5 Hypothèse générale : L'AVC dans l'enfance, facteur de risque majeur d'altération des apprentissages en langage écrit

L'analyse de l'ensemble de nos résultats au regard des données de la littérature nous permet de valider notre hypothèse générale : la survenue d'un AVC constitue un facteur de risque majeur de difficultés dans l'acquisition de la lecture et de l'orthographe. En effet, dans le cas d'Emma, nous observons des difficultés spécifiques portant sur le développement du langage écrit, qui semblent très probablement imputables à l'AVC. Si cela apparaît vraisemblable dans le cas d'un AVC survenant juste avant le début de ces apprentissages, nous resterons prudents quant à l'élargissement de ce constat à l'ensemble des AVC dans l'enfance. En effet, le fait d'avoir étudié un cas unique ne nous permet pas de généraliser les résultats observés à d'autres cas d'AVC dans l'enfance d'autant plus que la situation d'Emma est très spécifique, de par le moment de survenue de l'AVC, l'environnement dans lequel elle évolue, et son développement avant l'AVC. Enfin, il convient d'être vigilant et de s'en tenir au terme de « facteur de risque », car les autres facteurs, notamment le facteur environnemental, le facteur sensoriel, et le facteur développemental, doivent également être pris en compte dans l'analyse des difficultés de l'enfant.

2 Limites générales, apports et perspectives

Premièrement, une des limites de notre étude réside dans le fait qu'elle s'intéresse à un seul sujet. Or, dans une étude de cas unique, le risque d'avoir des résultats non interprétables est élevé. Nous l'avons expérimenté ici par l'absence de résultat en IRMf, ce qui n'a pas permis de pousser notre étude aussi loin qu'espéré initialement. Toutefois, l'étude de cas comme méthodologie présente des atouts, notamment une analyse en profondeur, permettant d'expliquer les phénomènes observés avec rigueur et précision (Gagnon, 2005). En effet, ce choix méthodologique a permis à partir de l'étude approfondie du cas d'Emma, de développer une démarche réflexive autour de l'étude des facteurs d'influence sur le développement du langage écrit. Cela a abouti à la création d'une grille faisant état du niveau d'acquisition avant et après l'AVC de chaque compétence impliquée dans les apprentissages du langage écrit, adaptée au cas précis de notre sujet. Dans l'objectif de futurs travaux, il serait intéressant de réfléchir à la construction d'une grille semblable qui concernerait une tranche d'âge plus large, pour guider le clinicien dans le recueil des données et lui fournir un cadre de réflexion méthodique. Elle permettrait aux orthophonistes de

mieux comprendre l'origine et les dimensions des difficultés en langage écrit observées chez leur patient après un AVC dans l'enfance.

D'autre part, nos recherches ne permettent pas de statuer quant à l'interrogation formulée dans le titre de ce mémoire : quid de l'acquis et du développemental ? Dans le cas d'un AVC dans l'enfance, cette question est souvent formulée par les parents et les enseignants face à l'observation de difficultés d'apprentissages. Or, nos recherches démontrent que l'AVC peut avoir des conséquences spécifiques, mais qu'il faut également tenir compte des autres facteurs influençant l'acquisition du langage écrit. Ainsi, il est impossible de répondre avec certitude à l'interrogation posée, mais il est intéressant de se questionner sur les raisons qui poussent parents et enseignants à interroger l'implication de l'AVC. Faciliterait-il la mise en place d'adaptations, du fait qu'il puisse être considéré comme une cause « visible » des difficultés ? Pour autant, le plus important n'est-il pas de prévoir des adaptations en fonction des difficultés de l'enfant, et non en fonction de ses antécédents médicaux ? Enfin, une autre limite est le manque de certaines données qui auraient apporté une contribution supplémentaire à l'interprétation des difficultés observées en langage écrit. En effet, il semble que la passation d'un nouveau bilan neuropsychologique dans le même temps que l'évaluation du langage écrit et oral aurait permis d'avoir davantage de certitudes quant à l'efficacité des fonctions cognitives actuelles d'Emma. En clinique, lorsqu'un enfant ne présente pas de trouble à un temps t , il n'est pas prévu de le revoir en dehors d'une nouvelle plainte. Cependant, la littérature indique que les enfants concernés par un AVC dans l'enfance peuvent développer des déficits à distance de l'AVC, notamment sur le plan attentionnel (Roberts et al., 2019). La discussion des résultats a d'ailleurs mené à interroger la notion de trajectoire développementale, qui a pu être décrite dans la littérature au sujet des enfants victimes de traumatismes crâniens, avec l'observation d'un « décrochage neurocognitif ». Bien que ce type de recherche n'ait pas été mené dans le cadre des AVC dans l'enfance, ces données incitent à proposer un suivi au long cours à ces enfants pour prévenir l'installation de difficultés importantes. Cela nous amène à évoquer l'intérêt de formuler des recommandations de bonnes pratiques qui guideraient les cliniciens, qu'ils soient médecins, orthophonistes, ou neuropsychologues, dans le suivi de ces enfants. Par ailleurs, l'ensemble de ces réflexions souligne la nécessité de mener des études supplémentaires sur le langage écrit après un AVC dans l'enfance.

V. Conclusion

L'accident vasculaire cérébral dans l'enfance est un événement pouvant donner lieu à des déficits, notamment cognitifs et langagiers. Sa survenue au cours de l'enfance prend une dimension tout autre que chez l'adulte, du fait que le cerveau soit en développement. Cette particularité est étroitement liée à l'enjeu de la poursuite du processus développemental qui caractérise l'enfance, entre autres par le biais des apprentissages scolaires. Par ce travail, nous avons spécifiquement étudié l'acquisition du langage écrit après la survenue d'un AVC en fin de GSM. Nous avons démontré que celui-ci constitue un facteur de risque majeur dans l'acquisition de la lecture et de l'orthographe, au moins lorsque l'AVC survient avant l'apprentissage explicite de ces compétences. Cependant, il est primordial de considérer également l'ensemble des autres facteurs d'influence pour une juste analyse des difficultés observables après un AVC dans l'enfance. Ainsi, doivent être pris en compte les facteurs sensoriels, environnementaux, développementaux, neuropsychologiques, et neurologiques.

Le développement du langage écrit après un AVC dans l'enfance étant très peu étudié dans la littérature, la présente étude de cas constitue une nouvelle ressource venant enrichir les données disponibles à ce propos. Elle ouvre des perspectives de réflexions futures pour la clinique orthophonique, et suggère la pertinence de formuler des recommandations de bonnes pratiques. Cela dans le but de s'assurer du bon développement des enfants concernés, et donc, de leur permettre d'accéder à une qualité de vie optimale. Du point de vue de la recherche scientifique, cette étude rappelle la nécessité de mener de nouveaux travaux d'ampleur sur le sujet, afin de répondre aux nombreuses interrogations qui ont pu être soulevées au fur et à mesure de ce mémoire, et à plus grande échelle de recueillir de nouvelles données autour de cette pathologie méconnue.

VI. Références

- Allman, C. & Scott, R.B. (2013). Neuropsychological sequelae following pediatric stroke: A nonlinear model of age at lesion effects. *Child Neuropsychology*, 19(1), 97-107. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.639756>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition : DSM-5* (5^e éd.). London, England : American Psychiatric Publishing.
- Aram, D.M., Gillespie, L.L. & Yamashita, T.S. (1990). Reading among children with left and right brain lesions. *Developmental Neuropsychology*, 6(4), 301-317. <https://doi.org/10.1080/87565649009540469>
- Avila, L., Riesgo, R., Pedroso, F., Goldani, M., Danesi, M., Ranzan, J. & Sleifer, P. (2010). Language and focal brain lesion in childhood. *Journal of Child Neurology*, 25(7), 829-833. <https://doi.org/10.1177/0883073809350724>
- Babikian, T., Merkley, T., Savage, R. C., Giza, C. C., & Levin, H. (2015). Chronic aspects of pediatric traumatic brain injury : Review of the litterature. *Journal of Neurotrauma*, 32(23), 1849-1860. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.3971>
- Bartha-Doering, L., Novak, A., Kollndorfer, K., Schuler, A.L., Kasprian, G., Langs, G., Schwartz, E., Fischmeister, F.P.S., Prayer, D. & Seidl, R. (2019). Atypical language representation is unfavorable for language abilities following childhood stroke. *European Journal of Paediatric Neurology*, 23(1), 102-116. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2018.09.007>
- Béjot, Y., Chantegret, C., Osseby, G.-V., Chouchane, M., Huet, F., Moreau, T., Gouyon, J.-B. & Giroud, M. (2009). Les accidents vasculaires cérébraux du nouveau-né et de l'enfant. *Revue neurologique*, 165(11), 889-900. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2009.01.039>
- Bowey, J.A. & Muller, D.C. (2005). Phonological recoding and rapid orthographic learning in third-graders' silent reading : A critical test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92(3), 203-219. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.06.005>

- Catts, H.W., Fey, M.E., Zhang, X. & Tomblin, J.B. (2001). Estimating the risk of future reading difficulties in kindergarten children : a research-based model and its clinical implementation. *Language, speech, and hearing services in schools*, 32(1), 38-50. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2001/004\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2001/004))
- Champigny, C. M., Deotto, A., Westmacott, R., Dlamini, N. & Desrocher, M. (2020). Academic outcome in pediatric ischemic stroke. *Child Neuropsychology*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1712346>
- Chevrie-Muller, C. & Plaza, M. (2001). *N-EEL, Nouvelles Épreuves pour l'Évaluation du Langage*, ECPA.
- Christopher, M. E., Miyake, A., Keenan, J. M., Pennington, B., DeFries, J. C., Wadsworth, S. J., Willcutt, E. & Olson, R. K. (2012). Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development : A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(3), 470-488. <https://doi.org/10.1037/a0027375>
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In *Strategies of information processing* (pp. 151-216). Academic Press.
- Conners, F.A., Loveall, S.J., Moore, M.S., Humer, L.E. & Maddox, C.D. (2011). An individual differences analysis of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(2), 402-410. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.009>
- Coquet, F., Roustit, J., & Ferrand, P. (2009). *EVALO 2-6, ÉVALuation du développement du Langage Oral chez l'enfant de 2 ans 3 mois à 6 ans 3 mois*, Ortho Éditions.
- Cunningham, A.E. (2006). Accounting for children's orthographic learning while reading text : Do children self-teach ? *Journal of Experimental Child Psychology*, 95(1), 56-77. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.03.008>
- Cunningham, A.E., Perry, K.E., Stanovich, K.E. & Share, D.L. (2002). Orthographic learning during reading : examining the role of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82(3), 185-199. [https://doi.org/10.1016/s0022-0965\(02\)00008-5](https://doi.org/10.1016/s0022-0965(02)00008-5)

- De Montferrand, C., Vassel-Hitier, J., Yvon-Chaou, E., Câmara-Costa, H., Dellatolas, G. & Chevignard, M. (2019). Language and cognitive outcomes after childhood stroke : Theoretical implications for hemispheric specialization. *Cortex*, 120, 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.07.020>
- Deotto, A., Westmacott, R., Fuentes, A., de Veber, G. & Desrocher, M. (2019). Does stroke impair academic achievement in children ? The role of metacognition in math and spelling outcomes following pediatric stroke. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 41(3), 257-269. <https://doi.org/10.1080/13803395.2018.1533528>
- Duffau, H., Moritz-Gasser, S., & Mandonnet, E. (2014). A re-examination of neural basis of language processing : Proposal of a dynamic hodotopical model from data provided by brain stimulation mapping during picture naming. *Brain and Language*, 131, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.05.011>
- Ecalte, J., & Magnan, A. (2015). Les connaissances précoces implicites et explicites. In *L'apprentissage de la lecture et ses difficultés* (2^e éd., pp. 9-55). Dunod.
- Fabri, T.L., Stewart, M.L. & Stevens, S.A. (2018). Informing pediatric rehabilitation : Language based neuropsychological profile following traumatic brain injury and stroke secondary to arteriovenous malformation. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 11(1), 15-21. <https://doi.org/10.3233/PRM-160429>
- Fluss, J., Bertrand, D., Ziegler, J., & Billard, C. (2009). Troubles d'apprentissage de la lecture : rôle des facteurs cognitifs, comportementaux et socio-économiques. *Développements*, 1(1),21. <https://doi.org/10.3917/devel.001.0021>
- Fuentes, A., Deotto, A., Desrocher, M., de Veber, G. & Westmacott, R. (2016). Determinants of cognitive outcomes of perinatal and childhood stroke : A review. *Child Neuropsychology*, 22(1), 1-38. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.969694>
- Fuentes, A., Westmacott, R., Deotto, A., de Veber, G. & Desrocher, M. (2017). Working memory outcomes following unilateral arterial ischemic stroke in childhood. *Child Neuropsychology*, 23(7), 803-821. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1205008>

- Gagnon, Y. C. (2005). *L'étude de cas comme méthode de recherche*. Consulté à l'adresse https://www.numilog.com/LIVRES/ISBN/9782760512887.Livre?utm_source=PDF-excerpt
- Genoud, P.A. (2011). Indice de position socio-économique (IPSE) : un calcul simplifié. Université de Fribourg.
- George, F. & Pech-Georgel, C. (2006). *BELO, Batterie d'Évaluation de Lecture et d'Orthographe*, De Boeck Solal.
- Gordon, A.L., Anderson, V., Ditchfield, M., Coleman, L., Mackay, M.T., Greenham, M., Hunt, R.W. & Monagle, P. (2015). Factors associated with six-month outcome of pediatric stroke. *International Journal of Stroke*, 10(7), 1068-1073. <https://doi.org/10.1111/ij.s.12489>
- Greenham, M., Anderson, V. & Mackay, M.T. (2017). Improving cognitive outcomes for pediatric stroke. *Current Opinion in Neurology*, 30(2), 127-132. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000422>
- Horowitz-Kraus, T. & Hutton, J.S. (2015). From emergent literacy to reading : how learning to read changes a child's brain. *Acta Paediatrica*, 104(7), 648-656. <https://doi.org/10.1111/apa.13018>
- Horowitz-Kraus, T., Schmitz, R., Hutton, J.S. & Schumacher, J. (2017). How to create a successful reader ? Milestones in reading development from birth to adolescence. *Acta Paediatrica*, 106(4), 534-544. <https://doi.org/10.1111/apa.13738>
- Houdé, O., Rossi, S., Lubin, A. & Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain : an fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental Science*, 13(6), 876-885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00938.x>
- Jacomb, I., Porter, M., Brunsdon, R., Mandalis, A. & Parry, L. (2018). Cognitive outcomes of pediatric stroke. *Child Neuropsychology*, 24(3), 287-303. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1265102>
- Johann, V., Könen, T. & Karbach, J. (2020). The unique contribution of working memory, inhibition, cognitive flexibility, and intelligence to reading

- comprehension and reading speed. *Child Neuropsychology*, 26(3), 324-344.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1649381>
- Kolk, A., Ennok, M., Laugesaar, R., Kaldoja, M.L. & Talvik, T. (2011). Long-term cognitive outcomes after pediatric stroke. *Pediatric Neurology*, 44(2), 101-109.
<https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2010.08.012>
- Launay, L., Maeder, C., Roustit, J. & Touzin, M. (2018). *EVALEO 6-15, ÉVALuation du Langage Écrit et du langage Oral de 6 à 15 ans*, Ortho Éditions.
- Lidzba, K., de Haan, B., Wilke, M., Krägeloh-Mann, I. & Staudt, M. (2017). Lesion characteristics driving right-hemispheric language reorganization in congenital left-hemispheric brain damage. *Brain and Language*, 173, 1-9.
<https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.04.006>
- Liebig, J., Froehlich, E., Morawetz, C., Braun, M., Jacobs, A.M., Heekeren, H.R. & Ziegler, J.C. (2017). Neurofunctionally dissecting the developing reading system. *Developmental Cognitive Science*, 27, 45-57.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.07.002>
- Liegeois, F.J., Mei, C., Pigdon, L., Lee, K.J., Stojanowski, B., Mackay, M.T. & Morgan, A.T. (2019). Speech and language impairments after childhood arterial ischemic stroke : does hemisphere matter ? *Pediatric Neurology*, 92, 55-59.
<https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2018.11.006>
- Mackay, M.T. & Steinlin, M. (2019). Recent developments and new frontiers in childhood arterial ischemic stroke. *International Journal of Stroke*, 14(1), 32-43.
<https://doi.org/10.1177/1747493018790064>
- Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V., Mimmo-Smith, I. (2006). *TEA-Ch, Test of Everyday Attention for Children*. ECPA
- Martin, A., Schurz, M., Kronbichler, M. & Richlan, F. (2015). Reading in the brain of children and adults : a meta-analysis of 40 functional magnetic resonance imaging studies. *Human Brain Mapping*, 36(5), 1963-1981.
<https://doi.org/10.1002/hbm.22749>
- Max, J.E., Bruce, M., Keatley, E. & Delis, D. (2010). Pediatric stroke, plasticity, vulnerability and age of lesion onset. *The Journal of Neuropsychiatry and*

Clinical Neurosciences, 22(1), 30-39.
<https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.22.1.30>

Melby-Lervåg, M., Lyster, S.A. & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read : a meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138(2), 322-352. <https://doi.org/10.1037/a0026744>

Narbona García, J., & Crespo Eguílaz, N. (2012). Plasticidad cerebral para el lenguaje en el niño y el adolescente. *Revista de Neurología*, 54(S01), 127. <https://doi.org/10.33588/rn.54s01.2012042>

Nation, K., Angell, P. & Castles, A. (2007). Orthographic learning via self-teaching in children learning to read english : effects of exposure, durability, and context. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(1), 71-84. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.06.004>

Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H.L., Dardick, W. & Tao, S. (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(1), 48-76. <https://doi.org/10.1037/bul0000124>

Peterson, R.K., Williams, T.S., McDonald, K.P., Dlamini, N. & Westmacott, R. (2019). Cognitive and academic outcomes following childhood cortical stroke. *Journal of Child Neurology*, 34(14), 897-906. <https://doi.org/10.1177/0883073819866609>

Pritchard, S.C., Coltheart, M., Marinus, E. & Casltes, A. (2018). A computational model of the self-teaching hypothesis based on the dual-route cascaded model of reading. *Cognitive Science*, 42(3), 722-770. <https://doi.org/10.1111/cogs.12571>

Ricketts, J., Bishop, D.V.M., Pimperton, H. & Nation, K. (2011). The role of self-teaching in learning orthographic and semantic aspects of new words. *Scientific Studies of Reading*, 15(1), 47-70. <https://doi.org/10.1080/10888438.2011.536129>

Roberts, S.D., McDonald, K.P., Danguécan, A., Crosbie, J., Westmacott, R., Andrade, B.F., Dlamini, N. & Williams, T. (2019). Longitudinal academic outcomes of children with secondary attention deficit/hyperactivity disorder

- following pediatric stroke. *Developmental Neuropsychology*, 44(2), 1-17. <https://doi.org/10.1080/87565641.2019.1613660>
- Shahar-Yames, D. & Share, D.L. (2008). Spelling as a self-teaching mechanism in orthographic learning. *Journal of Research in Reading*, 31(1), 22-39. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2007.00359.x>
- Share, D.L. (1995). Phonological recoding and self-teaching : sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)00645-2](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2)
- Steinlin, M. (2012). A clinical approach to arterial ischemic childhood stroke, increasing knowledge over the last decade. *Neuropediatrics*, 43(1), 1-9. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1307449>
- Studer, M., Boltshauser, E., Capone Mori, A., Datta, A., Fluss, J., Mercati, D., Hackenberg, A., Keller, E., Maier, O., Marcoz, J.P., Ramelli, G.P., Poloni, C., Schmid, R., Schmitt-Mechelke, T., Wehrli E. Heinks, T. & Steinlin, M. (2014). Factors affecting cognitive outcome in early pediatric stroke. *Neurology*, 82(9), 784-792. <https://doi.org/10.1212/WNL.000000000000162>
- Tucker, R., Castles, A., Laroche, A. & Deacon, H.S. (2016). The nature of orthographic learning in self-teaching : testing the extent of transfer. *Journal of Experimental Psychology*, 145, 79-94. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.12.007>
- Wechsler, D. (2005). *WISC-IV, Wechsler Intelligence Scale for Children 4th edition. Manuel d'interprétation*. ECPA
- Westmacott, R., McAndrews, M. P., & deVeber, G. (2017). Language representation following left MCA stroke in children and adults : an fMRI study. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 44(5), 483-497. <https://doi.org/10.1017/cjn.2017.44>
- Williams, T., Roberts, S.D., Coppens, A.M., Crosbie, J., Dlamini, N. & Westmacott, R. (2018). Secondary attention-deficit/hyperactivity disorder following perinatal and childhood stroke : impact on cognitive and academic outcomes. *Child Neuropsychology*, 24(5), 1-21. <https://doi.org/10.1080/09297049.2017.1333091>

- Zhu, L., Nie, Y., Chang, C., Gao, J.H. & Niu, Z. (2014). Different patterns and development characteristics of processing written logographic characters and alphabetic words : an ALE meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 35(6), 2607-2618. <https://doi.org/10.1002/hbm.22354>
- Ziegler, J.C., Perry, C. & Zorzi, M. (2013). Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching : implications for dyslexia. *Philosophical transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 369(1634), 20120397. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0397>

VII. Annexes

Annexe A Méthodologie de la revue de la littérature sur PubMed

Thème de recherche	Méthode	Filtres appliqués	Ressortis	Retenus après lecture des titres et résumés
AVC pédiatrique	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND reading[MeSH Terms])	Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years	1	1
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND spelling[MeSH Terms])	Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years	0	0
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND language[MeSH Terms])	Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years	7	6
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND neuropsychology[MeSH Terms] AND outcome[MeSH Terms])	Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years	0	0
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND (academic performance[MeSH Terms]))	Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years	2	2
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND (educational measurement[MeSH Terms]))	Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years	3	2
		Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years		
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND cognitive outcome)	Meta-Analysis ; Review ; Randomized controlled trial 10 years	8	4
		Child : 6-12 years ; Preschool Child : 2-5 years		
	(pediatric stroke[MeSH Terms] AND outcome)	Meta-Analysis ; Review ; Randomized controlled trial 5 years	25	3
Acquisition du langage écrit chez l'enfant tout venant	(reading [MeSH Terms] AND self-teaching)	-	29	2
	(reading[MeSH Terms] AND acquisition)	Meta-Analysis ; Review ; Randomized controlled trial 10 years	45	3
	(reading[MeSH Terms] AND development)	Meta-Analysis 10 years	19	5
	(spelling[MeSH Terms] AND self-teaching)	-	0	0
	(spelling[MeSH Terms] AND acquisition)	Meta-Analysis ; Review ; Randomized controlled trial	0	0
	(spelling[MeSH Terms] AND development)	Meta-Analysis ; Review ; Randomized controlled trial	0	0

Annexe B Méthodologie de la revue de la littérature sur ResearchGate

Thème de recherche	Méthode	Ressortis	Retenus après lecture des titres et résumés
AVC pédiatrique	pediatric stroke and reading	12	2
	pediatric stroke and spelling	1	1
	pediatric stroke and langage	47	8
	pediatric stroke and cognitive outcome	> 50	9
Acquisition du langage écrit chez l'enfant tout venant	reading and self-teaching	> 50	10
	spelling and self-teaching	32	5

Annexe C Trame de l'entretien mené auprès de l'enseignante de CE2

Questions sur les apprentissages :

- Constatez-vous des difficultés dans les apprentissages scolaires ? Si oui, dans quelle matière ? Comment se manifestent-elles ?
- Comment qualifieriez-vous la lecture d'Emma ? (vitesse, qualité, quantité, compréhension...) Diriez-vous qu'elle apprécie lire ? Ou sentez-vous que c'est coûteux et/ou désagréable pour elle ?
- Comment qualifieriez-vous l'orthographe d'Emma ? (qualité, stabilité, ...)
- Diriez-vous qu'elle apprécie écrire ? Ou sentez-vous que c'est coûteux et/ou désagréable pour elle ?
- Constatez-vous des difficultés dans d'autres domaines (mathématiques, anglais...) ? Si oui, quelles sont-elles ? Comment se manifestent-elles ?
- Les difficultés d'Emma sont-elles vraiment liées à la tâche demandée (donc dissociation entre les compétences en lecture et en mathématiques par exemple) ou sont-elles présentes dans toutes les activités ?
- Emma comprend-elle rapidement une nouvelle notion ? Est-ce que cela nécessite plusieurs explications de consignes ? En comparaison aux autres enfants ?
- Est-ce que vous avez le sentiment que Emma peut être fatiguée plus vite que les autres enfants ? Si oui, est-ce crescendo au fur et à mesure de la journée ou est-ce au cours d'une tâche (selon les ressources cognitives sollicitées) ?
- Sentez-vous des progrès (récupération) ? Ou un décalage qui suit la courbe de progression des autres enfants ?
- Dans votre rôle d'enseignante, Emma nécessite-t-elle une attention particulière en comparaison aux autres enfants ?

Questions sur les adaptations :

- Emma est-elle demandeuse d'aide quand elle est en difficulté ? Préfère-t-elle faire seule (sans aide) quitte à mettre plus de temps que les autres enfants ?
- Y a-t-il des adaptations mises en place ? Si oui, à quelle fréquence ? Sont-elles matérielles ou « intellectuelles » ? De façon systématique ou sur demande ? Évoluent-elles au fur et à mesure de l'année ou sont-elles fixes ?
- GEVASCO : Depuis quand est-il en place ? Dans quel but ?

Question de clôture de l'entretien :

- Avez-vous quelque chose à ajouter ?

Annexe D Trame de l'entretien mené auprès de l'enseignante de GSM

Questions sur l'acquisition des prérequis à l'acquisition du langage écrit :

- *A propos de la conscience phonologique* : Emma était-elle à l'aise avec les phonèmes ? Pouvait-elle les conscientiser dans les mots, les syllabes ? Pouvait-elle les manipuler ? Faisait-elle des confusions sonores ?
- *A propos de la connaissance des lettres* : Connaissait-elle son alphabet ? Était-elle capable de nommer une lettre écrite ? D'écrire une lettre qu'on lui dicte ?
- *A propos des correspondances graphèmes-phonèmes et phonèmes-graphèmes* : Savait-elle associer une lettre au son correspondant et inversement ? En isolé ? En syllabes ? En mots monosyllabiques ? Est-ce que tous ces prérequis étaient acquis et stables en fin de GSM ?
- Est-ce que ces compétences ont facilement été mises en place chez Emma ?

Questions en vue de l'entrée au CP (apprentissage explicite du langage écrit) :

- Emma montrait-elle un intérêt pour le langage écrit (lecture et écriture) ?
- En fin de GSM, comment imaginiez-vous l'entrée au CP pour Emma ? La sentiez-vous prête ? Avec tous les prérequis nécessaires ? Pressentiez-vous que l'acquisition du langage écrit pourrait se montrer difficile pour elle ? Ou est-ce que rien ne le laissait présager ?

Questions sur les apprentissages en général :

- Comment s'est passé la mise en place des autres acquisitions (vie de groupe, arts visuels, autonomie, « maths »...) pour Emma ?
- A l'exception du langage écrit, y a-t-il des domaines (matières, domaines d'apprentissage) où vous sentiez Emma en difficultés ? Si oui lequel ? Comment se manifestaient ces difficultés ?
- Par rapport aux autres enfants, comment se situait-elle dans les apprentissages : en avance, dans la moyenne, en retard ?
- Quels étaient les points fragiles d'Emma ?
- Emma était-elle rapide dans son travail, ou plus lente que les autres enfants ? Avait-elle besoin de plusieurs explications avant de comprendre ?
- Au niveau de la mémoire, diriez-vous qu'Emma était à l'aise pour mémoriser des choses, ou était-ce compliqué ? À court terme ? A long terme ?

Question de clôture de l'entretien :

- Avez-vous quelque chose à ajouter ?

Annexe E Protocole de l'Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

Acquisition IRM : IRM 3 Tesla. Enfant allongé confortablement. Casque sur les oreilles. Écran de projection aux pieds de l'enfant et visible par l'intermédiaire d'un miroir intégré à l'antenne tête. Immobilité stricte requise durant tout l'examen IRM.

Séquences réalisées :

Séquence morphologique : Acquisition volumique en pondération T1 : séquence permettant d'obtenir « l'anatomie cérébrale » et de superposer les résultats des séquences fonctionnelles sur l'anatomie de la patiente. Paramètres des images : 192 coupes contiguës. Matrice de 256*256. Taille du voxel : 1 x 1 x 1 mm³.

Séquences fonctionnelles de type BOLD :

- Séquence génération de phrases : Paradigme en bloc, avec alternance de :
 - L'écoute de mots simples au travers d'un casque et à la génération de phrases simples, à voix basse, à partir de ce mot (ex : « café » → « je bois un café »). 1 mot toutes les 5 secondes. Bloc de 4 mots. Temps total du bloc : 20 secondes.
 - L'écoute de tonalités : 20 secondes.
 - 15 x 2 blocs. Temps total de la séquence : 10 minutes.
- Séquence lecture de mots : Paradigme en bloc, avec alternance de :
 - Lecture de mots simples écrits en blanc sur fond noir (mots adaptés aux enfants). 1 mot toutes les 5 secondes. Bloc de 4 mots. Temps total du bloc : 20 secondes.
 - Fixation d'une croix blanche sur fond noir : 20 secondes.
 - 15 x 2 blocs. Temps total de la séquence : 10 minutes.
- Repos : aucune tâche spécifique, l'enfant devait rester immobile et fixer la croix affichée sur l'écran de projection.

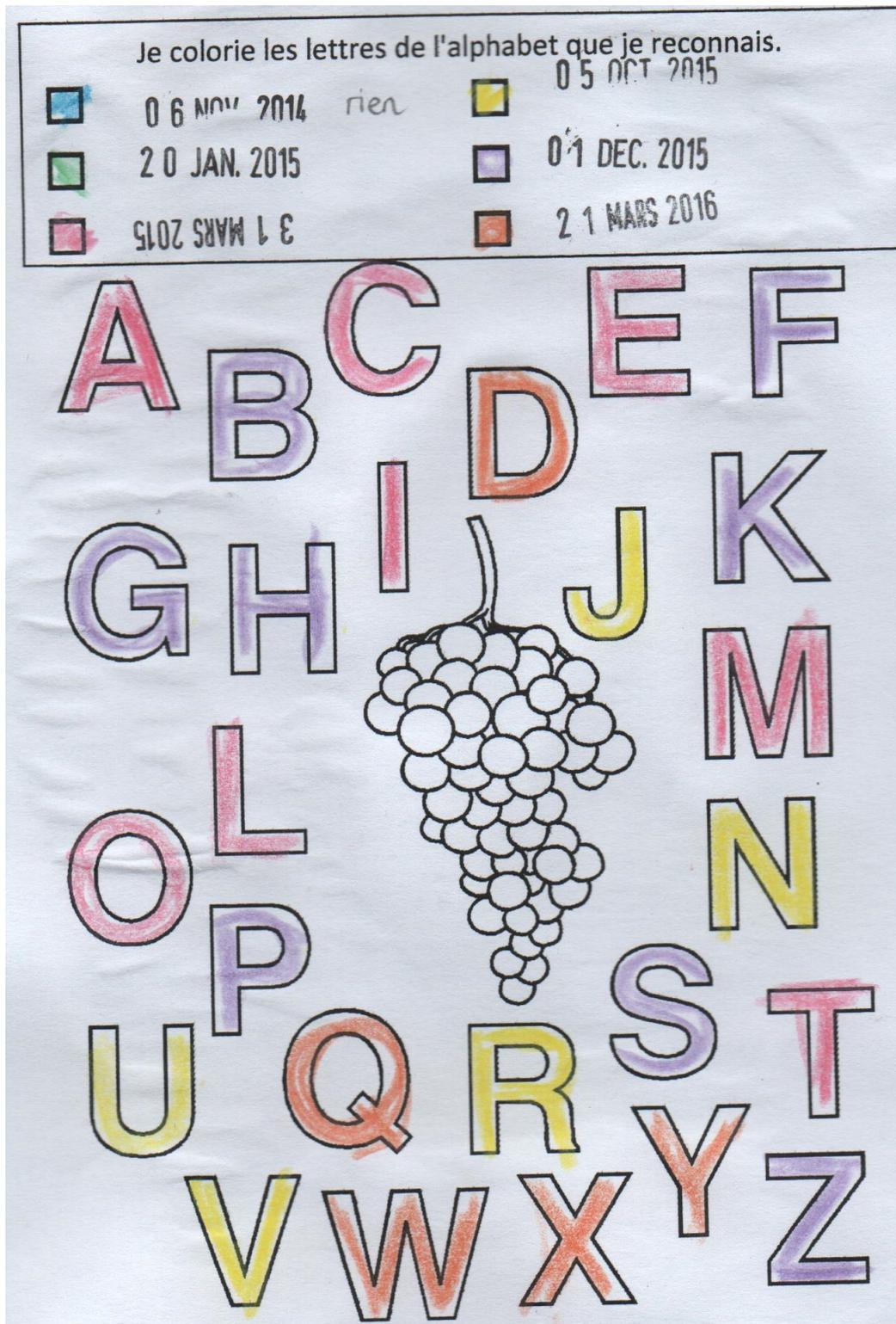
Paramètres des images : TR : 2280 ms, TE : 30 ms, Angle de bascule : 90 degrés, 40 coupes axiales de 4.0 mm d'épaisseur, matrice 64*64, taille du voxel 3.75 mm x 3.75 mm x 4 mm.

Post-traitement IRM :

Logiciel utilisé : SPM 12 fonctionnant sous Matlab.

Étapes du post-traitement : Slice timing, correction de mouvements, recalage de l'image T1 avec les images fonctionnelles, segmentation de l'image T1, lissage des images fonctionnelles, analyse statistique des images fonctionnelles selon le modèle linéaire généralisé, génération de cartes d'activation.

Annexe F Documents issus des cahiers d'école et du dossier scolaire



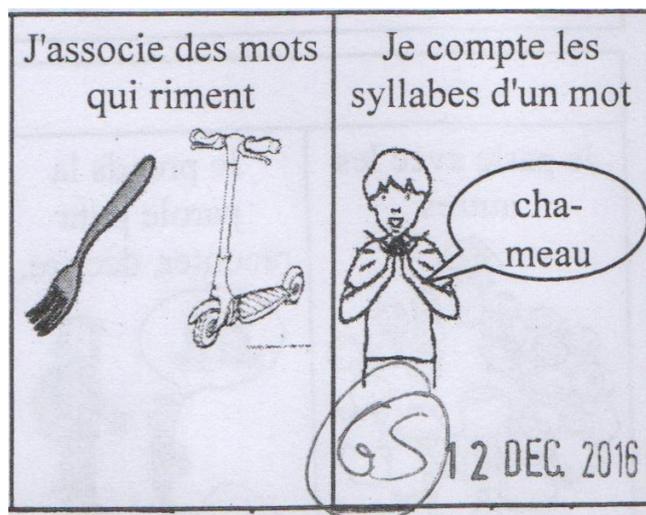
Le 21 Mars 2016, Emma reconnaît toutes les lettres de l'alphabet : elle peut associer la représentation écrite en majuscule à la représentation phonologique (connaissance des lettres).

<p>Je nomme les lettres en majuscules</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p>	<p>Je nomme la moitié des lettres en script</p> <p>a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z</p>	<p>Je nomme la moitié des lettres en attaché</p> <p>a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z</p>
--	--	---

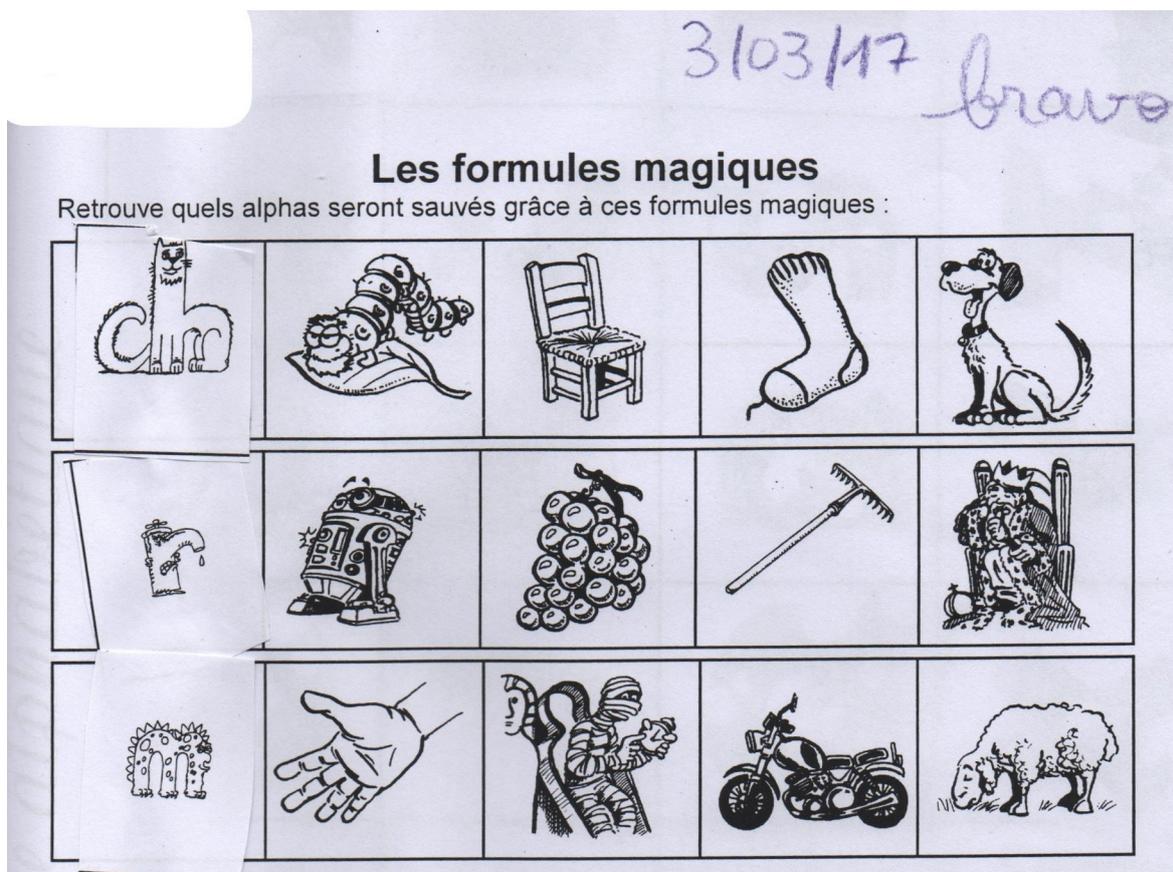
J'associe une lettre à un son

F=fffffffff

La connaissance des lettres majuscules est acquise en 2016, et la connaissance des lettres en « attaché » est acquise le 15 Juin 2017, date à laquelle Emma est aussi capable d'associer le phonème correspondant aux lettres écrites.



Le 12 Décembre 2016, Emma est sensible aux syllabes et est en mesure de les compter (épiphonologie).



Le 3 Mars 2017, Emma est capable de reconnaître un son commun à 4 mots (épiphonologie).

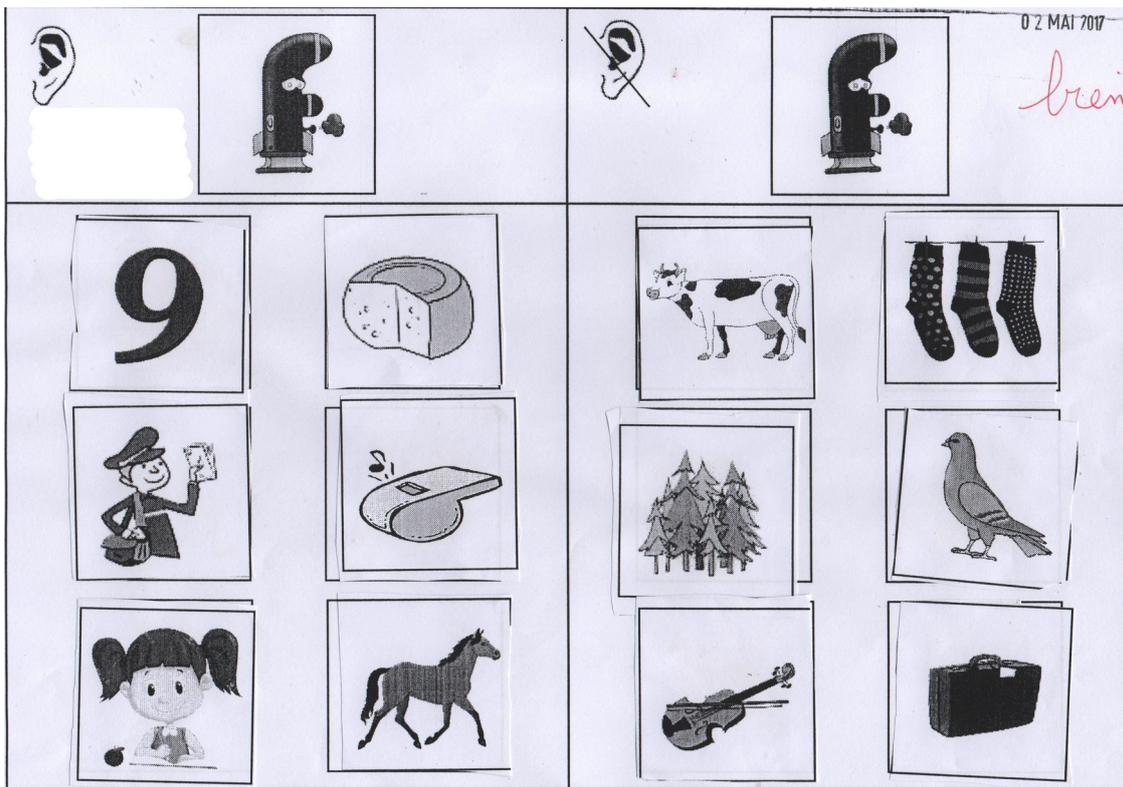
~~1 AVR. 2017~~

10 MAR. 2017

bravo !



Le 10 Mars 2017, Emma est capable d'identifier le phonème initial d'un mot (épiphonologie).



Le 2 Mai 2017, Emma est capable de classer des mots sur critère phonémique (épiphonologie).

Synthèse des acquis scolaires à la fin de l'école maternelle			
	ne réussit pas encore	est en voie de réussite	réussit souvent
Langage oral : communication, expression			
Compréhension d'un message oral ou d'un texte lu par l'adulte			X
Découverte de l'écrit ; relations entre l'oral et l'écrit			X
Geste graphique, écriture			X
Mémorisation, restitution de textes (comptines, poèmes...)			X

Le dossier scolaire rapporte qu'en fin d'école maternelle, donc en fin de GSM, Emma est capable de mémoriser des comptines et poèmes, et de les restituer (mémoire à long terme).

Annexe G Résultats aux épreuves du bilan neuropsychologique

EFFICIENCE INTELLECTUELLE

Échelle d'Intelligence de Wechsler pour enfants (WISC-IV, notes standard pondérées par l'âge)

ICV : 94	IRP : 86	IMT : 97	IVT : 73
Similitudes : 10	Cubes : 8	Mémoire des chiffres : 9	Code : 4
Vocabulaire : 7	Identification de concepts : 8	Séquence lettres-chiffres : 10	Symboles : 6
Compréhension : 10	Matrices : 8		

QIT dissocié : IVT < à ICV et IMT

ACTIVITE MNESIQUE

Mémoire de travail (MDT)

Empan de chiffres endroit : 4	-0.3 E.T.
Empan de chiffres envers : 3	+0.5 E.T.

CMS

Modalité visuo-spatiale

Apprentissage :

Localisation de points : NS : 7	<i>Rappel immédiat :</i>	<i>Rappel différé :</i>
Loc. de points (note totale) : NS : 10	Localisation de points : NS : 8	Localisation de points : NS : 11

Modalité verbale

Apprentissage :

Liste de mots : NS : 14	<i>Rappel immédiat :</i>	<i>Rappel différé :</i>
		Liste de mots : NS : 13

<i>Reconnaissance :</i>
Liste de mots : NS : 13

EPREUVES ATTENTIONNELLES

TEA-Ch

Attention soutenue sélective à modalité visuelle

Recherche dans le ciel :	Nombre de cibles correctement encerclées : 20	% cumulés : 100
	Temps par cible : 16.6	% cumulés : 10
	Note d'attention : 13.5	% cumulés : 10

Attention soutenue sélective à modalité auditive

Coups de fusil :	Nombre de réponses correctes : 4	% cumulés : 25
-------------------------	----------------------------------	----------------

Attention divisée inter-modalité

Faire 2 choses à la fois :	Score : 74.45	% cumulés : 10
-----------------------------------	---------------	----------------

Attention auditive et Réponses associées (NEPSY-II)

Attention auditive (AA)	Total correct : 21	Note étalonnée : 8
	Erreurs commission : 3	Percentile : 26-50
	Note étalonnée : 8	
	Erreurs omission : 9	Percentile : 11-25
	Erreurs inhibition : 0	Percentile : 51-75

Petite lenteur pour donner réponse à 2 reprises (2 erreurs commission), difficulté maintien vigilance en fin d'épreuve : dernière colonne d'items (manipule pages du manuel : 4 omissions à ce moment là)

EPREUVES EXECUTIVES

Planification

Figure de Rey (programme)	Score : 15/36
	Indice de planification : -1.5

Annexe H Synthèse pré et post-AVC des compétences et fonctions impliquées en langage écrit

Avant l'AVC



* Niveau de référence : niveau attendu d'un enfant de 5 ans 10 mois ou de fin d'année de GSM

Après l'AVC



Fonctions sensorielles impliquées dans le langage écrit					
		Préservée ou corrigée	Déficiente ou non corrigée	Justification / Commentaire	
Vision		X		<i>Vision corrigée.</i>	
Audition		X		<i>Aucune plainte à ce sujet.</i>	
Prérequis et précurseurs du développement du langage écrit					
		Inférieur au niveau de référence*	Correspondant au niveau de référence*	Supérieur au niveau de référence*	Justification / Commentaire
Habiletés phonologiques	Métaphonologie		X		<i>Confirmé par l'enseignante de GSM et l'exploration des cahiers.</i>
	Épiphonologie		X		
Connaissance des lettres	Nom		X		
	Forme écrite		X		
	Forme phonologique		X		
Dénomination rapide automatisée					
Compétences en langage oral nécessaires au développement du langage écrit					
		Inférieur au niveau de référence*	Correspondant au niveau de référence*	Supérieur au niveau de référence*	Justification / Commentaire
Lexique	Réception		X		<i>Aucun trouble identifié dans l'acquisition du langage oral.</i>
	Production		X		
Morphosyntaxe	Réception		X		
	Production		X		
Phonologie			X		
Fonctions cognitives impliquées dans le langage écrit					
		Inférieur au niveau de référence*	Correspondant au niveau de référence*	Supérieur au niveau de référence*	Justification / Commentaire
Fonctions exécutives	Flexibilité		X		<i>Aucune plainte à ce sujet.</i>
	Inhibition		X		
Vitesse de traitement					<i>Aucun renseignement disponible.</i>
Attention (soutenue, divisée, modalité auditive, visuelle...)			X		<i>Aucune plainte à ce sujet.</i>
Mémoire (de travail, verbale à court terme, à long terme...)			X		<i>L'enseignante de GSM rapporte de bonnes capacités de mémorisation des comptines et des apprentissages.</i>

Avant l'AVC



Après l'AVC



* **Niveau de référence** : niveau attendu d'un enfant de CE1 ou 8 ans 2 mois pour les bases du langage écrit et en langage oral, et niveau attendu d'un enfant de 6 ans 5 mois pour les fonctions cognitives

Fonctions sensorielles impliquées dans le langage écrit

	Préservée ou corrigée	Déficiente ou non corrigée	Justification / Commentaire
Vision	X		<i>Vision réévaluée et corrigée.</i>
Audition	X		<i>Aucune plainte à ce sujet.</i>

Prérequis et précurseurs du développement du langage écrit

		Inférieur au niveau de référence*	Correspondant au niveau de référence*	Supérieur au niveau de référence*	Justification / Commentaire
Habiletés phonologiques	Métaphonologie	X			<i>EVALEO (métaphonologie) : score inférieur à la norme.</i>
	Épiphonologie		X		<i>EVALEO (épiphonologie) : score supérieur à la norme, mais lenteur d'exécution.</i>
Connaissance des lettres	Nom		X		<i>EVALEO : qualitativement, les épreuves indiquent une bonne connaissance de ces aspects.</i>
	Forme écrite		X		
	Forme phonologique	X			<i>EVALEO (correspondances graphèmes-phonèmes) : score inférieur à la norme.</i>
Dénomination rapide automatisée		X			<i>EVALEO (dénomination rapide de couleurs) : temps inférieur à la norme.</i>

Compétences en langage oral nécessaires au développement du langage écrit

		Inférieur au niveau de référence*	Correspondant au niveau de référence*	Supérieur au niveau de référence*	Justification / Commentaire
Lexique	Réception			X	<i>EVALEO (désignation) : score supérieur à la norme.</i>
	Production	X			<i>EVALEO (dénomination lexicale) : score inférieur à la norme.</i>
Morphosyntaxe	Réception		X		<i>EVALEO (compréhension orale de phrases) : score dans la norme.</i>
	Production		X		<i>EVALEO (jugement de grammaticalité – correction) : score dans la norme.</i>
Phonologie				X	<i>EVALEO (dénomination phonologique) : score supérieur à la norme.</i>

Fonctions cognitives impliquées dans le langage écrit

		Inférieur au niveau de référence*	Correspondant au niveau de référence*	Supérieur au niveau de référence*	Justification / Commentaire
Fonctions exécutives	Flexibilité		X		<i>Évalué cliniquement par un neuropsychologue.</i>
	Inhibition		X		
Vitesse de traitement		X			<i>WISC-IV : Indice de Vitesse de Traitement de 73</i>
Attention (soutenue, divisée, modalité auditive, visuelle...)		X <i>(attention divisée)</i>	X <i>(maintien attentionnel)</i>		<i>TEA-Ch (maintien attention) : score dans la norme. TEA-Ch (attention divisée) : score fragile.</i>
Mémoire (de travail, verbale à court terme, à long terme...)			X		<i>WISC-IV (mémoire de travail et mémoire à court terme audivito-verbale) : scores dans les normes.</i>