



<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>



MEMOIRE présenté pour l'obtention du
CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Par

**GUILLON Céline
ZARAGOZA Julie**

**IMPACT DE LA SURVENUE ET DE LA LATERALITE
D'UN ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL
NEONATAL SUR LES PERFORMANCES EN
LANGAGE ECRIT A 8 ANS :**

*Etude de trois enfants ayant présenté un infarctus cérébral
artériel néonatal*

Maître de Mémoire

ROUSSELLE Christophe

Membres du Jury

BUSSY Gérald

GONZALEZ-MONGE Sibylle

LEVY-SEBBAG Hagar

Date de Soutenance

27 juin 2013

ORGANIGRAMMES

1. Université Claude Bernard Lyon1

Président
Pr. GILLY François-Noël

Vice-président CEVU
M. LALLE Philippe

Vice-président CA
M. BEN HADID Hamda

Vice-président CS
M. GILLET Germain

Directeur Général des Services
M. HELLEU Alain

1.1 Secteur Santé :

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur **Pr. ETIENNE Jérôme**

U.F.R d'Odontologie
Directeur **Pr. BOURGEOIS Denis**

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

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques
Directeur **Pr. VINCIGUERRA Christine**

Institut des Sciences et Techniques de
la Réadaptation
Directeur **Pr. MATILLON Yves**

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (C.C.E.M.)
Pr. GILLY François Noël

Département de Formation et Centre
de Recherche en Biologie Humaine
Directeur **Pr. FARGE Pierre**

1.2 Secteur Sciences et Technologies :

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

IUFM
Directeur **M. MOUGNIOTTE Alain**

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

POLYTECH LYON
Directeur **M. FOURNIER Pascal**

Institut des Sciences Financières et
d'Assurance (I.S.F.A.)
Directeur **M. LEBOISNE Nicolas**

Ecole Supérieure de Chimie Physique
Electronique de Lyon (ESCPE)
Directeur **M. PIGNAULT Gérard**

Observatoire Astronomique de
Lyon **M. GUIDERDONI Bruno**

IUT LYON 1
Directeur **M. VITON Christophe**

2. Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE

Directeur ISTR
Pr. MATILLON Yves

Directeur de la formation
Pr. Associé BO Agnès

Directeur de la recherche
Dr. WITKO Agnès

Responsables de la formation clinique
GENTIL Claire
GUILLON Fanny

Chargée du concours d'entrée
PEILLON Anne

Secrétariat de direction et de scolarité
BADIOU Stéphanie
BONNEL Corinne
CLERGET Corinne

REMERCIEMENTS

Dans un premier temps nous tenons particulièrement à remercier le neuropédiatre Christophe Rousselle, qui lors de l'encadrement de notre mémoire durant ces deux années, a toujours été disponible, réactif et encourageant. Tout au long de notre recherche, il nous a fait part de conseils avisés et nous a mis en lien avec différentes personnes dans le but de mener à bien notre recherche.

Nous remercions également le Docteur Stéphane Chabrier et Cyrille Renaud respectivement neuropédiatre et attaché de recherche clinique au service neuropédiatrique du CHU de Saint-Etienne. Ce sont eux qui ont sensibilisé les familles des enfants à notre recherche et qui ont rendu possible l'évaluation du langage écrit auprès de ces enfants.

Nous sommes très reconnaissantes de l'accueil que nous ont réservé Clara, Louis et Yann ainsi que de la disponibilité de leur famille.

Nous souhaitons aussi remercier le Docteur Nathalie Bedoin qui nous a gracieusement prêté différents tests et a procédé à leur analyse statistique. Durant ces deux années, elle s'est montrée intéressée, impliquée mais aussi très à l'écoute et disponible lorsque nous en avons besoin.

Un grand merci à Johanna Deron et Laure Drutel grâce à qui tout a commencé ! C'est votre mémoire qui nous a donné envie de nous intéresser au domaine de la neurologie pédiatrique. Votre apport clinique au fur et à mesure de l'avancement de notre mémoire a également constitué une aide précieuse.

De la même façon, nous remercions l'expertise clinique que nous a apportée Bruno Sarrodet, orthophoniste à l'Hôpital Femme Mère Enfant de Bron.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé à l'encadrement méthodologique de notre mémoire et plus particulièrement Agnès Witko pour son investissement et sa capacité à nous rassurer et nous encourager quand cela fut nécessaire.

Je remercie Céline pour son travail méthodique et son organisation hors pair ! Ces deux années se sont extrêmement bien déroulées tant au niveau du travail qu'au niveau personnel et ceci est vraiment appréciable ! Un grand merci à mon compagnon qui m'a apporté toute l'aide qu'il pouvait et qui a su faire preuve de patience dans les moments plus difficiles. Merci également à ma famille et à mes amis pour leur soutien et leurs encouragements sans faille.

Je tiens à remercier mes amis et ma famille pour leur soutien, et plus particulièrement mes parents grâce à qui je vais avoir la chance de pouvoir exercer un métier qui me plaît ! Un immense merci à Grégoire qui a toujours su m'encourager et me soutenir dans les moments difficiles durant ces 4 années d'études. Je garde le meilleur pour la fin en te remerciant Julie, toi sans qui ces deux dernières années n'auraient pas été aussi faciles. Merci pour ta bonne humeur, ta rigueur et ton amitié !

SOMMAIRE

ORGANIGRAMMES	2
1. <i>Université Claude Bernard Lyon1.....</i>	2
1.1 <i>Secteur Santé :.....</i>	2
1.2 <i>Secteur Sciences et Technologies :.....</i>	2
2. <i>Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE</i>	3
REMERCIEMENTS.....	4
SOMMAIRE.....	5
INTRODUCTION.....	7
PARTIE THEORIQUE.....	8
I. LATERALISATION HEMISPHERIQUE DU LANGAGE	9
1. <i>Chez l'adulte</i>	9
2. <i>La mise en place de la latéralisation du langage chez l'enfant.....</i>	10
3. <i>Méthodes d'investigation de l'organisation fonctionnelle cérébrale</i>	12
II. SURVENUE D'UN AVC EN PERIODE NEONATALE.....	14
1. <i>L'AVC néonatal.....</i>	14
2. <i>Les différentes conséquences de l'AVC néonatal</i>	16
3. <i>L'impact de l'AVC sur la réorganisation fonctionnelle du langage</i>	17
III. LE LANGAGE ECRIT	20
1. <i>La lecture</i>	20
2. <i>L'orthographe</i>	21
3. <i>Lien entre lecture et orthographe.....</i>	22
4. <i>Autres compétences nécessaires au langage écrit.....</i>	23
5. <i>Localisations cérébrales.....</i>	23
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES.....	24
I. PROBLEMATIQUE	25
II. HYPOTHESES.....	25
1. <i>Hypothèse générale.....</i>	25
2. <i>Hypothèses opérationnelles.....</i>	26
PARTIE EXPERIMENTALE	27
I. POPULATION.....	28
1. <i>Choix de la population</i>	28
2. <i>Recherche de la population.....</i>	28
3. <i>Présentation de la population</i>	29
II. PASSATION.....	34
1. <i>Lieu et période de passation.....</i>	34
2. <i>Déroulement des rencontres.....</i>	34
III. PROTOCOLE EXPERIMENTAL	34
1. <i>Evaluation du langage écrit</i>	34
2. <i>Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit</i>	38
3. <i>Evaluation de la latéralité manuelle : test d'Edinburgh.....</i>	40
4. <i>Tests comportementaux</i>	40
PRESENTATION DES RESULTATS.....	44
I. ETUDE DU CAS DE CLARA	45
1. <i>Evaluation du langage écrit</i>	45
2. <i>Evaluation de la latéralité manuelle</i>	48
3. <i>Evaluation des latéralités hémisphériques</i>	48
II. ETUDE DU CAS DE LOUIS.....	50
1. <i>Evaluation du langage écrit</i>	50
2. <i>Evaluation de la latéralité manuelle</i>	53
3. <i>Evaluation des latéralités hémisphériques du langage</i>	53
III. ETUDE DU CAS DE YANN.....	55

1.	<i>Evaluation du langage écrit</i>	55
2.	<i>Evaluation de la latéralité manuelle</i>	58
3.	<i>Evaluation des latéralités hémisphériques</i>	58
DISCUSSION DES RESULTATS		60
I.	ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS	61
1.	<i>L'organisation anatomo-fonctionnelle cérébrale</i>	61
2.	<i>Impact de la réorganisation cérébrale sur les performances en langage écrit</i>	64
3.	<i>Impact de la latéralité de la lésion sur les performances en langage écrit</i>	66
4.	<i>Recherche d'un effet du gradient de complexité des épreuves sur les performances en langage écrit</i>	67
II.	LIMITES ET POINTS FORTS DE NOTRE ETUDE	68
1.	<i>Population</i>	68
2.	<i>Matériel</i>	69
3.	<i>Procédure</i>	70
III.	APPORTS DE NOTRE ETUDE	71
1.	<i>Sur le plan personnel</i>	71
2.	<i>Sur les plans clinique et théorique</i>	72
IV.	OUVERTURE	73
1.	<i>Pistes d'amélioration de l'expérimentation</i>	73
CONCLUSION		74
BIBLIOGRAPHIE		75
ANNEXES		81
TABLE DES ANNEXES		82
	ANNEXE I : SCHEMA ILLUSTRANT LE PRINCIPE D'ECOUTE DICHOTIQUE (KIRUMA, 1961)	83
	ANNEXE II : PROJECTION DES HEMICHAMPS VISUELS AUX HEMISPHERES CONTROLATERAUX	84
	ANNEXE III : SCHEMATISATION DU MODELE DE LECTURE A DOUBLE VOIE SELON LA THEORIE DE COLTHEART (1978)	85
	ANNEXE IV : MODELE A DOUBLE VOIE DANS LA PRODUCTION ORTHOGRAPHIQUE	86
	ANNEXE V : SCHEMA DES ZONES CEREBRALES DEVOLUES AU TRAITEMENT DU LANGAGE ECRIT	87
	ANNEXE VI : IMAGERIES PARENCHYMATEUSES DES TROIS ENFANTS	88
1.	<i>Localisation lésionnelle chez Clara</i>	88
2.	<i>Localisation lésionnelle chez Louis</i>	88
3.	<i>Localisation lésionnelle chez Yann</i>	88
	ANNEXE VII : APERÇU DE L'ÉPREUVE « COMPREHENSION-MORPHOSYNTAXE » DE LA L2MA 2	89
	ANNEXE VIII : QUESTIONNAIRE DE LATERALITE MANUELLE D'EDINBURGH, D'APRES OLDFIELD (1971) ..	89
	ANNEXE IX : APERÇU DES EPREUVES COMPORTEMENTALES EVALUANT LA LATERALISATION DES FONCTIONS LANGAGIERES ET VISUO-SPATIALES	91
1.	<i>Aperçu de l'épreuve de lecture tachistoscopique Diviword (Bedoin)</i>	91
2.	<i>Aperçu de l'épreuve des Baguettes magiques basée sur le paradigme de Vernier (Castello-Lopez, 2011)</i>	91
	ANNEXE X : PRODUCTIONS DE LA COPIE DE LA FIGURE DE REY PAR LES TROIS ENFANTS	92
1.	<i>Figure de Rey réalisée par Clara</i>	92
2.	<i>Figure de Rey réalisée par Louis</i>	92
3.	<i>Figure de Rey réalisée par Yann</i>	93
	ANNEXE XI : TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DE TOUTES LES EPREUVES DU PROTOCOLE	94
TABLE DES ILLUSTRATIONS		101
1.	<i>Liste des tableaux</i>	101
2.	<i>Liste des figures</i>	101
TABLE DES MATIERES		102

INTRODUCTION

L'incidence des accidents vasculaires cérébraux (AVC) néonataux est d'environ 63 cas pour 100 000 naissances quand celle des accidents vasculaires cérébraux survenant dans l'enfance est de 1,3 à 13 cas pour 100 000 naissances (Béjot et al., 2009). Pourtant, cette pathologie demeure très peu connue et peu d'études se sont intéressées à l'évolution et au devenir de ces enfants ayant subi un AVC en période néonatale. Ce constat nous a alors amenés à nous intéresser à cette pathologie pour tenter d'apporter de nouveaux éléments.

Notre maître de mémoire, monsieur Rousselle, nous a alors mis en relation avec le docteur Chabrier, neuropédiatre au CHU de Saint-Etienne. En effet, lui et son équipe ont mis en place une étude longitudinale appelée « cohorte AVCnn » dont le but est d'étudier la physiopathologie ainsi que l'évolution motrice et cognitive de ces enfants. A l'issue de la lecture des comptes-rendus orthophoniques d'évaluation du langage proposée à 7 ans aux enfants de cette cohorte, un constat clinique a émergé. Plusieurs de ces enfants présentaient effectivement des difficultés au test de leximétrie.

A partir de ces données cliniques, nous avons exploré les études scientifiques existantes se rapportant au langage écrit dans des cas d'AVC néonataux. Nous nous sommes alors rendu compte que peu de recherches traitaient de ces deux domaines. Néanmoins, la littérature fait état d'une fréquence importante de cas de retards de langage dans cette population. Etant donné que le langage écrit est fortement sous-tendu par les compétences en langage oral, nous nous sommes posé la question d'un impact de la survenue d'un AVC néonatal sur les performances en langage écrit.

Nous avons alors émis l'hypothèse que les mécanismes de plasticité cérébrale, faisant suite à la survenue d'un AVC néonatal, entraînent des réorganisations anatomo-fonctionnelles qui modifient les dominances hémisphériques innées. La latéralisation hémisphérique langagière post-lésionnelle peut donc avoir des conséquences sur le développement du langage que ce soit sur le versant oral, comme l'ont souligné certains auteurs (Kirton & deVeber, 2009), ou sur le versant écrit.

Dans un premier temps, nous énoncerons les bases théoriques nécessaires à l'élaboration de ce travail de recherche. Pour cela, nous décrirons les données actuelles concernant la latéralisation hémisphérique du langage, nous présenterons la pathologie de l'AVC néonatal puis nous dresserons un état des lieux des différentes composantes du langage écrit. Dans un second temps, nous présenterons les trois enfants ayant participé à notre étude de cas multiples ainsi que le protocole expérimental que nous leur avons proposé. Enfin, après avoir exposé les résultats obtenus aux différentes épreuves, nous les analyserons puis les discuterons afin de les confronter à nos hypothèses de départ.

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

I. Latéralisation hémisphérique du langage

1. Chez l'adulte

1.1. Données sur les dominances hémisphériques

Grâce aux avancées en neuroanatomie, de nombreuses découvertes sur l'anatomie du cerveau adulte ont été réalisées. Depuis de plusieurs décennies, les études portant sur le fonctionnement des hémisphères cérébraux menées chez l'adulte montrent la présence d'une spécialisation hémisphérique. En effet, l'hémisphère droit et l'hémisphère gauche traitent des informations de natures différentes.

Il existe une dominance hémisphérique gauche pour la production et la compréhension du langage tandis que l'hémisphère droit est spécialisé dans l'analyse des stimuli non verbaux, comme la musique, les visages, les émotions et l'organisation spatiale (Rosa & Lassonde, 2005). L'existence de cette asymétrie fonctionnelle est parfois sous-tendue par une asymétrie anatomique comme c'est le cas par exemple pour le planum temporale, plus important à gauche, qui serait la base anatomique de la spécialisation hémisphérique du langage (Crivello & Tzourio-Mazoyer, 2003).

Selon Narbona et Fernandez (2007), cette prise en charge du langage par la partie gauche du cerveau se retrouve chez environ 87% de la population, 8% ayant une latéralisation droite du langage et 5% une répartition bilatérale. De plus, il est clair que la latéralité manuelle des individus est fortement liée à la spécialisation hémisphérique du langage : 96% des personnes droitières ont leur centre du langage à gauche tandis que cela le cas chez 70% des gauchers. En outre, plus un individu a une latéralité manuelle gauche marquée, moins sa dominance hémisphérique pour le langage est typiquement localisée à gauche (Isaacs et al., 2006).

D'autre part, chaque hémisphère cérébral utilise un mode de traitement qui lui est propre lorsqu'une information lui parvient. On parle d'un traitement analytique et séquentiel pour l'hémisphère gauche et d'un traitement global et holistique pour l'hémisphère droit.

Cependant, de récentes données tendent à effacer cette vision dichotomique des fonctions cognitives prises en charge par chaque hémisphère cérébral (Hickok, 2009). Le rôle de l'hémisphère droit est de plus en plus reconnu dans la production de la parole et dans sa compréhension. Pour Joannette (2004, p.5), « les bases neurobiologiques de la communication verbale ont peu à peu été comprises comme le fait d'une organisation complexe procédant des deux hémisphères cérébraux, chacun à sa façon. »

1.2. Les différentes aires cérébrales dévolues au traitement du langage

Le langage n'est pas une fonction unitaire car il est produit et analysé dans différentes structures cérébrales. Bien que majoritairement latéralisée à gauche, la capacité

langagière implique de nombreuses autres aires dont certaines se trouvent dans l'hémisphère droit.

Depuis la fin du 19^{ème} siècle et les découvertes faites notamment par Broca et Wernicke, il est établi que l'aire de Broca, région ventro-postérieure du lobe frontal gauche (ou gyrus frontal inférieur), est impliquée dans la production de la parole, alors que l'aire de Wernicke, partie postéro-supérieure du lobe temporal gauche, établit des relations entre les aspects sonores des mots et leur sens. Ces deux zones principales du langage sont reliées par un faisceau de fibres nerveuses, appelé faisceau arqué, créant un lien entre les zones de production et de réception du langage. En parallèle, dès 1909, Brodmann établit une « carte » du cerveau appelée « parcellisation cytoarchitectonique » afin de rendre compte du lien existant entre chaque zone cérébrale et la fonction à laquelle elle est dévolue. Cinquante-deux aires de Brodmann (« Brodmann areas » ou BA) sont alors délimitées.

Depuis ce premier découpage anatomique du cerveau, des progrès ont été réalisés, notamment grâce aux imageries cérébrales qui permettent de localiser de façon plus précise la zone activée par chacun des domaines linguistiques. Tzourio-Mazoyer (2003) expose avec précision les diverses activations linguistiques hémisphériques gauches : le lobe temporal gauche est notamment le support de la phonologie, du traitement des mots et du traitement du sens en général alors que lobe frontal gauche est quant à lui le point d'ancrage de l'articulation de la parole ainsi que du choix et de la manipulation des mots en vue de leur prononciation.

Plusieurs domaines linguistiques, bien que majoritairement traités par l'hémisphère gauche, sont répartis bilatéralement. Chez l'enfant, c'est notamment le cas pour les tâches lexicales, syntaxiques et pour le discours narratif (Reilly, 1998). En revanche, selon Baciuc (2012), il existe un réseau phonologique ancré dans les régions périsylviennes gauches uniquement (principalement au niveau du gyrus frontal inférieur et des régions temporales supérieures). En cela, l'hémisphère gauche est le seul capable de réaliser un traitement des correspondances grapho-phonémiques.

Si la spécialisation hémisphérique gauche pour le langage fait consensus chez l'adulte, ce n'est pas le cas chez l'enfant. En effet différentes théories tentent d'expliquer la mise en place de la latéralisation langagière.

2. La mise en place de la latéralisation du langage chez l'enfant

Deux théories principales et opposées ont été développées pour expliquer le processus de spécialisation de chaque hémisphère cérébral. Mais depuis quelques années, une troisième vision de la mise en place de la dominance hémisphérique rapproche ces deux points de vue antagonistes en trouvant un « juste milieu ».

2.1. Equipotentialité hémisphérique initiale

La théorie de l'équipotentialité développée par Lenneberg en 1967 (cité par Zesiger & Majerus, 2009) défend l'idée qu'à la naissance, chacun des hémisphères cérébraux du nourrisson peut prendre en charge indifféremment n'importe quelle fonction cognitive, y

compris le langage. La spécialisation hémisphérique s'effectuerait alors progressivement entre l'âge de 2 et 12 ans. Selon ce point de vue, le cerveau est complètement « plastique » pour le langage durant les premiers temps de la vie. Par conséquent, une lésion cérébrale précoce au sein de l'hémisphère gauche n'entraînerait aucun déficit sur le développement futur du langage de l'enfant.

En outre, en 2008, Libzda et Staudt ajoutent que la représentation initiale bilatérale de la langue chez les jeunes enfants est un pré-requis important pour l'efficacité des mécanismes de réorganisation. En effet, l'efficacité de la réorganisation cérébrale chez l'enfant montrerait que le langage se développerait au sein d'un réseau bilatéral pouvant être facilement modifié lors notamment d'un accident vasculaire cérébral. D'autres recherches, montrant que différents systèmes neuronaux peuvent accueillir le langage, vont également dans le sens d'une équipotentialité hémisphérique (Reilly, 1998).

Cependant depuis de nombreuses années, une remise en cause de cette théorie apparaît car de nombreux biais méthodologiques ont été soulignés dans les recherches de Lenneberg.

2.2. Spécialisation hémisphérique précoce

Selon Kinsbourne et Hiscock (1977, cités par Narbona & Fernandez, 2006), la spécialisation hémisphérique est présente à la naissance et ne se modifie pas au cours du développement même si une plasticité cérébrale est présente.

Il existerait donc une irréversibilité déterminée, ce qui signifie que les régions seraient déjà spécialisées pour une fonction cognitive à la naissance ; la dominance hémisphérique gauche pour le langage serait même présente au stade fœtal.

Cette théorie est devenue dominante dans les années 1970-1980 grâce à diverses études montrant la présence de déficits langagiers après une lésion gauche précoce alors que des conséquences non verbales plus importantes étaient remarquées lors d'une lésion hémisphérique droite. De plus pour Hellige en 1993 (cité par Castello-Lopez, 2011), cette spécialisation cérébrale précoce serait sous-tendue par des asymétries anatomiques comme c'est le cas pour le planum temporale qui a une taille plus importante à gauche dès la 31^{ème} semaine d'aménorrhée.

Une lésion cérébrale gauche, même de petite taille, engendrerait alors dès le plus jeune âge des difficultés subtiles mais persistantes au niveau langagier. L'hémisphère gauche aurait donc une spécialisation innée pour le langage, ce qui entraînerait des limites pour la plasticité cérébrale même si des compensations pour les tâches langagières sont possibles. Par conséquent, toute réorganisation cérébrale post-lésionnelle sera toujours imparfaite.

2.3. Conception émergentiste

La théorie émergentiste, développée par Bates en 1999, montre l'existence d'un « juste milieu » se situant entre l'équipotentialité de Lenneberg et la prédétermination innée de l'organisation cérébrale du langage. En effet pour l'auteure, les deux hémisphères ne peuvent pas prendre en charge de manière indifférenciée la fonction langagière à la

naissance car 95 à 98% de la population ont leur langage localisé à gauche ; cependant l'importante récupération cérébrale lors de lésions précoces montre qu'il est impossible de dire que la localisation périsylvienne gauche est la seule possible pour le langage.

Il y a donc dès la naissance des contraintes internes au fonctionnement cérébral, comme l'architecture cérébrale, auxquelles s'ajoutent des données développementales telles que l'apprentissage, la pensée et le comportement. Les localisations sont alors modifiables par l'expérience et variables dans leur forme à la suite des variations de l'expérience. Bates réfute la théorie selon laquelle il y aurait des régions distinctes du cerveau pour faire face à des types particuliers de contenu car selon elle, le cerveau humain répond à la pluripotentialité, c'est-à-dire que le tissu cortical est capable de prendre en charge des représentations sur un large éventail, avec des degrés variables de succès en fonction des différences inter-individuelles qu'elles soient innées ou acquises.

Le point de vue émergentiste paraît donc compatible avec les preuves de la neurobiologie du développement en ce qui concerne la plasticité post-lésionnelle chez le jeune enfant et la préférence hémisphérique des fonctions lors de la spécialisation corticale.

3. Méthodes d'investigation de l'organisation fonctionnelle cérébrale

Le test de Wada, consistant à injecter un anesthésique dans une des artères carotides cérébrales afin de déterminer la spécialisation hémisphérique d'un sujet, a été utilisé entre le milieu du XX^{ème} et le début du XXI^{ème} siècle. Aujourd'hui, de nouvelles méthodes comme l'imagerie cérébrale sont mises en place pour évaluer la dominance hémisphérique de manière beaucoup moins invasive.

3.1. Imagerie cérébrale : IRMf

L'IRMf, ou imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, permet d'étudier le fonctionnement cérébral de façon non invasive. Cette technique permet d'obtenir une image des zones cérébrales activées lors de tâches particulières (langagières ou motrices par exemple) effectuées par le patient. Selon Deron et Drutel en 2009, c'est plus exactement la combinaison des images obtenues en IRM et en IRMf qui permet d'établir des corrélations anatomo-fonctionnelles.

Lors d'une IRMf, la visualisation du fonctionnement cérébral est possible grâce à la modulation du débit sanguin qui a lieu dans le cerveau. La plupart des paradigmes mis en place consistent donc à passer d'un temps de « repos » à un temps « d'activité » pour connaître la zone sollicitée par chaque tâche proposée (Le Bihan, 1997). Au cours d'une tâche, l'IRMf mesure la variation locale des molécules d'oxygène dans le sang, c'est-à-dire la teneur en déoxy-hémoglobine. Il y a donc activation d'une région cérébrale lorsque l'oxygène est consommé par cette aire.

Lors des études portant sur le langage, l'examen en IRMf permet de voir précisément les relations existant entre certaines tâches linguistiques et l'activation d'aires cérébrales spécifiques. Cette imagerie permet alors une compréhension plus fine de l'organisation fonctionnelle cérébrale du langage.

L'IRMf permet d'observer l'activité de groupes de neurones pour un cerveau sain mais également pathologique. Ainsi, une lésion cérébrale quelle qu'elle soit, entraîne une spécialisation hémisphérique atypique du langage, faisant suite à une réorganisation inter- et/ou intra-hémisphérique.

3.2. Test comportementaux

3.2.1. Ecoute dichotique

Le test d'écoute dichotique est une épreuve indirecte non invasive qui permet de connaître l'hémisphère dominant pour le traitement des sons de la parole et de savoir dans quelle mesure cet hémisphère prend en charge la fonction auditivo-verbale. Cette technique consiste à présenter de façon simultanée un stimulus verbal différent dans chacune des deux oreilles. Le patient doit alors énoncer à voix haute ce qu'il a entendu. Cela permet d'observer ou non la dominance d'une des deux oreilles pour le traitement de la parole.

Il est admis que les voies auditives cheminent de l'oreille au cortex auditif de façon ipsilatérale, mais aussi et surtout de façon contralatérale, par l'intermédiaire des voies transcalleuses reliant les aires auditives de chaque hémisphère. Ce transfert de l'information auditive par les projections contralatérales est beaucoup plus important. Kiruma en 1961 (cité par Ramos, 2006) indique même que les voies ipsilatérales pourraient être totalement inhibées lors de cette écoute dichotique (Cf. annexe I).

Par conséquent, des performances plus élevées de l'oreille droite attestent une dominance gauche pour la représentation de la parole : on parle alors de REA (Right Ear Advantage). Des résultats supérieurs pour l'oreille gauche témoignent d'un LEA (Left Ear Advantage). Étant donné l'importante proportion d'individus ayant leur langage localisé dans l'hémisphère gauche, un REA doit majoritairement apparaître dans la population.

En 2010, Bedoin, Ferragne et Marsico montrent que le REA diminue lorsque le voisement est l'élément qui varie entre les deux stimuli présentés, alors que ce n'est pas le cas lors de la variation du lieu d'articulation. Ceci signifie donc que l'hémisphère droit serait plus impliqué dans le traitement du voisement que dans celui du lieu articulatoire.

3.2.2. Lecture en champ visuel divisé (lecture tachistoscopique)

Comme l'épreuve d'écoute dichotique le permet pour la modalité auditivo-verbale, la lecture en hémichamp visuel permet de voir quelle est la dominance hémisphérique pour la modalité visuelle.

Lors de cette épreuve informatisée, le sujet doit fixer son attention au centre de l'écran. Un mot ou un pseudo-mot apparaît alors très rapidement (sans possibilité d'effectuer une saccade oculaire) d'un côté ou de l'autre du point de fixation, projetant ainsi une information directement à l'hémisphère contralatéral (Cf. annexe II). A ce moment là, la personne doit lire à voix haute le mot qu'elle vient de voir. La lecture tachistoscopique montre en général un avantage du champ visuel droit, et donc de l'hémisphère gauche, sans variation quantitative de cet avantage avec l'âge (Rosa & Lassonde, 2005).

Pour la plupart de la population, l'hémisphère gauche est donc dominant pour le traitement du langage dans les modalités auditive et écrite.

3.2.3. Paradigme de Vernier

L'acuité de Vernier, également appelée minimum de décalage, est la capacité à détecter de petits décalages entre deux traits qui ont quasiment la même direction. Le sujet doit donc juger la position relative d'un segment par rapport à un autre selon qu'ils soient alignés ou non. Cette acuité visuelle dépend de la capacité de traitement visuo-spatial, ce dernier ayant lieu au sein de l'hémisphère droit pour la plupart des individus. Un pourcentage de bonnes réponses plus élevé lors de la présentation en hémichamp gauche témoignerait d'une dominance de l'hémisphère droit pour cette tâche visuo-spatiale.

II. Survenue d'un AVC en période néonatale

1. L'AVC néonatal

1.1. Définition

Selon Kirton et deVeber (2009), l'AVC *néonatal* se définit comme un accident symptomatique entre la naissance et le 28^{ème} jour de vie. Il appartient à la catégorie des AVC *périnataux* qui sont caractérisés par un AVC survenant entre la 28^{ème} semaine de gestation et le 28^{ème} jour de vie. D'après Bennathan et al. en 2006, le terme AVC regroupe les ischémies artérielles cérébrales, les thromboses veineuses et les hémorragies intracrâniennes. Un type particulier d'AVC sera étudié ici : les ischémies artérielles cérébrales ou infarctus cérébraux artériels qui se caractérisent par la diminution ou l'arrêt du débit sanguin cérébral artériel pouvant conduire à une mort des neurones locaux (Renaud, 2011).

Selon Charollais, Lardennois et Marret (2003), les AVC constituent essentiellement une pathologie de l'enfant à terme. De plus, dans 94% des cas, la zone cérébrale lésée se situe dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne, majoritairement de l'hémisphère gauche, et implique des structures corticales. Le territoire superficiel de cette artère comprend notamment les aires motrices, sensibles et langagières.

1.2. Diagnostic

Par définition, l'AVC *néonatal* est diagnostiqué dans les 28 premiers jours de vie. Ce diagnostic clinique repose dans 44 à 91% des cas sur la survenue d'une crise d'épilepsie unilatérale (Béjot et al., 2009). Au stade aigu, d'autres symptômes sont relevés à une fréquence moindre : apnée, hypotonie ou baisse de la vigilance (Bennathan et al., 2006).

Cependant, ce diagnostic néonatal n'est pas toujours possible comme le montrent Lee et al. dans leur étude en 2005, puisque 42% des nourrissons ayant subi un AVC néonatal ne présentent pas de signes cliniques à cette période. L'infarctus passe alors inaperçu et sera

diagnostiqué rétrospectivement après plusieurs semaines, mois ou années. Le diagnostic fera alors suite à la manifestation de symptômes tels qu'un retard de développement, une hémiparésie, une atrophie d'un hémicorps, une crise épileptique ou encore une imagerie cérébrale (Chabrier et al., 2009). Comme il est alors difficile de définir la date de survenue de l'accident, ces AVC sont dénommés *infarctus cérébraux présumés d'origine périnatale*.

Une imagerie cérébrale permet alors une confirmation du diagnostic. L'échographie transfontanellaire, le scanner X et l'imagerie par résonance magnétique sont les principaux examens pratiqués à la recherche d'un territoire cérébral ischémié.

1.3. Incidence

L'incidence des AVC néonataux est supérieure à celle des AVC de l'enfant non nouveau-né. En effet, l'incidence de l'infarctus cérébral artériel périnatal est estimée entre 1/1578 et 1/5000 naissances selon les auteurs (Béjot et al., 2009 ; Chabrier et al., 2009 ; Kirton & deVeber, 2009). L'AVC périnatal est ainsi la forme clinique la plus fréquente d'AVC survenant dans la tranche d'âge pédiatrique (Chabrier et al., 2009). Il est cependant complexe d'évaluer de façon fiable l'incidence des AVC néonataux étant donné qu'un accident vasculaire passe plus facilement inaperçu chez un nouveau-né. En outre, si une absence de symptômes est associée à une absence de séquelles, la lésion neurologique pourra ne jamais être décelée.

1.4. Etiologie – Facteurs de risques

Les étiologies de l'infarctus cérébral artériel néonatal sont multiples et diffèrent de celles des enfants plus âgés et de l'adulte. Elles ne sont que très rarement trouvées. Les causes d'AVC, variant en fonction de l'âge de l'enfant, sont classiquement regroupées en facteurs de risque acquis et constitutionnels. Pour Béjot et al. (2009), les principales causes de survenue d'un AVC du nouveau-né sont d'origine maternelplacentaire (cardiaque, post-infectieuse, et vasculaire). Les caractéristiques fréquemment associées à la survenue d'un infarctus artériel périnatal rapportées par plusieurs auteurs (Chabrier et al., 2009 ; Charollais et al., 2003 ; Kirton & deVeber, 2009) sont entre autres l'infertilité, la primiparité, la nécessité d'une césarienne, une souffrance fœtale aiguë et une éclampsie. De plus, Charollais et al. constatent que 77% des nouveau-nés atteints d'une ischémie cérébrale sont des garçons.

1.5. Pronostic

Du fait d'une plasticité cérébrale très importante à cet âge de la vie, puisque le cerveau est en plein développement (Charollais et al., 2003), le pronostic suite à une lésion cérébrale néonatale est meilleur que celui de l'adulte. Il est de plus variable entre les différentes études en fonction de la définition retenue des AVC néonataux, de l'inclusion des enfants prématurés et de la durée du suivi. En 2001, Lynch et Nelson (cités par Béjot et al., 2009) font état de seulement 3% de décès chez 579 enfants ayant subi un infarctus cérébral néonatal. Enfin, le taux de récurrence d'AVC chez ces nouveau-nés, estimé entre 3 et 5% par Bennathan et al., est moindre par rapport à celui du grand enfant et de l'adulte.

2. Les différentes conséquences de l'AVC néonatal

En fonction des critères d'inclusion et de la durée du suivi des études, les conséquences de l'AVC néonatal diffèrent. En 2009, Chabrier et al. constatent que les études ayant le plus long suivi sont aussi celles qui montrent l'évolution la plus défavorable.

2.1. Séquelles motrices

De nombreux auteurs soulignent une fréquence d'apparition des troubles moteurs de 30 à 60% des cas d'infarctus ischémique artériel (Charollais et al., 2003 ; Kolk et al., 2011). Toutefois, la survenue de séquelles motrices suite à un AVC néonatal dépend de différents facteurs. En effet, Kirton et deVeber observent en 2009 qu'une lésion distale de l'artère cérébrale moyenne prédit de faibles risques de présenter un déficit moteur. De même, Husson et al. (2010) indiquent que dans les infarctus cérébraux moyens superficiels isolés, 88% des enfants ne présentent pas de troubles moteurs. En 2000, Miller souligne même une récupération complète de la fonction motrice pour beaucoup d'enfants. Toutefois, le temps est une variable à prendre en compte car les déficits moteurs sont plus fréquemment présents à distance de l'AVC (Mercuri et al., cités par Chabrier et al., 2009).

2.2. Séquelles cognitives

Des conséquences d'un AVC néonatal sont rapportées dans différents domaines cognitifs.

En 2011, Kolk et al. postulent que les déficits cognitifs sont majorés lorsqu'une épilepsie est installée chez un enfant ayant subi un infarctus cérébral néonatal. Kirton et deVeber (2009) estiment que les déficits neurologiques ou d'épilepsie surviennent chez 75% des survivants d'AVC ischémiques périnataux alors que Charollais et al. (2003) estiment qu'une épilepsie réapparaît dans seulement 12,5% des cas publiés.

D'après la majorité des études, les scores d'intelligence d'enfants ayant subi un AVC en période néonatale se situent dans la norme (Golomb, 2009 ; Kolk et al., 2011). A l'inverse, Talib et al. (2008) ont observé que les enfants ayant subi un AVC périnatal avaient des scores de quotient intellectuel en dessous de la norme, le quotient intellectuel médian des enfants de cette étude étant de 60.

Différents domaines neuropsychologiques peuvent alors être altérés chez des enfants ayant présenté un AVC périnatal, comme la mémoire verbale, la mémoire visuelle et l'attention visuelle (Talib et al., 2008). Kolk et al. remarquent également de moins bons résultats chez des enfants ayant subi un AVC néonatal à des épreuves d'attention visuelle et auditive, à des épreuves visuo-spatiales et de mémoire à court terme, dans les modalités visuelle et auditive. De plus, Westmacott et al. (2010) font état de moins bonnes capacités de mémoire de travail chez des enfants ayant présenté un AVC périnatal. De plus, des troubles du comportement sont relevés par Chabrier et al. (2009) dans 22% des cas, alors que Kolk et al. rapportent une préservation des fonctions exécutives car la région préfrontale est fréquemment épargnée en cas d'AVC.

2.3. Séquelles langagières

De nombreuses études relatent des difficultés langagières orales dans l'enfance suite à un AVC néonatal. Pour Kirton et deVeber en 2009, les déficits du langage surviennent dans 20 à 60% des cas. Les études de Lee et al. (2005) et de Chabrier et al. (2009) estiment que 25% de ces enfants présentent un retard de langage. De plus, les difficultés rencontrées chez ces enfants se situent tant au niveau expressif que réceptif (Talib et al., 2008). Toutes ces observations sont corroborées en 2011 par Kolk et al. qui suggèrent de moins bonnes performances chez ces enfants dans la plupart des sous-épreuves linguistiques proposées : épreuves phonologiques, de compréhension de consignes et de phrases mais aussi de fluence verbale sémantique et phonémique.

Selon Nass (1997), les déficits linguistiques diminuent avec l'augmentation de l'âge, ce qui suggère qu'un retard d'acquisition du langage peut être comblé. Cependant, des déficits subtils pourraient persister, notamment en ce qui concerne des tâches linguistiques plus complexes. En effet, il a été observé qu'un AVC précoce aurait peu de conséquences sur le lexique et la syntaxe mais en aurait sur le développement tardif de fonctions cognitives plus élaborées comme le discours (Chapman et al., 2003). Toutefois, Miller (2000) estime que l'effet d'un AVC néonatal sur les fonctions cognitives, et particulièrement sur l'acquisition du langage, n'est pas établi.

Peu d'études se sont intéressées aux répercussions d'une lésion cérébrale précoce sur la lecture et l'écriture. Si Woods et Carey (1979), n'ont relevé aucune difficulté en lecture chez des enfants ayant présenté une lésion hémisphérique gauche congénitale, ils ont cependant remarqué que l'orthographe était leur unique domaine de difficulté. Aram et al. (1990, 1991, cités par Nass, 1997) ont quant à eux trouvé que les résultats en lecture d'enfants ayant subi une lésion hémisphérique congénitale gauche ou droite, étaient inférieurs à ceux des sujets contrôles mais de façon non significative. De plus, ils relèvent qu'une lésion droite engendrerait plus de difficultés en orthographe qu'en lecture.

3. L'impact de l'AVC sur la réorganisation fonctionnelle du langage

3.1. Différents mécanismes de plasticité cérébrale

La plasticité anatomo-fonctionnelle permet l'adaptation du sujet à des facteurs environnementaux normaux, comme l'apprentissage (plasticité naturelle), ou pathologiques (plasticité post-lésionnelle). Cette réorganisation se traduit par une modification quantitative et qualitative des structures cérébrales permettant de restaurer, au moins en partie, les fonctions altérées suite à une lésion cérébrale (Narbona & Fernandez, 2007).

3.1.1. Les quatre mécanismes de neuroplasticité de Grafman & Litvan

En 1999, Grafman et Litvan (cités par Belin, 1999) explicitent différents mécanismes de plasticité cérébrale.

-
- « L'adaptation des aires cérébrales homologues » se caractérise par un transfert inter-hémisphérique d'une fonction cérébrale en miroir, c'est-à-dire dans la même zone corticale de l'hémisphère controlatéral. Ce phénomène intervient principalement lors d'atteintes cérébrales précoces des aires du langage (Staudt et al., 2002 ; Tillema et al., 2008).
 - Le « cross-modal reassignement » implique la réutilisation d'une aire cérébrale lésée pour une nouvelle fonction à laquelle elle n'était pas initialement dévolue.
 - Le phénomène « d'extension des cartes corticales » témoigne de la flexibilité des zones corticales impliquées dans une fonction particulière. En effet, la taille de l'aire corticale lésée diminue au profit des zones corticales avoisinantes qui réorganiseront une nouvelle fonction.
 - Enfin, la « mascarade compensatoire » consiste en la restructuration de régions neuronales fonctionnelles habituellement peu sollicitées.

3.1.2. La vicariance

La vicariance est un mécanisme caractérisé par la prise en charge d'une fonction cérébrale liée à une zone atteinte par une autre zone cérébrale épargnée, qu'elle se situe dans l'hémisphère ipsilatéral ou controlatéral à la lésion cérébrale (Belin, 1999). Dans le cas d'une réorganisation inter-hémisphérique, Rosa et Lassonde (2005) ont remarqué des répercussions sur les habiletés cognitives reliées à la fonction initialement prise en charge par cette région. En effet, il a été fréquemment rapporté qu'une bonne récupération du langage initialement localisé dans l'hémisphère gauche, pouvait s'opérer dans l'hémisphère droit au détriment des fonctions visuo-spatiales qui y étaient originellement traitées (Lidzba et al., 2006). Ce phénomène appelé *effet crowding*, s'explique par le fait qu'il existerait une hiérarchie des fonctions cognitives et que le traitement du langage se trouve être une des fonctions prioritaires chez l'humain (Gonzalez-Monge et al., 2009).

3.1.3. La levée du diaschisis

Le diaschisis correspond à l'inhibition d'une fonction cérébrale localisée dans une zone cérébrale épargnée par une atteinte cérébrale, mais connectée fonctionnellement à cette aire cérébrale. Comme l'ont montré Vallar et al. en 1988 (cités par Belin, 1999), la récupération d'une fonction serait donc en partie liée à la régression du diaschisis consistant en la levée de l'inhibition de ladite fonction.

3.2. Différences de récupération selon l'âge au moment de la lésion

Les processus de réorganisation cérébrale donnent de meilleurs résultats à certains âges. L'étude de la récupération des fonctions suite à une lésion cérébrale précoce entraîne une opposition marquée entre deux théories.

La première met en évidence une meilleure récupération des fonctions en cas d'atteinte précoce. Cela conforte l'hypothèse de Kennard qui prône une plasticité optimale lors d'une atteinte cérébrale précoce (1936, cité par Hertz-Pannier, 1999). En 2008, Chilosi et al. avertissent cependant d'une possible récupération illusoire se traduisant par des

séquelles langagières subtiles, mais persistantes, malgré une apparente réparation clinique.

La seconde théorie, énoncée par Hebb (1942, cité par Hertz-Pannier, 1999), décrit une vulnérabilité maximale en cas de lésion cérébrale précoce. Puisque les fondations essentielles au développement d'une fonction ne sont pas mises en place, les effets à long terme seraient plus importants qu'en cas de lésion tardive. C'est en effet, le constat réalisé par plusieurs auteurs comme Steinlin et al. (2005) qui relèvent une corrélation négative entre l'âge au moment de la lésion et le degré de handicap.

Actuellement, le pronostic de récupération suite à une lésion précoce ne fait toujours pas consensus.

En outre, l'âge de survenue de la lésion cérébrale influe également sur le type de mécanisme de plasticité mis en place. Une réorganisation inter-hémisphérique s'opère préférentiellement en cas de lésions précoces, alors qu'elle est essentiellement intra-hémisphérique pour les lésions plus tardives (Duchowny et al., 1996, cités par Chilosi et al., 2008).

3.3. Différences de récupération selon d'autres variables

Selon Hertz-Pannier (1999), l'âge au moment de la lésion n'est pas le seul facteur déterminant. En effet, d'après Van Hout (1999) si la précocité de la survenue d'une lésion cérébrale est un facteur favorable de récupération, il ne peut en aucun cas être considéré isolément ; l'étendue, la localisation et la nature de la lésion sont tout aussi importantes.

3.3.1. Influence de la localisation et de l'étendue de la lésion

Narbona & Fernandez (2007) indiquent que la plasticité varie en fonction de la spécificité des structures cérébrales. En effet, les aires associatives secondaires, tout comme les aires tertiaires ont un pronostic de récupération supérieur à celui des aires primaires sensorielles qui atteignent leur maturation très tôt dans la vie et sont moins sujettes à la plasticité. Ainsi, les atteintes langagières auront un meilleur pronostic que des atteintes motrices ou visuelles.

De plus, la latéralisation hémisphérique a un effet sur les performances cognitives. Si Chapman et al. (2003) ne relèvent aucune différence selon l'hémisphère atteint, puisque les deux hémisphères jouent un rôle important dans l'acquisition du langage, cela ne fait pas consensus pour autant. En effet, selon Kolk et al. (2011) une lésion hémisphérique droite donnerait de meilleurs résultats cognitifs qu'une lésion hémisphérique gauche.

3.3.2. Influence d'autres facteurs

En 1999, Hertz-Pannier évoque comme autre facteur essentiel de récupération l'intégrité des tissus voisins de la lésion mais également contralatéraux : une atteinte diffuse serait en effet de moins bon pronostic qu'une lésion focale. Cette auteure indique également qu'une lésion de petite taille s'accompagnera plus souvent d'une réorganisation intra-

hémisphérique alors qu'une lésion plus étendue entrainera plus fréquemment une réorganisation inter-hémisphérique. En 2005, Rosa et Lassonde ajoutent qu'une réorganisation intra-hémisphérique induite par une petite taille de la lésion assurera une bonne récupération.

Toutefois, ces différentes notions de plasticité cérébrale ne peuvent pas être considérées isolément. En effet, elles dépendent de nombreux facteurs anatomiques et fonctionnels mais également du type de séquelles envisagé (motrices, langagières ou exécutives par exemple) et du contexte environnemental propre à chaque sujet.

III. Le langage écrit

Selon Content et Zesiger (1999), l'apprentissage du langage écrit est fortement conditionné par les compétences orales préexistantes. En effet, l'enfant qui aborde cet apprentissage possède diverses capacités langagières tant réceptives qu'expressives : ces capacités sont phonologiques, lexicales et syntaxiques. L'acquisition du langage écrit diffère cependant de celle du langage oral par le fait qu'elle nécessite un enseignement formel et explicite pour apprendre à lire et à écrire.

1. La lecture

1.1. Définition

La lecture est définie par Bonnelle (2002, p.19) comme étant un « processus cognitif aboutissant à l'analyse d'un message écrit, codé en lettres, mots et phrases pour accéder à sa signification ». En 1986, Gough et Tunmer (cités par Dalpé et al., 2010) proposent l'équation « $L = R \times C$ » pour expliquer l'acte de lire. En effet, pour ces auteurs, deux compétences sont nécessaires à la lecture (L) : la reconnaissance des mots écrits (R) et la compréhension (C).

1.1.1. L'identification des mots écrits

Selon Segui (1992, p.43), « une des exigences principales de la lecture est d'apprendre à reconnaître les mots de la langue ». En effet, pour que la lecture soit efficace, il est nécessaire que l'identification des mots soit extrêmement rapide, automatique et irrépressible.

Tous les modèles de la lecture et de son apprentissage décrivent l'existence de trois codes pour décoder efficacement les mots lus (Sprenger-Charolles & Colé, 2003) :

- un code orthographique décrivant les séquences de lettres composant chaque mot,
- un code phonologique conservant tous les phonèmes de la langue et les combinaisons phonologiques possibles,
- et un code sémantique correspondant à toutes les représentations nécessaires à la compréhension des mots.

1.1.2. La compréhension

La compréhension écrite implique plusieurs types de traitement, permettant d'une part la reconnaissance des mots, et d'autre part l'intégration syntaxique et l'évocation du sens. Elle est donc fortement liée à l'identification des mots écrits car elle dépend de la précision, de la vitesse et de l'automatisation du décodage. C'est pourquoi un décodage fonctionnel permettra une compréhension plus aisée (Lecocq et al., 1996). De plus, de bonnes compétences langagières orales, notamment au niveau lexico-sémantique, sont également nécessaires à une compréhension écrite de qualité.

En général, les mots ne sont pas lus de manière isolée mais sont intégrés dans des phrases voire dans des textes. Dans ce cas, en plus d'identifier les mots, le lecteur doit traiter des informations syntaxiques, sémantiques et pragmatiques (Sprenger-Charolles & Colé, 2003). Selon Fayol (1992), accéder à la compréhension d'un texte c'est construire un « modèle mental » de ce qui est écrit.

1.2. Les modèles de la lecture

Selon Ferrand et Ayora (2009), il existe trois sortes de modèles pour décrire les processus mis en place lors de la lecture : les modèles sériels, pour lesquels chaque mot lu va être traité par tous les modules les uns après les autres (notamment les modules orthographique et phonologique) ; les modèles en cascade, où les différents modules sont indépendants et peuvent s'activer en parallèle ; et les modèles interactifs, qui impliquent des relations bidirectionnelles entre les différents modules de la lecture.

Actuellement, le modèle le plus influent pour décrire la lecture est celui développé par Coltheart en 1978 (cité par Golder & Gaonac'h, 2004). Ce modèle à deux voies s'inscrit dans la conception en cascade mais également dans le courant interactif. En effet, deux « routes » autonomes pour lire sont décrites : la voie d'adressage (ou voie lexicale) qui permet une identification rapide des mots connus par liaison directe entre l'orthographe du mot écrit et sa représentation mentale, et la voie d'assemblage (ou voie phonologique) qui permet la lecture des mots inconnus grâce à l'application des correspondances grapho-phonémiques (Cf. annexe III). Toutefois, Ecalle et Magnan (2007) soulignent l'existence et l'importance de la collaboration entre ces deux voies d'accès au lexique.

2. L'orthographe

Le langage écrit comprend également l'orthographe qui est l'unique façon d'écrire correctement un mot.

2.1. Développement de l'orthographe : principales étapes d'acquisition

Plusieurs points communs sont relevés dans les principaux modèles de l'acquisition de l'orthographe (Brown, 1990 ; Frith, 1980, 1985 ; Gentry, 1978, 1982 ; Marsh, Friedman, Welch & Desberg, 1980, cités par Content et Zesiger, 1999). En effet, comme c'est le cas pour les modèles développementaux d'apprentissage de la lecture, les modèles d'acquisition de l'orthographe montrent qu'un consensus se dégage autour de l'idée que

l'enfant passe par plusieurs stades (ou utilise plusieurs stratégies) dans le processus d'apprentissage qui le mène des premiers gribouillis à la maîtrise de l'orthographe conventionnelle. Les modèles diffèrent entre eux dans le découpage des étapes qu'ils proposent, mais ils comportent généralement une séquence impliquant une phase d'orthographe « symbolique », suivie d'une phase de développement de l'orthographe phonétique impliquant la médiation phonologique, puis d'une phase d'acquisition de l'orthographe lexicale. Le développement de chacune de ces phases tend à s'envisager sous la forme d'un continuum plutôt que sous celle de paliers distincts. Selon cette logique, les termes stratégie ou procédure tendent à remplacer les mots stade ou phase.

2.2. Le modèle à double voie dans la production orthographique

En 1999, Zesiger indique que le modèle à double voie repose sur des procédures distinctes. En effet, les processus impliqués dans la production de mots familiers forment la procédure d'adressage tandis que ceux relatifs à la génération de mots non familiers constituent la procédure d'assemblage (Cf. annexe IV). Selon Content & Zesiger (1999), l'apprentissage de l'orthographe se résume essentiellement en la maîtrise progressive de ces deux modes de production des mots écrits qui correspondent, au terme de l'apprentissage, aux processus orthographiques décrits chez l'adulte.

Cependant en 2012, Grimaud et Jacquier recensent d'autres compétences requises pour l'apprentissage de l'orthographe comme les connaissances orthographiques spécifiques ou encore la maîtrise de connaissances morphologiques dérivationnelles et flexionnelles.

L'orthographe peut donc être considérée à deux niveaux : l'orthographe de mots isolés pour laquelle s'applique le modèle à double voie et l'orthographe grammaticale qui nécessite des compétences linguistiques plus générales.

3. Lien entre lecture et orthographe

La lecture et l'orthographe relèvent donc quasiment de la même habileté puisqu'elles reposent toutes deux sur la connaissance du système alphabétique et de l'orthographe spécifique des mots (Ehri, 1997 citée par Poncelet, 2009). Cependant Poncelet (2009) relève que l'acquisition de l'orthographe est plus laborieuse que celle de la lecture. Cela s'explique de manière générale par le fait que la lecture consiste en un processus de reconnaissance alors que l'orthographe relève d'un processus de rappel. Davantage d'informations en mémoire sont donc requises pour orthographier précisément un mot donné que pour lire celui-ci. De plus, Content et Zesiger (1999) ajoutent que la difficulté peut également provenir d'une correspondance grapho-phonémique nettement plus consistante que la correspondance phono-graphémique. En effet, en français, l'univocité de la relation entre un phonème et un graphème est plus importante en lecture (notion de transparence), qu'en orthographe (notion d'opacité) puisque la plupart des phonèmes peuvent être transcrits de plusieurs manières. L'orthographe est donc plus difficile à maîtriser que la lecture.

De plus, selon ces mêmes auteurs, « dans les situations habituelles de production écrite, l'orthographe implique la lecture : en effet, le scripteur contrôle sa production visuellement et, par conséquent, lit les mots qu'il est en train d'écrire et/ou relit les mots

terminés. En revanche, le lecteur n'est pas contraint par la situation à produire du langage écrit. » (1999, p.200).

4. Autres compétences nécessaires au langage écrit

Selon Zesiger (1999, p.291), « la production de langage écrit est une activité qui requiert la mise en œuvre d'un vaste ensemble de processus de différentes natures – langagière bien évidemment, mais aussi conceptuelle, mnésique, exécutive et perceptivo-motrice. »

Lors de la lecture, O'Regan (1992, p.15) souligne l'existence d'une position optimale du regard. Selon lui, l'acuité visuelle est un élément très important pour la lecture car c'est de cette capacité que découle l'empan visuel, qui se définit comme « le nombre de lettres réellement vues autour d'un point instantané de fixation lors de la lecture normale ». Cette notion d'empan visuel reflète les capacités visuo-attentionnelles du lecteur. De plus, de bonnes aptitudes visuelles de bas niveau, dépendant à la fois de capacités neuro-visuelles et de l'oculomotricité, sont nécessaires à l'acte de lire.

En outre, De Partz et Zesiger relèvent en 1999 que de nombreux enfants dyslexiques et/ou dysorthographiques diffèrent d'enfants contrôles dans des domaines ne relevant pas directement de la lecture et de l'orthographe, comme la phonologie et la mémoire de travail. Selon ces auteurs, ces compétences sont donc très liées à l'acte de lire et d'écrire.

Enfin, les connaissances lexicales propres à chaque individu vont influencer l'accès au sens des mots et donc la compréhension écrite en général (Fayol, 1992).

5. Localisations cérébrales

C'est à partir de 1892, avec les découvertes de Déjerine, que des liens ont été développés entre lecture et localisations cérébrales. En effet, selon Cohen en 2012, lors de l'apprentissage de la lecture, des transformations cérébrales ont lieu afin de mettre en place efficacement et durablement l'acte de lire. Ces modifications interviennent au niveau du système visuel avec l'émergence dans l'aire occipito-temporale gauche de la région de la forme visuelle des mots, mais également au sein des zones du langage.

Diverses études d'imagerie fonctionnelle cérébrale de la lecture signalent des localisations cérébrales universelles (Valdois, Habib & Cohen, 2008). Les vastes zones d'activations cérébrales décrites pour la lecture et pour l'orthographe se situent au sein des deux hémisphères, mais majoritairement dans l'hémisphère gauche. En effet, la voie d'assemblage active la région frontale inférieure gauche, alors que les régions fronto-pariétales bilatérales sont impliquées lors de la lecture par adressage (Quaglino et al., 2004).

De plus, les régions sollicitées lors des tâches langagières écrites sont plutôt postérieures. Pour Philipose et al. (2007), ce sont les régions postéro-inférieure gauche, temporale moyenne gauche et du gyrus fusiforme (BA 37 gauche) qui sont impliquées lors de tâches de lecture et d'orthographe. Le gyrus angulaire gauche (BA 39) et la zone du gyrus supramarginal (BA 40) s'activent également lors du traitement du langage écrit (Cf. annexe V).

Chapitre II

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

I. Problématique

Selon Narbona et Fernandez (2007), la survenue d'une lésion cérébrale telle qu'un AVC, entraîne une réorganisation des structures cérébrales aux niveaux qualitatif et quantitatif. Cette restructuration a pour but de restaurer au maximum les fonctions cognitives ayant pu être altérées.

En cas de lésion précoce, le principe de Kennard prône une plasticité cérébrale optimale (1936, cité par Hertz-Pannier, 1999). En effet d'après cet auteur, plus la lésion serait tardive et moins bon serait le pronostic. Chilosi et al. (2008) s'inscrivent dans ce courant de pensée, cependant, ils nuancent ce principe car en dépit d'une bonne récupération générale, des séquelles subtiles persisteraient, notamment au niveau langagier.

En effet, en cas de lésion néonatale des répercussions langagières sont relevées par différents auteurs. Toutefois la fréquence d'apparition d'un déficit en langage oral varie de 20 à 60% selon les études.

Etant donné qu'un nombre important de retard de langage est retrouvé chez les enfants ayant présenté un AVC néonatal, et sachant que le langage écrit est sous-tendu par le langage oral (Content & Zesiger, 1999), nous nous sommes intéressées aux répercussions qui pourraient exister sur le versant écrit du langage.

Très peu d'études ont évalué les performances écrites d'enfants ayant subi un AVC néonatal, c'est pourquoi nous nous interrogeons sur l'impact que pourrait avoir la survenue de ce type de lésion cérébrale sur les performances en lecture et en écriture à l'âge de 8 ans.

En outre, les conséquences d'une lésion cérébrale néonatale diffèreraient en fonction de la latéralité hémisphérique de l'AVC. En effet, de meilleurs résultats cognitifs seraient mis en évidence en cas de lésion hémisphérique droite (Kolk et al., 2011). C'est pourquoi nous nous sommes également interrogées sur l'effet de la latéralité de l'AVC sur la réorganisation cérébrale et sur les performances en langage écrit.

II. Hypothèses

1. Hypothèse générale

La survenue d'un AVC ischémique cérébral néonatal entraîne une modification de la dominance hémisphérique langagière se traduisant par une organisation anatomo-fonctionnelle atypique du langage.

Malgré la mise en jeu du phénomène de plasticité cérébrale, des répercussions sur les performances en langage écrit sont présentes chez les enfants ayant présenté un AVC néonatal. Ces conséquences diffèrent en fonction du côté de la lésion.

2. Hypothèses opérationnelles

Hypothèse 1 : Les tests comportementaux relatifs à la latéralité hémisphérique du langage mettront en évidence des profils anatomo-fonctionnels atypiques du langage chez les enfants ayant présenté un infarctus cérébral néonatal. En effet, la dominance hémisphérique gauche pour le langage sera moins nette que pour l'ensemble de la population.

Hypothèse 2 : Les tests comportementaux relatifs à la latéralité hémisphérique des fonctions visuo-spatiales ainsi que l'épreuve de la figure complexe de Rey mettront en évidence un déficit du traitement visuo-spatial quel que soit l'hémisphère atteint par la lésion cérébrale.

Hypothèse 3 : Les résultats aux tests orthophoniques de langage écrit seront inférieurs à ceux de la population de référence, quelle que soit la latéralité de la lésion et/ou la réorganisation.

Hypothèse 4 : Il existe, entre les différentes épreuves de langage écrit, un gradient de complexité qui se retrouvera dans les résultats des enfants. Leurs résultats aux épreuves écrites les plus élémentaires seront normaux ou subnormaux, alors que les épreuves langagières plus complexes feront apparaître des difficultés significatives.

Hypothèse 5 : Une lésion cérébrale gauche fragilisera le système phonologique entraînant alors une atteinte de la voie d'assemblage. Une lésion cérébrale droite affaiblira quant à elle la dimension globale de la lecture, c'est-à-dire la voie d'adressage.

Chapitre III

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Population

Afin de réaliser une recherche clinique orthophonique cohérente, nous avons proposé l'évaluation des performances en langage écrit à des enfants répondant à certains critères d'inclusion et d'exclusion.

1. Choix de la population

1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

Afin d'être intégrés à notre protocole expérimental, les sujets devaient répondre aux critères d'inclusion suivants :

- Etre né à terme,
- Avoir présenté un AVC néonatal sylvien superficiel,
- Avoir eu une confirmation par l'imagerie (scanner X ou imagerie par résonance magnétique) de lésions ischémiques en rapport avec une localisation artérielle.

En outre, lors de nos expérimentations, nous avons choisi de rencontrer des enfants, qui en plus de respecter ces critères d'inclusion, étaient âgés de 8 ans. En effet, selon Charollais, Lardennois, et Marret (2003), il est nécessaire d'avoir un recul d'au moins huit années afin d'obtenir des évaluations précises des séquelles cognitives. De plus, il nous a paru intéressant d'évaluer le langage écrit d'enfants ayant été confrontés durant au moins trois ans à l'apprentissage explicite de la lecture et de l'écriture. En effet, c'est tout au long du cycle 2, c'est-à-dire en grande section de maternelle, au CP et au CE1, que la lecture s'automatise. A l'issue de ces trois années, la charge cognitive et attentionnelle devient alors moins importante pour le décodage, ce qui permet un meilleur accès à la compréhension. Ce sont donc pour ces raisons que nous avons sélectionné des enfants de 8 ans.

Notons également que les sujets présentant une épilepsie durable ont été exclus de notre protocole de recherche car des crises comitiales peuvent majorer d'éventuels déficits cognitifs. Il aurait alors été complexe d'attribuer des performances déficitaires à la seule survenue de l'accident vasculaire cérébral.

L'application de ces critères d'inclusion et d'exclusion nous a permis de sélectionner, puis par la suite de rencontrer trois enfants pour effectuer une évaluation de leurs performances en langage écrit.

2. Recherche de la population

Lors de nos recherches sur les AVC néonataux, nous sommes entrées en contact avec une équipe du Centre Hospitalier Universitaire de Saint-Etienne menant une étude sur une cohorte d'enfants ayant présenté un AVC néonatal. En effet, le neuropédiatre Stéphane Chabrier et son équipe mènent actuellement une étude longitudinale, appelée « cohorte

AVCnn » qui vise à étudier la physiopathologie ainsi que l'évolution motrice et cognitive de ces enfants (Renaud, 2011). Le suivi longitudinal de ces enfants consiste en la mise en place de plusieurs évaluations. A 1 an et à 2 ans, les consultations visent à déterminer la présence éventuelle d'un signe neurologique focal, ainsi qu'à évaluer le développement cognitif global, la motricité de l'enfant et son histoire épileptique. A 3 ans 6 mois, une évaluation a été ajoutée au protocole initial afin de mesurer la qualité de vie, l'autonomie et le fonctionnement moteur global des enfants. Enfin, la consultation à l'âge de 7 ans permet de connaître le devenir cognitif et scolaire des sujets de la cohorte.

Lors de cette dernière évaluation, des orthophonistes ont réalisé des bilans de langage oral (en utilisant la N-EEL de Chevré-Muller et Plaza, 2001). Lors de ce bilan langagier, il a également été proposé aux enfants le test de l'Alouette-R (Lefavrais, 2005) pour observer la façon dont se déroulait leur entrée dans le langage écrit. Nous sommes donc entrées en contact avec les orthophonistes qui avaient évalué ces enfants pour obtenir plus d'informations sur leur niveau langagier (oral et écrit).

Nous avons alors exposé à monsieur Chabrier et son équipe nos critères d'inclusion et d'exclusion. Quatre enfants nous ont été proposés : deux d'entre eux ayant subi un AVC gauche et les deux autres un AVC droit. Quelques semaines plus tard, nous nous sommes rendues au CHU de Saint-Etienne afin de consulter les dossiers médicaux de ces enfants contenant entre autres : des comptes-rendus de bilans orthophonique et neuropsychologique, des documents médicaux et administratifs ou encore des précisions sur la localisation lésionnelle. A ce moment là, les familles des quatre enfants ont été prévenues de notre étude par l'équipe du CHU de Saint-Etienne, et nous ont toutes donné leur accord oral.

Puis, après avoir fait parvenir des lettres d'informations aux familles, nous les avons contactées par téléphone afin de convenir d'un rendez-vous. C'est à ce moment là qu'une des quatre familles nous a fait part de son refus de participer à notre recherche. Malgré l'exploitation d'autres pistes (comme la consultation de la base de données des hospices civils de Lyon par l'intermédiaire de monsieur Rousselle) et l'élargissement géographique de nos recherches, nous n'avons pu trouver un autre enfant de 8 ans correspondant à nos critères.

C'est pour cela que notre protocole expérimental n'a finalement été proposé qu'à trois enfants, deux ayant subi un AVC néonatal gauche et un ayant présenté un AVC droit en période néonatale. Ils ont tous trois présenté un AVC ischémique artériel sylvien dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne (Cf. annexe VI).

3. Présentation de la population

3.1. Clara

3.1.1. Données concernant la période néonatale

Clara a 8;1 ans lors de notre rencontre. Elle est née à terme à 41 semaines d'aménorrhée par voie basse. Ses scores d'APGAR, évaluant la vitalité sur une échelle de 1 à 10, étaient

respectivement de 5 et 9 au bout d'une puis cinq minutes, le score à dix minutes n'étant pas communiqué. Clara a de plus présenté une souffrance fœtale aiguë ainsi qu'une anomalie du rythme cardiaque à la naissance.

Une épilepsie clonique a été mise en évidence 23 heures après sa naissance au niveau de l'hémicorps droit, notamment au niveau du membre supérieur. Elle a subi un AVC ischémique artériel sylvien gauche. Clara a ensuite présenté plus de trois autres crises épileptiques lors de la période néonatale. Il n'y a pas eu de récurrences par la suite.

3.1.2. Evaluations à 7 ans dans le cadre de la cohorte AVCnn

a. Evaluation orthophonique

Au moment de l'évaluation orthophonique proposée à ses 7 ans, en septembre 2011, Clara a déjà bénéficié d'une rééducation orthophonique. Elle a en effet été suivie lorsqu'elle avait 5 ans en raison d'un retard de langage oral.

Le bilan orthophonique met en évidence chez Clara un bon niveau d'articulation et de parole, ainsi que de bonnes compétences morphosyntaxiques, tant en compréhension qu'en expression. Au niveau lexical, Clara présente de légères difficultés dans la compréhension de termes abstraits, alors qu'en expression un léger manque du mot est relevé.

Clara apparaît en revanche plus en difficulté face à la lecture. A l'épreuve de leximétrie de l'Alouette-R (Lefavrais, 2005), Clara manque de précision ; elle effectue de nombreuses erreurs. L'analyse qualitative montre que Clara présente un déficit de la voie phonologique lié à un manque de maîtrise des correspondances graphème-phonème et à de nombreuses confusions entre consonnes sourdes et sonores. Ces résultats étaient alors nuancés étant donné qu'une méthode d'apprentissage de la lecture semi-globale avait été proposée à Clara en CP.

b. Evaluation neuropsychologique

Le bilan neuropsychologique, réalisé en septembre 2011, atteste d'une efficacité intellectuelle qui se situe dans la norme chez Clara. Il met en évidence de très bonnes capacités de raisonnement catégoriel, que le matériel soit visuel ou verbal. La mémoire de travail est un peu plus faible alors que la vitesse de traitement apparaît être d'un niveau supérieur à ce qui est attendu pour son âge. Les résultats semblaient alors rassurants quant à sa scolarité. Une impulsivité était cependant relevée lors de certaines tâches.

3.1.3. Situation actuelle

Clara vit avec ses deux parents. Elle est l'aînée d'une fratrie de trois enfants. Elle présente une latéralité manuelle droite, malgré une lésion gauche, et présente un bon développement moteur et psychomoteur.

Clara est actuellement scolarisée en CE2 et n'est plus suivie en orthophonie bien que sa maman note que de nombreuses confusions persistent entre les consonnes sourdes et sonores.

3.2. Louis

3.2.1. Données concernant la période néonatale

Louis a 8 ans lors de notre rencontre. Il est né à terme à 39 semaines d'aménorrhée par césarienne dans un contexte de gémellité. Ses scores d'APGAR au bout d'une, cinq puis dix minutes étaient respectivement de 9, 10 et 10.

Une épilepsie clonique a été mise en évidence 24 heures après sa naissance au niveau de l'hémicorps droit. La survenue de ce symptôme a permis d'établir un diagnostic d'AVC ischémique artériel sylvien gauche. Louis n'a pas présenté d'autres crises épileptiques lors de la période néonatale ni lors de son développement ultérieur.

3.2.2. Evaluations à 7 ans dans le cadre de la cohorte AVCnn

a. Evaluation orthophonique

Au moment de l'évaluation orthophonique proposée à ses 7 ans, en octobre 2011, Louis a déjà bénéficié à deux reprises d'une rééducation orthophonique. Il a tout d'abord été suivi en moyenne section de maternelle en raison d'un retard de langage oral dans un contexte de bilinguisme franco-anglais, son frère jumeau consultant pour le même motif. Par la suite, un deuxième suivi a débuté à la fin de la grande section pour un travail sur le versant lexico-sémantique, ce suivi ayant pris fin en CE1.

Le bilan orthophonique met en évidence un bon niveau d'articulation et de parole. Toutefois, Louis présente un niveau de compréhension lexicale faible voire déficitaire, tout comme la production lexicale qui fait apparaître un manque du mot caractérisé par de nombreuses paraphrasies sémantiques. En ce qui concerne la morphosyntaxe, le versant expressif met Louis en difficulté alors que les résultats obtenus lors des épreuves évaluant le versant réceptif se situent dans la norme.

A l'épreuve de leximétrie de l'Alouette-R (Lefavrais, 2005), Louis obtient des scores subnormaux. L'application des correspondances graphème-phonème est alors fragile, mais non déficitaire.

b. Evaluation neuropsychologique

Le bilan neuropsychologique, réalisé en octobre 2011, atteste d'une efficacité intellectuelle se situant dans la norme chez Louis. Il met en évidence de très bonnes connaissances des règles et des normes sociales, de très bonnes capacités de raisonnement analogique, de bonnes capacités de raisonnement catégoriel, que le matériel soit visuel ou

verbal, mais également de bonnes capacités attentionnelles et de mémoire visuelle. La mémoire de travail est quant à elle un peu plus faible que le reste mais reste dans la norme. A ce moment donné, les résultats semblaient alors rassurants quant à sa scolarité. Une fatigabilité était cependant relevée lors des tâches attentionnelles.

3.2.3. Situation actuelle

Louis vit avec ses deux parents ainsi qu'avec son frère jumeau et son petit frère. Il est présenté comme étant ambidextre, cependant, le jour de notre rencontre, il s'est servi de sa main droite, controlatérale à sa lésion, pour écrire et manipuler la souris informatique. D'après les informations que nous avons recueillies, la motricité fine et la motricité globale de Louis se sont développées normalement. Il est important de mentionner que la maman de Louis est anglaise ; il présente donc un bilinguisme franco-anglais.

Louis est actuellement scolarisé en classe de CE2 et n'éprouve pas de difficultés scolaires particulières d'après ses parents. Il n'est plus suivi en orthophonie.

3.3. Yann

3.3.1. Données concernant la période néonatale

Yann a 7;11 ans lors de notre rencontre. Il est né à terme à 39 semaines d'aménorrhée par voie basse cependant une extraction instrumentale a été nécessaire. Ses scores d'APGAR au bout d'une, cinq puis dix minutes étaient respectivement de 9, 10 et 10. Il a de plus présenté une souffrance fœtale aiguë.

Une épilepsie clonique a été mise en évidence 144 heures après sa naissance au niveau de l'hémicorps gauche. Ces signes cliniques ont permis d'établir un diagnostic d'AVC ischémique artériel sylvien droit. Yann a ensuite présenté plus de trois autres crises épileptiques lors de la période néonatale. Il n'y a cependant pas eu de récurrences par la suite.

3.3.2. Evaluations à 7 ans dans le cadre de la cohorte AVCnn

a. Evaluation orthophonique

Au moment de l'évaluation orthophonique proposée à ses 7 ans, en octobre 2011, Yann bénéficie d'un soin psychologique suite à des mises en danger parfois extrêmes. Il est en parallèle suivi en orthophonie depuis un an pour une « remise à niveau en lecture » d'après sa maman. Lors de notre rencontre, Yann bénéficie encore de cette intervention.

Le bilan met en évidence un bon niveau d'articulation et de parole chez Yann. Son niveau de compréhension, tant lexicale que morphosyntaxique, est correct. Ses performances en mémoire verbale à court terme semblent faibles tout comme le traitement phonologique qui peut s'avérer difficile pour certaines épreuves métaphonologiques. Lors des tâches

expressives lexicales ou morphosyntaxiques, Yann obtient des scores normaux ou subnormaux. La construction de son discours d'un point de vue morphosyntaxique manque de diversification et de complexité.

L'orthophoniste note alors que les performances de Yann sont fluctuantes en fonction de ses capacités attentionnelles très labiles et de l'impulsivité dont il peut faire preuve.

L'épreuve de leximétrie de l'Alouette-R (Lefavrais, 2005), met en évidence chez Yann un retard d'acquisition du langage écrit, sur le plan de l'identification de mots : sa lecture manque de précision et ses erreurs sont nombreuses par rapport au niveau attendu pour son âge. Sa lecture apparaît donc déficitaire : les correspondances graphème-phonème ne sont pas suffisamment maîtrisées, les confusions sourdes/sonores apparaissant en grand nombre. La poursuite de la prise en charge orthophonique est alors conseillée pour renforcer cet apprentissage.

b. Evaluation neuropsychologique

L'évaluation neuropsychologique, réalisée en octobre 2011, met en évidence chez Yann une efficacité intellectuelle dans la norme, avec notamment de bonnes capacités de mémoire visuelle et de raisonnement catégoriel que le matériel soit visuel ou verbal, ainsi que de très bonnes connaissances des règles et normes sociales. La vitesse de traitement est très supérieure tandis que la mémoire de travail est un peu plus faible que le reste mais demeure dans la norme. Yann semble cependant présenter des difficultés attentionnelles qui peuvent le gêner dans son travail scolaire ou dans sa vie quotidienne.

3.3.3. Situation actuelle

Yann vit avec ses deux parents. C'est le cadet d'une fratrie de deux enfants. Il présente une latéralité manuelle gauche, controlatérale à sa lésion, ainsi qu'un développement moteur et psychomoteur normal.

Yann est actuellement scolarisé en CE1. En effet, à cause d'importantes difficultés d'apprentissage du langage écrit, il effectue une seconde fois sa classe de CE1 et continue son suivi orthophonique.

3.4. Tableau récapitulatif de notre population

	Clara	Louis	Yann
Age	8;1	8;0	7;11
Classe	CE2	CE2	CE1
Côté de la lésion	Gauche	Gauche	Droit
Latéralité manuelle	Droite	Ambidextre (droite ?)	Gauche

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques principales de notre population

II. Passation

1. Lieu et période de passation

Nous avons laissé le choix du lieu de passation des épreuves aux parents des trois enfants. Nous nous sommes alors déplacées aux domiciles de Yann et Clara, respectivement en Haute-Savoie et en Isère. Louis a quant à lui profité d'une visite à Lyon avec sa famille pour réaliser les épreuves au domicile d'une des expérimentatrices.

Pour chacun des enfants, les rencontres ont duré deux sessions d'environ une heure et demie, la première durant la matinée puis la seconde durant l'après-midi de la même journée avec une interruption d'environ trois heures le midi. Lors de chaque session, nous avons proposé plusieurs courtes pauses à l'enfant. Les trois sujets ont réalisé l'ensemble des épreuves avec de bonnes performances attentionnelles.

Les rencontres avec chaque enfant se sont déroulées pendant les vacances de la Toussaint, entre le 29 octobre et le 6 novembre 2012.

2. Déroulement des rencontres

Afin de nous adapter le plus possible aux capacités d'attention et de concentration de ces enfants, qui peuvent être plus facilement fatigables, nous avons choisi de varier les supports proposés en tenant compte à la fois de la modalité de chaque épreuve (écrite, orale), du type de support (avec ou sans support écrit, avec support informatisé) mais également de la difficulté et du coût cognitif engendré par chaque tâche.

III. Protocole expérimental

1. Evaluation du langage écrit

1.1. Evaluation de la lecture

Pour évaluer l'identification des mots écrits des trois sujets, nous avons utilisé plusieurs tests largement utilisés par les orthophonistes dans leur pratique clinique au quotidien.

1.1.1. L'Alouette : leximétrie

L'Alouette (Lefavrais, 1967) est un test permettant de mesurer l'efficacité de la lecture c'est-à-dire la vitesse et l'exactitude de l'acte de lire. Il est étalonné du CP à la 3^{ème}. L'intérêt de cette épreuve réside dans le fait que le texte, qui doit être lu par les sujets, n'a pas vraiment de sens. Il est donc nécessaire d'avoir un décodage efficace pour réussir ce test car il est impossible, voire préjudiciable, de s'aider du contexte. Cette leximétrie

correspond à un texte, composé de 265 mots, qui doit être lu par l'enfant en trois minutes maximum. Deux cas de figure se présentent alors :

- l'enfant a lu entièrement le texte en 3 minutes ou moins, l'unité considérée est le temps de lecture.
- l'enfant n'a pas eu le temps de lire la totalité du texte en 3 minutes, l'unité considérée est le nombre de mots lus.

Après l'application de la notation, cette épreuve permet d'obtenir un âge de lecture, ce qui signifie qu'un âge de lecture différent de l'âge chronologique de l'enfant peut-être mis en avant.

Bien que ce test n'ait pas de validité théorique, ce qui signifie qu'aucun modèle théorique ne se trouve à la base de la construction de ce test, il est très utilisé par les orthophonistes français car il bénéficie d'une grande validité empirique, c'est-à-dire qu'un bon lecteur n'échoue généralement pas cette épreuve et à l'inverse un mauvais décodeur ne pourra pas réussir cette lecture.

Depuis 2000, un nouvel étalonnage a été proposé par les auteurs de la BALE : Batterie Analytique du Langage Ecrit (Jacquier-Roux et al., 2010), afin de situer le sujet par rapport à la norme avec plus d'exactitude. Nous avons donc également utilisé ce découpage en centiles pour observer de façon plus précise le niveau d'identification des mots écrits de chacun de nos trois sujets.

Pour l'ensemble des tests étalonnés en centiles, nous avons choisi de déterminer le centile 10 comme étant le seuil de significativité statistique de l'écart à la norme. Ceci signifie que nous considérons que si l'enfant fait partie des 10% des sujets ayant obtenus les résultats les plus faibles à une épreuve, il y a une forte probabilité pour que cet écart à la norme ne puisse pas être dû au hasard.

1.1.2. La BALE : lecture de mots isolés

La BALE est la batterie d'évaluation du langage écrit créée par le groupe Cogni-Sciences. Elle a été étalonnée entre 1999 et 2000 et est parue en juin 2010. Elle est constituée de 40 subtests portant sur le langage oral, le langage écrit, les capacités mnésiques, phonologiques et le traitement visuel, qu'il soit de haut ou bas niveau. Jacquier-Roux et al. (2010) ont conçu ce matériel dans le but de créer un outil diagnostique des troubles des apprentissages du langage écrit et plus spécifiquement des dyslexies-dysorthographies.

Nous avons choisi d'utiliser certaines épreuves de la BALE lors de notre protocole expérimental afin d'évaluer le langage écrit mais également les fonctions cognitives de nos sujets. Dans ce test, nous considérons que la norme se situe entre le centile 25 et le centile 75, tandis que le seuil de significativité est atteint au centile 10. Une analyse qualitative des erreurs doit aussi être réalisée pour cerner avec précision le profil de chaque sujet. Ceci s'applique à l'ensemble des subtests de la batterie.

En ce qui concerne le subtest « lecture de mots », il se compose de 40 mots irréguliers, 40 réguliers et de 40 non-mots. La moitié des lexèmes de ces trois groupes de mots a une fréquence élevée alors que l'autre moitié est constituée de mots rencontrés moins souvent

par les sujets. Suite à la présentation de la feuille comportant les listes des différents items, nous devons expliquer aux enfants que les mots doivent être lus en colonne du mieux possible. Chaque série de mots lus est alors chronométrée afin d'obtenir, en plus du score de réussite, un temps en secondes.

1.2. Evaluation de la transcription

1.2.1. La BALE : dictée de mots isolés

L'épreuve de transcription de mots se divise en cinq dictées : tout d'abord les mots réguliers simples, puis les mots réguliers complexes, ensuite les mots irréguliers et enfin deux listes de non-mots, les premiers étant bisyllabiques et les seconds trisyllabiques. Les erreurs produites par chaque enfant devront également être examinées de façon qualitative dans le but de comprendre au mieux leur fonctionnement cognitif.

1.2.2. L2MA 2 : dictée de phrases

La batterie L2MA 2 (Langage oral, Langage écrit, Mémoire, Attention) permet l'examen complet « à l'oral et à l'écrit, des différentes capacités linguistiques susceptibles d'être altérées chez l'enfant » (Chevrie-Muller et al., 2010, p.1). Nous avons choisi d'utiliser cette batterie d'évaluation car en plus d'être récente (un réétalonnage complet a été effectué entre 2008 et 2010), elle constitue un outil adapté spécifiquement à la pratique clinique orthophonique.

D'après la cotation proposée par le logiciel de cette batterie, une note inférieure à deux écarts types en dessous de la moyenne, à n'importe quel subtest, indique une « alerte » aussi appelée « suggestions ». Ici encore, une analyse qualitative des erreurs paraît indispensable pour toutes les épreuves de la L2MA 2 afin d'interpréter le plus justement possible les performances de chaque enfant.

La dictée de phrases de la L2MA 2, composée de sept phrases, a pour but d'évaluer un « niveau de base » en orthographe, selon les auteurs de cette batterie. La notation de cette transcription permet d'obtenir plusieurs notes : une note dite totale, qui se compose d'un résultat pour l'orthographe lexicale et d'un autre pour l'orthographe grammaticale ; ainsi que d'un score pour le temps. Pour l'obtention de la note lexicale, les mots pleins sont pris en compte ; il s'agit des noms, adjectifs, radicaux de verbes ainsi que quelques mots fonctionnels appris par l'usage tels que « avec », « dans », « sa », « je ». Le calcul de la note grammaticale se fait, quant à lui, grâce à l'analyse de la flexion des verbes, des marques de genre et de nombre pour les noms et adjectifs et enfin à l'orthographe de quelques mots fonctionnels comme par exemple les homophones grammaticaux « et », « ou » ou encore « à ».

1.2.3. L2MA 2 : dictée de texte « le corbeau »

Cette dictée de texte est proposée aux enfants à partir du CE2 seulement, car elle nécessite la mise en œuvre de compétences assez complexes comme l'intégration de

règles grammaticales telles que l'utilisation d'homophones grammaticaux ou encore des flexions de substantifs, adjectifs ou verbes.

A l'issue de cette transcription, cinq scores sont calculés :

- Une note « phonétique » qui illustre la manière dont l'enfant utilise les correspondances phono-graphémiques (on observe alors si les erreurs commises sont phonologiquement plausibles ou si elles ne le sont pas),
- Une note « usage » pour évaluer la richesse des représentations orthographiques présentes dans le lexique orthographique de chaque sujet,
- Une note « grammaire » correspondant à la capacité de l'enfant à appliquer les règles d'orthographe grammaticale acquises lors de son cursus scolaire,
- Une note globale pour faire part du niveau orthographique général du sujet,
- Une dernière note pour prendre en compte le temps total de réalisation de la dictée.

1.2.4. L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »

Lors de cette épreuve, les enfants doivent rappeler, à l'écrit, un récit imagé qu'ils ont vu quelques minutes auparavant (cf. 1.3.2). Pour éviter que cette épreuve soit rendue impossible par un problème de rétention de l'histoire, nous avons indiqué à chaque sujet, lors de l'épreuve de compréhension, qu'il devait bien retenir la narration et qu'il pouvait prendre son temps pour regarder à nouveau les images. Les auteurs ont choisi de faire produire un récit écrit à partir d'un support commun pour pouvoir comparer au maximum les productions des enfants. De plus, le début de la narration écrite est donné pour que l'enfant ne perde pas trop de temps lors du commencement de son récit (« Dans la forêt, une maman ourse se promène avec... »). Le sujet dispose alors de cinq minutes pour produire une histoire à l'écrit.

La cotation de cette épreuve n'est pas complètement présentée dans le manuel de la batterie d'évaluation. En effet, les publications de certains étalonnages ont été différées par rapport à la publication de ce nouvel outil. Néanmoins, nous avons pu nous procurer le mémoire de Salvat (2010) dans lequel apparaissent les étalonnages du récit écrit de la L2MA 2, qu'elle a réalisés sur une cinquantaine d'enfants par niveau scolaire. Grâce à cette épreuve, nous pourrions évaluer les capacités d'orthographe lexicale et morphosyntaxique, mais aussi les compétences discursives écrites. Nous nous servirions également des indications de notation du manuel pour effectuer une analyse qualitative des productions écrites.

1.3. Evaluation de la compréhension écrite

Après avoir évalué les procédures utilisées lors de la lecture et l'écriture, il nous a paru nécessaire d'analyser l'accès au sens des phrases et des textes lus.

1.3.1. L2MA 2 : Morphosyntaxe-compréhension

Lors de cette épreuve, l'enfant est seul face à l'ordinateur. Quatre images et quatre phrases apparaissent à l'écran. Le sujet doit alors les faire correspondre une à une (Cf.

annexe VII). Nous pouvons noter que les phrases sont courtes et que le lexique choisi a une fréquence assez élevée.

Grâce à ce subtest informatisé, il est possible de mesurer avec précision la compréhension morphosyntaxique des sujets. En effet, différentes formes et structures syntaxiques sont évaluées (pronoms objets directs ou indirects, pronoms adverbiaux, propositions subordonnées relatives, ou encore forme passive réversible). Il est important de préciser que des auto-corrrections sont possibles car c'est l'enfant qui manipule la souris et qui peut donc changer ses réponses autant de fois qu'il le souhaite.

1.3.2. L2MA 2 : Compréhension de phrases « Les Ours »

Pour cette épreuve de compréhension nous avons disposé dans l'ordre, dix images correspondant à un récit imagé devant les enfants de CE2 ou six images pour les enfants de CE1. Les sujets de CE2 possèdent alors dix étiquettes se rapportant aux différents passages de l'histoire, tandis que ceux de CE1 n'en possèdent que six. Un appariement doit alors être effectué entre les morceaux de texte et les images. Ce subtest comporte quelques lexèmes assez peu fréquents (par exemple : « braconnier », « goulûment » ou encore « fougère »), ainsi que des phrases syntaxiquement complexes. Toutefois, le contexte de l'histoire peut constituer une aide pour les enfants.

Quand le sujet nous prévient qu'il a terminé les associations images-textes, nous devons, s'il y a des erreurs, remettre chaque partie de la narration sous l'illustration correspondante. Il est en effet nécessaire que l'enfant voie et retienne l'ordre correct de l'histoire car une production écrite différée de ce récit lui sera demandée (cf : 1.2.4).

2. Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit

Après une évaluation complète du langage écrit, nous avons choisi d'explorer les compétences nécessaires à l'acte de lire et d'écrire. En effet, la passation d'épreuves phonologiques et visuelles permet de mieux comprendre le fonctionnement de l'enfant et donc d'interpréter avec plus de justesse les erreurs qu'il a pu commettre.

2.1. Epreuves phonologiques de la BALE

2.1.1. Métaphonologie

La compétence métaphonologique correspond à la capacité de manipulation d'unités infra-lexicales de façon consciente et volontaire. Nous avons sélectionné six subtests de la batterie afin d'évaluer les compétences métaphonologiques des sujets. Des difficultés lors de la manipulation volontaire des syllabes et des phonèmes peuvent suggérer un déficit au niveau phonologique.

Les six épreuves que nous avons choisies sont les suivantes :

- Rimes : après avoir entendu deux mots, l'enfant doit dire s'ils riment ou si ce n'est pas le cas. Il est important de noter si les éventuelles erreurs du sujet sont dues à une référence à l'orthographe du mot.
- Suppression syllabique : lors de ce subtest, l'enfant doit supprimer la première syllabe du mot que nous lui avons donné oralement.
- Fusion des premiers phonèmes : pour cette épreuve, le sujet doit isoler le premier phonème des deux mots que nous avons prononcés à l'oral, et les mettre ensemble pour qu'ils forment une syllabe.
- Identification de la consonne initiale : après avoir entendu trois mots, l'enfant doit identifier l'intrus, c'est-à-dire le mot qui ne commence pas par le même phonème que les deux autres.
- Segmentation phonémique : cette épreuve consiste à découper des mots en phonèmes. L'enfant doit donc dire distinctement tous les sons qui composent les mots que nous lui donnons oralement.
- Suppression de phonème initial ou final : lors de la première partie de ce subtest, l'enfant doit isoler le premier phonème des mots entendus pour le retirer et restituer le mot restant. Dans un second temps, le sujet doit faire de même avec le dernier phonème du mot qui doit être identifié puis supprimé.

Afin d'évaluer réellement les compétences phonologiques des enfants, et non la compréhension de consignes, plusieurs exemples sont proposés avant chaque épreuve.

2.1.2. Fluence phonémique

Cette épreuve de fluence verbale phonologique consiste à évoquer à l'oral le plus de mots possibles débutant par le son /p/. Elle permet d'évaluer l'accès au stock phonologique de sortie.

2.2. Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey

Le test de la figure complexe de Rey peut s'utiliser sous deux conditions : la reproduction de mémoire et la copie (Wallon & Mesmin, 2009). Nous avons proposé ce test aux enfants uniquement en copie. Ils doivent alors reproduire cette figure géométrique complexe, sans contrainte temporelle, en respectant les proportions et en essayant de ne rien oublier. De nombreuses compétences cognitives sont mises en jeu dans cette tâche, notamment le maintien attentionnel, la mémoire de travail, les fonctions exécutives mais également des compétences neuro-visuelles, visuo-spatiales, visuo-constructives sans oublier l'aspect grapho-moteur qui entre en jeu.

Suite à l'analyse des éléments copiés, il est alors possible d'obtenir un score en centiles pour l'exactitude de la reproduction et pour la durée nécessaire à celle-ci. D'un point de vue qualitatif, il est possible d'observer quelle stratégie est mise en place par le sujet dans cette tâche de copie. L'analyse de cette stratégie renseigne notamment sur le mode de traitement privilégié par l'enfant (local ou global), et sur ses capacités visuo-constructives.

3. Evaluation de la latéralité manuelle : test d'Edinburgh

Afin d'évaluer avec plus de précision la prévalence manuelle des trois sujets et de la mettre en lien avec la latéralité hémisphérique du langage, nous avons choisi de leur proposer le test d'Edinburgh (Oldfield, 1971). Celui-ci se présente sous forme d'un questionnaire de latéralité manuelle : nous demandons aux sujets de répondre à dix questions comme « quelle est votre main préférée pour écrire ? » ou « quelle est votre main préférée pour vous laver les dents ? », en précisant la force de cette préférence s'il y a lieu. Le sujet note alors « + » pour indiquer sa préférence manuelle mais il a également la possibilité d'inscrire « ++ » pour indiquer une prévalence manuelle marquée. Un quotient de latéralité est alors calculé en fonction des réponses du sujet :

$$\text{Quotient de latéralité} = [(\text{Nombre de préférences droites} - \text{nombre de préférences gauches}) / \text{nombre total de préférences}] * 100$$

Ce calcul permet donc de déterminer la prévalence manuelle du sujet et l'intensité de celle-ci en obtenant un résultat compris entre -100 (préférence manuelle gauche très marquée) et +100 (préférence manuelle droite très marquée). Ce questionnaire est présenté en annexe VIII.

4. Tests comportementaux

4.1. Test d'écoute dichotique

Préalablement au test d'écoute dichotique, nous avons proposé une audiométrie aux enfants afin d'écartier une perte auditive pouvant biaiser les résultats au test en modalité auditivo-verbale. Aucun des trois enfants n'a présenté de seuils d'audition inférieurs à 10 décibels (dB) ni une différence de plus de 10 dB entre les seuils des deux oreilles.

Pour tester la latéralité hémisphérique du langage en modalité auditivo-verbale, nous avons eu recours à un test d'écoute dichotique nommé « Dichotica », mis au point par Bedoin, Ferragne et Marisco en 2010. Ce test permet en effet de mettre en évidence une dominance hémisphérique pour la représentation de la parole. Le principe de ce test est de proposer des stimuli verbaux différents dans chaque oreille de façon simultanée. Ces stimuli verbaux correspondent à des paires de mots monosyllabiques phonologiquement proches, de structure syllabique consonne-voyelle-consonne. Ils ne diffèrent que par leur première consonne, qui demeure néanmoins toujours une consonne occlusive. Ils ont été choisis selon trois conditions :

- une différence de voisement (exemple : « par » diffusé dans une oreille et « bar » diffusé dans l'autre),
- une différence de lieu d'articulation (exemple : « gare » diffusé dans une oreille et « bar » diffusé dans l'autre)
- une différence de voisement et de lieu d'articulation (exemple : « car » diffusé dans une oreille et « bar » diffusé dans l'autre)

Les stimuli sont enregistrés sur le logiciel Praat (Balthasar & Valero, 2005) et sont délivrés grâce à un casque audio. Le sujet, équipé de ce casque, doit fermer les yeux et se concentrer pour porter son attention au centre de sa tête, afin d'éviter une influence d'une oreille si le regard se portait du côté de cette oreille. Il doit alors répéter oralement ce qu'il vient de percevoir ; une feuille de recueil permet alors de relever les réponses de l'enfant. Le sujet doit penser qu'une seule réponse suffit puisqu'il ne sait pas que deux stimuli sont proposés.

L'épreuve, qui dure environ 15 minutes, est sous-divisée en un bloc d'essai puis en quatre blocs séparés par des temps de pause. Le bloc d'essai comporte 23 items présentés de façon binaurale, c'est-à-dire qu'un même mot est présenté simultanément dans les deux oreilles. Ce bloc d'essai a pour but de familiariser le sujet à tous les mots qui seront utilisés lors de l'écoute dichotique ainsi qu'à des voisins phonologiques. Les quatre blocs suivants sont composés de 36 items chacun, ce qui signifie que 144 items au total sont donc présentés au sujet.

Le logiciel « Matlab Dichotica » permet de calculer un indice de latéralité lambda (λ) pour le traitement du voisement et du lieu d'articulation. Un lambda positif reflète un REA, témoignant d'un traitement langagier préférentiel par l'hémisphère gauche ; un lambda négatif indique quant à lui un LEA et donc un traitement langagier préférentiel par l'hémisphère droit. Enfin, un lambda de zéro correspond à une absence de dominance hémisphérique pour le traitement du langage. Bedoin et al. (2010) estiment que pour définir la latéralité du langage, le REA obtenu pour le lieu d'articulation est plus pertinent que celui obtenu pour le voisement.

4.2. Test de lecture tachistoscopique

Pour tester la latéralité hémisphérique du langage en modalité visuelle et plus particulièrement écrite, nous avons eu recours à un test de lecture tachistoscopique nommé « Diviword », mis au point par Bedoin (Cf. annexe IX). En amont de cette tâche, nous n'avons pas proposé de vérification de l'acuité visuelle des sujets puisque selon les familles des trois enfants, aucune correction visuelle n'a été préconisée lors des derniers dépistages ophtalmologiques effectués.

Le principe de ce test est de proposer des stimuli verbaux en hémichamps visuels divisés, que le patient devra lire à voix haute. L'épreuve, qui dure environ 20 minutes, a été élaborée avec le logiciel PsyScope 2.1 (Cohen, McWhiney, Flatt & Provost, 1993). Elle se décompose en une phase d'essais comportant 8 stimuli puis en 4 listes expérimentales qui contiennent chacune 24 stimuli, séparées par des pauses. Cette épreuve porte donc sur 96 stimuli verbaux au total : ce sont en fait 48 stimuli qui sont proposés à deux reprises, une fois en champ visuel gauche (CVG) et une fois en champ visuel droit (CVD).

Les 48 stimuli sont constitués de mots et pseudo-mots, composés de trois à cinq lettres et de deux à quatre phonèmes. Outre leur longueur et leur nombre de phonèmes, les 48 stimuli de l'épreuve ont été choisis en fonction de leur fréquence, les auteurs de l'épreuve s'étant inspirés de la base de données Manulex (Lété, Sprenger-Charolles & Colé, 2004). Les pseudo-mots ont été construits selon les mêmes critères que les mots dans le but d'obtenir une complexité orthographique semblable.

Le participant, dont les yeux se trouvent à une distance de 57 cm de l'écran d'ordinateur, doit porter son attention sur une croix apparaissant au centre de l'écran. Les stimuli verbaux sont présentés aléatoirement en modalité écrite, en hémichamp visuel droit ou en hémichamp visuel gauche, pendant une durée de 200 ms. Ils sont ensuite immédiatement remplacés par une succession de croix. Le sujet doit dire à voix haute le mot qu'il a pu lire d'un côté ou de l'autre de la croix, ou le cas échéant les lettres qu'il a pu reconnaître. Une feuille de recueil permet d'inscrire les productions de l'enfant.

Les résultats sont analysés en pourcentage d'erreurs de lecture en fonction de la nature « mot » ou « pseudo-mot » de l'item et du côté de sa présentation.

4.3. Test du paradigme de Vernier

Certains types de traitements visuo-spatiaux montrent une nette dominance de l'hémisphère droit. C'est le cas de l'acuité de Vernier que nous avons choisi d'utiliser. En effet, elle est connue pour être sous-tendue par des aires cérébrales fortement latéralisées à droite chez l'adulte droitier (Castello-Lopez, 2011).

Le test que Bedoin appelle « test des Baguettes magiques » est une adaptation du paradigme Vernier (Castello-Lopez, 2011). Il consiste en l'établissement du seuil de détection d'un décalage horizontal entre deux segments presque colinéaires, suite à la présentation de ces segments dans l'un ou l'autre hémichamp visuel.

Cette épreuve, qui dure environ 15 minutes, a été élaborée à partir du logiciel PsyScope 2.1. Chaque stimulus est composé de 2 segments verticaux, placés l'un au-dessus de l'autre et espacés de $0,5^\circ$ d'angle visuel. Il apparaît en champ visuel gauche (CVG) ou en champ visuel droit (CVD), à 4° d'angle visuel du point de fixation central. Chaque segment couvre $2,5^\circ$ de hauteur. Le segment inférieur est alors aligné ou décalé horizontalement.

La liste comporte 288 items ; 144 items sont alignés et 144 sont décalés. Tous ces items sont répartis en 4 blocs : 2 blocs où le participant répond avec la main droite, et 2 blocs où il répond avec la main gauche. Les mains de réponse alternent systématiquement d'un bloc à l'autre et la moitié des participants commencent par la main droite, alors que les autres débutent par la main gauche. Chaque bloc commence par 12 essais de pratique.

Les 144 items avec décalage sont répartis en :

- 48 items avec décalage des deux segments verticaux de $0,3^\circ$
- 48 items avec décalage des deux segments verticaux de $0,4^\circ$
- 48 items avec décalage des deux segments verticaux de $0,5^\circ$

Pour chacune de ces distances, 50% des items présentent un décalage du segment inférieur vers la droite, et 50% un décalage vers la gauche. Dans chaque condition de distance, 50% des items sont présentés dans le CVG et les autres dans le CVD.

Afin de rendre cette épreuve plus ludique et plus attrayante pour un jeune public, les stimuli, représentés par deux segments placés l'un au-dessous de l'autre, ont été

ornementés d'une étoile sur le segment supérieur, pour représenter une baguette magique (Cf. annexe IX).

Le sujet, assis à 57 cm de l'écran, doit alors fixer du regard le point de fixation central, en restant aussi immobile que possible. Ce point de fixation, représenté par une croix, est présenté seul pendant 800 ms, puis la cible apparaît pendant 150 ms de manière non prédictible dans le CVG ou le CVD. La tâche de l'enfant est alors de décider si les deux éléments de la baguette brisée sont correctement alignés pour que la fée (pour une fille) ou Harry Potter (pour un garçon) puisse la recoller. Le participant doit alors appuyer le plus vite possible en s'efforçant d'être exact, sur l'une des deux touches du clavier numérique : il appuie sur la touche 1 s'il pense que les segments de la baguette sont alignés ou sur la touche 4 s'il pense que ces derniers sont décalés.

En conclusion, ce paradigme propose d'établir le seuil de détection d'un décalage horizontal entre deux segments presque colinéaires. En cela, il permet d'évaluer la sensibilité des enfants dans cette épreuve grâce à la théorie de la détection du signal en calculant la valeur d' .

Chapitre IV

PRESENTATION DES RESULTATS

I. Etude du cas de Clara

1. Evaluation du langage écrit

1.1. La lecture

1.1.1. L'Alouette : leximétrie

Au test de l'Alouette, Clara obtient un âge de lecture de 7 ans et 5 mois (niveau de CE1 en décembre) pour un âge chronologique de 8 ans et 1 mois, ce qui correspond à un retard de 8 mois. Cela la situe parmi les 10% des enfants de son âge ayant le moins bien réussi cette tâche de déchiffrement. Elle commet des erreurs relatives à la phonologie, puisqu'elle confond fréquemment les consonnes sonores et les consonnes sourdes, mais commet également des erreurs concernant les graphies contextuelles.

1.1.2. La BALE : lecture de mots isolés

D'une façon générale, l'identification de mots écrits pose problème à Clara. Ses résultats la situent en dessous du seuil de significativité ou bien à un score subnormal, faible. La durée nécessaire à la lecture de chaque liste est globalement plus importante que la durée attendue pour son niveau scolaire, notamment pour la lecture des non-mots.

Les résultats indiquent que sa voie phonologique n'est pas efficace puisque la lecture de non-mots, nécessitant une bonne correspondance entre graphèmes et phonèmes, met Clara en échec et la situe en dessous du seuil de significativité. En effet, la plupart de ses erreurs ne respectent pas la phonologie : ce sont essentiellement des confusions entre consonnes sourdes et sonores.

La voie lexicale est quant à elle légèrement plus efficace même si elle demeure fragile. Cela signifie que les représentations orthographiques de Clara ne sont pas suffisamment importantes pour lui permettre de lire correctement des listes de mots irréguliers. Il apparaît que les trois quarts de ses erreurs portant sur ce type de mots, constituent des régularisations et que le reste des erreurs porte sur les graphies dites contextuelles.

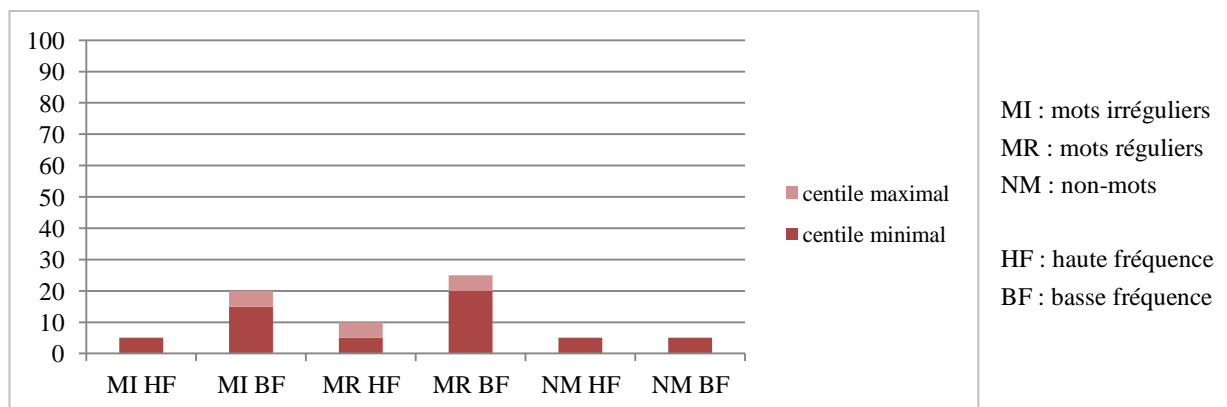


Figure 1 : Scores de Clara en centiles aux épreuves de lecture de mots isolés

1.2. La transcription

1.2.1. Les dictées

Les difficultés relevées chez Clara lors des tâches d'identification de mots écrits se retrouvent également dans des tâches de transcription de mots isolés : les voies phonologique et lexicale sont non efficaces aussi bien en lecture qu'en transcription.

En effet, la voie phonologique apparaît à nouveau déficitaire puisque les dictées de non-mots qui nécessitent une bonne maîtrise des correspondances phono-graphémiques sont très échouées. La voie lexicale semble également défaillante puisque Clara n'orthographe correctement aucun des mots irréguliers proposés. L'orthographe, qu'elle soit phonétique ou lexicale, est donc chutée.

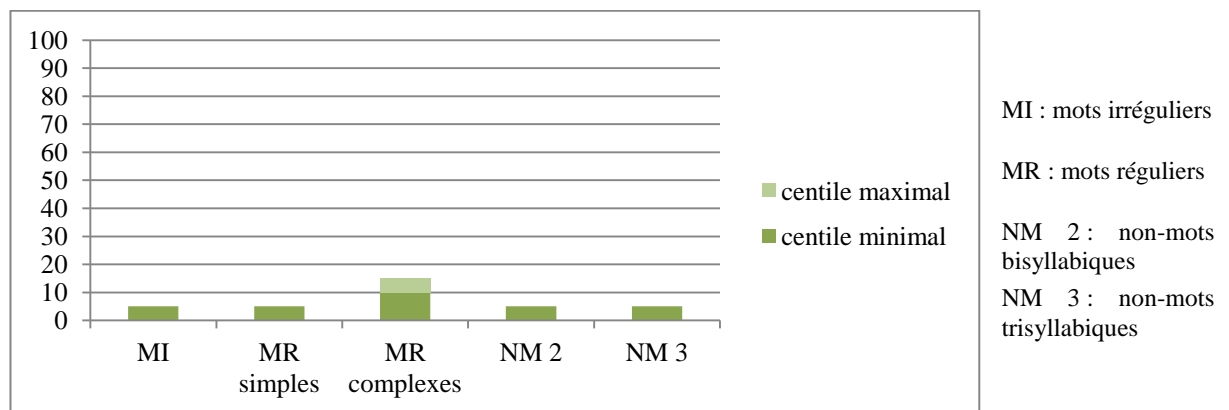


Figure 2 : Scores de Clara en centiles aux épreuves de dictée de mots isolés

Le pourcentage d'erreurs phonologiquement plausibles pour les trois listes de dictées de mots est de 37,7% en moyenne. Ceci souligne une nouvelle fois que Clara présente d'importantes difficultés phonologiques car le pourcentage moyen d'erreurs phonologiquement plausibles en classe de CE2 s'élève à 72,6%.

Les difficultés de Clara relevées précédemment sont également présentes au niveau de la phrase. De plus, l'orthographe grammaticale est déficitaire : Clara peine à prendre en compte les différents éléments de la phrase et les relations qui existent entre eux, notamment en ce qui concerne les flexions en genre et en nombre du nom, de l'adjectif et du verbe.

A l'échelle du texte, un score déficitaire en orthographe phonétique est une nouvelle fois retrouvé, et l'orthographe grammaticale est à nouveau très échouée.

1.2.2. L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »

Cette épreuve s'est avérée complexe pour Clara qui a présenté des difficultés à transcrire sa pensée. Son récit confus nécessite des efforts de la part du lecteur pour comprendre ce qu'elle a voulu produire. Il révèle un seul marqueur positif sur les six possibles ; il s'agit de l'utilisation du pronom référentiel complément. De plus, cinq marqueurs négatifs sont

mis en évidence, ce qui constitue un résultat significativement écarté de la norme (-2,41 écarts-types). Il s'agit de l'agrammatisme, du mauvais découpage des mots et des phrases, d'oublis de mots et d'erreurs phonologiques.

L'histoire des Ours est divisée en 23 thèmes. Le dernier thème cité par Clara lors de son récit est le 8^{ème} suivant l'ordre chronologique de l'histoire. Pourtant, dans son récit narratif, elle n'a exprimé que 4 épisodes sur les 8, ce qui correspond à un score faible (-1,28 écart-type). Ceci montre que son récit manque d'exhaustivité puisqu'elle n'évoque que la moitié des événements importants, compte tenu de la période de l'histoire qu'elle a relatée. En outre, nous constatons qu'elle réalise un récit plus court que celui attendu compte tenu de son niveau scolaire puisque sa production écrite ne compte que 26 mots ; la note minimale étant de 25 mots écrits pour une médiane de 59 mots.

1.3. La compréhension écrite

Ces épreuves montrent que la lecture de Clara n'est pas très efficace puisqu'à ses difficultés d'identification des mots écrits s'ajoute une gêne en compréhension écrite. Sa lecture apparaît non fonctionnelle : il est pour elle complexe d'associer une ou plusieurs phrases avec l'image correspondante. C'est le cas pour les épreuves de compréhension morphosyntaxe et de compréhension « Les Ours » dont les images disposées dans l'ordre représentent une histoire, ce qui pourrait pourtant faciliter la réussite de cette tâche.

1.4. Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit

1.4.1. Epreuves phonologiques

a. Métaphonologie

Les scores de Clara en métaphonologie sont majoritairement subnormaux ou significativement éloignés de la norme avec notamment l'épreuve de suppression du phonème final qui apparaît très chutée (score inférieur au centile 5). De plus, Clara semble plus à l'aise pour manipuler des syllabes que des phonèmes.

b. Fluence phonémique

Clara obtient un score de -0,03 écart-type, ce qui signifie qu'elle évoque autant de mots commençant par /p/ que les enfants de son âge. L'accès au stock phonologique paraît donc préservé.

1.4.2. Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey

Avec un score d'exactitude de copie de la figure de Rey de 29, Clara se situe au centile 5. Elle fait donc partie des 5% des enfants de 8 ans ayant le moins bien réussi cette épreuve. De façon globale, sa reproduction ne ressemble que très peu à la figure de Rey (Cf.

annexe X). On ne retrouve pas du tout la structure de la figure ni son contour. Certains éléments sont omis tandis que d'autres sont très déformés. Elle procède de droite à gauche, en traitant une zone après l'autre mais sans tenir compte du lien existant entre les différentes zones. Nous pouvons qualifier sa copie de type 5 : « détails sur un fond confus ». Clara copie cette figure en 264 secondes, ce qui la situe alors dans l'intervalle de centiles 50-75.

2. Evaluation de la latéralité manuelle

Le test d'Edinburgh de Clara montre une latéralité manuelle droite avec un quotient de latéralité égal à 100. Une préférence de la main droite a été choisie pour la totalité des dix items proposés.

3. Evaluation des latéralités hémisphériques

3.1. Evaluation de la latéralité du langage

3.1.1. Test d'écoute dichotique

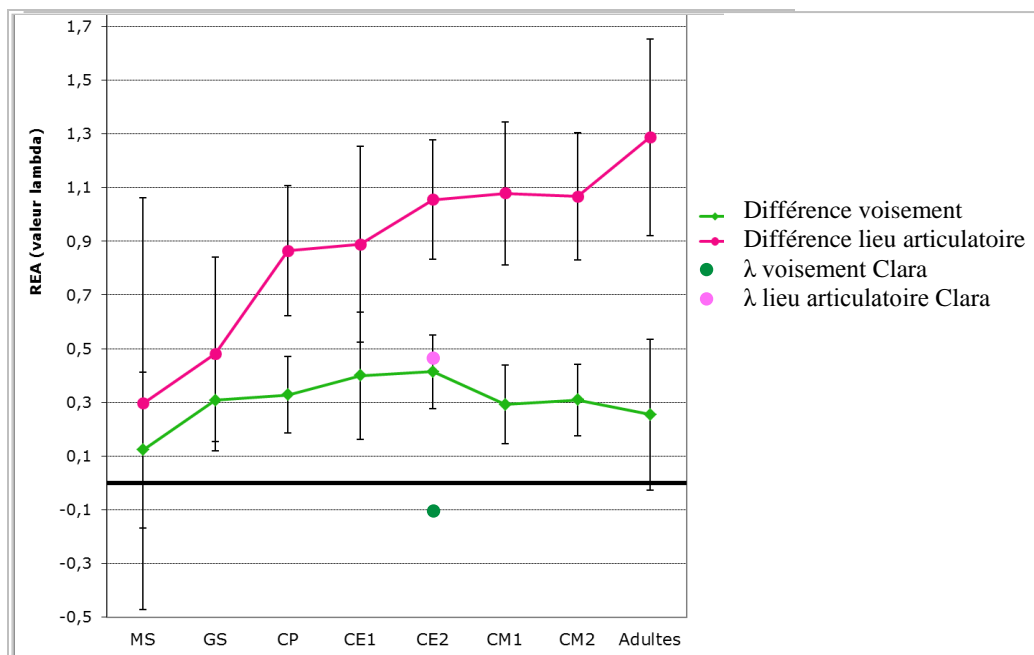


Figure 3 : *Dichotica* : Résultats de Clara par rapport aux enfants de son âge

L'indice de latéralité lambda (λ) est calculé grâce à la formule suivante :

$$\lambda = \ln \left(\frac{R + 1}{L + 1} \right)$$

Où \ln est le logarithme naturel, R (right) le nombre de réponses correspondant à l'oreille droite et L (left) le nombre de réponses correspondant à l'oreille gauche.

L'épreuve d'écoute dichotique montre un REA faiblement positif chez Clara. En effet le lieu articulatoire est traité par l'hémisphère gauche mais de façon peu marquée par rapport à ce qui est attendu pour une droitière. De plus, le voisement est majoritairement pris en charge par l'hémisphère droit. Nous remarquons donc que chez Clara, l'investissement de l'hémisphère gauche dans les traitements phonologiques ne se fait que pour les traits pour lesquels cet hémisphère est particulièrement compétent, c'est-à-dire le lieu d'articulation, et non le voisement.

3.1.2. Test de lecture tachistoscopique

Les résultats obtenus par Clara lors du test de lecture tachistoscopique se situent tous au-dessus de la moyenne de l'échantillon de référence. En effet, Clara a commis moins d'erreurs que les enfants de son âge. Son pourcentage d'erreurs pour l'ensemble des items s'élève à 74% environ, alors qu'il est de 88% pour la population contrôle. Nous notons également un léger avantage lors de la lecture en hémichamp visuel droit, c'est-à-dire lorsque l'hémisphère gauche traite le langage en modalité visuelle.

3.2. Evaluation de la latéralité des fonctions visuo-spatiales

3.2.1. Test du paradigme de Vernier

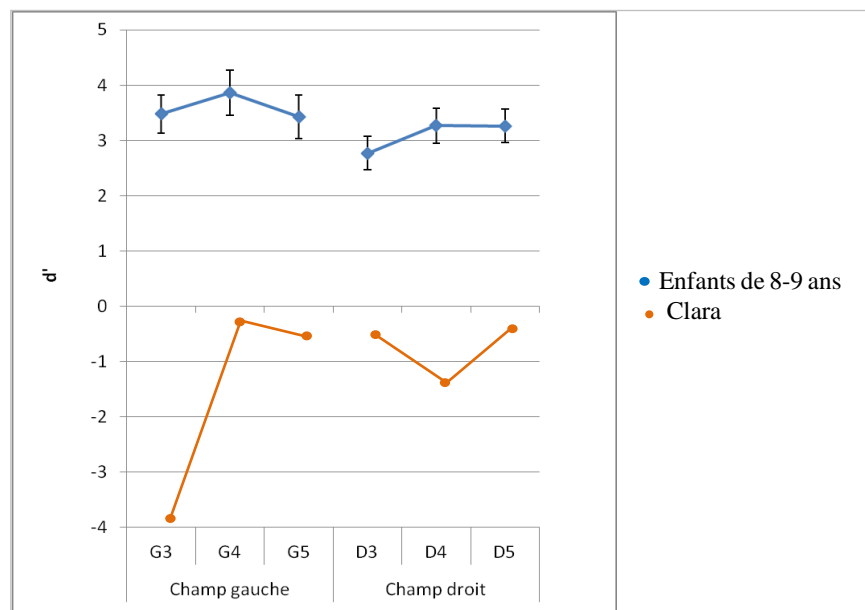


Figure 4 : *Baquettes magiques* : Résultats de Clara par rapport aux enfants de son âge

Clara obtient un score d' de détection du signal de -0,82 sur l'ensemble de l'épreuve, avec un score de -0,88 pour le champ visuel gauche – hémisphère droit et de -0,77 pour le champ visuel droit – hémisphère gauche. Ses résultats se situent donc très en dessous de ceux de la norme des enfants de 8-9 ans, qui se situent globalement entre 2,8 et 3,9. Cela signifie qu'elle présente des difficultés importantes pour réaliser des traitements visuels fins. Néanmoins, son hémisphère gauche semble légèrement plus opérationnel que son hémisphère droit lors de cette tâche visuo-spatiale.

II. Etude du cas de Louis

1. Evaluation du langage écrit

1.1. La lecture

1.1.1. L'Alouette : leximétrie

Au test de l'Alouette, Louis obtient un âge de lecture de 7 ans et 8 mois (niveau de CE1 en mars) pour un âge chronologique de 8 ans, ce qui correspond à un décalage de 4 mois. Cela le situe entre les centiles 20 et 25, c'est-à-dire parmi le quart des enfants de son âge ayant le moins bien réussi cette tâche de déchiffrement. Il commet plusieurs paralexies verbales dues à des proximités visuelles et/ou phonologiques ainsi que des erreurs sur les graphies complexes ou contextuelles.

1.1.2. La BALE : lecture de mots isolés

L'identification de mots écrits est normale à subnormale chez Louis. Ses résultats le situent en dessous du seuil de significativité pour la lecture de mots irréguliers. La durée nécessaire à la lecture de chaque liste se situe dans la norme par rapport aux temps attendus pour son niveau scolaire.

Les résultats indiquent que l'utilisation de la voie lexicale n'est pas tout à fait efficace puisque la lecture de mots irréguliers, nécessitant une référence au lexique orthographique présent en mémoire, fait apparaître de nombreuses régularisations. De plus, les erreurs commises pour les mots réguliers ainsi que pour les pseudo-mots portent essentiellement sur les graphies contextuelles. D'un point de vue qualitatif, cela nous montre une nouvelle fois qu'il existe une faiblesse du lexique orthographique.

Sa voie phonologique est quant à elle efficiente. Il ne produit en effet qu'une seule erreur de correspondance graphème-phonème.

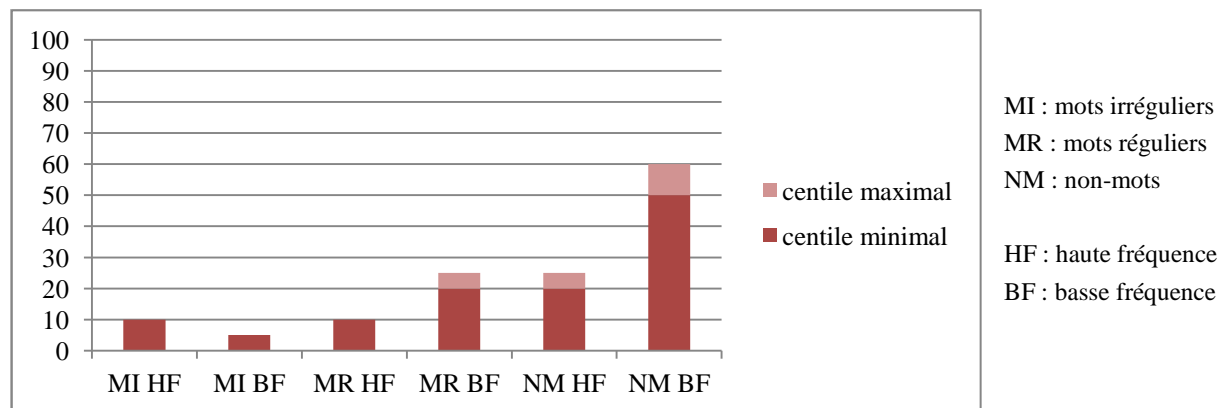


Figure 5 : Scores de Louis en centiles aux épreuves de lecture de mots isolés

1.2. La transcription

1.2.1. Les dictées

Les dictées de mots isolés corroborent le fait que Louis ait une voie phonologique efficiente car l'orthographe de non-mots est dans la moyenne voire supérieure à celle-ci. Les correspondances phono-graphémiques ne lui posent donc aucun problème.

La transcription de mots irréguliers montre une nouvelle fois des difficultés au niveau de la voie d'adressage (un seul mot de la liste est correctement orthographié). Ceci signe la présence d'un stock orthographique faible.

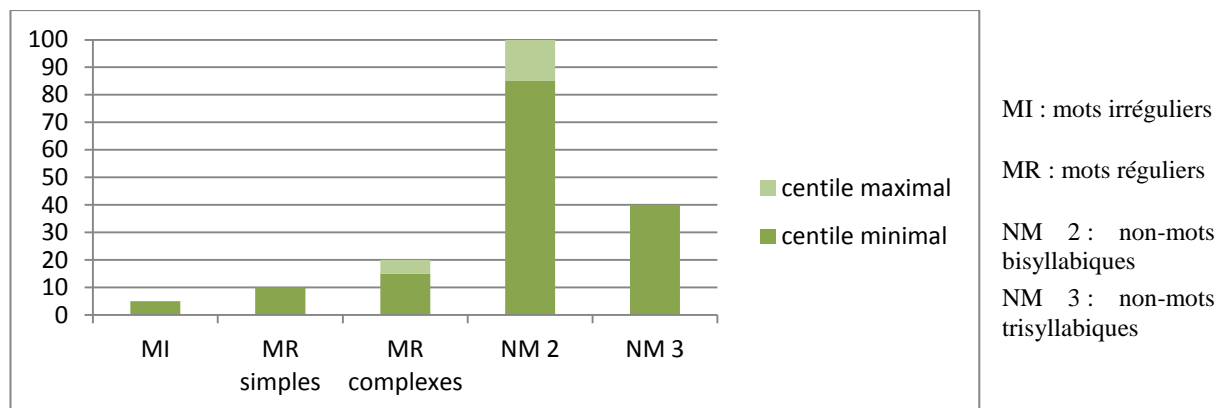


Figure 6 : Scores de Louis en centiles aux épreuves de dictée de mots isolés

Son pourcentage d'erreurs phonologiquement plausibles pour les trois listes de dictées de mots est de 81% en moyenne. Ceci montre une nouvelle fois que Louis ne rencontre aucun problème avec sa voie d'assemblage car le pourcentage moyen d'erreurs phonologiquement plausibles en classe de CE2 s'élève à 72,6%.

Au niveau de la phrase, Louis obtient un niveau d'orthographe dans la norme. Ses erreurs sont peu nombreuses que ce soit au niveau lexical et morphosyntaxique ou grammatical. Seul le temps est déficitaire.

En plus d'une gestion de l'orthographe d'usage, de l'orthographe phonétique et de l'orthographe grammaticale, la transcription d'un texte nécessite également de tenir compte du contexte et des liens anaphoriques présents entre les différentes phrases constituant le texte. A cette épreuve, Louis obtient des scores normaux ou subnormaux. En revanche le temps mis pour réaliser la transcription montre une nouvelle fois une certaine lenteur de sa part.

1.2.2. L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »

Le récit écrit de Louis fait apparaître deux marqueurs positifs sur les six possibles : l'utilisation du pronom référentiel complément et la succession d'au moins un point suivi d'une majuscule. En revanche, deux marqueurs négatifs sur les sept possibles sont

relevés, ce qui le situe tout de même dans la norme. Il s'agit de l'agrammatisme et de l'oubli de mots.

L'histoire des Ours est divisée en 23 thèmes. Le dernier thème cité par Louis est le 8^{ème} suivant l'ordre chronologique de l'histoire. Dans son récit narratif, Louis relate 6 épisodes sur les 8. Ceci montre que son récit est assez complet et informatif, compte tenu de la période de l'histoire qu'il a relatée. Nous relevons toutefois que son récit est plus court que ce qui est attendu compte tenu de son niveau scolaire puisque son récit écrit ne compte que 35 mots, ce qui le situe à 1,32 écart-type en dessous de la moyenne.

1.3. La compréhension écrite

Lors de l'épreuve de compréhension morphosyntaxique, nécessitant une compréhension écrite fine et précise de structures complexes (comme par exemple les formes passives ou les pronoms personnels objets), Louis a présenté quelques difficultés. Il a obtenu un score assez faible (-1,61 écart-type) mais a surtout eu besoin d'un temps important pour relier les textes aux images correspondantes (-5 écarts-types). Ceci peut s'expliquer par une volonté de bien faire, qui est caractéristique du comportement de Louis selon sa mère.

En ce qui concerne l'épreuve de compréhension de phrases « Les Ours », Louis obtient un score dans la moyenne. Cette histoire en images demande une compréhension écrite plus globale que l'épreuve précédente, ce qui a facilité son accès au sens.

1.4. Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit

1.4.1. Epreuves phonologiques

a. Métaphonologie

Louis réussit sans difficulté à manipuler les sons de manière volontaire et consciente. Un seul score montre une faiblesse significative, celui de la « suppression de phonème final » mais nous pensons que ce résultat n'est pas représentatif car aucun autre score ne va dans ce sens. Ce faible score pourrait sûrement s'expliquer par l'incompréhension de la consigne de cette tâche.

b. Fluence phonémique

Louis obtient un score de 0,28 écart-type. Il évoque donc autant de mots commençant par /p/ que les enfants de son âge. Son accès au stock phonologique paraît donc préservé.

1.4.2. Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey

Avec un score d'exactitude de copie de la figure de Rey de 66, Louis se situe au centile 75. Il réussit donc mieux cette tâche de reproduction que 75% des enfants de 8 ans. De

façon globale, sa reproduction ressemble beaucoup à la figure de Rey (Cf. annexe X). Cependant, sa stratégie de copie montre qu'il ne tient pas compte de la structure de la figure. Il ne paraît pas avoir de représentation globale de la figure puisqu'il copie les différents éléments de gauche à droite. Nous pouvons qualifier sa copie de type 4 : « juxtaposition de détails ». De plus, nous pouvons noter la présence d'auto-corrections, ce qui montre qu'il s'ajuste au fur et à mesure de sa production et qu'il a le souci de bien faire. Louis copie cette figure en 421 secondes, ce qui le situe alors dans l'intervalle de centiles 25 à 50.

2. Evaluation de la latéralité manuelle

Le test d'Edinburgh que nous avons fait passer à Louis montre une latéralité manuelle droite avec un quotient de latéralité égal à 90, ce qui correspond à une latéralité manuelle droite marquée.

3. Evaluation des latéralités hémisphériques du langage

3.1. Evaluation de la latéralité du langage

3.1.1. Test d'écoute dichotique

Au test d'écoute dichotique, Louis présente un REA négatif. En effet, il n'existe pas de dominance de l'hémisphère gauche, que ce soit pour le traitement du voisement ou pour le traitement du lieu articuloire. Ses résultats montrent donc une dominance hémisphérique droite pour la perception de la parole.

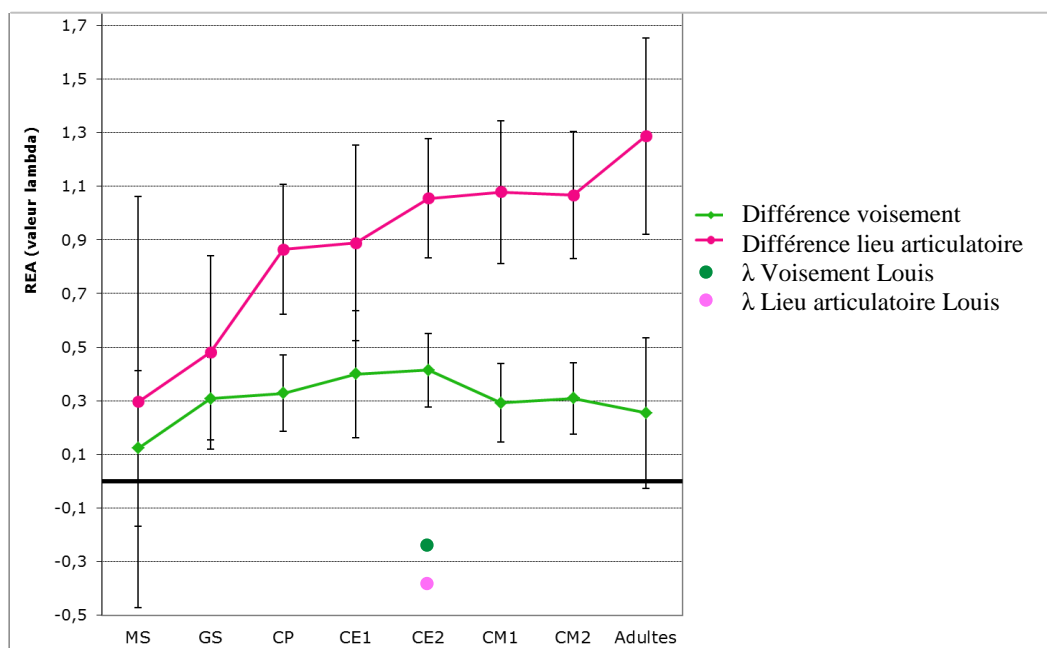


Figure 7 : Dichotica : Résultats de Louis par rapport aux enfants de son âge

3.1.2. Test de lecture tachistoscopique

Le test de lecture tachistoscopique s'est avéré extrêmement compliqué pour Louis. En effet, il n'a pu exprimer que très peu de réponses car pour la majorité des items il disait ne rien avoir vu. Au vu des difficultés qu'il présentait lors de cette épreuve, nous avons décidé de l'interrompre avant la fin car la situation le mettait fortement en échec. Louis n'a donné aucune bonne réponse, ce qui entraîne un pourcentage d'erreurs s'élevant à 100%.

3.2. Evaluation de la latéralité des fonctions visuo-spatiales

3.2.1. Test du paradigme de Vernier

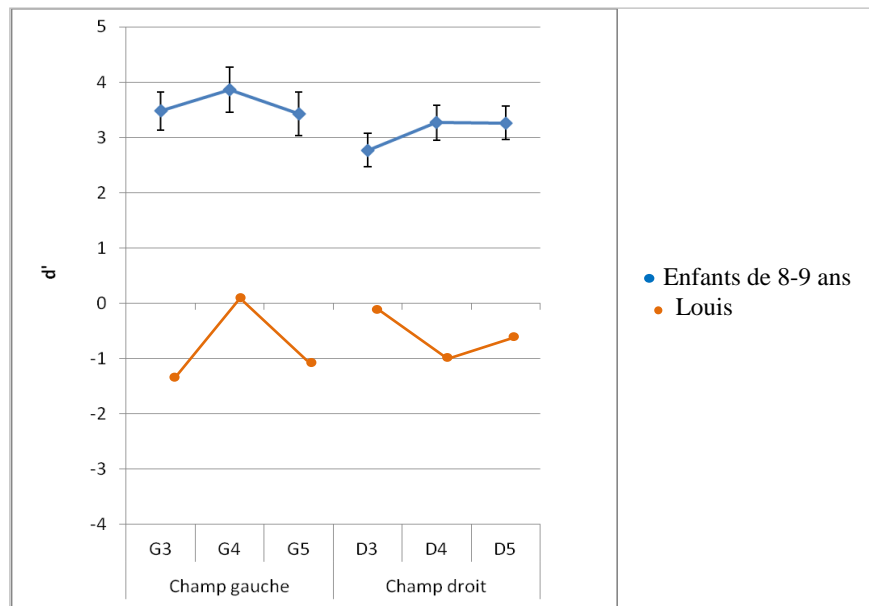


Figure 8 : *Baquettes magiques* : Résultats de Louis par rapport aux enfants de son âge

Louis obtient un score d' de détection du signal de -0,66 sur l'ensemble de l'épreuve, avec un score de -0,79 pour le champ visuel gauche – hémisphère droit et de -1,23 pour le champ visuel droit – hémisphère gauche. Ses résultats sont donc très inférieurs à ceux de la norme des enfants de 8-9 ans, qui se situent globalement entre 2,8 et 3,9. Cela signifie qu'il présente d'importantes difficultés pour réaliser des traitements visuels fins. Néanmoins, son hémisphère droit semble plus opérationnel que son hémisphère gauche lors de cette tâche visuo-spatiale.

III. Etude du cas de Yann

Yann n'est pas scolarisé en classe de CE2. Nous avons donc choisi de le comparer aux normes de CE1 des différents tests puisque les étalonnages de CE2 ont été réalisés entre les mois de décembre et d'avril du CE2. Cela signifie qu'un écart moyen de 6 mois aurait été présent entre les apprentissages de la population de référence et ceux de Yann. Pour la copie de la figure de Rey et les tests comportementaux, ne s'appuyant pas sur des connaissances scolaires, nous comparerons Yann aux enfants de son âge.

1. Evaluation du langage écrit

1.1. La lecture

1.1.1. L'Alouette : leximétrie

Au test de l'Alouette, Yann obtient un âge lexique de 7 ans (niveau de juillet CP) pour un âge chronologique de 7 ans et 11 mois, ce qui correspond à un retard de 11 mois. Cela le situe parmi les 15% des enfants de son niveau scolaire ayant le moins bien réussi cette tâche de déchiffrement. Il réalise notamment des paralexies visuelles, des erreurs portant sur les graphies contextuelles et des erreurs de correspondance grapho-phonémique.

1.1.2. La BALE : lecture de mots isolés

Chez Yann, la voie d'assemblage semble altérée car la lecture de non-mots, nécessitant une correspondance graphème-phonème, est chutée à deux reprises. Ses erreurs portent essentiellement sur des confusions de consonnes sourdes et de consonnes sonores.

La voie d'adressage paraît être mieux utilisée mais nous notons tout de même quelques difficultés avec notamment de nombreuses régularisations. Nous remarquons également une non-maîtrise des graphies contextuelles ce qui pourrait évoquer une faiblesse du lexique orthographique. De plus, le temps nécessaire à Yann pour lire les mots irréguliers est plus important que le temps moyen de lecture des enfants de son niveau scolaire.

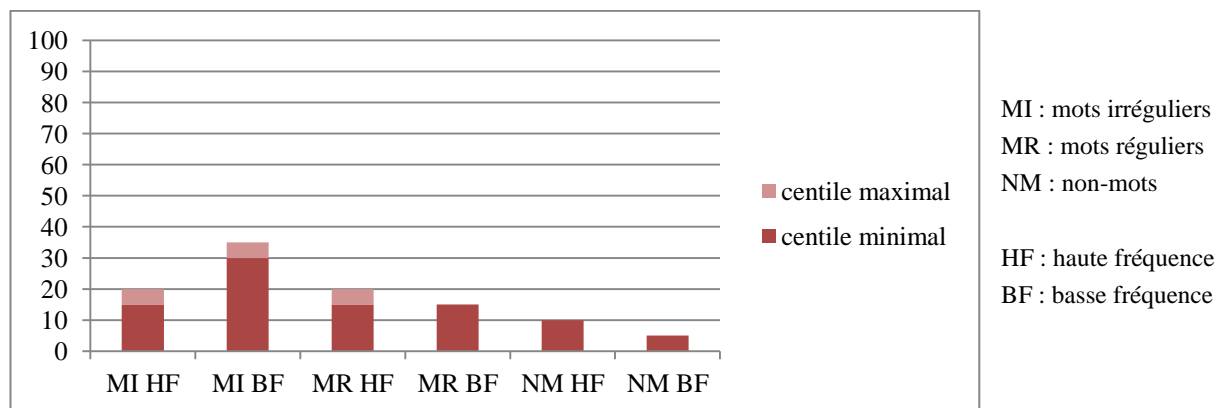


Figure 9 : Scores de Yann en centiles aux épreuves de lecture de mots isolés

1.2. La transcription

1.2.1. Les dictées

Les scores subnormaux des dictées de non-mots montrent à nouveau une voie phonologique faible chez Yann. Cela se caractérise du point de vue qualitatif par quelques confusions de consonnes sourdes et sonores.

La transcription de mots montre quant à elle un lexique orthographique très déficitaire. En effet, Yann a beaucoup de difficultés à respecter l'orthographe des mots qu'ils soient réguliers ou irréguliers (scores inférieurs ou égaux au centile cinq).

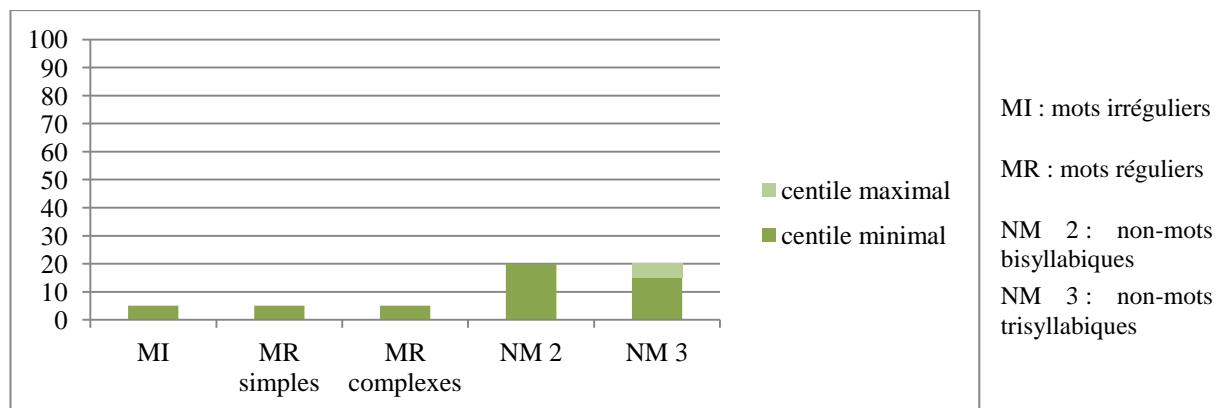


Figure 10 : Scores de Yann en centiles aux épreuves de dictée de mots isolés

Le pourcentage d'erreurs phonologiquement plausibles pour les trois listes de dictées de mots est de 64,3% en moyenne. Ceci correspond au pourcentage attendu en classe de CE1.

A l'échelle de la phrase, et en se référant à la norme de son niveau scolaire, les difficultés de Yann sont significatives pour ce qui est de l'orthographe lexicale. L'orthographe grammaticale est quant à elle fragile.

En plus d'une gestion de l'orthographe d'usage, de l'orthographe phonétique et de l'orthographe grammaticale, la transcription d'un texte nécessite également de tenir compte du contexte et des liens anaphoriques présents entre les différentes phrases constituant le texte. Dans ces conditions, les résultats de Yann sont inférieurs à la norme des enfants de CE2 de manière significative (cette épreuve n'étant pas étalonnée pour la classe de CE1). De plus, la segmentation des mots semble lui poser problème.

1.2.2. L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »

Le récit écrit de Yann fait apparaître un seul marqueur positif sur les six possibles : l'utilisation de liens logiques (notamment grâce à la conjonction de coordination « et »). En revanche, trois marqueurs négatifs sur les sept possibles sont relevés, ce qui le situe tout de même dans la norme. Il s'agit de l'agrammatisme, du mauvais découpage des phrases et de la présence d'erreurs phonologiques.

L'histoire des Ours est divisée en 14 thèmes pour le niveau CE1. Le dernier thème cité par Yann lors de son récit est le 9^{ème} suivant l'ordre chronologique de l'histoire. Pourtant, ce dernier ne comporte que 3 épisodes sur les 9. Ceci montre que son récit manque d'exhaustivité puisque Yann n'évoque qu'un tiers des éléments importants, compte tenu de la période de l'histoire qu'il a relatée. Toutefois, cela ne le situe pas en dehors de la norme des enfants de CE1.

1.3. La compréhension écrite

Yann réussit très bien l'épreuve de compréhension « Les Ours » dont les images disposées dans l'ordre représentent une histoire. Il arrive parfaitement à associer chaque image avec le morceau de texte lui correspondant.

En revanche, l'épreuve de compréhension morphosyntaxique qui nécessite une compréhension écrite plus fine et plus précise (avec la manipulation de structures complexes comme par exemple les formes passives ou les pronoms personnels objets) le met plus en difficulté.

1.4. Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit

1.4.1. Epreuves phonologiques

a. Métaphonologie

Les sept subtests de la Bale testant la métaphonologie, montrent de bonnes compétences de manipulation volontaire de phonèmes ou de syllabes chez Yann puisque les scores obtenus se situent entre les centiles 35 et 100.

b. Fluence phonémique

Yann obtient un score de -0,35 écart-type, ce qui signifie qu'il évoque autant de mots commençant par /p/ que les enfants de sa classe. L'accès au stock phonologique paraît donc préservé.

1.4.2. Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey

Avec un score d'exactitude de copie de la figure de Rey de 57, Yann se situe au centile 50, ce qui le situe dans la norme des enfants de 8 ans. De façon globale, sa reproduction ressemble à la figure de Rey. Cependant, certains éléments peuvent être déformés et les proportions ne sont pas toujours respectées (Cf. annexe X). Sa stratégie de copie montre qu'il ne tient pas compte de la structure de la figure puisqu'il ne commence pas par celle-ci. Nous notons qu'il agit par addition de détails mais cela le mène tout de même à reproduire le contour dans un premier temps. Il traite dans un second temps les détails situés à l'intérieur de la figure. Nous pouvons qualifier sa copie de type 4 : « juxtaposition

de détails ». Yann reproduit cette figure en 270 secondes, ce qui le situe alors dans l'intervalle de centiles 50 à 75.

2. Evaluation de la latéralité manuelle

Le test d'Edinburgh de Yann montre une latéralité manuelle gauche avec un quotient de latéralité égal à -70. Une préférence de la main gauche a été choisie pour huit des dix items proposés.

3. Evaluation des latéralités hémisphériques

3.1. Evaluation de la latéralité du langage

3.1.1. Test d'écoute dichotique

L'épreuve d'écoute dichotique montre un REA faiblement positif chez Yann. En effet nous remarquons une prise en charge bi-hémisphérique de la perception de la parole. Le voisement est alors traité par l'hémisphère gauche tandis que le lieu articulatoire est analysé de façon bilatérale. Nous ne soulignons donc pas de latéralité hémisphérique claire pour ce traitement phonologique chez Yann.

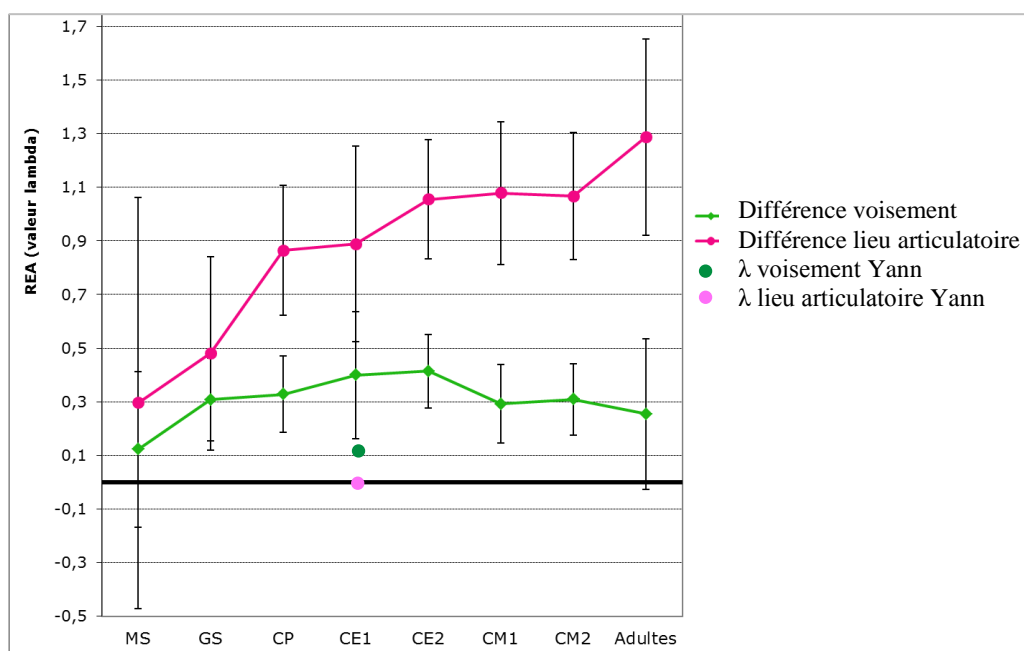


Figure 11 : *Dichotica* : Résultats de Yann par rapport aux enfants de son âge

3.1.2. Test de lecture tachistoscopique

Les résultats obtenus par Yann lors du test de lecture tachistoscopique sont quasiment similaires à la moyenne de l'échantillon de référence. En effet, Yann a commis un

nombre d'erreurs faiblement inférieur aux enfants de son âge. Son pourcentage d'erreurs pour l'ensemble des items s'élève à 85% environ, alors qu'il est de 88% pour la population contrôle. Nous notons chez Yann un léger avantage lors de la lecture en hémichamp visuel gauche, c'est-à-dire lorsque l'hémisphère droit traite le langage en modalité visuelle.

3.2. Evaluation de la latéralité des fonctions visuo-spatiales

3.2.1. Test du paradigme de Vernier

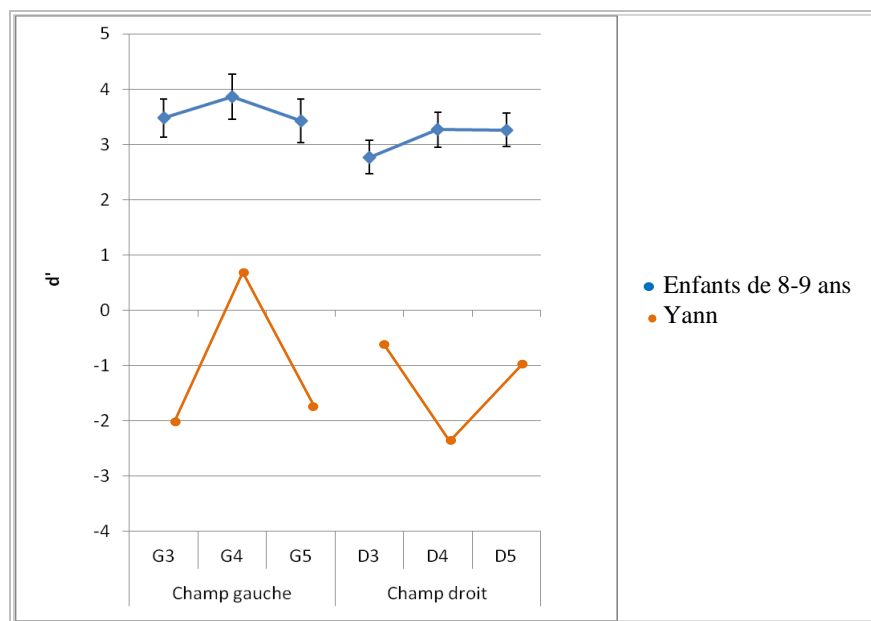


Figure 12 : Baquettes magiques : Résultats de Louis par rapport aux enfants de son âge

Yann obtient un score d' de détection du signal de -1,12 sur l'ensemble de l'épreuve, avec un score de -1,03 pour le champ visuel gauche – hémisphère droit et de -1,23 pour le champ visuel droit – hémisphère gauche. Ses résultats sont donc très inférieurs à ceux de la norme des enfants de 8-9 ans, qui se situent globalement entre 2,8 et 3,9. Cela signifie qu'il présente d'importantes difficultés pour réaliser des traitements visuels fins. Néanmoins, son hémisphère droit semble plus opérationnel que son hémisphère gauche lors de cette tâche visuo-spatiale.

Chapitre V

DISCUSSION DES RESULTATS

I. Analyse et discussion des résultats

Lors de cette recherche, nous souhaitions savoir si la survenue d'un accident vasculaire cérébral ischémique en période néonatale avait un effet sur les performances en langage écrit à l'âge de 8 ans, et si le côté de la lésion avait un impact sur l'importance des éventuels déficits.

Nous émettions alors l'hypothèse que les phénomènes de neuroplasticité post-lésionnelle entraîneraient de moins bonnes performances chez les enfants ayant subi un AVC néonatal par rapport à la population de référence. De plus nous pensions également noter la présence de différents profils en fonction que la lésion ait eu lieu au sein de l'hémisphère gauche ou droit.

1. L'organisation anatomo-fonctionnelle cérébrale

1.1. Latéralité hémisphérique du langage atypique

Les résultats aux tests d'écoute dichotique et de lecture tachistoscopique montrent une organisation anatomo-fonctionnelle atypique de la perception du langage que ce soit en modalité auditive ou visuelle pour les trois sujets. Notre première hypothèse est donc vérifiée. Ceci atteste de plus, l'existence de mécanismes de plasticité cérébrale.

Clara, qui a subi un AVC néonatal gauche, paraît aujourd'hui avoir une dominance hémisphérique gauche pour le traitement du langage mais de façon moins nette que ce qui est attendu, compte tenu de sa latéralité manuelle droite marquée. A la suite de son AVC néonatal gauche, Clara s'est effectivement développée comme droitère manuellement, ce qui témoigne d'une certaine préservation de réseaux cérébraux dans l'hémisphère gauche, notamment pour les commandes motrices. Ses résultats en écoute dichotique sont néanmoins atypiques pour une droitère car le traitement du lieu d'articulation présente un REA situé en dessous de la norme des enfants droitiers de son âge. Pour le trait phonologique du voisement, Clara semble recruter un peu plus son hémisphère droit, non lésé, ce qui se traduit par un léger LEA. Cela montre qu'elle compense ses difficultés en recrutant de manière intense l'hémisphère droit quand celui-ci est pertinent pour le traitement engagé. Ses résultats en lecture tachistoscopique corroborent une légère dominance de l'hémisphère gauche pour le traitement du langage.

La latéralité hémisphérique du langage de Louis, qui a présenté un AVC gauche en période néonatale, paraît être ancrée à droite. En effet, lors de l'épreuve d'écoute dichotique, Louis a obtenu un LEA aussi bien pour le traitement du lieu d'articulation que pour celui du voisement. Ses compétences en perception de la parole semblent donc s'être développées essentiellement dans l'hémisphère droit, indemne de lésion. Cependant, il est complexe d'affirmer que cette organisation anatomo-fonctionnelle atypique du langage n'est due qu'à la lésion car bien que Louis ait été droitier durant la passation des épreuves, et que le test d'Edinburgh révèle une préférence manuelle droite, il est considéré par sa famille comme étant ambidextre. De ce fait, nous ne pouvons pas considérer avec certitude que la dominance hémisphérique de Louis était celle

fréquemment rencontrée chez les droitiers puisqu'en effet, sa mère relate l'existence de périodes pendant lesquelles il se sert davantage de sa main gauche et nous a rapporté que son frère jumeau présente une prévalence manuelle gauche. En outre, l'impossibilité de réaliser l'épreuve de lecture tachistoscopique ne permet pas d'affirmer ou d'infirmer cette latéralité langagière droite.

Yann, qui a subi un AVC néonatal droit, aurait une répartition cérébrale bilatérale de la perception du langage. En effet, ses résultats à l'épreuve d'écoute dichotique montrent qu'aucune dominance hémisphérique n'est notable que ce soit pour le traitement du lieu articulaire ou celui du voisement. Une prise en charge bilatérale du langage est également soulignée par le test de lecture tachistoscopique car Yann semble utiliser ses deux hémisphères pour le langage en modalité visuelle, avec un léger avantage de l'hémisphère droit. De plus, malgré une latéralisation droite des lésions cérébrales, Yann s'est développé comme gaucher. Cependant nous pouvons noter que sa préférence manuelle gauche n'est pas très déterminée car il a utilisé exclusivement sa main droite lors de la passation des tests. Cette répartition bilatérale de la perception du langage en modalités auditive et visuelle pourrait alors être une conséquence de la réorganisation cérébrale. Elle pourrait également s'expliquer par la latéralité manuelle gauche de Yann puisque 15% des gauchers ont une répartition bilatérale du langage.

1.2. Latéralité hémisphérique atypique des fonctions visuo-spatiales

La tâche expérimentale basée sur le paradigme de Vernier apparaît comme un outil efficace et fin pour évaluer les troubles des traitements visuo-spatiaux, qui sont normalement très latéralisés à droite chez l'enfant comme chez l'adulte. Ce test montre que les trois enfants sont clairement déficitaires dans le traitement et l'estimation de petites distances spatiales puisqu'ils obtiennent tous trois des valeurs très inférieures à celle d'un échantillon de 24 enfants de 8-9 ans. Ces résultats sont par exemple beaucoup plus chutés que ceux d'individus épileptiques (Castello-Lopez, 2011).

A l'analyse des résultats de Clara à l'épreuve visuo-spatiale du paradigme de Vernier, nous observons des scores très inférieurs à ceux de la norme de sa tranche d'âge ainsi qu'une mobilisation plus importante de son hémisphère gauche par rapport à son hémisphère droit. Ceci est atypique puisqu'en général les droitiers activent préférentiellement leur hémisphère droit lors de tâches mettant en jeu les fonctions visuo-spatiales. Ces résultats ainsi que ceux des épreuves évaluant la latéralité hémisphérique du langage peuvent laisser penser à un effet Crowding. En effet, Clara semble recruter son hémisphère droit lors d'épreuves langagières, au détriment des fonctions visuo-spatiales. Cette hypothèse est également renforcée par l'épreuve de copie de la figure de Rey qui a mis Clara en situation de grande difficulté avec un score significativement écarté de la norme, ce qui laisse penser que ses capacités visuo-spatiales sont altérées.

Les résultats de Louis à l'épreuve des « baguettes magiques » mettent en évidence une utilisation privilégiée de l'hémisphère droit pour le traitement des informations visuo-spatiales lors de cette tâche. Cependant, ce recrutement de l'hémisphère droit n'est pas efficace car les scores obtenus à cette épreuve sont très inférieurs à ceux des enfants de son âge. Ces performances chutéées pourraient alors être en faveur d'un effet Crowding, permettant un traitement prioritaire du langage. Une possible latéralisation du langage à droite, en défaveur des fonctions visuo-spatiales, a pu en effet s'être opérée. En revanche,

la copie de la figure de Rey ne montre pas de difficultés conséquentes pour l'exactitude de la reproduction, même si la stratégie utilisée par Louis n'est pas la plus adaptée. Ces résultats contradictoires aux deux tâches évaluant les capacités visuo-spatiales pourraient s'expliquer par une sollicitation plus importante de l'attention soutenue lors de l'épreuve reposant sur le paradigme de Vernier. Cela peut être mis en lien avec la fatigabilité relevée lors des tâches attentionnelles du bilan neuropsychologique.

Enfin, les résultats de Yann à l'examen de la latéralisation des fonctions visuo-spatiales sont également très chutés. Son hémisphère droit semble prendre en charge les fonctions visuo-spatiales qui n'ont a priori pas été prises en charge par l'hémisphère gauche suite à la lésion cérébrale droite. Cependant, lorsque les traitements des informations visuo-spatiales sont très fins (décalage des deux segments verticaux de $0,3^\circ$), son hémisphère droit paraît peu compétent et le met en situation d'échec. Sa copie de la figure de Rey est en revanche celle attendue compte-tenu de son âge, même si la stratégie qu'il a utilisée l'a mis en difficulté dans l'ajustement de sa copie, notamment dans la prise en compte des relations spatiales existant entre les différents éléments constituant la figure. En effet, Yann n'a pas su s'auto-corriger pour que ses tracés coïncident les uns avec les autres. Les résultats divergents de ces deux épreuves évaluant les capacités visuo-spatiales pourraient être dus à des difficultés attentionnelles, déjà soulignées lors des bilans orthophonique et neuropsychologique réalisés par Yann à ses 7 ans.

Bien que l'épreuve basée sur le paradigme de Vernier indique des scores déficitaires chez les trois enfants, notre deuxième hypothèse supposant un déficit du traitement visuo-spatial quel que soit l'hémisphère atteint, n'est pas vérifiée puisque la copie de la figure de Rey est réussie pour deux des trois enfants.

1.3. Liens complexes entre latéralité hémisphérique du langage et latéralité manuelle

De nombreux auteurs ont décrit l'existence d'une importante corrélation entre la latéralité hémisphérique du langage et la latéralité manuelle. Selon Baciú (2012) l'hémisphère gauche est spécialisé pour le langage chez 96% des droitiers et 70% des gauchers. Ceci signifie donc que la majorité des gauchers ont tout de même leur centre du langage à gauche mais qu'une organisation anatomo-fonctionnelle atypique du langage a plus de chance d'être présente que chez les droitiers. En outre, la même auteure souligne que plus les individus sont gauchers, plus ils ont de chances de présenter une spécialisation hémisphérique du langage au sein de l'hémisphère droit ou de façon bilatérale.

Lors de notre étude, nous avons remarqué chez deux des trois sujets (le garçon ayant subi un AVC gauche et le garçon ayant présenté un AVC droit) que la latéralité manuelle n'était pas stable. En effet, Louis nous a été présenté par sa mère comme étant ambidextre, sa préférence manuelle variant selon les périodes. Cependant, le test d'Edinburgh a révélé une prévalence manuelle droite que nous avons également constatée lors de la passation des tests. Yann nous a, quant à lui, été décrit par sa famille comme étant gaucher, ce qui a été confirmé par le test d'Edinburgh. Toutefois, lors de la passation des épreuves, Yann a utilisé de façon indifférenciée ses mains gauche et droite pour écrire ou manipuler la souris. Cette instabilité de prévalence manuelle serait peut-être le témoin d'une réorganisation anatomo-fonctionnelle complexe du langage car la

préférence manuelle est normalement très précoce, puisqu'elle se met en place entre un et trois ans (Bates et al. cité par Sprenger-Charolles et Colé, 2003).

2. Impact de la réorganisation cérébrale sur les performances en langage écrit

2.1. Une réorganisation cérébrale propre à chaque individu

Bien que l'organisation cérébrale des trois sujets de notre étude soit atypique, elle est également différente pour chacun d'eux. Duchowny et al. avaient pu mettre en évidence une réorganisation préférentiellement inter-hémisphérique pour des lésions précoces (1996, cités par Chilosi et al., 2008). Notre étude ne nous permet pas, quant à elle, de dégager une tendance relative aux mécanismes de plasticité cérébrale mis en jeu en cas de lésions précoces.

En effet, les mécanismes de neuroplasticité mis en place semblent être propres à chaque individu. D'après l'étude de Liégeois et al. (2004), 5 des 10 enfants ayant subi une lésion précoce au sein de l'hémisphère gauche ont montré une latéralisation du langage bilatérale ou à droite. Ces chiffres montrent donc que d'importantes différences inter-individuelles existent lors de mécanismes de plasticité cérébrale. Nous retrouvons ces mêmes différences chez les trois enfants de notre étude. En effet, Clara paraît avoir réorganisé son langage de façon plutôt intra-hémisphérique, bien que l'hémisphère droit soit tout de même sollicité pour son traitement langagier. Louis semble quant à lui présenter une réorganisation langagière inter-hémisphérique. Enfin, il nous est plus difficile d'émettre des hypothèses sur les mécanismes de neuroplasticité de Yann du fait de sa latéralité manuelle gauche. Néanmoins, l'organisation bilatérale de son langage résulte sans doute de la combinaison de différents mécanismes de plasticité post-lésionnelle. Nous rejoignons alors Liégeois et al. (2004), pour qui il est difficile de déduire une réorganisation intra- ou inter-hémisphérique.

Au sein de notre étude, nous remarquons que Louis, dont la réorganisation langagière est inter-hémisphérique, obtient les meilleurs résultats aux épreuves de langage écrit et est le moins gêné des trois sujets de notre étude dans sa scolarité. Cette dissociation des performances en langage écrit entre Clara et Yann, qui présentent des difficultés langagières écrites, et Louis, pour qui nous relevons un bon niveau de langage écrit, pourrait également s'expliquer par une localisation lésionnelle légèrement différente. En effet, bien que les trois enfants aient subi un AVC ischémique néonatal superficiel dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne, les lésions de Clara et Yann sont plus postérieures que celle de Louis. Le traitement du langage écrit activant préférentiellement les zones cérébrales postérieures gauches (Philipose et al., 2007), une corrélation anatomo-clinique semble alors apparaître entre la localisation lésionnelle et les performances langagières écrites. Une autre explication de ces meilleures performances pourrait également provenir du fait qu'il soit le seul des trois enfants à ne pas avoir développé de récurrences de crises d'épilepsie durant la période néonatale. En effet, selon Kolk et al. (2011), les crises comitiales constituent un élément d'aggravation des éventuels déficits cognitifs.

2.2. Plasticité post-lésionnelle et déficit des performances en langage écrit

Au début de notre recherche, nous émettions l'hypothèse que les résultats des enfants ayant subi un AVC néonatal, aux tests orthophoniques de langage écrit seraient inférieurs à ceux de la population de référence, quelle que soit la latéralité de la lésion et/ou de la réorganisation. Notre étude met en évidence des résultats inférieurs à la moyenne pour la plupart des épreuves.

Cette hypothèse se vérifie pour Clara (AVC néonatal gauche) dont l'ensemble des scores, à une exception près, se situent en dessous de la moyenne à des niveaux plus ou moins chutés. Cinq résultats sont subnormaux : lecture de mots réguliers fréquents et de mots irréguliers peu fréquents, dictée de mots réguliers complexes, score lexicale et morphologie de la dictée de phrases et score d'usage de la dictée de texte. Les quatorze autres épreuves proposées se trouvent toutes à un seuil significativement écarté de la norme de référence. Les performances chutées de Clara en langage écrit pourraient constituer une séquelle de sa lésion cérébrale et/ou de sa réorganisation post-lésionnelle majoritairement intra-hémisphérique. Ceci va à l'encontre des propos tenus par Rosa et Lassonde (2005) qui défendent une bonne récupération en cas de réorganisation intra-hémisphérique faisant suite à une lésion de petite taille.

Louis (AVC néonatal gauche) présente quant à lui un niveau de langage écrit qui se situe globalement dans la norme. En effet, seulement un tiers de ses résultats sont inférieurs aux scores attendus pour les enfants de sa classe. Le temps qu'il met pour effectuer les différentes épreuves se situent généralement dans la norme, sauf pour les épreuves les plus complexes comme les dictées de phrases et de texte. Nous remarquons lors de ces épreuves que Louis est très appliqué et soigneux de bien faire, notamment en ce qui concerne le graphisme. Ceci pourrait expliquer le temps significativement écarté de la norme pour l'épreuve de dictée de phrases, qui par ailleurs ne lui pose pas de problème quant à l'exactitude des réponses. C'est également le cas pour l'épreuve informatisée de compréhension écrite morphosyntaxique dont le score est subnormal mais dont le temps est très chuté. En effet, Louis a pris beaucoup de temps pour vérifier si ses choix étaient justes et il est même le seul des enfants à s'être auto-corrigé pour cette épreuve ; il n'a pas agi par élimination mais a tenu compte de chaque énoncé. C'est d'ailleurs celui qui a le mieux réussi cette épreuve même si son score est subnormal (-1,61 écart-type).

D'une façon générale, il ressort que cet enfant ne semble pas manifester de séquelles de sa lésion cérébrale et/ou de sa réorganisation post-lésionnelle au niveau du langage écrit. Ceci est corroboré par les données transmises par les parents de Louis, à savoir que sa scolarité se passe bien et qu'il ne présente pas de difficultés particulières en rapport avec le langage écrit dans sa vie quotidienne. Ces données infirment alors partiellement notre hypothèse concernant l'obtention de scores en langage écrit inférieurs à la norme pour les enfants ayant présenté un AVC néonatal.

En ce qui concerne Yann, deux tiers de ses scores se situent en dessous de la moyenne de son niveau scolaire. Néanmoins, nous pouvons noter que cet étalonnage a été réalisé entre les mois de décembre et avril du CE1. Or, Yann a déjà bénéficié des enseignements de la classe de CE1 dans son intégralité puisqu'il redouble. Compte tenu de cela, il devrait

obtenir des résultats se rapprochant davantage de la norme de cette classe. Ces données confirment donc partiellement notre hypothèse.

Malgré une deuxième année de scolarisation en classe de CE1, Yann éprouve encore des difficultés concernant les épreuves de dictées de mots réguliers et irréguliers, de compréhension morphosyntaxique, et de dictée de phrases. Cette année supplémentaire ne lui a pour l'instant pas permis de se situer dans la moyenne des enfants de son niveau scolaire pour les différentes épreuves en langage écrit. Nous pouvons donc supposer que Yann présente des séquelles de sa lésion cérébrale et/ou de sa réorganisation cérébrale.

L'ensemble de ces résultats ne permet donc de confirmer que partiellement l'hypothèse selon laquelle les enfants avec AVC néonatal obtiendraient des performances inférieures à la norme aux différentes épreuves proposées.

Les difficultés présentes pourraient être expliquées par la survenue de la réorganisation cérébrale post-lésionnelle. En effet, le phénomène de plasticité cérébrale modifie les circuits neuronaux utilisés pour le langage. Selon Nass (1997), les lésions à la fois gauches et droites affectent le système linguistique, car des « routes » de rechange se créent pour rendre possible l'acquisition du langage. Au niveau du langage écrit, de moins bonnes performances sont parfois notées par Vargha-Khadem et al. (cité par Nass, 1997) qui ont constaté que 13 des 17 sujets avec une lésion congénitale gauche, et 5 des 15 personnes ayant présenté une lésion congénitale droite, avaient des difficultés sur un test de lecture évaluant à la fois vitesse et compréhension. Ceci montre qu'il existe des différences inter-individuelles en termes de réussite aux épreuves de langage écrit, comme nous le retrouvons dans nos résultats.

3. Impact de la latéralité de la lésion sur les performances en langage écrit

Notre cinquième hypothèse portait sur une dissociation des performances selon que l'enfant ait subi un AVC néonatal gauche ou droit. Une atteinte à gauche aurait particulièrement touché les compétences phonologiques alors qu'une lésion droite aurait diminué l'efficacité de l'utilisation de la voie d'adressage. Les résultats de notre recherche confirment partiellement cette supposition. En effet, nous ne constatons pas la présence de profils particuliers en fonction de la latéralité de la lésion.

Tout d'abord, soulignons que les deux sujets ayant présenté un AVC gauche en période néonatale obtiennent des performances très différentes que ce soit en lecture ou en écriture. Les résultats de Clara montrent clairement une atteinte phonologique (compétences phonologiques faibles et voie phonologique très altérée lors des épreuves de lecture ou d'orthographe). Un lien peut être fait avec la méthode d'apprentissage de la lecture semi-globale de Clara qui n'a pas privilégié le traitement analytique et de ce fait l'utilisation de la voie phonologique au début de son apprentissage. Toutefois, en CE2, Clara devrait mieux maîtriser les correspondances graphèmes-phonèmes. En revanche, Louis présente une voie phonologique tout à fait efficiente ; ses résultats indiquent à l'inverse un profil de type « surface », que l'on peut retrouver chez des enfants dyslexiques, avec d'importants déficits en lecture et orthographe de mots irréguliers caractérisés notamment par de nombreuses régularisations. Ceci pourrait éventuellement

s'expliquer par un faible stock lexical, relevé lors de l'évaluation orthophonique réalisée à 7 ans, qui pourrait être lié à son bilinguisme franco-anglais.

Les lésions de ces deux enfants, pourtant assez similaires, ont entraîné des déficits cognitifs différents. Ainsi, la réorganisation cérébrale pourrait être à l'origine de ces profils distincts. Nous pouvons faire un parallèle entre ces résultats et ceux de l'épreuve d'écoute dichotique. En effet, chez ces deux enfants, les aspects du traitement de la parole ne sont pas pris en charge par les mêmes hémisphères. Clara maintient une certaine implication de l'hémisphère gauche en perception de la parole, mais cet investissement est faible par rapport à ce qu'il devrait être chez une droitnière. En effet, elle recrute davantage son hémisphère droit que les enfants de son âge pour les aspects du traitement de la parole. Louis semble quant à lui utiliser majoritairement son hémisphère droit pour traiter les différents aspects du traitement de la parole. Les deux enfants ne semblent donc pas avoir bénéficié des mêmes mécanismes de plasticité cérébrale. Il est possible qu'à la suite de la lésion et de la réorganisation post-lésionnelle, la région frontale inférieure gauche activée par l'utilisation de la voie phonologique, ait été touchée chez Clara alors que cela ne paraît pas être le cas chez Louis.

En outre, Yann qui a subi un AVC néonatal droit, présente des difficultés mixtes, s'exprimant tant sur le versant phonologique que sur le lexique orthographique. La voie d'adressage est en effet atteinte, cependant la voie phonologique que nous pensions touchée seulement en cas d'AVC gauche est également déficitaire.

Les profils de ces trois enfants peuvent être comparés à des profils de dyslexiques car des similitudes existent entre les performances en langage écrit de ces trois sujets et l'expression comportementale des difficultés que connaissent les dyslexiques. Cependant, selon Bonnelle (2002), nous ne pouvons parler ni d'une dyslexie développementale (car présence d'une affection neurologique), ni d'une dyslexie acquise (car la lecture n'avait pas été acquise au moment de la lésion). Des ressemblances au niveau comportemental peuvent donc être soulignées malgré des étiologies différentes.

La non-différenciation des performances en langage écrit en fonction de l'hémisphère lésé est également présente pour le langage oral, ce qui confirme l'existence du lien étroit entre langage oral et langage écrit. Pour Golomb (2009), la latéralité de la lésion ne semble pas prédire le degré de déficience du langage chez les enfants ayant subi un AVC périnatal unilatéral. Kolk (2011) corrobore ces propos en affirmant qu'aucune différence significative n'est relevée aux tests linguistiques entre les enfants ayant subi un AVC néonatal gauche et ceux qui ont présenté un AVC droit en période néonatale. Etant donné qu'en français, le lien entre langage oral et langage écrit est fort, nos résultats s'inscrivent dans la lignée de ces auteurs.

4. Recherche d'un effet du gradient de complexité des épreuves sur les performances en langage écrit

Les épreuves écrites que nous avons soumises aux trois sujets participant à notre protocole expérimental avaient différents degrés de complexité.

En effet, les épreuves d'identification de mots écrits sont considérées comme étant les plus simples car elles nécessitent seulement un décodage, qui peut être effectué grâce à la voie d'assemblage ou à la voie d'adressage. La compréhension écrite nécessite quant à elle une identification rapide, précise et automatisée ainsi que de bonnes compétences en langage oral pour permettre au lecteur d'avoir davantage de ressources cognitives et attentionnelles mobilisées dans la compréhension du message. Les épreuves d'écriture (dictée et récit écrit) représentent les subttests les plus complexes puisque écrire exige des capacités précises de rappel. Il faut donc plus de mémoire pour orthographier correctement les mots que pour les lire. Enfin, nous pouvons souligner que la transcription de phrases ou de textes, pour laquelle des compétences syntaxiques sont nécessaires, paraît être la tâche la plus difficile car les règles d'orthographe d'usage, d'orthographe phonétique et d'orthographe grammaticale sont à gérer en même temps.

Nous avons alors émis l'hypothèse que les épreuves les plus simples comme l'identification de mots écrits seraient mieux réussies que les épreuves de compréhension écrite et d'écriture qui demandent la mise en place de processus cognitifs plus importants. Woods et Carey (cités par Nass, 1997) notaient effectivement que l'orthographe était le seul domaine de difficulté relevé chez les sujets ayant subi une lésion gauche congénitale.

Cependant, cette hypothèse n'est pas validée. En effet, les trois enfants ont obtenu des résultats très hétérogènes dans les différentes épreuves. Cette hétérogénéité ne permet donc pas de mettre en évidence des tâches qui soient plus réussies ou plus échouées que d'autres. Par conséquent, nous ne retrouvons pas de gradient de difficulté dans les résultats aux épreuves de lecture, de compréhension écrite, d'orthographe et de récit narratif écrit.

En revanche, des profils propres à chaque enfant émergent, comme nous l'avons souligné précédemment. Les pseudo-mots n'ont par exemple pas posé de problème à Louis qui a réussi à les lire et à les orthographier, alors que les mots irréguliers ont été échoués de la même façon que ce soit en lecture ou en écriture. Il en est de même pour Clara qui a été mise en difficulté par la phonologie que ce soit en lecture, en dictée de mots ou lors des transcriptions de phrases ou de texte. Nous relevons donc que les difficultés ne dépendent pas de la tâche et de sa complexité mais plutôt du type d'item proposé.

II. Limites et points forts de notre étude

1. Population

La population de notre recherche, composée d'enfants de 8 ans ayant subi un AVC en période néonatale, est une population rare. En effet, l'incidence la plus fréquemment retrouvée dans la littérature pour cette pathologie est d'un cas pour 4000 nouveau-nés (Charollais et al., 2003). Pour cette raison, nous avons connu, au début de nos recherches, quelques difficultés pour trouver des individus correspondant à nos critères d'inclusion et d'exclusion et acceptant de participer à notre protocole expérimental. De ce fait, nous avons été amenées à modifier certains critères d'exclusion envisagés initialement.

Tout d'abord nous souhaitions évaluer exclusivement des enfants de CE2 pour qu'ils aient pu bénéficier des trois années du cycle 2 pendant lesquelles l'apprentissage explicite

du langage écrit a lieu. Nous avons pour cela réalisé la sélection de notre population durant l'année scolaire 2011/2012. A la fin de celle-ci, quatre familles avaient alors donné leur accord de principe au Docteur Chabrier pour participer à notre étude. Lorsque nous avons contacté ces familles à la rentrée scolaire suivante, nous avons appris qu'un des enfants sélectionnés avait redoublé la classe de CE1. Nous avons tout de même choisi d'inclure cet individu dans notre protocole afin de pouvoir effectuer une comparaison entre les individus ayant présenté un AVC néonatal gauche et un AVC néonatal droit. De plus, à cette même période, une des familles ayant préalablement donné son accord s'est finalement désistée. C'est pourquoi notre objectif de départ de comparer deux enfants ayant subi un AVC gauche et deux ayant subi un AVC droit n'a pas pu être atteint.

Nous avons également été contraintes de ne pas respecter un autre critère d'exclusion que nous avions initialement choisi. En effet, nous pensions exclure de notre protocole expérimental les enfants bilingues. Cependant, au vu du peu d'enfants acceptant de participer à notre recherche, nous avons finalement inclus Louis dans notre étude, bien qu'il présente un bilinguisme franco-anglais. Toutefois, cette caractéristique ne paraît pas avoir de répercussions sur ses performances en langage écrit qui se situent généralement dans la norme.

Malgré cela, plusieurs points positifs concernant l'homogénéité de notre population peuvent être soulignés. En effet, les lésions des trois enfants ayant participé à notre protocole expérimental sont assez similaires puisque les trois sujets ont tous subi un AVC ischémique artériel sylvien superficiel en période néonatale. De plus, les âges des trois enfants au moment de la passation des tests étaient très proches, puisque l'écart entre le plus jeune et le plus âgé était de moins de deux mois.

En outre, la latéralité manuelle de chaque enfant nous a posé question pour l'analyse de nos résultats, notamment pour interpréter les mécanismes de réorganisation mis en place. En effet, avec une lésion si précoce, il n'est pas possible de savoir qu'elle aurait été la préférence manuelle de chaque sujet s'il avait été indemne de lésion. Nous avons donc dû émettre des hypothèses en fonction de nos connaissances sur la latéralité hémisphérique du langage mais également en fonction de la prévalence manuelle des membres de la famille de chaque sujet. Selon Narbona et Fernandez (2007), pour la plus grande part de la population, c'est l'hémisphère gauche qui est spécialisé pour les aspects formels du langage, quelle que soit la préférence manuelle. Pour cette raison, nous avons considéré qu'une organisation anatomo-fonctionnelle du langage qui n'était pas majoritairement localisée dans l'hémisphère gauche constituait une organisation atypique.

2. Matériel

Au niveau du matériel que nous avons utilisé pour notre protocole expérimental, quelques limites peuvent être relevées.

Tout d'abord, nous aurions souhaité avoir accès à des IRMf pour pouvoir affirmer avec plus de précision la latéralité hémisphérique langagière de chaque enfant. Il n'a cependant pas été possible d'utiliser cette imagerie au cours de notre recherche, notamment du fait d'une importante sollicitation de ces familles par le passé dans le cadre de la cohorte AVCnn. Une participation à une IRMf aurait alors constitué une contrainte trop importante pour ces familles du fait de leur éloignement géographique et de la fréquence

des examens médicaux auxquels ils participent lors du suivi longitudinal de cette cohorte. Pour cette raison, nous avons choisi d'utiliser des tests comportementaux pour pouvoir tout de même émettre des hypothèses concernant l'organisation anatomo-fonctionnelle de chaque sujet. Cependant Amen et Samouiller (2012) montre une fiabilité limitée du test d'écoute dichotique puisque ce dernier n'est pas toujours corrélé aux résultats de l'IRMF.

De plus, les tests comportementaux nécessitent une durée de passation assez importante. Cette longueur a été ressentie par les enfants qui ont parfois montré une certaine lassitude au cours de ces tâches. En outre, nous pensons que le test de lecture tachistoscopique est trop difficile pour des enfants de 8 ans puisque la moyenne d'erreurs commises par la population de référence est maximale pour certains types d'items. La réalisation de cette tâche a parfois été extrêmement complexe, et nous avons même dû arrêter la passation de cette épreuve avant la fin pour Louis qui n'arrivait à produire quasiment aucune réponse.

Au niveau de l'évaluation du langage écrit des enfants, nous pensons avoir mis en place un protocole assez exhaustif, évaluant l'identification des mots écrits, la compréhension écrite, l'orthographe phonétique, l'orthographe d'usage et l'orthographe grammaticale. Cependant, pour une plus grande précision, nous aurions voulu présenter plus d'items pour chaque compétence évaluée, et ainsi utiliser des épreuves plus sensibles. Toutefois, la durée de notre protocole nous a paru suffisamment importante. Nous avons donc choisi de privilégier une évaluation des différentes composantes du langage écrit plutôt que de privilégier un nombre plus restreint d'épreuves comportant une quantité plus importante d'items. De la même façon, il aurait pu être intéressant d'évaluer la mémoire de travail des trois sujets car selon Gaonac'h et Pross (2005, p.185), elle « est souvent invoquée pour rendre compte de l'acquisition et du fonctionnement d'activités cognitives complexes comme la compréhension du langage, la lecture [et] la production écrite [...] ».

3. Procédure

L'évaluation des trois enfants a eu lieu durant les vacances de la Toussaint de l'année scolaire 2012/2013. Nous avons donc rencontré les sujets à seulement quelques jours d'intervalle. Ainsi, l'écart de temps entre la passation des tests par nos trois sujets et la passation effectuée par les individus composant la population de référence était le même pour les trois enfants.

De plus, les différents professionnels que nous avons rencontrés pour la mise en place de notre protocole expérimental nous avaient prévenues de l'importante fatigabilité que pouvaient présenter ces enfants. La variation des supports proposés et les pauses aménagées nous ont permis de bien nous adapter à cette caractéristique de notre population, malgré un temps de passation relativement important. En effet aucun problème d'attention et de concentration n'a été relevé chez ces trois enfants.

III. Apports de notre étude

L'élaboration de ce mémoire de recherche en orthophonie a été très enrichissante tant sur le plan personnel que sur les plans théorique et clinique.

1. Sur le plan personnel

Nous avons eu le plaisir de rencontrer trois familles dans le but de réaliser des évaluations du langage écrit chez des enfants ayant présenté un AVC néonatal. Ces trois familles, qui ont pourtant été sollicitées à de nombreuses reprises par le passé dans le cadre de la cohorte AVCnn menée par le Docteur Chabrier, nous ont chaleureusement accueillies. En effet, les parents ont été très arrangeants afin que nous puissions trouver des dates pour nous rencontrer. Ils ont également été très disponibles pour discuter du parcours de leur enfant depuis l'annonce de la pathologie jusqu'au moment de notre rencontre. De plus, les trois enfants ont été très agréables avec nous ; ils se sont investis dans la réalisation des différentes tâches que nous leur avons proposées et ont été très volontaires.

Les rencontres avec ces trois enfants et leurs parents nous ont permis de trouver notre place de future professionnelle puisque nous avons eu l'opportunité de nous retrouver en situation d'évaluation comme cela sera le cas dans notre futur exercice. Nous avons pu nous familiariser avec différentes étapes qui composent une évaluation : recueil d'informations sur l'histoire de l'enfant (auprès de l'enfant, de ses parents et dans les dossiers médicaux), explication des consignes des différentes épreuves, passation des tests, retour à l'enfant et aux familles des observations issues de l'évaluation. Dans un second temps nous avons réalisé une analyse quantitative et qualitative. Cela nous a permis de rédiger un compte-rendu écrit d'évaluation destiné aux parents pour les informer des résultats de leur enfant. Nous avons vécu ces différentes phases comme une mise en situation réelle qui nous a permis d'appréhender au mieux ces divers aspects de l'exercice clinique de l'orthophoniste avec lesquels nous nous sentons aujourd'hui plus à l'aise.

Au fur et à mesure de l'avancement de notre recherche, nous avons été amenées à rencontrer différents professionnels, notamment des neuropédiatres, orthophonistes, neuropsychologues et docteur en psychologie. Les échanges engendrés par ces rencontres, qu'ils soient cliniques ou théoriques, ont été très enrichissants. En effet, ils nous ont aidées à faire mûrir notre projet de recherche et nous ont sensibilisées à l'importance des échanges transdisciplinaires. Ces multiples rencontres nous ont également permis d'avoir accès à de nouveaux éléments bibliographiques pouvant enrichir notre étude.

De plus, grâce à l'élaboration de ce mémoire de recherche, nous bénéficions à présent d'une plus grande ouverture d'esprit et d'une curiosité accrue. En effet, cela nous a permis de nous familiariser avec la méthodologie de la recherche scientifique et particulièrement la méthodologie expérimentale. Nous avons également appris à mener des recherches bibliographiques efficaces, ce qui nous sera utile dans notre exercice professionnel pour nous documenter sur les avancées scientifiques dans divers domaines de l'orthophonie et des sciences qui s'y rapportent. Aussi, nous nous sommes rendu compte de l'importance d'une bonne gestion du projet de recherche avec ses contraintes, ses exigences, ses échéances ou encore de l'importance d'une bonne répartition du travail.

En cela, le travail en binôme nous a permis d'apprendre sur notre propre manière de travailler et ainsi de tenter de nous améliorer dans les domaines où nous étions moins performantes. Le travail à deux permet effectivement une émulation pour atteindre ensemble les objectifs fixés.

Enfin, les différentes lectures effectuées sur la pathologie de l'AVC néonatal, sur le langage écrit mais également sur la plasticité cérébrale et les processus de latéralisation du langage nous ont rendues plus expertes dans ce domaine neuropédiatrique.

2. Sur les plans clinique et théorique

L'AVC ischémique artériel constitue une pathologie relativement plus fréquente en période néonatale qu'aux autres âges pédiatriques (Chabrier et al., 2009). Charollais et al. (2003, p.307) indiquent que « de nombreuses publications, depuis 20 ans, ont permis de mieux cerner les circonstances de découverte, de discuter les mécanismes physiopathologiques, les investigations diagnostiques utiles et le pronostic à court terme. De nombreux points restent à préciser tels que le pronostic à long terme, les modalités de la réorganisation cérébrale ou la prévention ». Notre étude s'inscrit clairement dans cette idée.

En effet, nous avons relevé à différentes reprises qu'assez peu d'études s'intéressaient au devenir, notamment à moyen et long terme, des enfants ayant présenté un AVC en période néonatale.

De plus, si certains domaines sont fréquemment étudiés chez ces enfants comme par exemple les compétences intellectuelles, motrices ou encore les compétences langagières orales, les recherches portant sur le langage écrit sont quant à elles bien moins nombreuses. Nous avons donc souhaité apporter de nouvelles données et nous questionner sur ce domaine qui a, jusqu'à présent, fait l'objet de peu de recherches.

Enfin, nous voulions sensibiliser les familles et les orthophonistes à la problématique d'une intervention orthophonique lorsqu'un enfant a présenté une lésion cérébrale précoce comme c'est le cas ici pour l'AVC néonatal. En effet, même si certaines études mettent en évidence qu'un grand nombre d'enfants ayant subi un AVC néonatal ont un développement moteur et cognitif relativement bons, Miller (2000) souligne qu'ils présentent fréquemment des déficits cognitifs subtils. Nous pensons donc que ces enfants doivent faire l'objet d'une attention particulière car ils présentent plus de facteurs de risques de développer des troubles du langage oral que des enfants tout-venants, et a fortiori des troubles du langage écrit puisque ce dernier est fortement conditionné par les compétences en langage oral.

IV. Ouverture

Les limites que nous avons mises en évidence nous ont amenées à réfléchir à différentes façons d'enrichir ou de compléter cette étude.

1. Pistes d'amélioration de l'expérimentation

1.1. La population

Nous avons choisi d'évaluer des enfants de 8 ans afin que le recul par rapport à la date de survenue de l'AVC soit suffisamment important et qu'ils aient bénéficié des trois premières années scolaires d'apprentissage de la langue écrite. Nous estimons aujourd'hui qu'une analyse plus tardive du langage écrit permettrait de mettre en évidence une persistance ou une atténuation d'éventuelles difficultés en langage écrit. De plus, les étalonnages des épreuves comportementales testant la latéralisation hémisphérique, pour les fonctions langagières ou visuo-spatiales, montrent une latéralité plus marquée après l'âge de 8 ans. Présenter ces différents tests à des enfants plus grands, de 9 ou 10 ans par exemple, permettrait alors une analyse plus approfondie de l'organisation cérébrale et des mécanismes de réorganisation.

Malgré la rareté des cas d'enfants ayant présenté un AVC néonatal, il pourrait également être intéressant de constituer une population plus importante afin de faire émerger différents profils et de voir s'il existe des similitudes entre ceux-ci. Il serait alors possible de mettre en exergue des tendances de réorganisation cérébrale ou de profils comportementaux des performances en langage écrit en fonction du côté de la lésion.

1.2. Le matériel

Notre évaluation était assez vaste, donc suffisamment longue pour les enfants. Toutefois, il pourrait être intéressant de restreindre le nombre d'épreuves du protocole afin d'augmenter le nombre d'items pour chaque tâche, ceci dans le but d'obtenir des résultats plus sensibles. De plus, cela pourrait permettre de réaliser des analyses statistiques sur les données. Il pourrait alors être pertinent de comparer des individus ayant présenté un AVC gauche à des individus ayant présenté un AVC droit afin de mettre en évidence ou non une différence significative des performances en fonction du côté de la lésion.

CONCLUSION

Les objectifs principaux de notre étude étaient d'observer si la survenue d'un AVC ischémique néonatal influençait les performances en langage écrit d'enfants de 8 ans, et si les conséquences sur celui-ci étaient différentes en fonction de l'hémisphère atteint. De plus, nous souhaitions montrer un effet de la lésion sur la réorganisation anatomo-fonctionnelle du langage. Pour cela, nous avons réalisé une étude de cas multiples auprès de trois enfants ayant subi un AVC ischémique néonatal, au sein de l'hémisphère gauche pour deux d'entre eux et au sein de l'hémisphère droit pour le troisième.

Les épreuves orthophoniques de notre protocole expérimental, évaluant les compétences en lecture, en compréhension écrite et en orthographe, ont permis de mettre en évidence :

- De faibles performances en langage écrit chez deux des trois enfants : l'un ayant présenté un AVC ischémique néonatal gauche et l'autre ayant subi un AVC ischémique néonatal droit. En effet, les scores des deux enfants aux différentes épreuves (leximétrie, lectures et dictées de mots isolés, dictée de phrases et texte et compréhension écrite) sont subnormaux ou significativement éloignés de la norme pour la majorité d'entre eux.
- Des profils comportementaux propres à chaque enfant : le côté de la lésion n'a pas permis de dégager un profil caractéristique, notamment au niveau de l'utilisation des voies de lecture.

Les épreuves comportementales de notre protocole expérimental, évaluant la latéralisation anatomo-fonctionnelle des fonctions langagières et visuo-spatiales, ont permis de mettre en évidence :

- Des dominances hémisphériques langagières et visuo-spatiales atypiques chez les trois enfants. Cependant, chacun d'entre eux a mis en place des mécanismes de plasticité post-lésionnelle différents pouvant entraîner une réorganisation intra- ou inter-hémisphérique, voire bilatérale.
- Un possible Effet Crowding chez les deux sujets dont la lésion cérébrale était située à gauche : en effet, il semble que les fonctions langagières aient été réorganisées, notamment dans l'hémisphère droit, au détriment des fonctions visuo-spatiales. Ceci est plus marqué pour l'un des deux enfants qui présente des difficultés avérées au niveau du traitement visuo-spatial.

Il est important de rappeler que notre population qui n'est composée que de trois sujets ne permet pas de généraliser ces résultats. Il serait alors intéressant d'augmenter le nombre d'individus constituant la population, en réalisant par exemple une étude de groupe.

Enfin, ce travail de recherche nous a permis de nous rendre compte qu'il paraît nécessaire que les professionnels de santé et notamment les orthophonistes soient sensibilisés à cette pathologie qu'est l'accident vasculaire cérébral néonatal, bien qu'il soit peu étudié et de ce fait peu connu. En effet, nous notons que cette population présente plus de risques de développer des déficits langagiers, tant au niveau du langage oral que du langage écrit, pouvant alors nécessiter une intervention orthophonique.

BIBLIOGRAPHIE

- Amen, S., & Samouiller, G. (2012). Etude de certains aspects du langage oral chez 7 patients atteints d'épilepsie frontale ou temporale pharmaco-résistante, âgés de 11 à 22 ans : Analyse des performances et de la latéralisation hémisphérique évaluée en IRMf et en écoute dichotique. Lyon : Mémoire n°1625.
- Baciu, M. (2012). Plasticité du langage et facteurs de réorganisation. In Pouderon, B., & Casas, J. (Eds.), *Variations, évolutions, métaphores* (pp.67-91). Les colloques de l'Institut universitaire de France : Saint-Etienne.
- Bates, E. (1999). Plasticity, localization and language development. In Broman, S. H., & Fletcher, J.M. (Eds.), *The changing nervous system : Neurobehavioral consequences of early brain disorders* (pp.214-253). New-York : Oxford University Press.
- Bedoin, N., Ferragne, E., & Marsico, E. (2010). Hemispheric asymmetries depend on the phonetic feature: a dichotic study of place of articulation and voicing in French stops. *Brain and language*, 115(2), 133–140.
- Bedoin, N. (en cours d'étalonnage). Diviword. Laboratoire DDL, CNRS 5596, Université Lyon 2.
- Belin, C. (1999). Bases neurobiologiques de la récupération spontanée et de la rééducation. In Azouvi, P., Perrier, D., & Van der Linden, M. (Eds.), *La rééducation en neuropsychologie : études de cas* (pp.9-18). Marseille : Solal Editeur.
- Bennathan, M., Girard, N., Schneider, J., Chapon, F., Ayunts, K., & Lévrier, O. (2006). Ischémie cérébrale chez le nouveau-né, l'enfant et l'adolescent. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiodiagnostic – Squelette normal – Neuroradiologie – Appareil locomoteur, 31-622-A-40. 1–23.
- 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.
- Bonnelle, M. (2002). *La dyslexie en médecine de l'enfant*. Marseille : Solal.
- Castello-Lopez, C. (2011). Epilepsie idiopathique bénigne de l'enfance et développement cognitif. Lyon : Thèse de Doctorat de Sciences Cognitives.
- Chabrier, S., d'Anjou, M.-C., Lasjaunias, P., & Tardieu, M. (2009). Infarctus artériels et thromboses veineuses : spécificités chez l'enfant. In Boussier, M.-G., & Mas, J.-L. (Eds.), *Accidents vasculaires cérébraux, traité de neurologie* (pp.801-817). Rueil-Malmaison : Doin
- Chapman, S. B., Max, J. E., Gamino, J. F., McGlothlin, J. H., & Cliff, S. N. (2003). Discourse plasticity in children after stroke : age at injury and lesion effects. *Pediatric Neurology*, 29(1), 34–41.

Charollais, A., Lardennois, C., & Marret, S. (2003). Accidents vasculaires cérébraux. In Marret, S., & Zupan Simunek, V. (Eds.), *Neurologie périnatale* (pp.307-314). Rueil-Malmaison : Doin

Chevrie-Muller, C., Maillart, C., Simon, A.-M., & Fournier, S. (2010). *L2MA 2 : Langage oral, Langage écrit, Mémoire, Attention*. Paris : ECPA

Chevrie-Muller, C., & Plaza, M. (2001). *N-EEL : Nouvelles Epreuves pour l'Examen du Langage*. Paris ; ECPA.

Chilosi, A. M., Cipriani, P., Pecini, C., Brizzolara, D., Biagi, L., Montanaro, D., Tosetti, M., & Cioni, G. (2008). Acquired focal brain lesions in childhood : effects on development and reorganization of language. *Brain and language*, 106(3), 211–225.

Cohen, L. (2012). Le cerveau lecteur. *Revue neurologique*, 168, 771-772.

Content, A., & Zesiger, P. (1999). L'acquisition du langage écrit. In Rondal, J.-A., & Seron, X. (Eds.), *Troubles du langage : bases théoriques et rééducation* (pp.179-209). Sprimont : Mardaga

Crivello, F., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Anatomie macro- et microscopique des aires du langage. In Etard, O., & Tzourio-Mazoyer, N. (Eds.), *Cerveau et langage* (pp.35-65). Paris : Hermes sciences.

Dalpé, V., Giroux, C., Lefebvre, P., & Saint-Pierre, M.-C. (2010). Composantes de la lecture et de l'écriture. In Saint-Pierre, M.-C., Dalpé, V., Lefebvre, P., & Giroux, C. (Eds.), *Difficultés de lecture et d'écriture : prévention et évaluation orthophonique auprès des jeunes* (pp.29-42). Québec : Presses de l'Université du Québec.

De Partz, M.-P., & Zesiger, P. (1999). Evaluation du langage – langage écrit. In Rondal, J.-A., & Seron, X. (Eds.), *Troubles du langage : bases théoriques et rééducation* (pp.413-434). Sprimont : Mardaga

Deron, J., & Drutel, L. (2009). Impact de l'âge de survenue d'une lésion cérébrale sur les mécanismes de récupération fonctionnelle et le développement de langage oral. Etude de trois cas d'enfants ayant présenté un accident vasculaire cérébral hémisphérique gauche précoce. Lyon : Mémoire n°1480.

Ecalte, J., & Magnan, A. (2007). *L'apprentissage de la lecture : fonctionnement et développement cognitifs*. Paris : Armand Colin.

Fayol, M. (1992). La compréhension lors de la lecture : un bilan provisoire et quelques questions. In P. Lecocq (Ed.), *La lecture : processus, apprentissage, troubles* (pp.79-101). Lille : Presses universitaires de Lille.

Ferrand, L., & Ayora, P. (2009). *Psychologie cognitive de la lecture : reconnaissance des mots écrits chez l'adulte*. Bruxelles : De Boeck.

Gaonac'h, D., & Pross, N. (2005). Le développement de la mémoire de travail. In Hommet, C., Jambaqué, I., Billard, C., & Gillet, P. *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement* (pp.185-204). Marseille : Solal.

Golder, C., & Gaonac'h, D. (2004). *Lire et comprendre*. Paris : Hachette.

Golomb, M. R. (2009). Outcomes of perinatal arterial ischemic stroke and cerebral sinovenous thrombosis. *Seminars in fetal & neonatal medicine*, 14(5), 318–322.

Gonzalez-Monge, S., Boudia, B., Ritz, A., Abbas-Chorfa, F., Rabilloud, M., Iwaz, J., & Bérard, C. (2009). A 7-year longitudinal follow-up of intellectual development in children with congenital hemiplegia. *Developmental medicine and child neurology*, 51(12), 959–967.

Grimaud, F., & Jacquier, M. (2012). Apprentissage dirigé de l'orthographe lexicale : étude en situation de classe de CE1. Lyon : Mémoire n°1638.

Hertz-Pannier, L. (1999). Brain plasticity during development : physiological bases and functional MRI approach. *Journal of neuroradiology*, 26(1), 66-74.

Hickok, G. (2009). The functional neuroanatomy of language. *Physics of life reviews*, 6(3), 121–143.

Husson, B., Hertz-Pannier, L., Renaud, C., Allard, D., Presles, E., Landrieu, P., & Chabrier, S. (2010). Motor outcomes after neonatal arterial ischemic stroke related to early MRI data in a prospective study. *Pediatrics*, 126(4), 912–8.

Isaacs, K. L., Barr, W. B., Nelson, P. K., & Devinsky, O. (2006). Degree of handedness and cerebral dominance. *Neurology*, 66(12), 1855–1858.

Jacquier-Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S., & Zorman, M. (2010). *BALE : Batterie Analytique du Langage Ecrit*. Grenoble : Groupe Cognisciences, Laboratoire de psychologie et neurocognition, Laboratoire des sciences de l'éducation.

Joannette, Y. (2004). Hémisphère droit et communication verbale : un défi à relever, une population à servir. In *Rééducation orthophonique*, 219, 5-7. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.

Kirton, A., & deVeber, G. (2009). Advances in perinatal ischemic stroke. *Pediatric neurology*, 40(3), 205–214.

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.

Le Bihan, D. (1997). L'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique. In Dehaene, S. (Ed.), *Le cerveau en action* (pp 57-70). Paris, Presses Universitaires de France.

Lecoq, P., Casalis, S., Leuwers, C., & Watteau, N. (1996). *Apprentissage de la lecture et compréhension d'énoncés*. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion.

Lee, J., Croen, L. A., Lindan, C., Nash, K. B., Yoshida, C. K., Ferriero, D. M., Barkovich, A. J., & Wu, Y. W. (2005). Predictors of outcome in perinatal arterial stroke: a population-based study. *Annals of neurology*, 58(2), 303–308.

Lefavrais, P. (1967). *Alouette*. Paris : ECPA.

Lefavrais, P. (2005). *Alouette-R*. Paris : ECPA.

Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). MANULEX : A grade-level lexical database from French elementary-school readers. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 156-166.

Lidzba, K., Staudt, M., Wilke, M., & Krägeloh-Mann, I. (2006). Visuospatial deficits in patients with early left-hemispheric lesions and functional reorganization of language : consequence of lesion or reorganization ? *Neuropsychologia*, 44(7), 1088–1094.

Lidzba, K., & Staudt, M. (2008). Development and (re)organization of language after early brain lesions: capacities and limitation of early brain plasticity. *Brain and language*, 106(3), 165–166.

Liégeois, F., Connelly, A., Helen Cross, J., Boyd, S. G., Gadian, D. G., Vargha-Khadem, F. & Baldeweg, T. (2004). Language reorganization in children with early-onset lesions of the left hemisphere : an fMRI study. *Brain*, 127, 1229–1236.

Miller, V. (2000). Neonatal cerebral infarction. *Seminars in pediatric neurology*, 7(4), 278–288.

Narbona, J., & Fernandez, S. (2007). Fondements neurobiologiques du développement du langage. In Chevrie-Muller, C., & Narbona, J. (Eds.), *Le langage de l'enfant : aspects normaux et pathologiques* (pp. 3-34). Issy-les-Moulineaux : Masson.

Nass, R. (1997). Language development in children with congenital strokes. *Seminars in pediatric neurology*, 4(2), 109–116.

O'Regan, J. K. (1992). Facteurs sensoriels et moteurs dans la lecture : la position optimale du regard. In Lecocq, P. (Ed.), *La lecture : processus, apprentissage, troubles* (pp.11-28). Lille : Presses universitaires de Lille.

Philipose, L. E., Gottesman, R. F., Newhart, M., Kleinman, J. T., Herskovits, E. H., Pawlak, M. A., Marsh, E. B., Davis, C., Heidler-Gary, J., & Hillis, A. E. (2007). Neural regions essential for reading and spelling of words and pseudowords. *Annals of Neurology*, 62, 481-492.

Poncelet, M. (2009), Les troubles du langage écrit – les troubles spécifiques de l'apprentissage du langage écrit. In Poncelet, M., Majerus, S., & Van der Linden, M. (Eds.), *Traité de neuropsychologie de l'enfant* (pp.159-220). Marseille : Solal.

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., Lamantia, A. S., McNamara, J. O., & Williams, S. M. (2005). *Neurosciences*. Bruxelles : De Boeck

Quaglino, V., De Marco G., Bourdin, B., Pottel, A., Czternasty, G. & Meyer, M. E. (2004). Étude par IRMf des processus phonologiques impliqués dans la lecture de mots et de pseudo-mots. *IRBM*, 25(4), 205-211.

Ramos, O. (2006). Examens psychophysologiques de la latéralisation fonctionnelle hémisphérique pour le langage : écoute dichotique et concurrence verbo-manuelle. In Chevrie-Muller, C., & Narbona, J. (Eds.), *Le langage de l'enfant : aspects normaux et pathologiques* (pp.134-144). Issy-les-Moulineaux : Masson.

Renaud, C. (2011). L'infarctus cérébral artériel du nouveau-né à terme : Présentation clinique, facteurs de risques et déterminants évolutifs à partir d'une cohorte prospective multicentrique d'épidémiologie descriptive. Saint-Etienne : Thèse

Reilly, J. S., Bates, E. A., & Marchman, V. A. (1998). Narrative discourse in children with Early focal brain injury. *Brain and language*, 61, 335-375.

Rosa, C., & Lassonde, M. (2005). Spécialisation hémisphérique, développement et plasticité. In Hommet, C., Jambaqué, I., Billard, C., & Gillet, P. *Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement* (pp.11-35). Marseille : Solal.

Salvat, P. (2010). Le récit écrit chez l'enfant. Liège : Mémoire

Segui, J. (1992). Les composantes cognitives de la lecture. In Lecocq, P. (Ed.), *La lecture : processus, apprentissage, troubles* (pp.43-53). Lille : Presses universitaires de Lille.

Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2003). *Lecture et dyslexie : approche cognitive*. Paris : Duno.

Staudt, M., Lidzba, K., Grodd, W., Wildgruber, D., Erb, M., & Krägeloh-Mann, I. (2002). Right-hemispheric organization of language following early left-sided brain lesions : Functional MRI Topography. *NeuroImage*, 16(4), 954–967.

Steinlin, M., Pfister, I., Pavlovic, J., Everts, R., Boltshauser, E., Capone Mori, A., Gubser Mercati, D., Hänggeli, C. A., Keller, E., Luetsch, J., Marcoz, J., Ramelli, G. P., Roulet Perez, E., Schmitt-Mechelke, T., & Weissert, M. (2005). The first three years of the Swiss Neuropaediatric Stroke Registry (SNPSR) : a population-based study of incidence, symptoms and risk factors. *Neuropediatrics*, 36(2), 90–97.

Talib, T. L., Pongonis, S. J., Williams, L. S., Garg, B. P., Sokol, D. K., Saha, C., & Golomb, M. R. (2008). Neuropsychologic outcomes in a case series of twins discordant for perinatal stroke. *Pediatric neurology*, 38(2), 118–125.

Tillema, J.-M., Byars, A. W., Jacola, L. M., Schapiro, M. B., Schmithorst, V. J., Szaflarski, J. P., & Holland, S. K. (2008). Cortical reorganization of language functioning following perinatal left MCA stroke. *Brain and language*, 105(2), 99–111.

Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Les réseaux neuraux dédiés au langage chez l'adulte. In Etard, O., & Tzourio-Mazoyer, N. (Eds.), *Cerveau et langage* (pp.67-101). Paris : Hermes sciences.

Valdois, S., Habib, M., & Cohen, L. (2008). Le cerveau lecteur : histoire naturelle et culturelle. *Revue neurologique*, 164, 77-82.

Van Hout, A. (1999). L'aphasie de l'enfant. In Chevrie-Muller, C., & Narbona, J. (Eds.), *Le langage de l'enfant : aspects normaux et pathologiques* (pp.421-433). Issy-les-Moulineaux : Masson.

Wallon, P., & Mesmin, C. (2009). *Test de la figure complexe de Rey*. Paris : ECPA. (1^{ère} éd. Rey, A., 1959).

Westmacott, R., Askalan, R., MacGregor, D., Anderson, P., & de Veber, G. (2010). Cognitive outcome following unilateral arterial ischaemic stroke in childhood : effects of age at stroke and lesion location. *Developmental medicine and child neurology*, 52(4), 386–393.

Woods, B. T., & Carey, S. (1979). Language deficits after apparent clinical recovery from childhood aphasia. *Annals of neurology*, 6(5), 405–409

Zesiger, P. (1999). Orthographe et écriture. In Rondal, J.-A. & Seron, X. (Eds.), *Troubles du langage : bases théoriques et rééducation* (pp.289-310). Sprimont : Mardaga

Zesiger, P. & Majerus, S. (2009), Les troubles du langage oral – les aphasies acquises de l'enfant. In Poncelet, M., Majerus, S., & Van der Linden, M. (Eds.), *Traité de neuropsychologie de l'enfant* (pp.135-158). Marseille : Solal.

Ziegler, J. C., Ferrand, L., Jacobs, A. M., Rey, A., & Grainger, J. (2000). Visual and phonological codes in letter and word recognition: evidence from incremental priming. *The quarterly journal of experimental psychology*, 53A (3), 671-692.

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

Annexe I : Schéma illustrant le principe d'écoute dichotique (Kiruma, 1961).....	83
Annexe II : Projection des hémichamps visuels aux hémisphères controlatéraux.....	84
Annexe III : Schématisation du modèle de lecture à double voie selon la théorie de Coltheart (1978).....	85
Annexe IV : Modèle à double voie dans la production orthographique.....	86
Annexe V : Schéma des zones cérébrales dévolues au traitement du langage écrit.....	87
Annexe VI : Imageries parenchymateuses des trois enfants.....	88
Annexe VI : Aperçu de l'épreuve « compréhension-morphosyntaxe » de la L2MA 2.....	89
Annexe VIII : Questionnaire de latéralité manuelle d'Edinburgh, d'après Oldfield (1971).....	90
Annexe IX : Aperçu des épreuves comportementales évaluant la latéralisation des fonctions langagières et visuo-spatiales.....	91
Annexe X : Productions de la copie de la Figure de Rey par les trois enfants.....	92
Annexe XI : Tableau récapitulatif des résultats de toutes les épreuves du protocole.....	94

**Annexe I : Schéma illustrant le principe d'écoute dichotique
(Kiruma, 1961)**

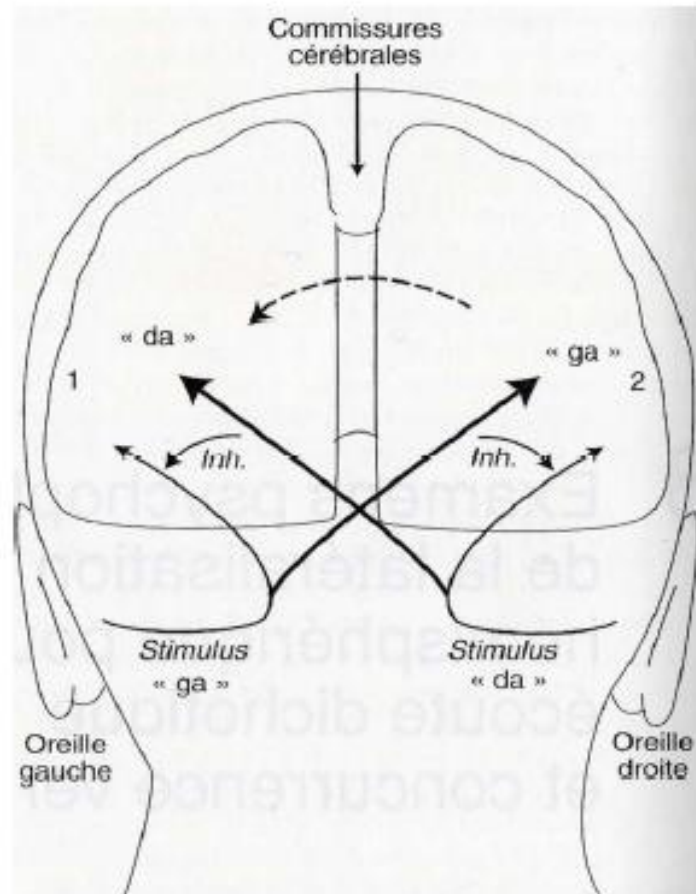
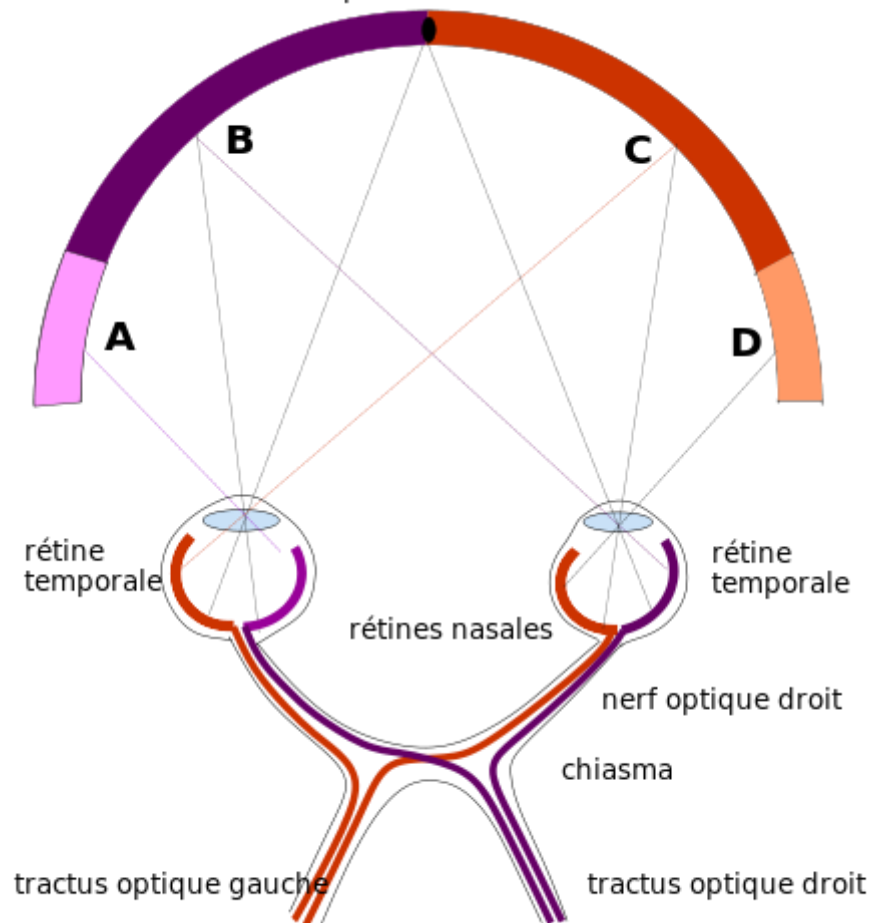


FIG. 8-1. — *L'écoute dichotique selon l'interprétation de Kimura (1961b, 1967).*

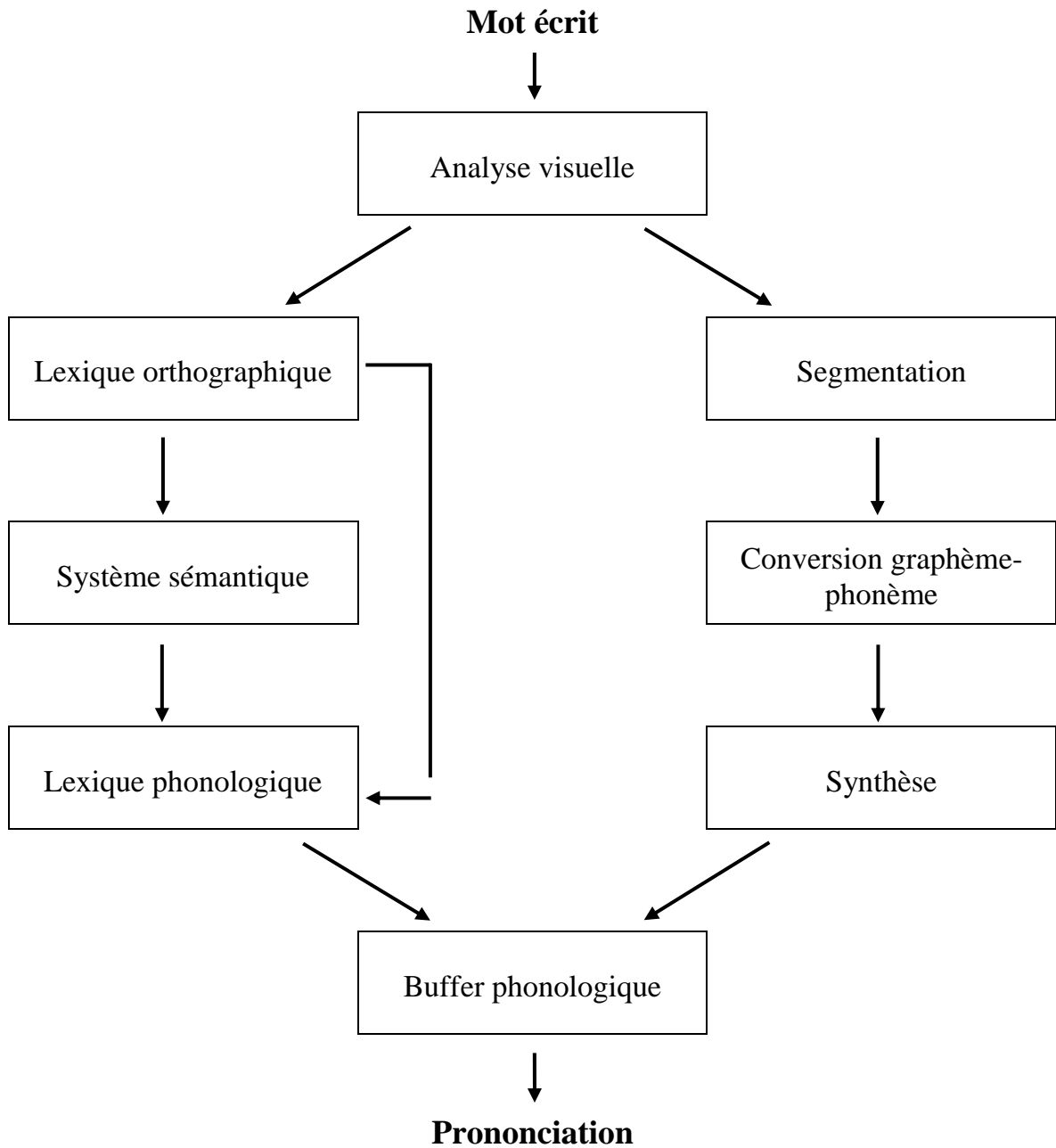
Le schéma qui est présenté se réfère à une situation où les deux stimuli verbaux consistent respectivement en la syllabe « ga » présentée à l'oreille gauche et en la syllabe « da » présentée à l'oreille droite. Les voies auditives controlatérales sont représentées par un trait gras, les voies ipsilatérales par un trait fin. L'action inhibitrice des voies controlatérales sur les voies ipsilatérales est indiquée par une flèche (Inh.). Les connexions transcalleuses sont indiquées par une flèche en pointillé. Le stimulus « da » appliqué à l'oreille droite est transmis au cortex auditif gauche (1) par la voie controlatérale et de là *directement* à la zone voisine de réception du langage; le stimulus « ga » appliqué à l'oreille gauche est transmis au cortex auditif droit (2) et ne parvient qu'*indirectement*, par les voies transcalleuses, au cortex temporel gauche (d'après le schéma réalisé par C. Ramos).

Annexe II : Projection des hémichamps visuels aux hémisphères controlatéraux



Relations entre la projection du champ de vision binoculaire sur les deux rétines et le croisement des fibres dans le chiasma optique (Purves et al., 2005)

Annexe III : Schématisation du modèle de lecture à double voie selon la théorie de Coltheart (1978)



Annexe IV : Modèle à double voie dans la production orthographique

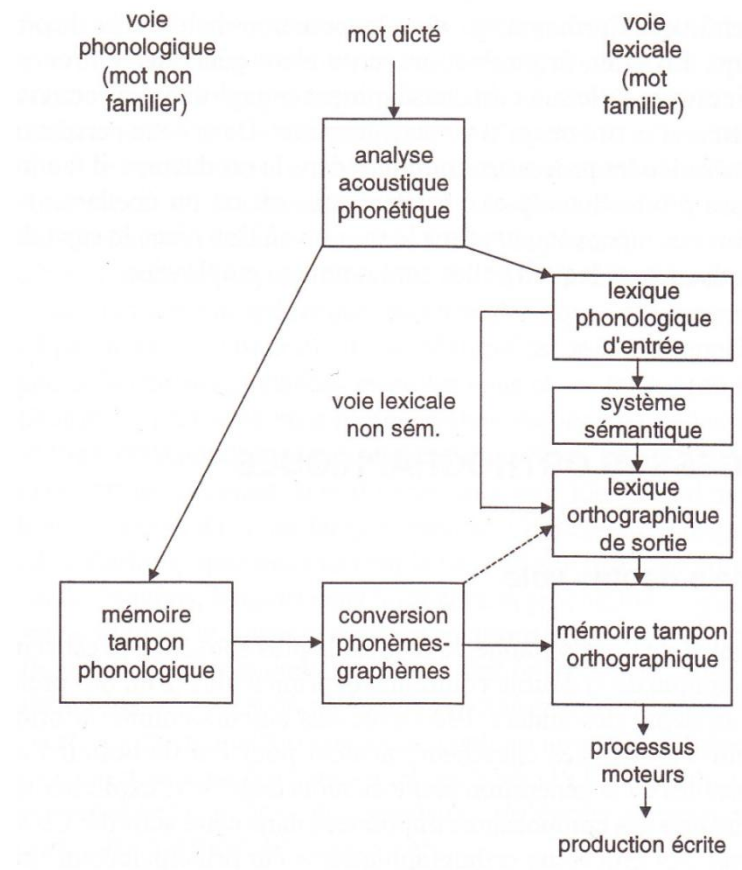


Diagramme schématique représentant le modèle à double voie des processus impliqués dans la production orthographique (Zesiger, 1999)

Annexe V : Schéma des zones cérébrales dévolues au traitement du langage écrit

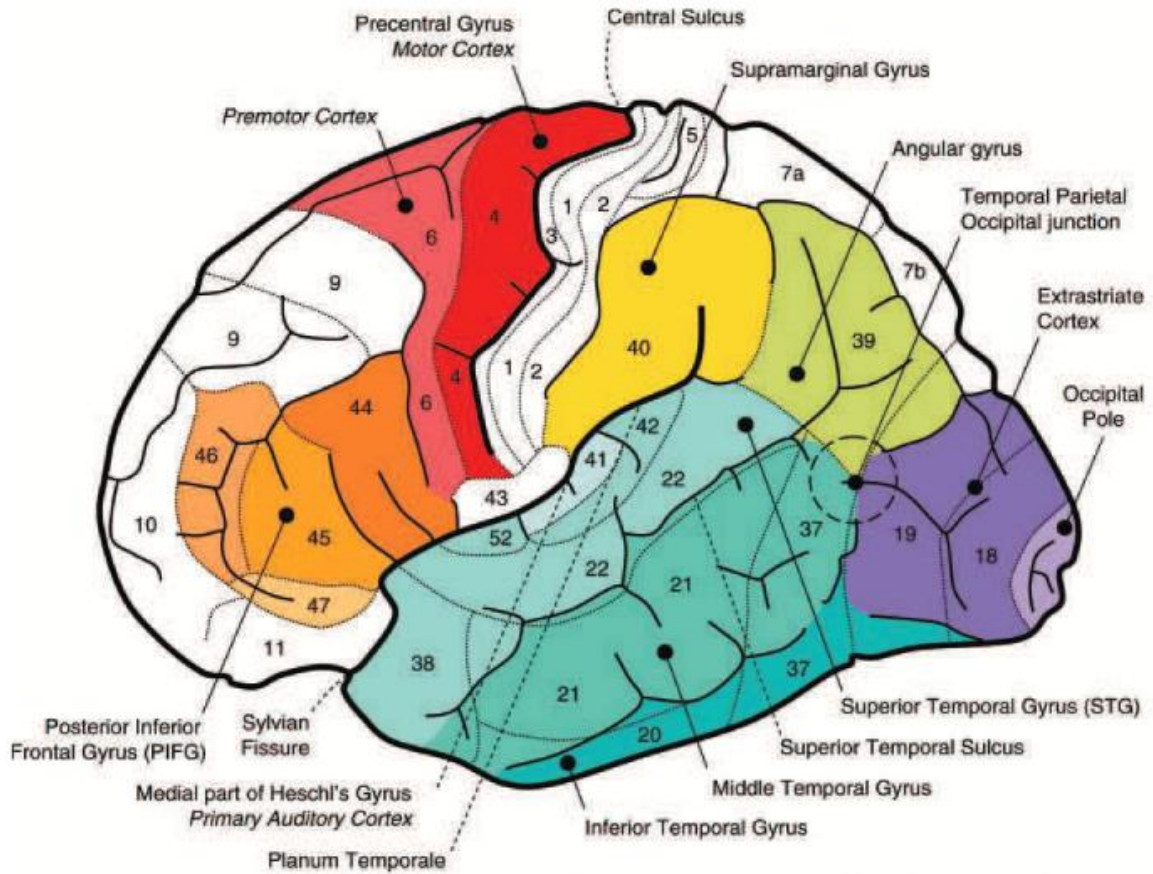


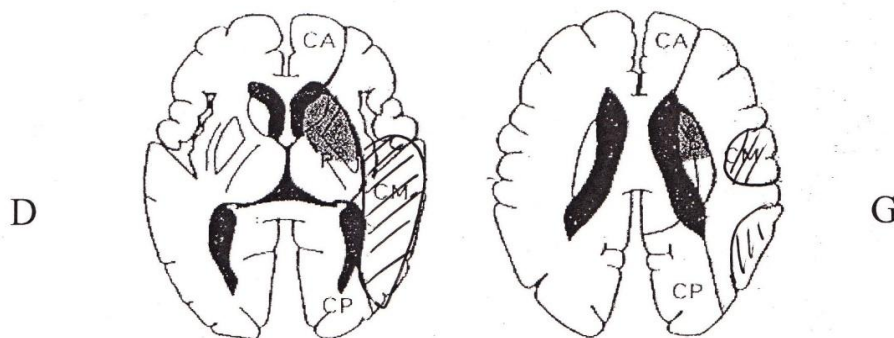
Illustration des principales régions impliquées dans le traitement du langage. Démonet et al. (2005) Tirée de Baciú (2012)

Annexe VI : Imageries parenchymateuses des trois enfants

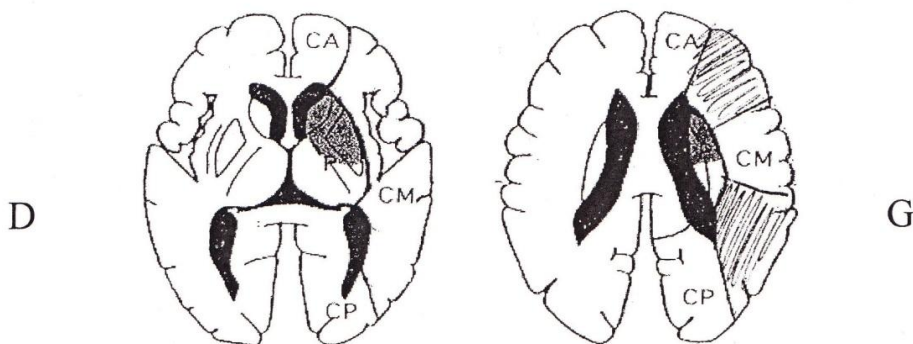
CA : territoire superficiel de l'artère cérébrale antérieure ; CM : territoire superficiel de l'artère cérébrale moyenne.
CP : territoire superficiel de l'artère cérébrale postérieure. P : territoire profond des artères cérébrales ; en grisé territoire profond de l'artère cérébrale moyenne.

Dans les imageries parenchymateuses présentées ci-dessous, les territoires ischemiés sont hachurés.

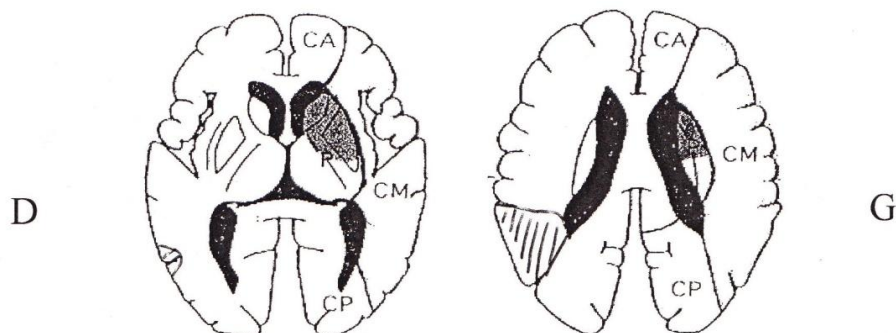
1. Localisation lésionnelle chez Clara







2. Localisation lésionnelle chez Louis







3. Localisation lésionnelle chez Yann



Annexe VII : Aperçu de l'épreuve « compréhension-morphosyntaxe » de la L2MA 2

		<p>le singe portant l'acrobate est porté par le clown</p>
		<p>le clown portant le singe est porté par l'acrobate</p>
		<p>le singe portant le clown est porté par l'acrobate</p>
		<p>l'acrobate portant le singe est porté par le clown</p>

		
<p>le singe portant le clown est porté par l'acrobate</p>	<p>le clown portant le singe est porté par l'acrobate</p>	
		
<p>l'acrobate portant le singe est porté par le clown</p>	<p>le singe portant l'acrobate est porté par le clown</p>	<p style="text-align: right;">Suivant</p>

**Annexe VIII : Questionnaire de latéralité manuelle d'Edinburgh,
d'après Oldfield (1971)**

TACHE	MAIN GAUCHE PREFEREE	MAIN DROITE PREFEREE
ECRIRE		
DESSINER		
LANCER		
DECOUPER AVEC DES CISEAUX		
SE BROSSER LES DENTS		
UTILISER UN COUTEAU (SANS FOURCHETTE)		
UTILISER UNE CUILLERE		
BALAYER (LA MAIN DU HAUT)		
FROTTER UNE ALLUMETTE (MAIN QUI TIENT L'ALLUMETTE)		
OUVRIR UNE BOITE (MAIN SUR LE COUVERCLE)		
TOTAL DES SIGNES +		

Coefficient de latéralisation manuelle :

[(Colonne droite – colonne gauche) / nombre total de signes] x 100

Annexe IX : Aperçu des épreuves comportementales évaluant la latéralisation des fonctions langagières et visuo-spatiales

1. Aperçu de l'épreuve de lecture tachistoscopique *Diviword* (Bedoin)

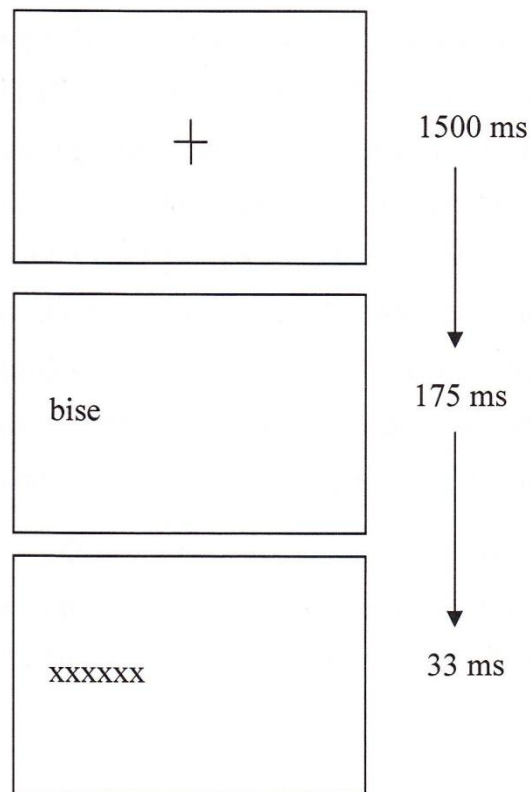
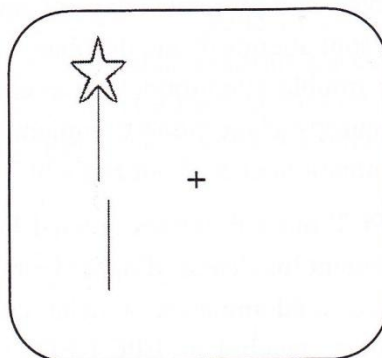


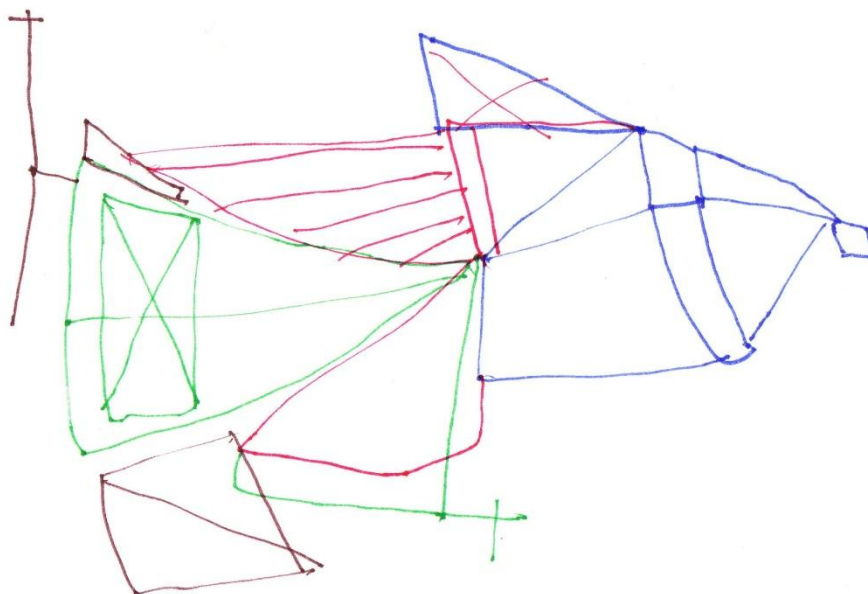
Figure 1 : Procédure de l'expérience DIVIWORD (mot présenté en CVG)

2. Aperçu de l'épreuve des *Baguettes magiques* basée sur le paradigme de Vernier (Castello-Lopez, 2011)

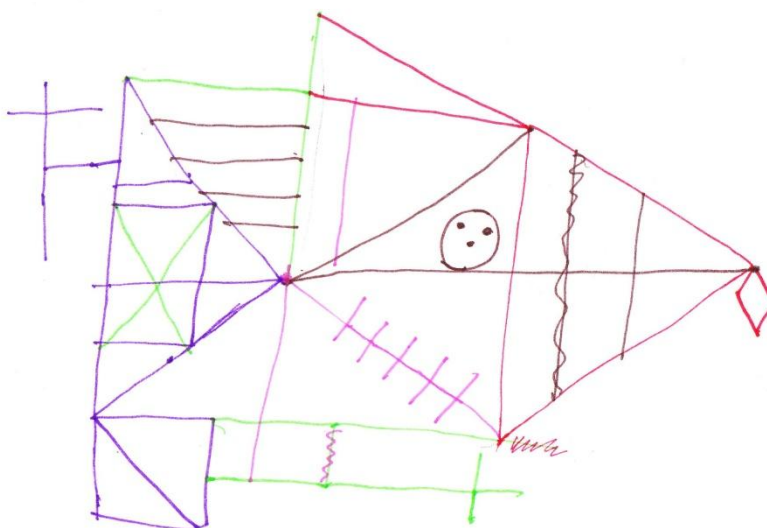


Annexe X : Productions de la copie de la Figure de Rey par les trois enfants

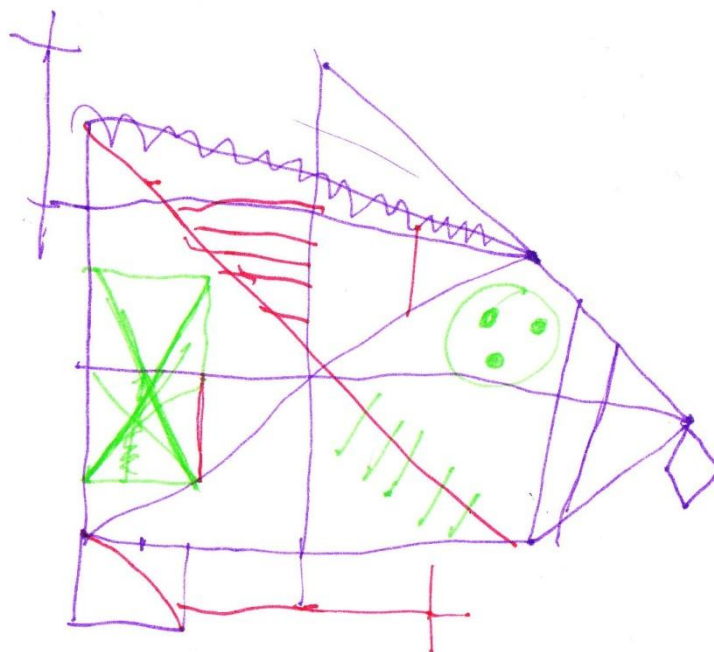
1. Figure de Rey réalisée par Clara



2. Figure de Rey réalisée par Louis



3. Figure de Rey réalisée par Yann



Annexe XI : Tableau récapitulatif des résultats de toutes les épreuves du protocole

LECTURE

	Clara (norme CE2)	Louis (norme CE2)	Yann (norme CE1)
Leximétrie (Alouette)			
Age lexique	7 ; 5	7 ; 8	7
Rang en centiles	10	20-25	15

Identification de mots écrits (BALE)			
Score mots irréguliers H-F	11	12	11
Z-Score mots irréguliers H-F	-2,17 E-T	-1,79 E-T	-0,92 E-T
Rang en centiles score mots irréguliers H-F	5	10	15-20
Temps mots irréguliers H-F	43 sec	29 sec	96 sec
Z-Temps mots irréguliers H-F	-0,75 E-T	0,26 E-T	-1,57 E-T
Rang en centiles temps mots irréguliers H-F	15-20	50-55	<10
Score mots irréguliers B-F	6	4	5
Z-Score mots irréguliers B-F	-1,17 E-T	-1,68 E-T	-0,56 E-T
Rang en centiles score mots irréguliers B-F	15-20	5	30-35
Temps mots irréguliers B-F	63 sec	46 sec	74 sec
Z-Temps mots irréguliers B-F	-0,67 E-T	0,11 E-T	-0,55 E-T
Rang en centiles temps mots irréguliers B-F	20-25	45	20

Score mots réguliers H-F	17	17	16
Z-Score mots réguliers H-F	-1,55 E-T	-1,55 E-T	-0,81 E-T
Rang en centiles score mots réguliers H-F	5-10	5-10	10-20
Temps mots réguliers H-F	40 sec	35 sec	50 sec
Z-Temps mots réguliers H-F	-1,42 E-T	-0,9 E-T	-0,59 E-T
Rang en centiles temps mots réguliers H-F	10-15	15-20	15
Score mots réguliers B-F	17	17	13
Z-Score mots réguliers B-F	-0,4 E-T	-0,4 E-T	-0,84 E-T
Rang en centiles score mots réguliers B-F	20-25	20-25	15
Temps mots réguliers B-F	40 sec	34 sec	42 sec
Z-Temps mots réguliers B-F	-0,18 E-T	0,23 E-T	0,12 E-T
Rang en centiles temps mots réguliers B-F	30-35	55	50
Score non-mots H-F	8	15	11
Z-Score non-mots H-F	-3,61 E-T	-0,78 E-T	-1,27 E-T
Rang en centiles score non-mots H-F	< 5	20-25	10
Temps non-mots H-F	54 sec	39 sec	60 sec
Z-Temps non-mots H-F	-1,13 E-T	-0,09 E-T	-0,57 E-T
Rang en centiles temps non-mots H-F	10-15	35	20
Score non-mots B-F	9	17	8
Z-Score non-mots B-F	-2,20 E-T	0,29 E-T	-1,96 E-T
Rang en centiles score non-mots B-F	<5	50-60	5
Temps non-mots B-F	65 sec	38 sec	50 sec
Z-Temps non-mots B-F	-1,24 E-T	0,41 E-T	-0,07 E-T
Rang en centiles temps non-mots B-F	10-15	55-60	40

TRANSCRIPTION

	Clara	Louis	Yann
Dictées de mots isolés (BALE)			
Score mots irréguliers	0	1	0
Z-Score mots irréguliers	-2,62 E-T	-2,23 E-T	-1,46 E-T
Rang en centiles score mots irréguliers	<5	<5	5
Score mots réguliers simples	3	6	3
Z-Score mots réguliers simples	-3,76 E-T	-1,77 E-T	-2,8 E-T
Rang en centiles score mots réguliers simples	<5	10	<5
Score mots réguliers complexes	6	7	0
Z-Score mots réguliers complexes	-1,21 E-T	-0,62 E-T	-2,86 E-T
Rang en centiles score mots réguliers complexes	10-15	15-30	<5
Score non-mots bisyllabiques	5	10	6
Z-Score non-mots bisyllabiques	-2,22 E-T	1,2 E-T	-0,89 E-T
Rang en centiles score non-mots bisyllabiques	<5	85-100	20
Score non-mots trisyllabiques	1	8	5
Z-Score non-mots trisyllabiques	3,60 E-T	-0,02 E-T	-0,88 E-T
Rang en centiles score non-mots trisyllabiques	<5	40	15-20
Dictées de phrases (L2MA 2)			
Score total	45	62	37
Z-Score total	-2,03 E-T	0,36 E-T	-1,87 E-T
Temps total	421 sec	616 sec	686 sec
Z-Temps total	-0,71 E-T	-2,96 E-T	-1,03 E-T
Score Lexique & Morphosyntaxe	39	41	30

Z- Score Lexique & Morphosyntaxe	-1,10 E-T	-0,38 E-T	-2,03 E-T
Score grammaire	6	21	7
Z- Score grammaire	-2,08 E-T	0,66 E-T	-1,23 E-T
Score pluriels non attendus	0	1	1
Z- Score pluriels non attendus	0,67 E-T	-0,89 E-T	-1,35 E-T
Dictées de texte – Le corbeau (L2MA 2)			(norme CE2)
Score total	22	34	17
Z-Score total	-2,51 E-T	-0,91 E-T	-3,78 E-T
Temps total	407 sec	401 sec	450 sec
Z-Temps total	-1,41 E-T	-1,33 E-T	-1,97 E-T
Score orthographe phonétique	11	17	12
Z- Score orthographe phonétique	-3,24 E-T	-0,47 E-T	-2,78 E-T
Score orthographe d'usage	9	10	3
Z-Score orthographe d'usage	-1,31 E-T	-1,02 E-T	-3,04 E-T
Score orthographe grammaticale	2	7	2
Z-Score orthographe grammaticale	-2,41 E-T	-0,76 E-T	-2,41 E-T
Récit écrit– Les ours (L2MA 2)			
Score nombre de thèmes	4	6	3
Z- Score nombre de thèmes	-1,28 E-T	-0,20 E-T	-0,93 E-T
Score nombre de mots	26	35	30
Z- Score nombre de mots	-1,80 E-T	-1,32 E-T	-0,70 E-T
Score nombre de marqueurs négatifs	5	2	3
Z- Score nombre de marqueurs négatifs	-2,41 E-T	-0,03 E-T	-0,55 E-T
Score nombre de marqueurs positifs (absence de Z-score)	1	2	1

COMPREHENSION ECRITE

	Clara	Louis	Yann
Morphosyntaxe - Compréhension (L2MA 2)			
Score total	12	15	13
Z- Score total	-2,30 E-T	-1,61 E-T	-1,87 E-T
Temps total	320 sec	947 sec	578 sec
Z- Temps total	0,68 E-T	-5 E-T	-1,16 E-T
Compréhension - Les ours (L2MA 2)			
Score total	5	8	6
Z- Score total	-2,71 E-T	-0,71 E-T	0,42 E-T

COMPETENCES NECESSAIRES AU LANGAGE ECRIT

	Clara	Louis	Yann
Métaphonologie (BALE)			
Score rimes	14	15	14
Z- Score rimes	-0,50 E-T	0,22 E-T	0,04 E-T
Rang en centiles score rimes	25-35	40-60	40-50
Score suppression syllabique	11	11	11
Z- Score suppression syllabique	0,10 E-T	0,10 E-T	0,36 E-T
Rang en centiles score suppression syllabique	30-55	30-55	55-60
Score fusion des premiers phonèmes	5	7	9
Z- Score fusion des premiers phonèmes	-1,42 E-T	-0,55 E-T	0,88 E-T

Rang en centiles score fusion des premiers phonèmes	10	20	70-85
Score identification de la consonne initiale	6	7	6
Z- Score identification de la consonne initiale	-1,16 E-T	-0,65 E-T	-0,25 E-T
Rang en centiles score identification de la consonne initiale	10-15	20-25	35-45
Score segmentation phonémique	5	5	6
Z- Score segmentation phonémique	-0,95 E-T	-0,95 E-T	0,58 E-T
Rang en centiles score segmentation phonémique	10-20	10-20	60-75
Score suppression du phonème initial	8	8	10
Z- Score suppression du phonème initial	0,04 E-T	0,04 E-T	1,26 E-T
Rang en centiles score suppression du phonème initial	35	35	85-100
Score suppression du phonème final	5	1	5
Z- Score suppression du phonème final	-2,27 E-T	-4,8 E-T	-0,21 E-T
Rang en centiles score suppression du phonème final	<5	<5	40
Fluence phonémique (BALE)			
Score nombre de mots évoqués	8	9	6
Z- Score nombre de mots évoqués	-0,03 E-T	0,28 E-T	-0,35 E-T
Copie de la figure de Rey			
Score d'exactitude	29	66	57
Rang en centiles d'exactitude	5	75	50
Temps de copie	264	421	270
Rang en centiles temps de copie	50-75	25-50	50-75

LATERALITES HEMISPHERIQUES

	Clara (norme 8 ans)	Louis (norme 8 ans)	Yann (norme 8 ans)
Latéralité hémisphérique de la perception de la parole en modalité auditive : DICHOTICA			
Lambda voisement	-0,1226	-0,2412	0,1178
Lambda lieu articulatoire	0,4463	-0,3795	0
Latéralité hémisphérique de la perception de la parole en modalité visuelle: DIVIWORD			
Pourcentage d'erreurs en hémichamp visuel gauche	75%	100%	83%
Pourcentage d'erreurs en hémichamp visuel droit	73%	100%	87%
Latéralité hémisphérique des fonctions visuo-spatiales : BAGUETTES MAGIQUES			
d' - général	-0,815	-0,6604	-1,116
d' - hémichamp visuel gauche	-0,8775	-0,7863	-1,03
d' - hémichamp visuel gauche pour 0,3° de décalage	-3,9651	-1,3981	-2,0868
d' - hémichamp visuel gauche pour 0,4° de décalage	-0,3508	0	-0,6122
d' - hémichamp visuel gauche pour 0,5° de décalage	-0,6769	-1,1053	-0,9039
d' - hémichamp visuel droit	-0,7704	-1,2293	-1,2293
d' - hémichamp visuel droit pour 0,3° de décalage	-0,551	-0,1981	-0,7792
d' - hémichamp visuel droit pour 0,4° de décalage	-1,5279	-1,0697	-2,4058
d' - hémichamp visuel droit pour 0,5° de décalage	-0,4822	-0,7336	-1,0407
Latéralité manuelle : test d'Edinburgh			
Quotient de latéralité	+100	+90	-70

TABLE DES ILLUSTRATIONS

1. Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques principales de notre population 33

2. Liste des figures

Figure 1 : Scores de Clara en centiles aux épreuves de lecture de mots isolés 45

Figure 2 : Scores de Clara en centiles aux épreuves de dictée de mots isolés 46

Figure 3 : *Dichotica* : Résultats de Clara par rapport aux enfants de son âge..... 48

Figure 4 : *Baguettes magiques* : Résultats de Clara par rapport aux enfants de son âge 49

Figure 5 : Scores de Louis en centiles aux épreuves de lecture de mots isolés..... 50

Figure 6 : Scores de Louis en centiles aux épreuves de dictée de mots isolés 51

Figure 7 : *Dichotica* : Résultats de Louis par rapport aux enfants de son âge 53

Figure 8 : *Baguettes magiques* : Résultats de Louis par rapport aux enfants de son âge 54

Figure 9 : Scores de Yann en centiles aux épreuves de lecture de mots isolés 55

Figure 10 : Scores de Yann en centiles aux épreuves de dictée de mots isolés 56

Figure 11 : *Dichotica* : Résultats de Yann par rapport aux enfants de son âge..... 58

Figure 12 : *Baguettes magiques* : Résultats de Louis par rapport aux enfants de son âge 59

TABLE DES MATIERES

ORGANIGRAMMES	2
1. <i>Université Claude Bernard Lyon1</i>	2
1.1 Secteur Santé :	2
1.2 Secteur Sciences et Technologies :.....	2
2. <i>Institut Sciences et Techniques de Réadaptation FORMATION ORTHOPHONIE</i>	3
REMERCIEMENTS	4
SOMMAIRE	5
INTRODUCTION	7
PARTIE THEORIQUE	8
I. LATERALISATION HEMISPHERIQUE DU LANGAGE	9
1. <i>Chez l'adulte</i>	9
1.1. Données sur les dominances hémisphériques	9
1.2. Les différentes aires cérébrales dévolues au traitement du langage	9
2. <i>La mise en place de la latéralisation du langage chez l'enfant</i>	10
2.1. Equipotentialité hémisphérique initiale.....	10
2.2. Spécialisation hémisphérique précoce	11
2.3. Conception émergentiste.....	11
3. <i>Méthodes d'investigation de l'organisation fonctionnelle cérébrale</i>	12
3.1. Imagerie cérébrale : IRMf.....	12
3.2. Test comportementaux.....	13
3.2.1. Ecoute dichotique	13
3.2.2. Lecture en champ visuel divisé (lecture tachistoscopique)	13
3.2.3. Paradigme de Vernier	14
II. SURVENUE D'UN AVC EN PERIODE NEONATALE.....	14
1. <i>L'AVC néonatal</i>	14
1.1. Définition.....	14
1.2. Diagnostic	14
1.3. Incidence.....	15
1.4. Etiologie – Facteurs de risques	15
1.5. Pronostic	15
2. <i>Les différentes conséquences de l'AVC néonatal</i>	16
2.1. Séquelles motrices	16
2.2. Séquelles cognitives.....	16
2.3. Séquelles langagières	17
3. <i>L'impact de l'AVC sur la réorganisation fonctionnelle du langage</i>	17
3.1. Différents mécanismes de plasticité cérébrale	17
3.1.1. Les quatre mécanismes de neuroplasticité de Grafman & Litvan	17
3.1.2. La vicariance	18
3.1.3. La levée du diaschisis	18
3.2. Différences de récupération selon l'âge au moment de la lésion	18
3.3. Différences de récupération selon d'autres variables	19
3.3.1. Influence de la localisation et de l'étendue de la lésion	19
3.3.2. Influence d'autres facteurs.....	19
III. LE LANGAGE ECRIT	20
1. <i>La lecture</i>	20
1.1. Définition.....	20
1.1.1. L'identification des mots écrits.....	20
1.1.2. La compréhension.....	21
1.2. Les modèles de la lecture	21
2. <i>L'orthographe</i>	21
2.1. Développement de l'orthographe : principales étapes d'acquisition	21
2.2. Le modèle à double voie dans la production orthographique.....	22
3. <i>Lien entre lecture et orthographe</i>	22
4. <i>Autres compétences nécessaires au langage écrit</i>	23
5. <i>Localisations cérébrales</i>	23
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	24

I.	PROBLEMATIQUE	25
II.	HYPOTHESES.....	25
1.	<i>Hypothèse générale</i>	25
2.	<i>Hypothèses opérationnelles</i>	26
PARTIE EXPERIMENTALE		27
I.	POPULATION	28
1.	<i>Choix de la population</i>	28
1.1.	Critères d'inclusion et d'exclusion.....	28
2.	<i>Recherche de la population</i>	28
3.	<i>Présentation de la population</i>	29
3.1.	Clara.....	29
3.1.1.	Données concernant la période néonatale	29
3.1.2.	Evaluations à 7 ans dans le cadre de la cohorte AVCnn	30
a.	Evaluation orthophonique.....	30
b.	Evaluation neuropsychologique.....	30
3.1.3.	Situation actuelle	30
3.2.	Louis	31
3.2.1.	Données concernant la période néonatale	31
3.2.2.	Evaluations à 7 ans dans le cadre de la cohorte AVCnn	31
a.	Evaluation orthophonique.....	31
b.	Evaluation neuropsychologique.....	31
3.2.3.	Situation actuelle	32
3.3.	Yann.....	32
3.3.1.	Données concernant la période néonatale	32
3.3.2.	Evaluations à 7 ans dans le cadre de la cohorte AVCnn	32
a.	Evaluation orthophonique.....	32
b.	Evaluation neuropsychologique.....	33
3.3.3.	Situation actuelle	33
3.4.	Tableau récapitulatif de notre population.....	33
II.	PASSATION.....	34
1.	<i>Lieu et période de passation</i>	34
2.	<i>Déroulement des rencontres</i>	34
III.	PROTOCOLE EXPERIMENTAL	34
1.	<i>Evaluation du langage écrit</i>	34
1.1.	Evaluation de la lecture.....	34
1.1.1.	L'Alouette : leximétrie	34
1.1.2.	La BALE : lecture de mots isolés	35
1.2.	Evaluation de la transcription.....	36
1.2.1.	La BALE : dictée de mots isolés.....	36
1.2.2.	L2MA 2 : dictée de phrases	36
1.2.3.	L2MA 2 : dictée de texte « le corbeau »	36
1.2.4.	L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »	37
1.3.	Evaluation de la compréhension écrite.....	37
1.3.1.	L2MA 2 : Morphosyntaxe-compréhension.....	37
1.3.2.	L2MA 2 : Compréhension de phrases « Les Ours »	38
2.	<i>Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit</i>	38
2.1.	Epreuves phonologiques de la BALE	38
2.1.1.	Métaphonologie.....	38
2.1.2.	Fluence phonémique.....	39
2.2.	Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey	39
3.	<i>Evaluation de la latéralité manuelle : test d'Edinburgh</i>	40
4.	<i>Tests comportementaux</i>	40
4.1.	Test d'écoute dichotique	40
4.2.	Test de lecture tachistoscopique.....	41
4.3.	Test du paradigme de Vernier	42
PRESENTATION DES RESULTATS.....		44
I.	ETUDE DU CAS DE CLARA	45
1.	<i>Evaluation du langage écrit</i>	45
1.1.	La lecture	45
1.1.1.	L'Alouette : leximétrie	45
1.1.2.	La BALE : lecture de mots isolés	45
1.2.	La transcription.....	46
1.2.1.	Les dictées	46

1.2.2.	L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »	46
1.3.	La compréhension écrite	47
1.4.	Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit.....	47
1.4.1.	Epreuves phonologiques	47
a.	Métaphonologie	47
b.	Fluence phonémique	47
1.4.2.	Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey.....	47
2.	<i>Evaluation de la latéralité manuelle</i>	48
3.	<i>Evaluation des latéralités hémisphériques</i>	48
3.1.	Evaluation de la latéralité du langage	48
3.1.1.	Test d'écoute dichotique.....	48
3.1.2.	Test de lecture tachistoscopique	49
3.2.	Evaluation de la latéralité des fonctions visuo-spatiales	49
3.2.1.	Test du paradigme de Vernier.....	49
II.	ETUDE DU CAS DE LOUIS.....	50
1.	<i>Evaluation du langage écrit</i>	50
1.1.	La lecture	50
1.1.1.	L'Alouette : leximétrie	50
1.1.2.	La BALE : lecture de mots isolés	50
1.2.	La transcription	51
1.2.1.	Les dictées	51
1.2.2.	L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »	51
1.3.	La compréhension écrite	52
1.4.	Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit.....	52
1.4.1.	Epreuves phonologiques	52
a.	Métaphonologie	52
b.	Fluence phonémique	52
1.4.2.	Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey.....	52
2.	<i>Evaluation de la latéralité manuelle</i>	53
3.	<i>Evaluation des latéralités hémisphériques du langage</i>	53
3.1.	Evaluation de la latéralité du langage	53
3.1.1.	Test d'écoute dichotique.....	53
3.1.2.	Test de lecture tachistoscopique	54
3.2.	Evaluation de la latéralité des fonctions visuo-spatiales	54
3.2.1.	Test du paradigme de Vernier.....	54
III.	ETUDE DU CAS DE YANN.....	55
1.	<i>Evaluation du langage écrit</i>	55
1.1.	La lecture	55
1.1.1.	L'Alouette : leximétrie	55
1.1.2.	La BALE : lecture de mots isolés	55
1.2.	La transcription	56
1.2.1.	Les dictées	56
1.2.2.	L2MA 2 : Récit écrit « Les Ours »	56
1.3.	La compréhension écrite	57
1.4.	Evaluation des compétences nécessaires au langage écrit.....	57
1.4.1.	Epreuves phonologiques	57
a.	Métaphonologie	57
b.	Fluence phonémique	57
1.4.2.	Epreuve visuo-spatiale et visuo-constructive de la figure de Rey.....	57
2.	<i>Evaluation de la latéralité manuelle</i>	58
3.	<i>Evaluation des latéralités hémisphériques</i>	58
3.1.	Evaluation de la latéralité du langage	58
3.1.1.	Test d'écoute dichotique.....	58
3.1.2.	Test de lecture tachistoscopique	58
3.2.	Evaluation de la latéralité des fonctions visuo-spatiales	59
3.2.1.	Test du paradigme de Vernier.....	59
	DISCUSSION DES RESULTATS	60
I.	ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS	61
1.	<i>L'organisation anatomo-fonctionnelle cérébrale</i>	61
1.1.	Latéralité hémisphérique du langage atypique	61
1.2.	Latéralité hémisphérique atypique des fonctions visuo-spatiales.....	62
1.3.	Liens complexes entre latéralité hémisphérique du langage et latéralité manuelle	63
2.	<i>Impact de la réorganisation cérébrale sur les performances en langage écrit</i>	64
2.1.	Une réorganisation cérébrale propre à chaque individu	64

2.2.	Plasticité post-lésionnelle et déficit des performances en langage écrit	65
3.	<i>Impact de la latéralité de la lésion sur les performances en langage écrit</i>	66
4.	<i>Recherche d'un effet du gradient de complexité des épreuves sur les performances en langage écrit</i>	67
II.	LIMITES ET POINTS FORTS DE NOTRE ETUDE	68
1.	<i>Population</i>	68
2.	<i>Matériel</i>	69
3.	<i>Procédure</i>	70
III.	APPORTS DE NOTRE ETUDE	71
1.	<i>Sur le plan personnel</i>	71
2.	<i>Sur les plans clinique et théorique</i>	72
IV.	OUVERTURE	73
1.	<i>Pistes d'amélioration de l'expérimentation</i>	73
1.1.	La population	73
1.2.	Le matériel	73
	CONCLUSION	74
	BIBLIOGRAPHIE	75
	ANNEXES	81
	TABLE DES ANNEXES	82
	ANNEXE I : SCHEMA ILLUSTRANT LE PRINCIPE D'ECOUTE DICHOTIQUE (KIRUMA, 1961)	83
	ANNEXE II : PROJECTION DES HEMICHAMPS VISUELS AUX HEMISPHERES CONTROLATERAUX	84
	ANNEXE III : SCHEMATISATION DU MODELE DE LECTURE A DOUBLE VOIE SELON LA THEORIE DE COLTHEART (1978)	85
	ANNEXE IV : MODELE A DOUBLE VOIE DANS LA PRODUCTION ORTHOGRAPHIQUE	86
	ANNEXE V : SCHEMA DES ZONES CEREBRALES DEVOLUES AU TRAITEMENT DU LANGAGE ECRIT	87
	ANNEXE VI : IMAGERIES PARENCHYMATEUSES DES TROIS ENFANTS	88
1.	<i>Localisation lésionnelle chez Clara</i>	88
2.	<i>Localisation lésionnelle chez Louis</i>	88
3.	<i>Localisation lésionnelle chez Yann</i>	88
	ANNEXE VII : APERÇU DE L'ÉPREUVE « COMPREHENSION-MORPHOSYNTAXE » DE LA L2MA 2	89
	ANNEXE VIII : QUESTIONNAIRE DE LATERALITE MANUELLE D'EDINBURGH, D'APRES OLDFIELD (1971) ..	89
	ANNEXE IX : APERÇU DES EPREUVES COMPORTEMENTALES EVALUANT LA LATERALISATION DES FONCTIONS LANGAGIERES ET VISUO-SPATIALES	91
1.	<i>Aperçu de l'épreuve de lecture tachistoscopique Diviword (Bedoin)</i>	91
2.	<i>Aperçu de l'épreuve des Baguettes magiques basée sur le paradigme de Vernier (Castello-Lopez, 2011)</i>	91
	ANNEXE X : PRODUCTIONS DE LA COPIE DE LA FIGURE DE REY PAR LES TROIS ENFANTS	92
1.	<i>Figure de Rey réalisée par Clara</i>	92
2.	<i>Figure de Rey réalisée par Louis</i>	92
3.	<i>Figure de Rey réalisée par Yann</i>	93
	ANNEXE XI : TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DE TOUTES LES EPREUVES DU PROTOCOLE	94
	TABLE DES ILLUSTRATIONS	101
1.	<i>Liste des tableaux</i>	101
2.	<i>Liste des figures</i>	101
	TABLE DES MATIERES	102

GUILLON Céline - ZARAGOZA Julie

IMPACT DE LA SURVENUE ET DE LA LATERALITE D'UN ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL NEONATAL SUR LES PERFORMANCES EN LANGAGE ECRIT A 8 ANS : Etude de trois enfants ayant présenté un infarctus cérébral artériel néonatal

105 Pages

Mémoire d'orthophonie -UCBL-ISTR- Lyon 2013

RESUME

Notre recherche a pour but de mettre en évidence l'impact de la survenue et de la latéralité d'un accident vasculaire cérébral (AVC) néonatal sur les performances en langage écrit. En effet, plusieurs recherches ont mis en évidence un fréquent déficit en langage oral chez les enfants présentant ce type de lésion. Les compétences en langage écrit dépendant fortement des habiletés langagières orales, nous nous sommes intéressées aux performances langagières écrites suite à la survenue d'un AVC néonatal. Nous souhaitons également observer les mécanismes de plasticité cérébrale post-lésionnels à partir de l'étude de la latéralisation fonctionnelle du langage. Pour cela, nous avons réalisé une étude de cas multiples auprès de trois enfants de 8 ans ayant subi un AVC ischémique périsylvien en période néonatale, dans l'hémisphère gauche pour deux d'entre eux et au sein de l'hémisphère droit pour le troisième. Afin d'évaluer le langage écrit, différentes tâches de lecture, de compréhension écrite, d'orthographe et de récit narratif écrit ont été proposées. De plus, des épreuves d'écoute dichotique et de lecture tachistoscopique ont permis d'étudier la latéralisation hémisphérique langagière tandis que la latéralisation hémisphérique des fonctions visuo-spatiales a été évaluée par un test se basant sur le paradigme de Vernier. L'évaluation du langage écrit, ayant mis en évidence des profils comportementaux propres à chaque enfant, fait apparaître de faibles performances chez deux d'entre eux. Les enfants présentant cette pathologie semblent donc constituer une population à risque de développer des difficultés langagières écrites. Cependant, contrairement à ce qui était attendu, le côté de la lésion n'est pas prédictif des profils obtenus par les trois sujets. En outre, nous relevons des latéralisations hémisphériques langagières et visuo-spatiales atypiques chez les trois enfants. Ces données, ainsi que celles concernant la latéralité lésionnelle, permettent d'envisager un possible Effet Crowding chez les sujets ayant subi un AVC gauche.

MOTS-CLES

Neurologie pédiatrique - Accident vasculaire cérébral – Période néonatale – Langage écrit – Evaluation – Latéralisation hémisphérique – Plasticité cérébrale

MEMBRES DU JURY

BUSSY Gérald – GONZALEZ-MONGE Sibylle - LEVY-SEBBAG Hagar

MAITRE DE MEMOIRE

Christophe ROUSSELLE

DATE DE SOUTENANCE

27 JUIN 2013
