



HAL
open science

Retentissement du trouble séquentiel sur le développement langagier et mnésique de l'enfant dysphasique

Chloé Lazeras

► **To cite this version:**

Chloé Lazeras. Retentissement du trouble séquentiel sur le développement langagier et mnésique de l'enfant dysphasique. Sciences cognitives. 2016. dumas-01357807

HAL Id: dumas-01357807

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01357807v1>

Submitted on 30 Aug 2016

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

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

ACADEMIE DE PARIS
UNIVERSITE PARIS VI PIERRE ET MARIE CURIE
MEMOIRE POUR LE CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

**RETENTISSEMENT DU TROUBLE SÉQUENTIEL SUR LE
DÉVELOPPEMENT LANGAGIER ET MNÉSIQUE DE
L'ENFANT DYSPHASIQUE**

Sous la direction de Monsieur Guy RITTORI
Centre Référent d'Evaluation des Troubles Précoces des Apprentissages de l'Hôpital
Necker-Enfants Malades

[ANNEE UNIVERSITAIRE 2015-2016]

LAZERAS Chloé

Née le 25 avril 1993

REMERCIEMENTS

Je remercie le Professeur Bernard GOLSE et le Docteur Laurence ROBEL d'avoir accepté ce travail de recherche au sein du Centre Référent du Langage de l'hôpital Necker.

Merci à M. Guy RITTORI, mon maître de mémoire, pour m'avoir fait découvrir cette pathologie si particulière mais passionnante qu'est la dysphasie, et pour ses conseils avisés.

Je remercie également Adèle ASSOUS pour son implication dans ce mémoire, alors que ses obligations professionnelles ne lui laissaient que peu de temps.

Je remercie chaleureusement Claudia THOMAS et Johanna SAADOUN pour m'avoir soutenue jusqu'au bout, et pour avoir su me redonner le sourire.

Je remercie mes amis Florian Branche et Rémi Bérard pour leurs critiques littéraires et scientifiques pointues, ainsi que pour tout le temps qu'ils m'accordent à chaque étape de ma vie.

Merci à toutes mes amies étudiantes de la promotion d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir accompagnée durant ces quatre années.

Merci à toute ma famille ; à mon père, si rassurant, à ma mère pour sa force et son courage, et à ma sœur pour sa volonté.

Merci à Geoffroy pour son soutien quotidien sans faille et pour m'avoir aidée à passer cette année avec confiance et bonheur.

Je souhaite remercier tous les enfants dysphasiques que j'ai rencontrés, qui m'ont touchés, et tous ceux qui m'ont permis de réaliser ce mémoire.

Je soussignée, Chloé LAZERAS, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature :

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PARTIE THÉORIQUE.....	2
I. LE TERME « DYSPHASIES » : HISTORIQUE ET DÉFINITIONS.....	2
1. Autres termes utilisés dans la littérature	2
2. Historique du terme.....	3
3. Définitions.....	3
i. Définitions issues des classifications.....	3
ii. Définitions actuelles et limites	4
iii. Classifications en sous-groupes et limites	5
iv. Perspectives.....	5
II. LES HYPOTHÈSES SUR L'ORIGINE DU TROUBLE DYSPHASIQUE.....	6
1. Les hypothèses linguistiques	6
i. Hypothèses d'un déficit général des morphèmes grammaticaux	6
ii. Hypothèses d'un déficit grammatical sélectif	7
iii. Critiques des théories grammaticales.....	8
2. Les hypothèses sur un déficit de traitement.....	8
i. Les hypothèses sur un déficit de traitement spécifique	8
ii. Les hypothèses sur un déficit de traitement général	9
III. L'HYPOTHÈSE D'UN DÉFICIT PROCÉDURAL (ULLMAN&PIERPONT, 2005) 10	
1. Définition de la mémoire procédurale	10
2. Les hypothèses posées par le modèle	11
i. La mémoire procédurale	11
ii. Interactions entre mémoires	12
iii. Prédications et implications cliniques	12
iv. Application aux troubles dysphasiques.....	12
3. Avantages et limites de cette hypothèse	13

IV. L'HYPOTHÈSE DU DÉFICIT SÉQUENTIEL : UN DÉFICIT SUR QUELS TRAITEMENTS ?	13
1. Définitions de la séquence	13
2. Un déficit séquentiel au niveau de l'apprentissage de séquences ?	15
i. Structures anatomiques impliquées	15
ii. La Tâche de Réaction Sérielle	15
3. Un déficit séquentiel au niveau de l'apprentissage statistique et de l'extraction des régularités statistiques ?	17
4. Au niveau de la mémoire de travail	19
i. Hypothèse d'un trouble de traitement séquentiel dans la mémoire de travail	19
ii. Une atteinte de l'ordre sériel spécifique à la boucle phonologique ?	20
5. Un trouble général au niveau de la gestion simultanée de plusieurs processus ?	21
V. LE TROUBLE SÉQUENTIEL DE L'ENFANT DYSPHASIQUE : UN RETENTISSEMENT PLURI-AXIAL	22
1. Sur le plan verbal	22
i. Les troubles phonologiques : symptômes d'un trouble séquentiel ?	22
ii. La séquentialité au niveau du lexique	23
iii. La séquentialité au niveau de la morphosyntaxe	24
iv. La séquentialité au niveau de la narration	25
2. Sur le plan non-verbal	25
i. La séquentialité au niveau moteur	25
ii. La séquentialité au niveau visuo-spatial	26
TRANSITION	27
PARTIE PRATIQUE	28
I. PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES	28
1. Problématique	28

2. Objectifs	28
3. Pré-requis	28
4. Hypothèses	29
II. MÉTHODOLOGIE.....	30
1. Population	30
2. Contexte de l'étude.....	32
i. Le diagnostic posé au sein du Centre Référent d'Évaluation des Troubles Précoces des Apprentissages	32
ii. Les réévaluations	32
3. Protocole de notre étude	33
i. Relevés des données	33
ii. Choix des épreuves orthophoniques : les épreuves nécessitant un traitement séquentiel conséquent.....	33
iii. Les épreuves mnésiques : traitement séquentiel et méthodologie des relevés d'empans.....	34
iv. Évolution des capacités mnésiques auditivo séquentielles immédiates chez l'enfant-contrôle.....	36
4. Matériel	37
III. ANALYSE DESCRIPTIVE	38
IV. CONCLUSION	55
1. Le trouble mnésique chez le dysphasique	55
2. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution.....	56
3. Autres interactions	56
i. Effet d'âge de début de rééducation	56
ii. Trouble séquentiel global ou spécifique ?.....	56

DISCUSSION, LIMITES ET PERSPECTIVES.....	57
I. POPULATION D'ÉTUDE	57
II. LES ÉPREUVES ORTHOPHONIQUES	57
III. LES ÉPREUVES MNÉSIQUES.....	58
IV. TROUBLE SÉQUENTIEL GLOBAL OU SPÉCIFIQUE ?.....	59
V. INTERACTIONS AVEC LE TROUBLE SÉQUENTIEL.....	59
CONCLUSION GÉNÉRALE	60
BIBLIOGRAPHIE.....	61
ANNEXES.....	74

Table des illustrations

Illustration1: représentation schématique des sous-systèmes d'apprentissages procéduraux et de leurs bases anatomiques (Mayor Dubois 2010) [91]	11
Illustration 2 : le modèle A-O-STM : un modèle de la mémoire à court terme verbale se basant sur l'activation temporaire du système langagier, le traitement de l'ordre sériel et l'attention sélective par Majerus et coll. (2009) [86].....	21
Tableau 1 : présentation de la population	31
Tableau 2 : les différents élalonnages sur les tâches d'empan	35
Tableau 3 : tableau de conversion notes brutes du test L2MA2 en empan.....	36
Illustration 3 : évolution des empan droits des enfants contrôles	36
Illustration 4 : évolution des empan envers des enfants contrôles.....	37
Illustration 5 (CB) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	38
Illustration 5 (CB) : évolution des empan envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	39
Illustration 7 (CB) : évolution des empan en fonction de la fréquence de rééducation orthophonique.....	39
Tableau 4 : GD : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	39
Illustration 8 (HD) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	40
Illustration 9 (HD) : évolution des empan envers en fonction de son âge par rapport aux enfants aux enfants contrôles	40
Illustration 10 (HD) : évolution des empan en fonction de la fréquence de rééducation orthophonique.....	41
Tableau 5 : HD : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	41
Illustration 11 (ED) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	42
Illustration 12 (ED): évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	42
Tableau 6 : ED : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	43
Illustration 13 (GD) : évolution des empan droits en fonction de l'âge et de la classe par rapport aux enfants contrôles	43

Illustration 14 (GD) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	44
Tableau 7 : GD : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	44
Illustration 15 (MJ) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	45
Illustration 16 (MJ) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	45
Illustration 17 (MJ) : évolution des empans droit et envers en fonction de la fréquence de rééducation orthophonique	46
Tableau 8 : MJ : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	46
Illustration 18 (EJ) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	47
Illustration 19 (EJ) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	47
Tableau 9 : EJ : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielle.....	48
Illustration 20 (JJ) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	48
Illustration 21 (JJ) : évolution de empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	49
Tableau 10 : JJ : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	49
Illustration 22 (CL) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	50
Illustration 23 (CL) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	50
Tableau 11 : CL : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	51
Illustration 24 (VM) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles	51
Illustration 25 (VM) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	52

Tableau 12 (VM) : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	52
Illustration 26 (LU) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles	53
Illustration 27 (LU) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles.....	53
Tableau 13 : LU : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles	54
Tableau 14 : tableau récapitulatif des hypothèses	55

Liste des abréviations

Partie théorique :

DSM : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

EEG : Électroencéphalographie

PEA : Potentiels Évoqués Auditifs

ICD : International Classification of Diseases

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

SLI : Speech Language Impairment

TSLO : Trouble Spécifique du Langage Oral

TSDL : Trouble Spécifique du Développement du Langage

TRS : Tâche de Réaction Sérielle

Partie pratique :

A : hypothèse Acceptée

Classe_Theo : Classe théorique (s'il n'y avait pas eu redoublement)

CompLex : épreuve de Compréhension lexicale

CompSynt1 : compréhension syntaxique immédiate

CompSynt2 : compréhension syntaxique globale

DSED : empan endroit en valeurs absolues de DS

DSEV : empan envers en valeurs absolues de DS

ExpLex : épreuve d'expression lexicale

ExpSynt : expression syntaxique

ED : empan endroit

EV : empan envers

Fr_RO : Fréquence Rééducation Orthophonique (nombre de séances par semaine)

NS : analyse Non Significative

Phono : épreuves de phonologie

R : hypothèse Rejetée

RO : Rééducation Orthophonique (nombre de séances par semaine)

INTRODUCTION

J'ai effectué un stage d'un an au Centre Référent des troubles précoces du Langage et des Apprentissages de Necker-Enfants malades, au sein duquel j'ai pu observer de nombreux enfants en bas âge atteints de dysphasie. Cette pathologie définit comme un trouble sévère et persistant atteint de façon spécifique le langage oral.

Ces enfants ont éveillé chez moi une certaine curiosité : quel(s) trouble(s) sont à l'origine d'un tel trouble langagier sans pour autant entraver leur envie de communiquer ?

En explorant la littérature, développée sur ce sujet mais peu unanime, l'hypothèse d'un trouble séquentiel est celle qui était pour moi le plus en corrélation avec mes impressions cliniques. J'ai donc proposé d'étudier le trouble séquentiel chez l'enfant dysphasique et son évolution.

Il existe très peu d'études longitudinales concernant le trouble séquentiel de l'enfant dysphasique, or il nous semble absolument nécessaire d'étudier encore le syndrome dysphasique, afin de proposer le plus précocement possible la prise en charge la plus adaptée, car nous savons que la précocité de la rééducation est un facteur de bon pronostic d'évolution.

J'ai donc réalisé une recherche poussée sur les hypothèses à l'origine du trouble dysphasique, puis plus particulièrement sur l'hypothèse d'un trouble séquentiel, que nous présenterons en première partie de ce mémoire. En seconde partie, nous avons exploré le trouble séquentiel, son évolution et ses corrélations grâce aux bilans effectués au Centre Référent des troubles précoces du Langage et des Apprentissages.

PARTIE THÉORIQUE

I. LE TERME « DYSPHASIES » : HISTORIQUE ET DÉFINITIONS

Il nous a semblé qu'un historique du terme « dysphasie » était la meilleure façon d'illustrer une partie de la complexité du syndrome dysphasique et d'y révéler les apports des différents mouvements théoriques qui se sont succédé au cours du temps et qui ont contribué à l'établissement des différentes classifications. Avant tout, il faut clarifier les différents termes rencontrés dans la littérature.

1. Autres termes utilisés dans la littérature

La littérature internationale emploie le terme SLI (Speech Language Impairment), introduit par Fey et coll. 1983) [32], afin d'évoquer un groupe de personnes ayant des difficultés de langage plus ou moins importantes. Cette acception rassemble de nombreux syndromes cliniques regroupant eux-mêmes une diversité de symptômes, ces syndromes ayant une limitation significative dans le développement du langage, en l'absence de déficits sensoriels, d'une atteinte neurologique, d'une intelligence non verbale faible, de difficultés d'ordre psychiques et de carences éducatives sévères (Zardini, 2006)) [129]. Ainsi, les SLI peuvent présenter des manifestations plus ou moins graves et durables (de Weck et coll. 2003)) [27] et regroupent les diagnostics de retard de langage (trouble fonctionnel (Gerard, 2003) [44]), et de dysphasie (trouble structurel (Gerard, 2003)). Aujourd'hui, la littérature est encore le lieu de nombreux débats autour des critères d'exclusion et d'inclusion entre les diagnostics de dysphasie et de retard de langage.

Le terme SLI est traduit par TSLO (Troubles Spécifiques du Langage Oral) en français ; mais l'adjectif « spécifique » fait débat : il ne rend pas compte de toute la complexité des mécanismes étiopathologiques impliqués, ni de l'évolution des profils langagiers au cours du développement engendré par les différents processus, boucles et réseaux (Vallée 2014)) [123].

L'avantage de ces deux termes est qu'ils permettent une certaine souplesse dans le recrutement de la population d'étude, néanmoins, ladite population amène une certaine hétérogénéité difficilement comparable d'une étude à une autre (Gérard, 2003)) [44]. Ainsi, afin de cerner au mieux les mécanismes en jeu dans les différents troubles inhérents au spectre des TSLO, Chevrie-Muller (2000)) [15] utilise le terme « trouble spécifique du développement du langage (TSDL)» pour l'ensemble des TSLO, et le terme « dysphasie » pour les TSLO les plus graves. Nous utiliserons cette acception dans notre mémoire.

2. Historique du terme

La première trace d'étude d'enfants avec des troubles s'apparentant aux troubles dysphasiques actuels, apparaît en 1822 : Gall décrit des enfants ayant des particularités linguistiques avec une intelligence normale, sans malformation des organes vocaux, sans "apathie" relationnelle et sans trouble auditif (Gall, 1835) [42].

Par la suite, les auteurs allemands utilisent le terme "audimutité" pour caractériser les déficits phonologiques sévères de ces enfants tandis que Väisse (Väisse, 1866) [122] parle "d'aphasie congénitale", terme repris dans la littérature française et anglo-saxonne afin de décrire aussi bien les troubles de production que les troubles de compréhension de ces enfants.

Dans une étude clinique, Kerr (Kerr, 1917) [65] introduit une distinction entre deux syndromes : « aphasie développementale expressive » et « aphasie développementale réceptivo-expressive », ce qui met en avant différents profils avec des atteintes linguistiques spécifiques.

Puis le préfixe « dys » remplace le préfixe « a » privatif afin de rendre compte d'une difficulté d'utilisation plus que d'une absence d'utilisation.

Dans les années 1960, Gérard parle de « dysphasie de développement » pour faire référence à l'utilisation du modèle aphasiologique de Crosson (Crosson, 1985) [25]. Ce support lui permet de définir les critères minimaux de différenciation syndromique des dysphasies (modèle adapté de Crosson par Gérard (2003) [44]). Gérard propose une approche neuropsychologique prenant en compte une perspective développementale, où "la plainte ou symptôme n'est qu'un mode de révélation ponctuel de ces singularités cognitives"(Gérard 2003) [44]. Cette approche fait suite aux travaux de Dugas (Dugas, 1984) [29] dans son unité de psychopathologie, dans lequel il décrivait les troubles spécifiques du développement du langage oral.

Ainsi, cette étude de l'histoire du terme rend compte de deux mouvements théoriques principaux : le courant théorique neurologique avec l'utilisation du terme dysphasie en référence aux modèles aphasiologiques, et un courant théorique linguistique avec l'utilisation du mot « langage ». Tous deux contiennent une grande partie des théories explicatives de la dysphasie.

3. Définitions

i. Définitions issues des classifications

Le DSM III (American Psychiatric Association, 1980) [3], le DSM III-révisée

(American Psychiatric Association, 1987)) [4] et l'ICD 10 (World Health Organization, 1992)) [127] donnent la notion de spécificité (Gérard 2003)) [44] dans leur description, et excluent le retard mental et les troubles envahissants du développement. La définition de l'Ordre des Orthophonistes et Audiologistes du Québec (OOAQ) insiste sur la notion de handicap conséquent au trouble mais aussi sur son caractère évolutif, et sur les différentes expressions du trouble de façon intra et interindividuelles (Leclercq et coll. 2012) [71].

Le DSM V classe la dysphasie dans les "troubles de la communication orale", terme ambigu car on ne distingue pas les difficultés articulatoires des troubles affectant le langage non verbal et la communication (Zardini, 2006) [129].

ii. Définitions actuelles et limites

Ces classifications sont issues des définitions des chercheurs qui reposent aujourd'hui sur trois grands piliers.

Tout d'abord, les auteurs insistent sur les différents domaines langagiers plus ou moins atteints « la dysphasie est définie comme un trouble développemental, qui concerne l'élaboration du langage oral, entraînant des troubles importants de la compréhension et/ou de l'expression du langage parlé » (Leclercq et coll. 2012) [71] ou " si la dysphasie touche, à des degrés variables, tous les aspects du développement langagier, ce sont généralement la phonologie et la morphosyntaxe qui sont les plus affectées" (Desmottes et coll. 2014) [28].

Ensuite, les auteurs québécois, notamment l'OOAQ, ont mis en avant le handicap engendré par ces troubles : "les situations de handicap engendrées sur les plans personnel, social, scolaire et professionnel".

Enfin, une définition axée sur des critères et sur l'importance de l'aspect développemental est apparue « La dysphasie est un trouble spécifique, sévère et persistant du développement du langage oral » selon (Desmottes et coll. 2014) [28] ou qui « interfère d'emblée avec la dynamique développementale » pour (Leclercq et coll. 2012) [71].

Cette définition est intéressante car elle regroupe des critères d'inclusion (sévérité et persistance) et des critères d'exclusion (spécificité), nécessaires à l'établissement de classifications.

Néanmoins, ces auteurs remettent en question la validité de ces critères dans la pratique clinique, et Gérard (2003) [44] avance des « problèmes de définitions des limites nosographiques ». Par exemple, le critère de spécificité des troubles langagiers est remis en cause suite à l'étude de Hill (2001) [57] qui révèle une dyspraxie associée chez 40 à 90 % des dysphasiques.

Il en est de même pour le critère d'exclusion du développement intellectuel basé sur un QIP avec un seuil strict, alors que de nombreuses études alertent sur ce critère instable (Botting 2005) [11] ou excluant à tort (Bishop, 2002 citée par Leclercq et coll., 2012) [71]. Le critère de sévérité est variable selon les classifications (selon les littératures belge ou anglo-saxonne) ce qui révèle la difficulté majeure à définir la dysphasie avec des critères stricts.

Enfin, le critère de persistance qui permet d'exclure le retard de langage est à observer avec prudence car le développement langagier au cours des premières années de vie est d'une extrême variabilité (Leclercq et coll. 2012) [71]. En effet, selon Rescorla et coll. (1997) [107], 50% des enfants avec retard de langage à 2 ans rattrapent leur retard avant leurs 3 ans. De plus, selon Bishop et coll. (1987) [10], 37% des enfants qui présenteraient un tableau clinique de trouble spécifique du langage à 4 ans n'auraient finalement plus de troubles à 5 ans et demi.

iii. Classifications en sous-groupes et limites

Rapin et Allen (1983) [104] ont tenté de classer les troubles dysphasiques en 3 sous-types : les troubles mixtes réceptifs expressifs avec une agnosie auditivo-verbale et un trouble phonologique-syntaxique, les troubles de traitement de plus haut niveau regroupant des troubles lexico-syntaxiques et des troubles sémantico-pragmatiques, et les troubles expressifs comprenant une dyspraxie verbale et un syndrome phonologique-articulatoire.

Gérard (1993) [44] propose une classification autour des différentes unités du modèle de Crosson, ce qui donne plusieurs syndromes : le syndrome phonologique-syntaxique, la dysphasie réceptive, le trouble de production phonologique, la dysphasie lexicale-syntaxique, et le trouble sémantico-pragmatique.

Cependant, selon Conti-Ramsden et coll. (1999) [21], l'idée de classer ces troubles est en réalité peu pertinente car la dynamique développementale et les capacités de compensation feraient changer ces enfants de sous-groupe (45 % entre 7 et 8 ans).

iv. Perspectives

Ces critères de définition sont donc à adapter à la pratique clinique, en tenant compte des capacités de compensation de ces enfants, et de l'aspect développemental de ce trouble ; c'est-à-dire en prenant en compte l'évolution hétérogène des différents troubles langagiers pour chaque enfant.

De plus, des études récentes montrent que le déficit ne serait pas qu'exclusivement langagier (étude de Bishop (2002) [10] : une majorité d'individus TSDL ont au moins un ou plusieurs déficit(s) non linguistique(s) associé(s) à leur trouble du langage) et que "la

problématique développementale qui apparaît est plus complexe qu'un trouble isolé du développement langagier" (Maillart et coll., 2012) [83]. Selon Chevrie-Muller (2010) [16], il serait donc primordial de ne pas en rester qu'au symptôme langagier de surface et de chercher la cause primaire qui ne résiderait plus seulement uniquement dans le domaine linguistique mais plutôt « dans un processus d'apprentissage général commun à la sphère linguistique et à la sphère cognitive ».

II. LES HYPOTHÈSES SUR L'ORIGINE DU TROUBLE DYSPHASIQUE

« Une telle pléthore d'hypothèses est révélatrice des incertitudes théoriques actuelles » (Parisse et coll. 2008) [100]. Comme nous l'avons vu plus haut, les hypothèses reposent sur deux courants principaux : le courant linguistique et le courant neurologique.

1. Les hypothèses linguistiques

Ces hypothèses s'appuient sur les principes et paramètres de la grammaire universelle de Chomsky (Chomsky, 1957) [18]. Selon Chomsky, il existerait une grammaire universelle au sens où toutes les grammaires de toutes les langues respecteraient certaines propriétés ou opérations. L'acquisition d'une langue serait implicite et dépendrait de l'environnement, l'enjeu de l'acquisition de la grammaire de la langue maternelle serait d'extraire les traits fonctionnels de morphèmes abstraits entendus, bien qu'ils ne soient pas nécessairement correctement produits.

i. Hypothèses d'un déficit général des morphèmes grammaticaux

Ces hypothèses supposent que le dysphasique n'a pas les représentations linguistiques nécessaires à l'acquisition des catégories fonctionnelles.

Hypothèse de la cécité vis à vis des traits fonctionnels (Gopnik, 1990) [47]

Selon Gopnik, les difficultés de production des marqueurs morphosyntaxiques sont dues à une incapacité d'acquérir les morphèmes grammaticaux exprimant certains traits (genre, nombre, temps).

Hypothèse de l'incapacité à acquérir des règles grammaticales implicites

Gopnik et Crago reformulent la première hypothèse de Gopnik (Gopnik et coll., 1991) [48] : la difficulté réside dans le processus de création de règles grammaticales implicites pour l'acquisition des morphèmes. Les enfants dysphasiques n'auraient pas les capacités d'apprentissage du langage leur permettant d'acquérir la morphologie flexionnelle grâce à leur environnement. Les formes grammaticales correctes qu'ils peuvent produire sont expliquées par un apprentissage en tant qu'items lexicaux, ou par un apprentissage préalable explicite des règles grammaticales.

Hypothèse du déficit de l'acquisition des catégories fonctionnelles

Selon Guilfoyle et coll. (Guilfoyle et coll. 1991)[51], les difficultés des enfants dysphasiques résident dans un défaut développement des catégories fonctionnelles : l'enfant dysphasique resterait au stade de la "première grammaire" (Radford, 1990) [103].

Cependant, quelques auteurs comme Jakubowicz (2003) [61], critiquent ces hypothèses. Les formes infléchies produites par les dysphasiques sont instables : elles ne sont donc pas stockées en tant qu'items-lexicaux. Les erreurs de régularisation souvent observées chez le dysphasique vont à l'encontre de l'hypothèse d'une impossibilité de création de règles : Leonard (1995) [73] a relevé l'emploi de certaines catégories fonctionnelles, de plus, les dysphasiques anglophones ont des degrés de difficultés différents entre les morphèmes grammaticaux.

ii. Hypothèses d'un déficit grammatical sélectif

Ces hypothèses tentent d'expliquer l'omission de certains morphèmes grammaticaux.

La théorie de la persistance dans un stade développemental où les accords morphologiques sont optionnels (Rice et coll., 1995) [108]

Cette théorie explique les difficultés des dysphasiques au niveau des marqueurs de temps. Les enfants dysphasiques resteraient plus longtemps que les enfants sans trouble du langage dans une période développementale où l'accord morphologique serait optionnel, ce stade disparaissant normalement vers 5 ans, mais se prolongeant anormalement chez le dysphasique avec une forme d'infinitif optionnel.

L'hypothèse d'un déficit sélectif de l'accord grammatical (Clahsen, 1989) [19]

D'après une étude sur des enfants allemands et anglais, les marques de l'accord sujet-verbe sont plus atteintes que les marques du passé : le postulat de ces auteurs est que la grammaire des dysphasiques ne différerait des enfants sans trouble du langage que par une difficulté à trouver la forme verbale appropriée au sujet.

L'hypothèse du déficit sélectif de la catégorie complémenteur (Hamann et coll. 1998) [54]

Cette étude des enfants dysphasiques allemands explique leurs difficultés par un trouble affectant particulièrement la catégorie fonctionnelle complémenteur et sa projection syntagmatique.

L'hypothèse du déficit sélectif de l'opération syntaxique de "mouvement" ou théorie de la complexité des structures syntaxiques (van der Lely, 2005) [124]

L'hypothèse repose sur une difficulté à traiter les relations de dépendance syntaxiques complexes, plus particulièrement pour les relations de dépendance non adjacentes. Les

enfants dysphasiques auraient un comportement optionnel quant à la compétence de l'opération de mouvement (résultats aux épreuves aléatoires).

En 2005, Van der Lely étend cette hypothèse à tout système nécessitant de traiter des structures hiérarchiques complexes (au niveau de la phrase, de la morphologie, de la phonologie).

La théorie de l'assignation des rôles thématiques dans des structures non canoniques (Friedmann et coll., 2007) [38]

Afin d'expliquer les désordres de l'ordre des éléments dans les structures syntaxiques, Friedmann et Novogrodsky avancent que les dysphasiques auraient des difficultés dans l'assignation des rôles thématiques, en particulier dans les structures renversées.

iii. Critiques des théories grammaticales

Toutes ces théories sont "domaines-spécifiques" et ne rendent pas compte des autres troubles non langagiers des enfants dysphasiques. De plus, toutes ces hypothèses ne se concentrent que sur un domaine particulier, en excluant les autres, ce qui ne nous donne pas un consensus sur les troubles dysphasiques. Enfin, il semble y avoir des marqueurs linguistiques différents selon les langues, ce qui ne pourrait rendre compte d'un trouble grammatical sous-jacent (Jakubowicz, 2003) [61].

2. Les hypothèses sur un déficit de traitement

i. Les hypothèses sur un déficit de traitement spécifique

L'hypothèse de surface (Leonard, 1989) [72]

Cette hypothèse vise à expliquer les difficultés d'utilisation des morphèmes grammaticaux en se concentrant plus précisément sur leurs propriétés acoustiques. Leonard propose une limitation générale de la capacité de traitement des éléments peu saillants de la langue, en particulier lorsque ceux-ci prennent un rôle morphologique. En effet, l'enfant doit traiter simultanément la fonction grammaticale de la forme, trouver sa place dans le paradigme phonologique, et comprendre le reste de la phrase que son interlocuteur produit.

L'hypothèse d'un trouble de la perception auditive (Tallal, 1990,1993) [115] [116]

Pour Tallal, les dysphasiques seraient en difficulté sur le traitement des informations temporelles, qu'elles soient verbales ou non verbales. La cause des dysfonctionnements des traitements de haut niveau langagier serait une difficulté de traitement de l'information sensorielle de l'entrée auditive et plus précisément au niveau du traitement temporel de cette information. Le traitement temporel déficient serait de l'ordre de la dizaine de millisecondes, ce qui rendrait vulnérable le traitement phonologique

sensible à des variations temporelles aussi précises. Ce déficit « à la base » engendrerait donc une perturbation du développement normal de la phonologie, ce qui expliquerait les profils phonologiques en réception et production des enfants SLI.

Cette hypothèse se base sur les résultats faibles des patients dysphasiques dans une épreuve de traitement de stimuli de très courte durée et présentés en succession rapide ; d'où la conclusion d'un trouble de traitement temporel auditif. Ce trouble ne permettrait pas le développement des prototypes phonétiques de la langue. Après un entraînement de ces mêmes capacités, l'étude de Tallal et coll. montre une amélioration des résultats des dysphasiques. Mais Leonard (1989) [72] suggère que les enfants n'auraient pas pu acquérir de compétence linguistique lors de l'entraînement si le déficit à la base est un déficit du traitement temporel comme évoqué par Tallal et coll.

L'hypothèse de Tallal est remise en cause par plusieurs auteurs ne confirmant pas ses résultats (Halle et coll., 1993) [52]. De plus, la méthodologie utilisée est très peu décrite.

La théorie phonologique pure (Joanisse et coll., 1998) [62].

L'hypothèse est qu'un déficit perceptif initial peut avoir atteint le développement langagier et que ce déficit perceptif serait devenu indétectable. Cependant, une étude de McArthur et coll. (2004) [93] montre un défaut de traitement temporel rapide et de discrimination auditive chez les enfants dyslexiques, ce qui met à mal cette hypothèse car nous n'observons pas de retentissements différents de ces troubles perceptifs sur le développement langagier.

La théorie du mapping (Chiat, 2009) [17]

Le mapping est l'opération consistant à faire des associations entre la forme linguistique et le sens. Les difficultés de traitement phonologique ne permettraient pas un accès aux détails phonologiques fins afin de se créer des représentations lexicales, morphologiques et syntaxiques viables.

Cette théorie n'explique pas les difficultés non langagières.

ii. Les hypothèses sur un déficit de traitement général

Afin d'expliquer les déficits langagiers et non langagiers, certains chercheurs posent l'hypothèse d'un déficit "à la base" du traitement cognitif général avec des répercussions pluri-axiales. Ces théories s'appuient sur une conception modulaire évolutive : c'est-à-dire que le module langage n'est pas isolé au début des capacités cognitives générales et qu'il est donc dépendant de ces capacités.

Par exemple, Montgomery expose l'hypothèse d'un déficit dans les opérations de stockage et de traitement simultané au cours des traitements langagiers complexes

(Montgomery, 2000) [96].

Leonard (1989) [72] propose l'hypothèse suivante : les dysphasiques auraient des difficultés dans le traitement des formes morphologiques à signal acoustique peu saillant. Cette difficulté impacterait la vitesse de traitement de ces formes phonologiques ce qui entraverait non seulement la compréhension même de la forme mais aussi la compréhension du reste de la phrase entendue. Cependant, cette théorie ne répond pas à toutes les données d'erreurs (elle n'explique pas l'omission du marqueur troisième personne -s en anglais, alors que c'est un signal acoustique saillant).

C'est pourquoi ce mémoire propose une hypothèse d'un trouble cognitif sous-jacent (le trouble séquentiel) ayant des répercussions sur le domaine verbal et non verbal. Or le traitement de la séquence est dévolu à la mémoire procédurale (Seiger, 2006) [112].

De plus, selon Desmottes et coll., (2014) [28] le système de mémoire procédurale qui soutient le traitement séquentiel de détection et d'apprentissage de régularités permettrait l'accès aux domaines langagiers phonologique, morphologique et syntaxique. Nous avons donc choisi d'exposer plus en détails la théorie de l'hypothèse d'un déficit procédural de Ullman et Pierpont (2005) [121].

III. L'HYPOTHÈSE D'UN DÉFICIT PROCÉDURAL (ULLMAN ET PIERPONT, 2005) [121]

1. Définition de la mémoire procédurale

Cohen et Squire (1980) [20], dans une étude sur des patients amnésiques, ont montré la dissociation entre l'information basée sur le « savoir quoi » (déclaratif) et le « savoir comment » (règles ou procédures).

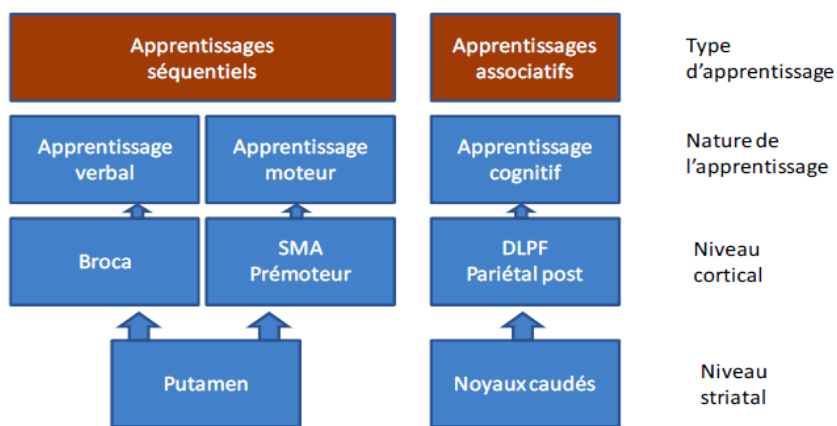
Aujourd'hui, on sait que la mémoire à long terme se compose de la mémoire déclarative et de la mémoire procédurale. Ces deux systèmes sont distincts mais interdépendants.

La mémoire déclarative se décompose en une mémoire épisodique (pour stocker les souvenirs et les événements personnels) et une mémoire sémantique (pour stocker les connaissances sur le monde, le sens des mots, les arguments du verbe, les formes irrégulières fléchies...). Cette mémoire est un système d'encodage-stockage-rappel conscient. D'un point de vue anatomique, elle implique les lobes temporaux médians (Macoir et coll., 2008) [81].

La mémoire procédurale concerne les habiletés motrices et les routines cognitives comme l'apprentissage et la récupération de procédures, les règles morphosyntaxiques ou l'apprentissage de séquences. Elle implique les ganglions de la base, les structures fronto-

médianes, le cervelet et le cortex préfrontal. L'apprentissage est lent, et soumis à des expositions répétées (Macoir et coll., 2008) [81].

Les systèmes d'apprentissage de ces mémoires sont soumis à des dynamiques différentes : le système procédural aurait une émergence plus précoce que le système déclaratif mais atteindrait le plafond de ses capacités précocement tandis que les capacités de la mémoire déclarative se développeraient tout le long de la vie (Mayor-Dubois, 2010) [91]. Cette chercheuse propose des sous-systèmes d'apprentissages procéduraux qui impliqueraient différentes structures comme telles :



*SMA : aire motrice supplémentaire
DLPT : cortex dorsolatéral préfrontal
post : postérieur*

Illustration1: Représentation schématique des sous-systèmes d'apprentissages procéduraux et de leurs bases anatomiques (Mayor Dubois 2010) [91]

2. Les hypothèses posées par le modèle (Ullman, 2013 , 2015) [119] [120]

i. La mémoire procédurale

L'hypothèse première est que le langage est basé sur la mémoire procédurale et la mémoire déclarative.

La mémoire procédurale devrait sous-tendre l'apprentissage et le traitement des séquences et des règles et surtout la capacité à prédire le nouvel item dans une séquence d'un flux langagier. La mémoire procédurale devrait jouer un grand rôle dans l'acquisition de la grammaire puisque celle-ci est composée de règles implicites (en particulier celles faisant appel à un traitement séquentiel) mais aussi dans l'acquisition de la syntaxe, de la phonologie et de la morphologie et dans les domaines non grammaticaux comme les patterns de probabilités, les séquences et la capacité d'apprentissage de prédictions.

D'un point de vue anatomique, la mémoire procédurale serait composée d'un réseau de structures connectées implanté dans le circuit frontal et le circuit basal, englobant le

cortex prémoteur et l'aire BA44 (partie de l'aire de Broca, elle même comprise dans le cortex frontal). Plus précisément, le ganglion basal et la structure frontale devraient participer à l'apprentissage de ces savoirs linguistiques. Le noyau caudé (qui fait partie du ganglion basal) serait dévolu à l'apprentissage et à la consolidation. Une fois automatisé, ce savoir devrait impliquer les régions du néo-cortex, en particulier le cortex prémoteur et la région BA 44.

ii. Interactions entre mémoires

Les deux systèmes de mémoire pourraient être complémentaires dans la tâche d'apprentissage, y compris pour le savoir de séquences et de règles. La mémoire déclarative interviendrait au début de la tâche d'apprentissage tandis que la mémoire procédurale interviendrait dans un deuxième temps de façon à rendre la tâche automatique. La mémoire déclarative et la mémoire procédurale interviendraient donc en parallèle mais à des temps différents : après une exposition suffisante au langage, la mémoire procédurale devrait tendre à précéder la mémoire déclarative à mesure de l'automatisation des règles. Les études animales montrent aussi que la mémoire déclarative et procédurale peuvent se supporter mutuellement lorsqu'une des deux fait défaut.

iii. Prédications et implications cliniques

La mémoire déclarative devrait donc sous-tendre le savoir lexical, tandis que la mémoire procédurale pourrait intervenir dans l'apprentissage et l'utilisation des différentes règles séquentielles intervenant dans les domaines de la phonologie, la morphologie et la syntaxe. Cependant, certaines formes complexes grammaticales pourraient aussi être apprises comme un tout, comme une entité lexicale et donc faisant appel à la mémoire déclarative.

iv. Application aux troubles dysphasiques

Ullman et Pierpont (2005) [121] suggèrent l'hypothèse suivante : les troubles des enfants dysphasiques seraient dus à un développement anormal des structures qui gèrent le développement de la mémoire procédurale. De ce fait, les dysphasiques auraient un trouble de la mémoire procédurale qui empêcherait celle-ci de traiter les différents aspects du langage que nous avons vu plus haut, mais ce dysfonctionnement de ce réseau neuronal aurait également des répercussions sur le domaine non langagier.

Ce réseau serait aussi impliqué dans l'accès aux représentations langagières en mémoire à long terme ce qui expliquerait le manque du mot ; cependant, il ne serait pas impliqué dans l'acquisition du vocabulaire qui serait dépendant d'un apprentissage explicite et donc de la mémoire déclarative.

3. Avantages et limites de cette hypothèse

L'hypothèse d'un déficit procédural a pour avantage de rendre compte de l'hétérogénéité des différents profils des dysphasiques, elle met aussi l'accent sur le caractère neurologique et développemental du trouble. De plus, elle explique la préservation des capacités lexicales.

Néanmoins, cette hypothèse n'explique pas les troubles pragmatiques des dysphasiques et soutient une séparation du système procédural et du système déclaratif alors que plusieurs auteurs suggèrent plutôt une interaction entre les différents niveaux de langage (Desmottes et coll. 2014) [28]. D'autres auteurs ont exploré cette hypothèse à partir de plusieurs épreuves impliquant la mémoire procédurale comme :

- les tâches de résolution de problèmes (Tour d'Hanoï, tour de Londres)
- les tâches des épreuves de catégorisation (Kemeny et coll., 2010) [64]
- les tâches de traitement séquentiel avec les tâches de réaction sérielle (TRS) et les tâches d'extraction et d'apprentissage des régularités statistiques.

Nous ne développerons pas, dans ce mémoire, les deux premières tâches cognitives car elles ne semblent pas faire appel au traitement séquentiel sur lequel nous voulons nous concentrer comme Conway et coll. (2006) [23] qui ont proposé l'hypothèse suivante : une difficulté au niveau de l'apprentissage de séquences aurait des répercussions sur tous les domaines impliquant l'apprentissage de séquence, donc aussi bien sur le domaine langagier que moteur, ce qui expliquerait l'ensemble des déficits langagiers et non langagiers des dysphasiques.

De plus, une étude de Hsu et coll. (2014) [59] a comparé les performances d'enfants dysphasiques et d'enfants contrôles (certains de même âge, d'autres de même niveau grammatical) sur deux tâches d'apprentissage procédural motrices et une tâche d'apprentissage d'une séquence verbale implicite. Les résultats ont révélé un déficit d'apprentissage spécifique à la séquence plutôt qu'une faiblesse générale d'apprentissage procédural.

IV. L'HYPOTHÈSE DU DÉFICIT SÉQUENTIEL : UN DÉFICIT SUR QUELS TRAITEMENTS ?

1. Définitions de la séquence

La séquence est définie comme une suite d'unités linguistiques ordonnées conventionnellement.

D'après Fraisse (1967) [37], la séquence est un ensemble d'unités ordonnées. La

séquence a 4 caractéristiques: la nature de ses constituants, leur nombre, leur ordre et la dimension temporelle dans laquelle ils s'inscrivent.

La notion de séquentialité dans le traitement cognitif est apparue progressivement. Tout d'abord, Neisser (1967) [98] a opposé un traitement « sériel » à un traitement « parallèle », puis Lévy (1972) [76] a qualifié les traitements d'« analytique » et de « synthétique » et enfin Das Kirby et Jarman (1975) [26] ont apporté les qualificatifs de « séquentiel » et « simultané », dans leur modèle alternatif des habiletés cognitives basé sur les travaux de Luria (Luria, 1970) [80]. Par la suite, Flessas et Lussier (1995) [35] proposent un modèle basé sur les travaux de Das et coll. (1975) [26] qui précise les différents styles d'apprentissage : le modèle des quatre quadrants ou des quatre styles d'apprentissage. Ce modèle expose des processus de traitement cognitif qui diffèrent selon leur nature séquentielle ou simultanée, ou selon la nature du matériel à laquelle ils se rapportent (verbal ou non verbal). Ces auteurs décrivent ainsi les traitements intervenant au cours des apprentissages, de la perception à la mémorisation jusqu'à la compréhension, et cela dans quatre styles différents : le style séquentiel verbal, le style séquentiel non verbal, le style simultané verbal et le style simultané non verbal.

Selon ces auteurs, les processus séquentiels se développent dès les débuts de l'intelligence sensorimotrice (Piaget, 1948) [102] : les premiers balbutiements et les premières actions permettent un affinement du sens d'analyse, d'observation et de mémorisation. A mesure de ces approfondissements, la cognition mettrait en place des procédures de plus en plus performantes : c'est le début des traitements séquentiels. Ainsi, le traitement séquentiel verbal permet de « savoir comment dire », c'est-à-dire qu'il permet d'apprendre par cœur des routines tels que les jours de la semaine, les tables d'opérations etc. Le traitement séquentiel non verbal gère, quant à lui, le « savoir comment faire » afin de pouvoir exécuter une tâche correctement grâce aux traitements des différents étapes qui la compose. Le traitement simultané verbal permet le développement des images mentales et l'imagination mais aussi la conceptualisation et l'esprit de synthèse. Enfin, le traitement simultané non verbal permet un traitement de façon holistique de l'espace et de structurer l'environnement.

Il existerait, chez un sujet, un style cognitif plus ou moins préférentiel et performant. Cependant, les auteurs insistent sur la variabilité des performances au sein d'un même quadrant selon les capacités évaluées (capacités de perception, de mémorisation ou de raisonnement et d'organisation de la pensée).

2. Un déficit séquentiel au niveau de l'apprentissage de séquences ?

i. Structures anatomiques impliquées

Seger (2006) [112] a montré que le système procédural gère l'apprentissage de séquences.

Mayor-Dubois et coll. (2014) [91] suggèrent que l'apprentissage séquentiel implique le striatum, mais aussi, au niveau moteur :

- le cervelet pour la détection et la reconnaissance du matériel séquentiel
- les lobes frontaux pour l'apprentissage dans les tâches TRS
- plus finement, l'implication majeure du cervelet dans la première phase d'apprentissage et une diminution de son activité au profit d'une majoration de l'activité striatale lors de la phase d'automatisation.

Marshuetz et coll. (2006) [90] ont exploré plus particulièrement les structures impliquées dans la mémoire de l'ordre. Grâce à une étude de jugement de l'ordre de cinq éléments couplée avec une analyse par IRMf, ces auteurs montrent une activation pariétale spécifique à ce traitement (à la différence des études précédentes qui suggéraient un traitement frontal). De plus, ils montrent un « effet de distance » : c'est-à-dire un temps de réaction plus long et avec plus d'erreurs lorsque les cibles sont proches plutôt qu'éloignées.

ii. La Tâche de Réaction Sérielle

Au vu de la diversité des études sur l'apprentissage de séquences et de la diversité des résultats, Lum et coll. (2014) [77] ont proposé une méta-analyse sur huit études évaluant la mémoire procédurale chez l'enfant avec trouble spécifique du langage (TSL) à l'aide de la tâche de réaction sérielle.

La tâche de réaction sérielle (TRS) est la tâche la plus utilisée en recherche afin d'évaluer l'apprentissage procédural chez le TSL puisque, étant visuo-motrice, elle n'implique pas la mémoire de travail verbale ou la perception de la parole (domaines atteints chez le dysphasique selon plusieurs études comme (Tallal, 1990) [115]).

Le participant a quatre touches devant lui qui correspondent chacune à une position précise où le stimulus apparaît sur l'écran. Ces stimuli apparaissent un par un, dans différentes positions : il faut appuyer le plus vite possible sur la bonne touche correspondante. Cette tâche se compose d'un apprentissage implicite d'une séquence de positions de stimuli prédéfinie par l'ordinateur et entrecoupée de stimuli randomisés. L'hypothèse est que chez le participant-contrôle, le temps de réaction sur la séquence prédéfinie est inférieur au temps de réaction sur les stimuli randomisés ; à l'inverse, il n'y aurait pas de dissociation chez un participant avec des difficultés de mémoire procédurale.

Cette méta-analyse fait suite à diverses d'études de TRS suggérant des conclusions très différentes : Tomblin et coll. (2007) [117], Lum et coll. (2012a) [78], Lum et coll. (2012b) [79] concluent à des difficultés procédurales, tandis que Gabriel et coll. (2011) [39], en changeant de modalité de réponse qui était, selon eux, trop motrice alors que ces enfants TSL ont déjà des problèmes moteurs, ne montrent pas de différences significatives entre leurs performances et celles des contrôles.

Lum et coll. (2014) [77] mettent en garde sur les différences inter-études : l'âge des participants et le temps d'exposition à la séquence sont très variables.

Or, selon Evans et coll. (2009) [31], l'allongement du temps d'exposition à la séquence joue un rôle clef dans les performances du SLI : ils ont des capacités d'apprentissage procédurales normales à plus de 42 minutes d'exposition. Ainsi, les TSL ont besoin de plus d'entraînement afin de pallier leurs difficultés d'apprentissage. Quant à l'âge des participants, l'hypothèse d'Ullman et Pierpont suggère une compensation par la mémoire déclarative, or celle-ci se développe dans l'enfance. De plus, Tomblin et coll. (2007) [117] suggèrent que lors d'une première approche de séquences, les représentations des TSL ne sont pas suffisamment stables. Il y aurait une compétition entre les différentes cibles générées afin d'être la représentation dominante. Cette instabilité ne serait résolue qu'après plusieurs expositions.

Les résultats de cette méta-analyse concluent à des difficultés d'apprentissage procédural séquentiel significatives chez le TSL. Le déficit varie en fonction de l'âge et des caractéristiques des tâches. L'effet d'âge constaté pourrait montrer une maturation différée de la mémoire procédurale chez le TSL.

Cependant, les études de Gabriel et coll. (2013) [40] et Gabriel et coll. (2011) [39] sont en totale contradiction avec les résultats précédents. Dans leur étude de 2011, ces auteurs utilisent des séquences probabilistes dans laquelle des irrégularités sont insérées (afin de correspondre au mieux à la réalité) et un écran tactile (pour limiter le traitement moteur qui pourrait être souvent atteint chez les enfants dysphasiques). Leurs résultats montrent que les enfants dysphasiques sont capables d'apprendre une séquence aussi vite et aussi bien que les enfants contrôles.

Dans une autre étude, Gabriel et coll. (2013) [40] montrent une seconde fois que les dysphasiques sont capables de détecter les régularités en modalité visuelle et auditive, même s'ils font plus d'erreurs dans la deuxième modalité. Ces auteurs remettent donc en cause l'hypothèse d'un déficit procédural d'Ullman et Pierpont (l'HDP) car leurs résultats montrent que la compétence d'apprentissage procédural visuelle est préservée (nous verrons que d'autres études stipulent le contraire), or l'HDP précise que le mécanisme

d'apprentissage procédural est global et atteint toutes les modalités. Comme Hedenius et coll. (2011) [55], c'est l'hypothèse d'un déficit concernant l'apprentissage en mémoire procédural qui a été révoquée, il reste alors à étudier les étapes de consolidation et de rappel (que nous étudierons avec Majerus (2012) [85]).

Les biais de ces études sont le nombre de dysphasiques (15 et 16) et le nombre élevé de présentations de séquences (108), qui rend compte de la possibilité ou non d'un apprentissage procédural mais ne peut mettre en évidence une difficulté d'apprentissage procédurale (Evans et coll, 2009) [31].

D'autres auteurs ont exploré finement les capacités d'apprentissage procédurales afin de tenter de dégager certaines dissociations entre les dysphasiques. Mayor-Dubois (2010) [91] a montré différents profils de performances en apprentissage procédural chez les dysphasiques avec ou sans trouble de la coordination motrice accompagné ou non de mouvements choréiformes. Ainsi, les enfants avec dysphasie isolée présentent un déficit d'apprentissage procédural verbal, les enfants dysphasiques avec trouble de la coordination motrice ne parviennent à aucun apprentissage de la séquence, et le sous-groupe d'enfants dysphasiques avec trouble de la coordination motrice et mouvements choréiformes présentent un déficit d'apprentissage procédural cognitif. Le système d'apprentissage procédural serait donc composé de sous-systèmes d'apprentissage et ne serait donc pas global comme le suggère l'hypothèse de Ullman et Pierpont (2005) [121]. De plus, dans une autre étude, Mayor-Dubois (2010) [91] a prouvé un développement des apprentissages procéduraux cognitifs indépendant des apprentissages procéduraux moteurs chez l'enfant au développement normal.

Le traitement séquentiel est un traitement consécutif aux traitements d'extractions de régularités statistiques et d'apprentissage de ces régularités statistiques. Il nous paraît donc essentiel d'étudier ces différents traitements.

3. Un déficit séquentiel au niveau de l'apprentissage statistique et de l'extraction des régularités statistiques ?

L'apprentissage statistique est un apprentissage à la base qui permet de détecter des séquences régulières dans notre environnement. Cet apprentissage statistique est évalué par des tâches de grammaires artificielles ou des tâches implicites, qui se sont révélées comme similaires à l'apprentissage statistique (Batterink et coll. 2015) [9]. De plus, Reber (1967, 1969) [105] [106] a démontré la possibilité d'un apprentissage implicite d'une grammaire artificielle chez l'adulte au développement typique et sa généralisation.

Qu'en est-il alors pour la population TSL ?

Les études de grammaires artificielles se basent sur l'hypothèse d'un apprentissage implicite des régularités statistiques qui permettrait de trouver les frontières de mots dans le flux langagier. Evans et coll. (2009) [31] proposent alors de tester les enfants TSL sur cette capacité précise : ils proposent une première tâche sur un langage respectant les règles de transitionnalité et une deuxième expérience sur des tonalités (avec la même structure statistique) afin de supprimer le biais de l'effet de la phonologie du langage (car la littérature montre une difficulté pour ces enfants TSL à retenir les formes phonologiques de ces mots de façon suffisamment précises). Les résultats montrent que le groupe TSL a des performances au niveau du hasard (sauf pour la tâche avec le langage, où les performances sont significativement au dessus du hasard lorsque l'on augmente le temps d'exposition) au contraire du groupe contrôle aux performances toujours significativement supérieures au hasard. Ces résultats vont donc dans le sens d'une difficulté d'apprentissage séquentiel implicite mais possible pour la condition du langage, à condition d'une exposition suffisamment longue.

Grunow et coll. (2006) [50] ont alors tenté d'explorer les capacités d'extraction de ces régularités en fonction de la variabilité des items (puisque c'est ce qui se passe dans l'acquisition du langage) chez l'adulte qui n'a pas eu de difficultés pour l'apprentissage du langage et chez l'adulte qui a eu des difficultés à l'apprentissage du langage, dans une tâche de langage artificiel. Grunow et coll. (2006) [50] ont alors montré que chez l'adulte qui a eu un développement typique, il faut un nombre d'exemplaire variable élevé afin de pouvoir apprendre et généraliser les règles du langage, et que chez l'adulte qui a eu des difficultés à l'apprentissage du langage, la sensibilité aux informations statistiques est très faible et plus faible que leurs contrôles. Ces résultats confirment l'hypothèse d'une difficulté au niveau du traitement statistique chez le TSL.

Selon Gabriel et coll. (2012) [41], ce mécanisme d'extraction de régularités statistiques n'est pas spécifique au langage et interviendrait dans la modalité auditive linguistique et non linguistique (Evans et coll. 2009) [31], dans la modalité visuelle (Fiser et coll. 2002) [34] et dans la modalité tactile (Conway et coll. 2005) [22], ce qui expliquerait en partie la diversité des troubles rencontrée chez le dysphasique.

La recherche actuelle tente de définir la nature de ce savoir. Le point de départ est l'étude de Reber (1967, 1969) [105] [106] qui a supposé que l'apprentissage des régularités était basé sur un savoir abstrait puisque ce savoir est généralisable et transférable à d'autres modalités sensorielles. Ainsi, Conway et coll. (2006) [23], se sont penchés sur la nature de ce traitement d'apprentissage statistique : s'agit-il d'un traitement abstrait, global et amodal ou d'un traitement stimulus-spécifique donc dépendant des caractéristiques perceptuelles

du stimulus ? Leurs résultats vont dans le sens d'un savoir stimulus-spécifique, sans exclure la possibilité que pour certaines tâches, ce savoir soit abstrait. Cette proposition renforce l'hypothèse de leur précédente étude (Conway et coll. 2005) [22], dans laquelle ils comparent les apprentissages statistiques entre les modalités auditive, tactile et visuelle et en ressortent deux effets différents : un effet qualitatif avec différentes stratégies utilisées selon les domaines, et un effet quantitatif avec un apprentissage en modalité auditive meilleur que dans les deux autres. Cette étude montre aussi qu'un apprentissage statistique tactile est aussi possible. De plus, ces données ont révélé que les participants sont experts dans les tâches d'apprentissage statistique des régularités dans deux modalités aussi bien qu'une seule : ils sont capables de traitements parallèles ; ce qui pourrait évoquer l'existence de sous-systèmes d'apprentissage, sous-systèmes à explorer dans les recherches à venir. Cette hypothèse sur l'existence de sous-systèmes est corroborée par des études en IRMf.

Cependant, les études ne sont pas unanimes quant à l'hypothèse d'un trouble au niveau de l'apprentissage statistique et de l'extraction des régularités statistiques.

Par exemple, Aguilar et coll. (2014) [1] ont examiné les capacités d'apprentissage et de généralisation d'une grammaire artificielle et l'attention divisée chez l'adulte avec difficulté d'apprentissage du langage et chez l'adulte au développement typique. Ils n'ont trouvé aucune difficulté d'apprentissage statistique et de généralisation pour les deux groupes, et aucun déficit sur le plan de l'attention divisée pour les deux groupes. Ces auteurs sont donc en défaveur d'un déficit général de l'apprentissage statistique. Gabriel et coll. (2013) [40], soutiennent aussi ce point de vue.

4. Au niveau de la mémoire de travail

i. Hypothèse d'un trouble de traitement séquentiel dans la mémoire de travail

Parisse et coll. (2008) [100] constatent eux aussi, comme Gathercole et Baddeley (1990) [43] et Montgomery (1995) [97], une capacité de stockage de l'information auditive verbale réduite chez l'enfant dysphasique phonologico-syntaxique. Ils confirment que ce trouble ne peut être sous-tendu par le manque de connaissances lexicales. Ils cherchent alors à savoir si le déficit de mémoire de travail et de mémoire à court terme est spécifique au domaine verbal ou s'il est domaine-général. Ils proposent donc une épreuve visuo-spatiale afin d'éviter de faire intervenir le domaine verbal. Les auteurs supposent alors des propriétés communes entre le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique. Leur hypothèse est la suivante : si le déficit est domaine-général, la boucle phonologique et le

calepin visuo-spatial sont déficients : il existerait donc un trouble mnésique à la base et indépendant de la nature de l'information à stocker.

Les résultats ont montré qu'il existait un déficit de mémoire de travail verbale et non verbale. Cependant, lorsqu'ils ont effectué deux épreuves visuo-spatiales (cubes de Corsi et patterns visuels) ils ont observé une dissociation surprenante : les dysphasiques ont une faiblesse sur l'épreuve des blocs de Corsi mais les résultats à l'épreuve des patterns visuels sont dans la norme. Parisse et coll. avancent alors les hypothèses suivantes :

- Un trouble de l'encodage séquentiel :

La capacité de stockage ne serait pas à remettre en cause car les scores des dysphasiques à l'épreuve des patterns visuels indiquent qu'ils ont les mêmes capacités que leurs contrôles. La différence entre ces deux épreuves est que l'information est encodée de façon différente. Il y aurait un traitement séquentiel dans l'épreuve des blocs de Corsi ainsi que pour la répétition d'informations linguistiques, tandis que pour l'épreuve des patterns, l'information est encodée sous forme d'image mentale. Ainsi, c'est le processus d'encodage séquentiel qui est déficitaire, en accord avec Tallal (1990) [115] qui relève aussi des difficultés de traitement de l'information séquentielle.

- Un trouble au niveau de la consolidation se traduisant par un déficit au niveau de la récapitulation des informations visuo-spatiales.
- Un trouble au niveau du type de réponse : tâche de complétion pour les patterns visuels contre une tâche de rappel pour les blocs de Corsi. Les travaux de Hick et coll. (2005) [56] vont aussi dans le sens d'un trouble de rappel sériel.

Cette dissociation est le signe que des traitements différents sont en jeu dans l'épreuve des blocs de Corsi et l'épreuve des patterns visuels, nous supposons que les blocs de Corsi nécessite un traitement séquentiel qui serait alors défaillant chez le dysphasique phonologico-syntaxique. Cependant, la recherche reste ouverte quant à l'étape atteinte dans le processus de mémorisation.

ii. Une atteinte de l'ordre sériel spécifique à la boucle phonologique ?

Hitch et coll. (1999) [58] ont proposé un modèle connexionniste de la boucle phonologique de Baddeley (1986) [7] afin de tenter d'expliquer la rétention et la restitution ordonnée des items.

Leur hypothèse est que la mémoire à court terme phonologique est séparée en un traitement des représentations de l'ordre d'une part, et un traitement des items de l'information d'autre part. L'ordre serait encodé par un signal temps-contexte.

Hitch et coll. (2009) [58] ont confirmé les prédictions de leur modèle et ont insisté

sur le fait que les erreurs sont moins fréquentes quand elles sont présentées dans des groupes temporels rythmés. Ils ont par ailleurs précisé leurs modèles : par exemple, ils ont décrit un feedback sur le stock phonologique qui aurait pour but de rafraîchir les items en fonction du contexte. Les informations sur le contexte et les mécanismes d'activation et d'inhibition des unités phonologiques permettraient la restitution ordonnée des items.

5. Un trouble général au niveau de la gestion simultanée de plusieurs processus ?

Hypothèse d'un trouble du traitement simultané de l'ordre sériel, de l'activation en mémoire à long terme et du contrôle attentionnel par la mémoire à court terme verbale

Majerus (2012)[85] décrit les mécanismes sous-jacents des tâches d'empan classique : un premier traitement consiste à se rappeler les items, un deuxième consiste à se rappeler l'ordre dans lequel ils ont été présentés. Selon lui, le traitement « ordre sériel » est sous-tendu par un système spécifique qui ne dépend pas des connaissances langagières comme le traitement « item ».

Plusieurs modèles ont été proposés pour tenter d'expliquer le rôle du traitement de l'ordre sériel.

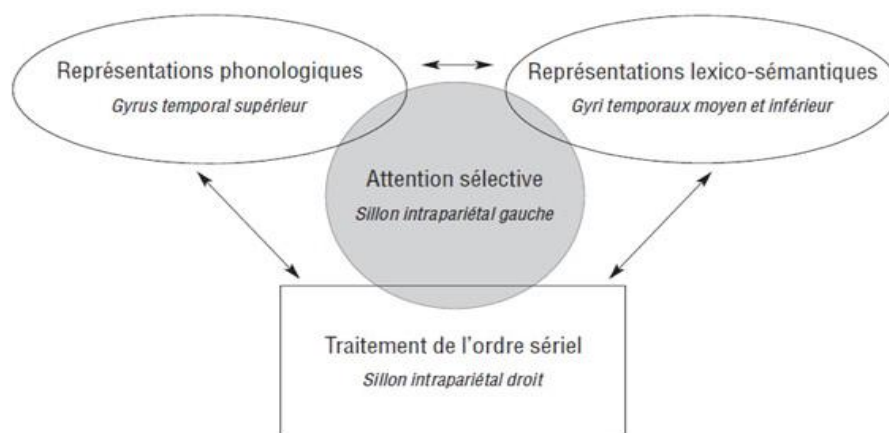


Illustration 2 : Le modèle A-O-STM : un modèle de la mémoire à court terme verbale se basant sur l'activation temporaire du système langagier, le traitement de l'ordre sériel et l'attention sélective par Majerus et coll. (2009) [86]

Dans ce modèle, lorsqu'un item est activé, le système permet d'étiqueter une position sérielle. Quand le récepteur entend un nouveau mot, le système langagier réactive la nouvelle séquence de phonèmes afin de stabiliser la nouvelle représentation phonologique.

Majerus et coll. (2009) [86] a testé les TSL sur leur capacité de mémoire à court terme « rappel des items » et « rappel de l'ordre sériel ». Aucun déficit significatif n'a pu

être révélé. Cependant, lorsque les épreuves mélangent « rappel de l'item » et « rappel de l'ordre sériel », les performances des TSL sont significativement en dessous de celles de leurs contrôles.

Ainsi, pour Majerus, les difficultés des TSL résident dans la mise en place simultanée et coordonnée des différents processus décrits dans son modèle.

V. LE TROUBLE SÉQUENTIEL DE L'ENFANT DYSPHASIQUE : UN RETENTISSEMENT PLURI-AXIAL

1. Sur le plan verbal

i. Les troubles phonologiques : symptômes d'un trouble séquentiel ?

Le domaine de la phonologie est certainement le domaine qui nous paraît le plus évident quant à ses liens avec la séquentialité puisque la parole est constituée d'un flux de phonèmes agencés entre eux, et que c'est cet agencement précis qui détermine un mot. Il est donc absolument nécessaire de respecter la séquentialité des phonèmes et des syllabes pour chaque mot. De plus, sur un aspect développemental, nous savons que l'enfant construit son système phonologique en apprenant l'ordre de succession des phonèmes (Jakobson, 1960)[60], et selon (Parisse et coll., 2010) [99], les capacités de traitement séquentiel seraient essentielles pour un développement optimal du système phonologique. Les difficultés phonologiques du dysphasique seraient-elles alors de nature séquentielle ? A quel(s) niveau(x) du traitement phonologique la séquentialité intervient-elle ?

Les troubles phonologiques caractérisent particulièrement les dysphasiques, ayant comme répercussion clinique majeure la présence d'une inintelligibilité au niveau de la production, et des confusions au niveau de la perception. Les erreurs phonologiques caractéristiques des dysphasiques sont au niveau de la syllabe (ajout ou omission) et au niveau des voyelles (Maillart et coll., 2012) [83]. Le trouble phonologique empêche la bonne construction du système phonologique et donc de la bonne représentation phonologique des mots (Maillart et coll., 2012) [83].

Nous observons trois niveaux dans le traitement phonologique ; le premier niveau est celui de la perception phonologique, le second correspond au stockage en mémoire à long terme des unités phonémiques et le dernier est celui de la production. Ces trois niveaux sont nécessaires au développement de la phonologie de l'enfant, ils répondent à des pré-requis précis dans lesquels intervient un traitement séquentiel.

Tout d'abord, pour permettre le développement de la phonologie, il faut que l'enfant se soit constitué un stock lexical suffisant. Ce stock s'est constitué grâce à une extraction

des régularités statistiques du signal de parole afin d'en extraire des frontières de mots et donc, in fine, des mots.

Ensuite, les unités phonémiques du mot doivent pouvoir être encodées, stockées et rappelées en mémoire à long terme tout en respectant l'ordre des phonèmes.

Enfin, au niveau de la production articulatoire, le locuteur doit pouvoir réaliser des activités de programmation et de coordination des unités de gestes pneumo-phonatoires et articulatoires (Marchal 2011) [88]. Ce niveau de contrôle articulatoire fait intervenir un contrôle séquentiel supervisant le bon agencement des gestes articulatoires.

La recherche concernant la phonologie du dysphasique a développé l'hypothèse de représentations phonologiques de moins bonne qualité chez le dysphasique (Maillart, 2007) [82]. Dans une épreuve de répétition de pseudo-mots proposée par (Edwards et coll., 1998) [30], ces auteurs observent de l'analyse des erreurs des enfants dysphasiques de nombreuses erreurs ne respectant pas la structure syllabique ou phonémique du mot-cible par substitution ou suppression de ces unités : la sous-représentation phonologique pourrait-elle être due à un défaut du traitement séquentiel ?

ii. La séquentialité au niveau du lexique

Nous savons depuis Saffran et coll. (1999) [111] que l'enfant de six mois est capable de traiter les probabilités statistiques des syllabes inter et intra-mots et que cette capacité lui permet de découper le flux langagier en mots et ainsi former son vocabulaire. De plus, pour Flessas et coll. (2003) [36], les processus séquentiels verbaux ont un rôle conséquent dans l'utilisation et l'acquisition du lexique des termes spécifiques à la différenciation, la précision et l'opposition.

Qu'en est-il pour le dysphasique avec des difficultés de traitement séquentiel ?

Evans et coll. (2009) [31] ont montré que les TSL étaient incapables d'utiliser les informations statistiques afin de trouver les frontières de mots. Néanmoins, en doublant le temps d'exposition (supérieur à 42 min) les TSL peuvent détecter les probabilités transitionnelles du discours même s'ils restent en difficultés.

Ces conclusions sont en accord avec celles de (Riches et coll., 2005) qui relatent un apport d'un entraînement d'apprentissage lexical chez le TSL caractérisé par un temps d'espacement conséquent entre les présentations de mots et une répétition du nombre de présentations conséquent. Il est intéressant de constater que cette difficulté au niveau de l'analyse séquentielle du lexique est aussi connue chez l'enfant dyslexique : Reilhac (2012) a montré que les enfants dyslexiques avaient un déficit important au niveau de l'analyse séquentielle des lettres constituant les mots. Ainsi, un espacement des lettres sur le plan

graphique leur permet une meilleure analyse du mot.

Ces constatations suggèrent que le traitement séquentiel chez l'enfant dysphasique est possible, mais qu'il demande un entraînement plus long que les enfants au développement typique et reste instable, ce qui entrave un développement lexical efficace.

Au niveau de la mémoire de travail, Majerus (2012) [85] rapporte que l'indice spécifique « ordre sériel » est un prédicteur très fiable du niveau de vocabulaire et de la vitesse d'apprentissage du vocabulaire. A l'inverse, l'indice « rappel de l'item » de la mémoire à court terme ne prédit pas le niveau de vocabulaire. Ainsi, une difficulté au niveau du traitement séquentiel spécifique à l'ordre sériel aurait un retentissement sur la vitesse d'apprentissage et le niveau de vocabulaire des enfants TSL.

iii. La séquentialité au niveau de la morphosyntaxe

Le traitement séquentiel intervient dans le domaine grammatical par le biais des mécanismes de détection de frontières ou d'extraction de structures grammaticales (Gabriel et coll. 2011) [39]. Le mécanisme d'apprentissage des régularités d'une langue est essentiel dans le processus d'acquisition d'une langue. Ce mécanisme apparaît très tôt dans le développement langagier de l'enfant et intervient dans la segmentation de la parole en mots (Evans et coll. 2009) [31] mais aussi dans l'association du signifiant au signifié (Yu et coll. 2007) [128] et dans l'acquisition de la morphosyntaxe (Gomez et coll. 1999) [46]. De plus, selon Flessas et Lussier (2003) [36], la mémoire auditivo séquentielle est essentielle pour l'organisation des phrases sur un plan syntaxique et grammatical.

Au niveau de la morphologie, Sengottuvel et coll. (2015) [113] montrent une dissociation chez le TSL à savoir une morphologie inflexionnelle plus atteinte que la morphologie dérivationnelle. Ils comparent ces morphologies chez l'enfant TSL et l'enfant contrôle (ces derniers ont des performances bien au-dessus du groupe TSL) mais aussi par rapport aux propres compétences de l'enfant TSL (les résultats en morphologie inflexionnelle sont bien inférieurs à ceux évaluant la morphologie dérivationnelle, au contraire du pattern observé chez le contrôle).

L'hypothèse est que la morphologie inflexionnelle nécessiterait un traitement séquentiel (grâce à la mémoire procédurale) plus approfondi que la morphologie dérivationnelle. En effet, la morphologie inflexionnelle nécessite de savoir identifier les relations syntaxiques adjacentes et disjointes grâce à des prédictions d'événements au sein de séquences tandis que le traitement de la morphologie dérivationnelle est local et n'a pas de rôle syntaxique et fait donc appel à la mémoire déclarative.

De plus, Grunow et coll. (2006) [50] et Hsu et coll. (2014) [59] ont montré que les

adultes et les adolescents ne parvenaient pas à détecter les relations syntaxiques entre deux éléments disjoints en dépit d'une variation conséquente de l'élément intermédiaire. Cependant, plus le nombre d'exposition à ces items était conséquent, plus l'apprentissage était correct : ce qui va dans le sens d'un apprentissage séquentiel fragile.

iv. La séquentialité au niveau de la narration

La narration nécessite certaines capacités cognitives dont la capacité à organiser des séquences. En effet, pour Halliday et coll. (1976) [53], le texte est avant tout une unité de langage qui engage le locuteur et l'interlocuteur à le reconnaître comme une unité structurellement cohérente, présentant des liens cohésifs entre ses parties. Bremond (1966) [13] insiste lui aussi sur le fait que tout récit doit répondre à des contraintes logiques d'ordonnement d'événements afin d'être intelligible. Le cycle narratif est constitué d'une séquence élémentaire et ce cycle narratif doit respecter les principes de succession, d'intégration dans l'unité d'une action et d'implication d'intérêt humain. Pour Flessas et Lussier (2003) [36], le traitement séquentiel verbal intervient dans l'organisation du discours, au niveau de l'analyse des structures du langage et au niveau de l'organisation des idées afin d'accéder à une pensée logique et articulée.

La littérature a décrit de nombreux troubles au niveau de la planification et de la textualisation chez l'enfant dysphasique. Selon Ricoeur (1985, cité par Assous, 2013) [110], le trouble séquentiel du dysphasique a un retentissement sur sa narration puisque ce trouble a une incidence directe sur la perception du temps et que cette capacité est un pré-requis à l'élaboration cohérente de la narration. De Weck et coll. (2003) [27] évoque également des difficultés au niveau de la structure idéique du récit chez l'enfant dysphasique. Stein et coll. (1979) [114], Kintsch et coll. (1978) [68] et Merritt et coll. (1987, 1989) [94] [95] rapportent plus particulièrement des difficultés dans l'élaboration de séquences narratives complètes chez l'enfant dysphasique. De plus, l'étude de Paul et coll. (1993) [101] insiste sur le fait que les difficultés narratives du dysphasique ne peuvent être uniquement la conséquence de leurs difficultés syntaxiques et morphologiques mais comme la manifestation de troubles de la formulation et de l'organisation discursive.

2. Sur le plan non-verbal

i. La séquentialité au niveau moteur

Hill (2001) [57] a montré, grâce à une étude de 28 articles, que 40 à 90 % des enfants dysphasiques présentaient des critères de dyspraxie, ce qui a amené certains auteurs à suggérer un mécanisme général affectant autant les capacités verbales que non

verbales chez ces enfants.

Au niveau de la programmation motrice, Keele et coll. (1995) [63] ont proposé un modèle de production d'une séquence motrice en 2 modules : l'un stocke des séquences en collections ordonnées pour localiser les mouvements successifs, l'autre au niveau de l'exécution de la séquence motrice par les effecteurs et les structures coordinatrices.

Par la suite, Mansy et coll. (2001) [87] ont prouvé qu'il existait un processus commun entre le langage et la motricité grâce à une expérience d'entraînement moteur séquentiel qui a favorisé la production verbale chez l'enfant.

Flessas et Lussier (2003) [36] ont exposé dans leur modèle des quatre quadrants, le style séquentiel non verbal ou « savoir comment faire ». Ce traitement est requis dans les tâches de motricité fine et globale, dans le contrôle des gestes, le maniement des instruments et le déroulement des activités sportives puisque toutes ces activités nécessitent de gérer le déroulement des différentes étapes.

De plus, lors des tâches de type TRS, il a été prouvé que les dysphasiques avaient des difficultés dans le traitement visuo-moteur (Lum et coll., 2014) [77].

Enfin, les travaux de Mayor-Dubois et coll. (2014) [92] ont montré que les enfants dysphasiques avec troubles moteurs n'accèdent à aucun apprentissage de la séquence.

ii. La séquentialité au niveau visuo-spatial

Hick et coll. (2005) [56] ont évalué les capacités d'enfants TSL et leurs évolutions sur des tâches de mémoire à court terme verbale, des tâches de traitement visuo-spatial et des tâches de mémoire à court terme visuo-spatiales (construction de blocs). Hick et coll. (2005) [56] n'ont pas trouvé de différences de performances dans la tâche visuo spatiale entre les contrôles et les TSL ce qui va dans le sens d'un traitement visuo-spatial pur préservé chez le TSL. Cependant, ils confirment le déficit de mémoire de travail, mais ce déficit évolue positivement dans le temps, tandis que les performances sur la tâche de mémoire à court terme visuo-spatiale sont nettement inférieures par rapport à celles des contrôles, et les scores n'évoluent pas au cours du développement.

Il y aurait donc un processus de traitement déficient au sein de la tâche de mémoire à court terme visuo-spatiale.

Parisse et coll. (2008) [100] ont étudié la dissociation entre l'épreuve de mémoire à court terme visuo-spatiale (blocs de Corsi) et l'épreuve des patterns visuels chez le dysphasique. La première tâche était échouée alors que la seconde était réussie. Ils ont conclu à un déficit du traitement séquentiel en jeu dans l'épreuve des blocs de Corsi.

TRANSITION

Nous avons décrit les diverses théories sur les troubles de l'enfant dysphasique : il n'y a pas encore de consensus sur un trouble précis à l'origine du syndrome dysphasique. Les théories actuelles avancent qu'un déficit global atteindrait les versants linguistiques et non linguistiques (Bishop et coll. 1987) [10], (Maillart et coll., 2012) [83].

Chevrie-Muller, (2000) [15] a proposé de chercher la cause primaire dans le « processus général commun à la sphère linguistique et à la sphère cognitive ». Ainsi, Ullman et Pierpont, (2005) [121] ont présenté la théorie du déficit de la mémoire procédurale (qui sous-tendrait notamment l'apprentissage et le traitement des séquences). Ce déficit expliquerait les troubles langagiers et non langagiers des dysphasiques. Cette hypothèse a été rejetée par de nombreux auteurs.

Par la suite, Conway et coll. (2006) [23] et Hsu et coll (2014) [59] se sont recentrés sur l'hypothèse d'un déficit de l'apprentissage de séquence verbale et ces derniers ont prouvé qu'il s'agissait plutôt d'un déficit au niveau de l'apprentissage de la séquence qu'une faiblesse générale d'apprentissage procédural. Les nombreuses études de tâches de réactions sérielles ne sont pas unanimes quant à l'hypothèse d'un trouble d'apprentissage procédural séquentiel chez le dysphasique. D'autres chercheurs remettent en cause l'hypothèse du déficit procédural dans l'aspect « global » du trouble d'apprentissage procédural séquentiel : du point de vue de la modalité (pas de déficit si la tâche est en modalité visuelle (Evans et coll., 2009) [31]), ou du point de vue de l'atteinte motrice (Mayor-Dubois, 2010) [91]. Le système d'apprentissage procédural serait-il alors composé de sous-systèmes ?

Enfin, Majerus (2012) [85] propose que les difficultés des dysphasiques résident dans la mise en place simultanée et coordonnée du traitement de l'ordre sériel des items, de l'activation en mémoire à long terme de l'item et du contrôle attentionnel par la mémoire à court terme verbale.

Nous avons montré, dans notre revue de littérature, l'intervention des traitements séquentiels sur le plan verbal et sur le plan non verbal. L'implication massive des traitements séquentiels au sein de nos évaluations orthophoniques nous interrogent alors :

Existe-t-il un trouble séquentiel affectant les domaines phonologiques, lexicaux, syntaxiques et mnésiques dans notre population d'enfants dysphasiques ?

PARTIE PRATIQUE

I. PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

1. Problématique

Boutard (2013) [12] a relevé l'ensemble des marqueurs de dysphasie présentés dans la littérature : nous pouvons regrouper ces marqueurs en trois troubles majeurs : un trouble phonologique, un trouble morphosyntaxique et un trouble lexical, aux niveaux expressif et réceptif. Le trouble mnésique a été relevé chez les dysphasiques (Parisse et coll. (2008) [100], Gathercole [43] et Baddeley (1990) [7] et Montgomery (1995) [97]) comme une capacité de stockage de l'information auditivo verbale réduite non sous tendue par le manque de connaissances lexicales.

Or, ces quatre domaines requièrent des compétences conséquentes en traitement séquentiel. En effet, selon Desmottes et coll. (2014)) [28], le système de mémoire procédurale qui sous-tend le traitement séquentiel permettrait l'accès aux domaines phonologique, lexical, morphologique et syntaxique.

Enfin, une étude de Hsu et coll. (2014)) [59] a révélé un déficit d'apprentissage spécifique à la séquence plutôt qu'une faiblesse générale d'apprentissage procédural.

Notre problématique est la suivante : **Existe t-il un trouble séquentiel affectant les domaines phonologiques, lexicaux, syntaxiques et mnésiques dans notre population d'enfants dysphasiques ? Quelle est son évolution ? Ce trouble est-il spécifique aux domaines langagier et mnésique ou affecte-t-il le domaine moteur ?**

2. Objectifs

Cette étude a pour objectif de mieux comprendre les troubles affectant les enfants dysphasiques afin de mieux prendre en charge ces patients.

3. Pré-requis

Il existe un déficit séquentiel affectant majoritairement les résultats aux épreuves orthophoniques suivantes (que nous appellerons Groupe Séquentiel) :

- **la phonologie** (tant en expression qu'en compréhension puisqu'il faut ordonner les unités phonologiques pour donner la bonne forme phonologique du mot et comprendre le signal acoustique (Tran, 2001) [118])
- **la compréhension lexicale** : il s'agit de bien interpréter le signal acoustique avec une bonne gestion des unités phonologiques de l'entrée acoustique, puis de désigner

l'item correct sans se tromper avec l'item phonologiquement proche

- **l'expression syntaxique** puisque le traitement séquentiel est essentiel dans l'ordonnement des mots au sein de la phrase, notamment pour les liens de causalité
- **les épreuves de rétention de chiffres (mémoire auditivo séquentielle immédiate)** car la réussite de ces épreuves nécessite la conservation de la nature de l'item mais aussi de l'ordre sériel de ces items (Majerus, 2012) [85]

4. Hypothèses

Pour plus de clarté, nous avons regroupés nos hypothèses en trois groupes.

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

Les hypothèses suivantes tentent de qualifier la nature et l'évolution des compétences mnésiques auditivo-séquentielles immédiates évaluées par les épreuves de répétition de chiffres, chez l'enfant dysphasique. Notre hypothèse globale est une atteinte des compétences mnésiques auditivo-séquentielles immédiates chez l'enfant dysphasique (selon l'hypothèse de Majerus 2012) [85], quelle que soit l'épreuve, car elles incluent un traitement séquentiel conséquent. L'évolution est favorable, plus rapide que la moyenne et est favorisée par une prise en charge orthophonique intensive.

Hypothèse A1 : Les scores aux empans endroits sont en dessous de la moyenne quel que soit le temps d'évaluation.

Hypothèse A2 : Les scores aux empans endroits évoluent positivement et plus rapidement que la moyenne (le coefficient directeur de la linéaire de tendance des empans de l'enfant est positif et supérieur à celui de la linéaire de tendance des empans de l'enfant contrôle).

Hypothèse A3 : les scores aux empans envers sont en-dessous de la moyenne à t0 et t1. Nous suggérons qu'à t2, la rééducation a permis des scores dans la moyenne.

Hypothèse A4 : les scores aux empans envers évoluent positivement et plus rapidement que la moyenne (le coefficient directeur de la linéaire de tendance des empans de l'enfant est positif et supérieur à celui de la linéaire de tendance des empans de l'enfant contrôle)

Hypothèse A5 : La réussite aux épreuves mnésiques dépend de la fréquence de rééducation (étude sur graphique)

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Les hypothèses suivantes ont pour objet le trouble séquentiel global affectant les domaines langagiers et mnésique. Notre hypothèse est que les capacités de traitement séquentiel sont atteintes chez l'enfant dysphasique mais que le trouble évolue positivement et plus vite que le Groupe Non Séquentiel grâce à une rééducation orthophonique

intensive.

Hypothèse B1 : à t0, les scores aux épreuves à traitement séquentiel consécutif (Groupe séquentiel) sont plus atteints que les scores aux épreuves à traitement séquentiel moins consécutif (Groupe Non Séquentiel)(comparaison de moyennes de scores des deux groupes)

Hypothèse B2 : Les scores aux épreuves à traitement séquentiel évoluent positivement (étude des scores)

Hypothèse B3 : Les scores aux épreuves à traitement séquentiel évoluent plus vite que les scores aux épreuves non séquentielles (comparaison des différences t2-t0 entre les deux groupes)

Hypothèse B4 : à t2, la différence entre les scores des deux groupes est plus faible qu'à t0 (comparaison des différences de scores Groupe Séquentiel-Groupe Non Séquentiel entre t0 et t2)

Hypothèse B5 : Si B2 et B3 acceptés : la rééducation orthophonique intense (supérieure ou égale à 3 fois par semaine) permet un écart t0-t1 et t1-t2 supérieur ou égal à 0,8 ; ce qui signifie qu'il y a une amélioration rapide des épreuves séquentielles lorsque la rééducation est intense.

C. Autres interactions

Hypothèse C1 : Quand la différence des scores entre les deux groupes est supérieure ou égale à 1 en faveur du trouble séquentiel à t0 : s'il y a un trouble psychomoteur associé alors le trouble séquentiel est global (hypothèse de Ullman et Pierpont 2005) [121].

A l'inverse, s'il n'y a pas de trouble psychomoteur associé alors le trouble séquentiel est domaine-spécifique (hypothèse de Mayor-Dubois 2010) [91] (étude descriptive).

Hypothèse C2 : Quand la rééducation orthophonique commence avant cinq ans, la différence entre les 2 groupes est nettement amoindrie à t2 (inférieure à 0,8) (étude descriptive).

Nous pensons qu'une prise en charge orthophonique précoce permet une amélioration rapide des capacités de traitement séquentiel.

II. MÉTHODOLOGIE

1. Population

Critères d'inclusion

- Diagnostic de TSLO posé au Centre Référent du Langage selon les critères de la CIM-10 (World Health Organization, 1992) [127] et du DSM-V (American

Psychiatric, 2013) [2], de type expressif, réceptif ou mixte avant 7 ans

- QIP >70 (d'après (Fey et coll., 1994) [33])
- absence de pathologie neurologique ou génétique associée
- ayant bénéficié d'au moins trois réévaluations du langage dans le Centre Référent deux à quatre ans après le diagnostic initial
- ayant bénéficié d'au moins trois évaluations des processus mnésiques (empan)

Notre population d'étude s'appuie sur la population étudiée par L. PEREY (2014) dans son mémoire "Intérêt du diagnostic et de la prise en charge précoces dans les dysphasies" qui était constituée de vingt enfants dysphasiques âgés de 3 à 7 ans évalués en trois temps afin de pouvoir évaluer et comparer l'existence, l'intensité, la durée et l'évolution des troubles en lien avec les rééducations en cours. Les critères stricts de réévaluation ne lui avaient permis d'intégrer que vingt enfants sur les quarante-six présentant un TSLO.

Notre critère de présence d'au moins trois évaluations mnésiques a réduit notre analyse à dix patients.

Pour évaluer l'évolution des performances de cette population, nous avons sélectionné les patients ayant au moins trois évaluations des processus mnésiques à trois instants t différents et séparés d'au moins six mois.

Nombre de sujets	10		
Sexe	1 fille 9 garçons		
Type dysphasie	5 expressives et 5 mixtes		
Présence trouble psychomoteur	Oui : 3/10		
Moyenne âge début RO (année ; mois)	5;0		
temps	t0	t1	t2
Âge Moyen (année ; mois)	5;1	8;3	9;6
Âges extrêmes (année ; mois)	4;2 – 6;0	7;4 – 8;6	8;6 – 10;6
Etendue (année ; mois)	1;3	1;2	2;0
Fréquence RO par semaine	2,6	2,5	2,3

Tableau 1 : Présentation de la population

2. Contexte de l'étude

i. Le diagnostic posé au sein du Centre Référent d'Évaluation des Troubles Précoces des Apprentissages

Cette étude a pour cadre le Centre Référent d'Évaluation des Troubles Précoces des Apprentissages du service de Pédopsychiatrie de l'hôpital Necker-Enfants Malades du Pr Bernard GOLSE, sous la direction du Dr Laurence ROBEL.

Ce centre référent accueille des enfants âgés de 3 à 7 ans, adressés par les consultants du service afin que l'équipe pluridisciplinaire rende un diagnostic, un plan thérapeutique et des pistes rééducatives. Chaque enfant est reçu quatre lundis consécutifs, par groupe de trois afin d'évaluer les relations entre pairs. Le premier lundi consiste en une prise de repères pour l'enfant puis à une évaluation moins formelle autour d'un jeu avec le groupe et un thérapeute de l'unité. La séance est filmée dans un but d'observation clinique. L'enfant est accompagné toute la journée par un stagiaire référent qui observe et rend ses impressions en réunion thérapeutique sur les comportements de l'enfant en situation informelle et lors des repas ; j'ai pu effectuer ce rôle lors de mon stage de troisième année.

Les bilans scolaire, orthophonique, psychologique, psychomoteur, neuropsychologique si besoin est, sont réalisés. Le bilan scolaire avec un enseignant spécialisé consiste à évaluer les acquis scolaires de l'enfant, en parcourant les matières principales. Le bilan psychologique comporte une évaluation psychométrique (WPPSI (Wechsler, 2004) [125]) et des tests projectifs avec le dessin de la famille et une tâche d'histoires à compléter (Assous, 2013) [5] ou de scénotests. Le bilan orthophonique comprend des épreuves standardisées de compréhension et d'expression dans les domaines de la phonologie, du lexique, de la syntaxe, de la narration mais aussi de la capacité à remettre en ordre une histoire en images (la chute dans la boue (Khomsi, 2008) [66]) et les capacités praxiques bucco-faciales. Le bilan psychomoteur regroupe des épreuves standardisées de motricité fine et globale, de latéralité, de praxies et gnosies, de coordinations oculo-manuelles, de compétences visuo-motrices et de connaissance du schéma corporel. Une évaluation neuropsychologique vient compléter le bilan sur un point spécifique (processus attentionnels ou mnésiques...). Deux réunions de synthèse pluridisciplinaires sont réalisées : une en début de parcours pour la présentation de l'anamnèse, une en fin de parcours pour préparer la restitution aux parents.

ii. Les réévaluations

L'enfant est réévalué afin de confirmer les troubles et pour ajuster les prises en charge. Ainsi, ces réévaluations sont spécifiques à chaque enfant, les épreuves contiennent

une évaluation orthophonique avec si nécessaire un bilan logico-mathématiques ou un bilan de langage écrit. Les bilans sont adaptés aux plaintes du patient et aux troubles précédemment relevés ; c'est pourquoi les épreuves mnésiques n'ont pas toujours été administrées. En plus d'une évaluation orthophonique, la réévaluation comprend une échelle de Wechsler et un questionnaire à remplir par les parents sur le parcours scolaire et la prise en charge de leur enfant.

3. Protocole de notre étude

i. Relevés des données

Notre étude se base sur les compte-rendu de bilans de chaque patient. Nous avons relevé les données suivantes :

- âge et classe de l'enfant au moment de la première évaluation (=t0)
- âge et classe de l'enfant au moment des différentes évaluations (=tN)
- âge du début de prise en charge orthophonique
- trouble dysphasique et typage
- présence de trouble psychomoteur associé
- fréquence de la prise en charge orthophonique aux différents temps des évaluations
- résultats aux épreuves de langage oral des différents bilans orthophoniques
- empan endroit et envers lors des bilans initiaux et de réévaluations orthophoniques ou d'échelle de Wechsler

Nous avons relevé les résultats en déviation standard pour chaque épreuve que nous avons notées en valeurs absolues de telle sorte que 0 correspond à l'absence de trouble, [1 DS] à [-1DS] (déviation standard), et [4 DS] à [-4 DS] ou plus de [-4 DS].

ii. Choix des épreuves orthophoniques : les épreuves nécessitant un traitement séquentiel conséquent

Inclusion des épreuves orthophoniques suivantes (Groupe épreuves séquentielles)

La séquentialité intervient notamment dans les épreuves expressives selon les erreurs séquentielles dans le discours décrites par Tran (2001) [118] sur l'axe syntagmatique et sur l'axe paradigmatique : ce sont des erreurs de combinaisons des unités linguistiques constituant l'énoncé. Ces erreurs sont commises soit par addition, par omission, par interversion, par substitution, par anticipation ou par persévération.

Phonologie : épreuve de répétition de mots (ELO)

Nous observons trois niveaux majeurs d'intervention du traitement séquentiel : au niveau de la mémoire de travail et plus précisément au niveau de la boucle phonologique (encoder,

stocker, rappeler en gardant l'ordre sériel des unités) puis au niveau de la programmation phonologique et enfin au niveau du geste articulatoire.

Morphosyntaxe : épreuve d'expression syntaxique (ELO)

Pour Flessas et coll. (2003) [36], la mémoire auditivo séquentielle est essentielle pour l'organisation des phrases sur un plan syntaxique et grammatical. Le traitement séquentiel intervient au niveau de l'agencement des mots dans la phrase puis au niveau de la programmation phonologique et enfin au niveau du geste articulatoire.

Lexique : épreuve de désignation (N-EEL)

Selon Majerus (2012) [85], le niveau de vocabulaire est en lien étroit avec les capacités de traitement séquentiel car celles-ci ont permis d'enrichir le stock lexical. Le traitement séquentiel intervient directement au niveau de la perception auditive : premier niveau d'agencement des unités phonologiques en mot afin d'accéder au lexique phonologique d'entrée.

Les épreuves mnésiques (voir ci-dessous)

Exclusion des épreuves orthophoniques suivantes (Groupe épreuves non séquentielles)

Lexique : épreuves de dénomination

Nous avons exclu l'épreuve de dénomination lexicale, non pas parce qu'elle ne fait pas appel à un traitement séquentiel majeur, mais parce que le format de cette étude sur dossiers ne nous a pas permis de trier les erreurs entre celles relevant d'un déficit de traitement séquentiel et celles dues à un trouble articulatoire ou à un trouble sémantique.

Morphosyntaxe : épreuves de désignation

Nous avons également exclu l'épreuve de compréhension syntaxique car le traitement séquentiel intervient massivement que dans certaines phrases comme les passives, les causales et celles nécessitant un traitement inférentiel et temporel. Là encore, un tri des phrases serait nécessaire pour différencier les phrases avec traitement séquentiel.

iii. Les épreuves mnésiques : traitement séquentiel et méthodologie des relevés d'empans

Implication des processus séquentiels

Selon (Majerus, 2012) [85], les épreuves de répétition de chiffres sont soumises à un traitement séquentiel important : il faut se rappeler la nature de l'item (le chiffre), tout en lui encodant une étiquette de position (nécessaire pour dire les chiffres dans le bon ordre). La séquentialité intervient dans l'étape d'encodage, de maintien et de récupération de la séquence de chiffres.

Méthodologie pour la cotation des épreuves mnésiques

Afin d'observer l'évolution des capacités mnésiques auditivo-séquentielle immédiates, nous avons relevés dans les dossiers les épreuves d'empan. Pour homogénéiser au mieux les résultats nous avons choisi d'étudier l'empan (c'est à dire le nombre d'items que l'enfant peut rappeler) et de le rapporter à deux étalonnages. Lorsque l'empan est instable, c'est à dire qu'il n'est pas réussi au moins deux fois, nous avons choisi de le noter 0,5 en dessous de l'empan instable afin de rendre compte d'une évolution des compétences mnésiques. Nous avons relevé les empan en vers et endroits dans chaque subtest de mémoire des différentes batteries utilisées. Afin d'observer l'évolution des scores, nous avons cherché l'étalonnage le plus juste : c'est à dire qui recouvrait d'une part, le plus de catégorie d'âge de notre population et d'autre part, l'étalonnage le plus récent et qui se basait sur le plus grand échantillon de population.

Nom de la batterie	Date étalonnage	Population d'étalonnage	
		Nombre	Étendue
ODEDYS (2)(Lequette et coll. 2005)	1999-2000	De 116 à 158 par tranche de classe	Du CE1 à la 5e sauf 6e
ZAREKI-R (Aster et coll. 2005)	2005	250	6 à 11 ans
N-EEL (Chevrie Muller et coll., 2001)	2001	541	3 ans 7 mois à 8 ans 6 mois
WISC-IV (Wechsler, 2005)	2005	1100	6 ans à 16 ans 11 mois
L2MA2 (Chevrie-Muller et coll., 2010)	2010	500	CE1 à 6e
EVALO 2-6 (Coquet-Devred et coll., 2009)	2004	880	2 à 6 ans

Tableau 2 : les différents étalonnages sur les tâches d'empan

L'étalonnage de la WISC-IV a été exclu car la cotation de l'épreuve de mémoire prend en compte le nombre d'essais (0,1 ou 2 points). Ainsi, nous avons choisi de coter les empan avec la L2MA2 du CE1 à la 6e et avec EVALO 2-6 pour les évaluations aux âges compris entre 5 et 6 ans 11 mois. L'épreuve L2MA2 a un système de cotation par point lorsque l'empan est réussi, nous avons donc converti les notes à ces épreuves de la façon suivante.

Forme de l'épreuve (X représente un chiffre)	Note brute	Equivalence en empan
X X X	1	De 3 instable donc 2,5
X X X	1+1 = 2	3
X X X X	1+1+1 = 3	De 4 instable donc 3,5
X X X X	1+1+1+1 = 4	4
X X X X X	... = 5	De 5 instable donc 4,5
X X X X X	... = 6	5
X X X X X X	... = 7	De 6 instable donc 5,5
X X X X X X	... = 8	6
	/8	

Tableau 3 : tableau de conversion notes brutes du test L2MA2 en empan

iv. Évolution des capacités mnésiques auditivo séquentielles immédiates chez l'enfant-contrôle

Afin de pouvoir décrire l'évolution des capacités mnésiques auditivo-séquentielles immédiates chez l'enfant dysphasique, nous avons étudié dans un premier temps l'évolution de ces mêmes capacités chez l'enfant tout venant.

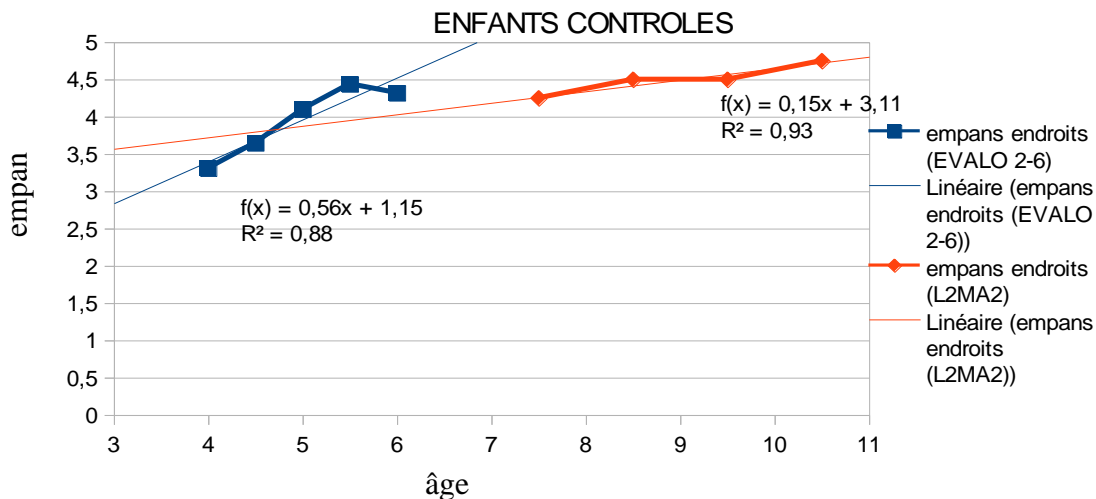


Illustration 3 : Evolution des empan endroits des enfants contrôles

Nous observons que la fonction de la moyenne des empan des enfants contrôles est presque linéaire mais pas totalement : à cinq ans et demi les performances sont supérieures à celles de six ans. Ainsi, les capacités de mémoire de travail immédiate auditivo séquentielle s'améliorent au cours du temps sans pour autant suivre une progression linéaire.

La vitesse d'évolution entre quatre et cinq ans et demi est supérieure à celle entre sept ans et demi et dix ans et demi. Nous avons donc une progression rapide des capacités

mnésiques auditivo séquentielles entre quatre et six ans (coefficient directeur de 0,56) puis une évolution plus lente entre sept ans et demi et dix ans et demi (coefficient directeur de 0,15).

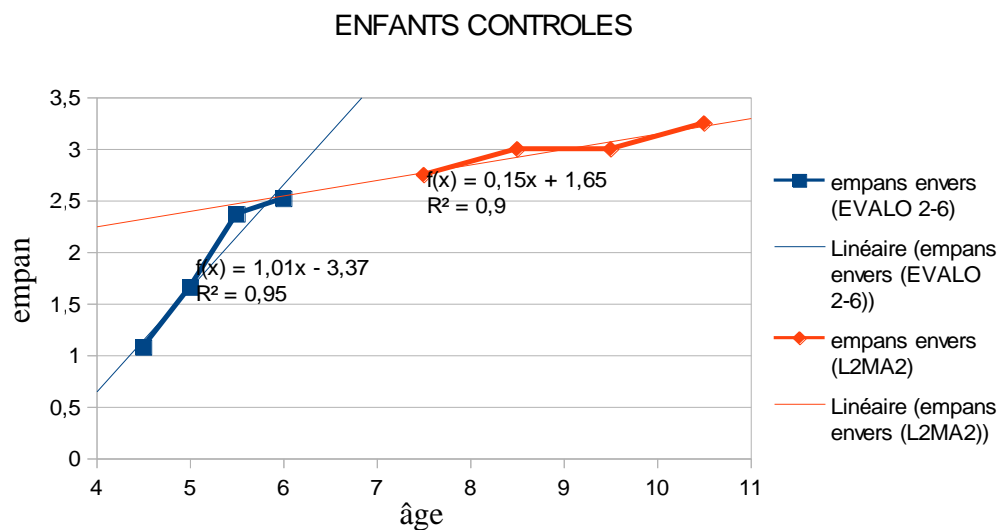


Illustration 4: Evolution des empan envers des enfants contrôlés

L'évolution des empan envers est rapide entre quatre ans et demi et cinq ans et demi, (coefficient directeur de 1,01) puis moins rapide entre cinq ans et demi et dix ans et demi (coefficient directeur de 0,15). Ces deux courbes suivent aussi une fonction pseudo-linéaire ; les compétences pour cette tâche s'améliorent au cours du temps mais avec quelques irrégularités.

Nous pouvons remarquer que les capacités de mémoire de travail auditivo séquentielles ont une progression rapide entre quatre et cinq ans et demi puis une progression moins rapide entre cinq ans et demi et dix ans et demi. De plus, les capacités de la boucle phonologique chez l'enfant contrôlé (évaluées par l'empan endroit) évoluent deux fois moins vite que les capacités de l'administrateur central (évaluées par l'empan envers), ce qui confirme les données de la littérature concernant une évolution rapide des capacités exécutives chez l'enfant.

4. Matériel

Lors des bilans orthophoniques du Centre Référent des Apprentissages et du Langage, nous utilisons la batterie ELO (Khomsi, 2008) [66], et la batterie N-EEL (Chevrie Muller et coll. 2001) [14]

Nous avons relevés les empan de différents tests mais l'épreuve dans sa passation et les compétences évaluées sont les mêmes quel que soit le test utilisé.

Les épreuves de mémoire suivantes sont sensibles à deux effets : l'effet de connaissance du nom des chiffres et la présence de troubles attentionnels ne permettant pas un bon encodage. L'état d'anxiété est aussi à prendre en compte (Grégoire Jacques, 2007) [49].

L'épreuve de répétition de chiffres en ordre direct (empan endroit) fait appel à de la mémoire immédiate et teste la boucle phonologique. Tandis que l'épreuve de répétition de chiffres en ordre indirect (empan envers) nécessite un traitement en double tâche : la mémoire immédiate intervient en même temps qu'une manipulation des items. Cette tâche évalue l'administrateur central car elle nécessite la gestion d'une double tâche.

III. ANALYSE DESCRIPTIVE

Nous avons trop peu d'enfants pour faire une analyse statistique significative, nous allons donc décrire les observations concernant nos hypothèses pour chaque enfant. Par souci de clarté, seules les observations les plus intéressantes sont exposées, nous avons récapitulé l'ensemble des hypothèses dans le tableau (Annexe A).

CB

Diagnostic : dysphasie expressive

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

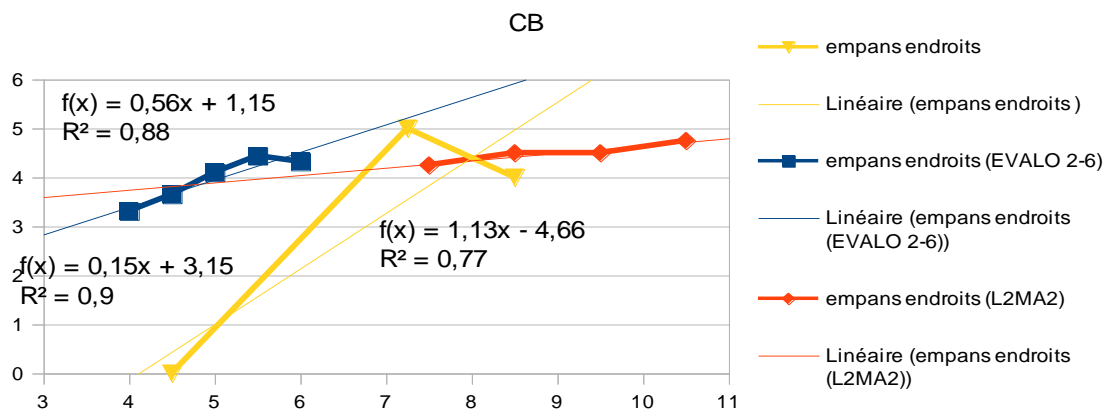


Illustration 5: (CB) évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Le faible coefficient de corrélation (0,77) témoigne de données extrêmement variables. Le coefficient directeur de la fonction linéaire de tendance à 1,13 montre des performances en mémoire de travail séquentielle immédiate en évolution rapide et positive (hypothèses A1 rejetée et A2 acceptée).

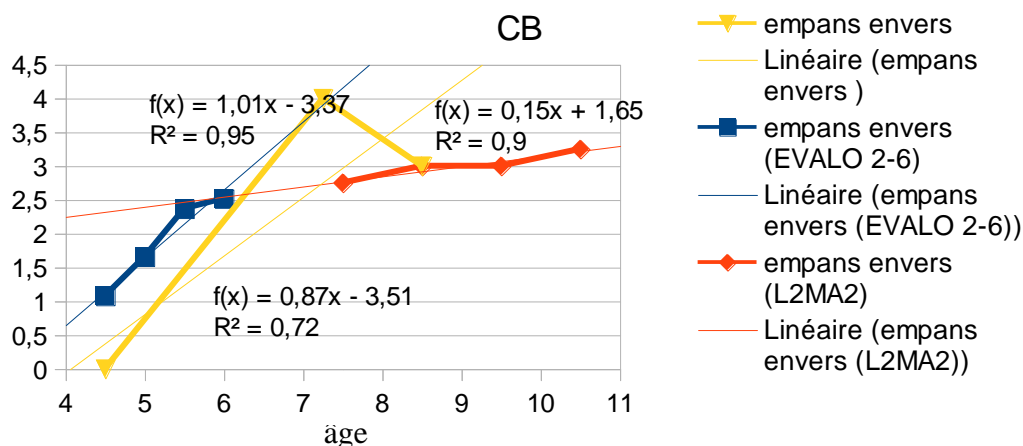


Illustration 5 : (CB) évolution des empanns envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Les capacités à cette épreuve sont au-dessus de la moyenne à t1 et t2 : ce qui témoigne de bonnes capacités de l'administrateur central, mais l'évolution n'est pas analysable compte tenu de la variabilité des résultats (hypothèses A3 rejetée, A4 non analysable)

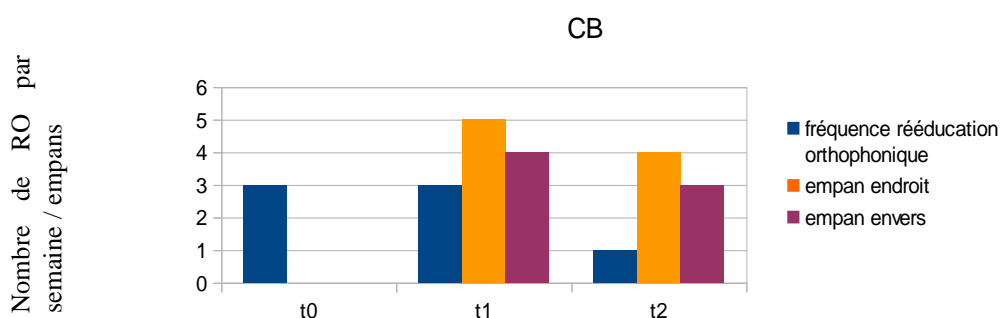


Illustration 7 : (CB) évolution des empanns en fonction de la fréquence de rééducation orthophonique

La rééducation orthophonique à raison de trois fois par semaine pendant deux ans et neuf mois est parvenue à améliorer les capacités mnésiques auditivo-séquentielles.

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	1,6	0,5	1,1
Écart t0-t1	- 1 *	0,33	
t1	0,6	0,83	
Écart t1-t2	- 0,4	- 0,16	
t2	0,2	0,67	0,47
Écart t0-t2	-1,4	0,17	

Tableau 4 : GD : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

Les résultats pour ce patient valident l'hypothèse d'un trouble séquentiel affectant le Groupe épreuves séquentielles, évoluant positivement et plus vite que l'évolution des scores pour le groupe épreuves non séquentielles (hypothèses B1, B2, B3, B4 validées).

C. Autres interactions

La rééducation orthophonique a débuté tôt (quatre ans sept mois), et la différence entre les deux groupes est faible à t2 : ce qui va dans le sens d'un bon pronostic d'évolution du trouble séquentiel lorsque la rééducation commence tôt (hypothèse C2 acceptée).

Le trouble séquentiel à t0 est de 1,6 ; c'est un trouble conséquent. CB présente un trouble psychomoteur associé, ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel global affectant le domaine verbal et moteur (hypothèse C1 acceptée).

HD

Diagnostic : dysphasie mixte

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

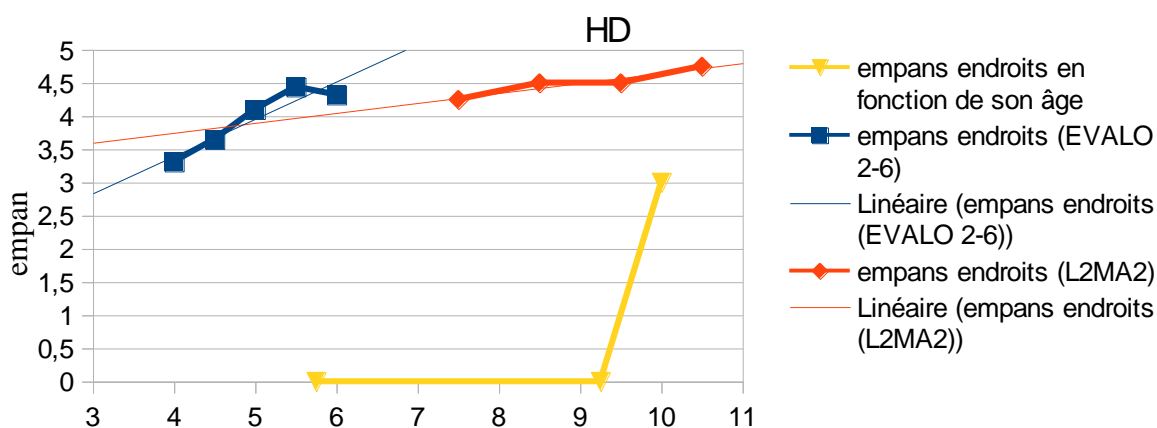


Illustration 8 (HD) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

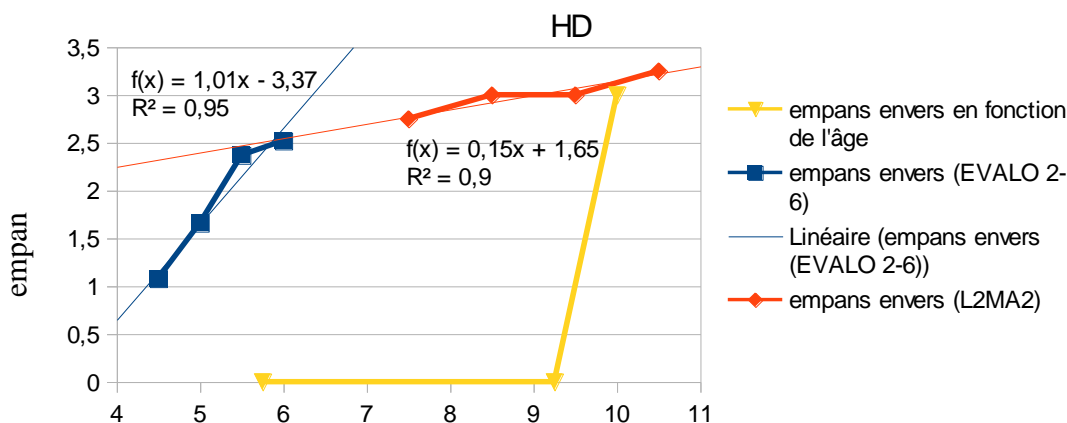


Illustration 9 (HD) : évolution des empan envers en fonction de son âge par rapport aux enfants aux enfants contrôles

Après stagnation des performances auditivo mnésiques séquentielles jusqu'à neuf ans, l'évolution des performances est bien plus rapide que la moyenne, jusqu'à atteindre des performances normales en empan envers (hypothèses A1, A2, A3, A4 acceptées)

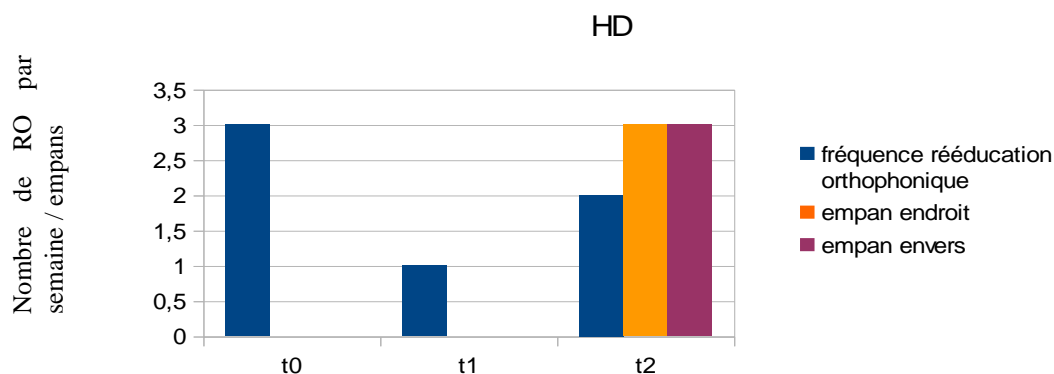


Illustration 10 : (HD) évolution des empan en fonction de la fréquence de rééducation orthophonique

La rééducation orthophonique soutenue à t0 n'a pas permis une amélioration des capacités de traitement séquentiel. Nous suggérons qu'une rééducation intensive et régulière sur au moins deux ans est nécessaire pour améliorer les performances auditivo mnésiques séquentielles.

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	3,1	2,83	0,98
Écart t0-t1	- 0,7 *	-1,55	
t1	2,4	1,33	
Écart t1-t2	- 0,2	0	
t2	2,2	1,33	0,87
Écart t0-t2	- 0,9	- 1,55	

Tableau 5 : HD : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

La différence entre les moyennes de scores Groupe épreuves séquentielles – Groupe épreuves non séquentielles est non significative. L'évolution des deux groupes est positive mais le Groupe d'épreuves non séquentielles évolue plus rapidement (hypothèses B1, B2, B4 acceptées, B3 rejetée). Nous remarquons que le passage à une séance d'orthophonie par semaine à t1 n'a pas empêché le Groupe épreuves non séquentielles d'évoluer positivement et rapidement.

C. Autres interactions

Le trouble séquentiel à t0 est de 0,98 (faible), il n'y a pas de trouble psychomoteur associé.

ED

Diagnostic : dysphasie mixte

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

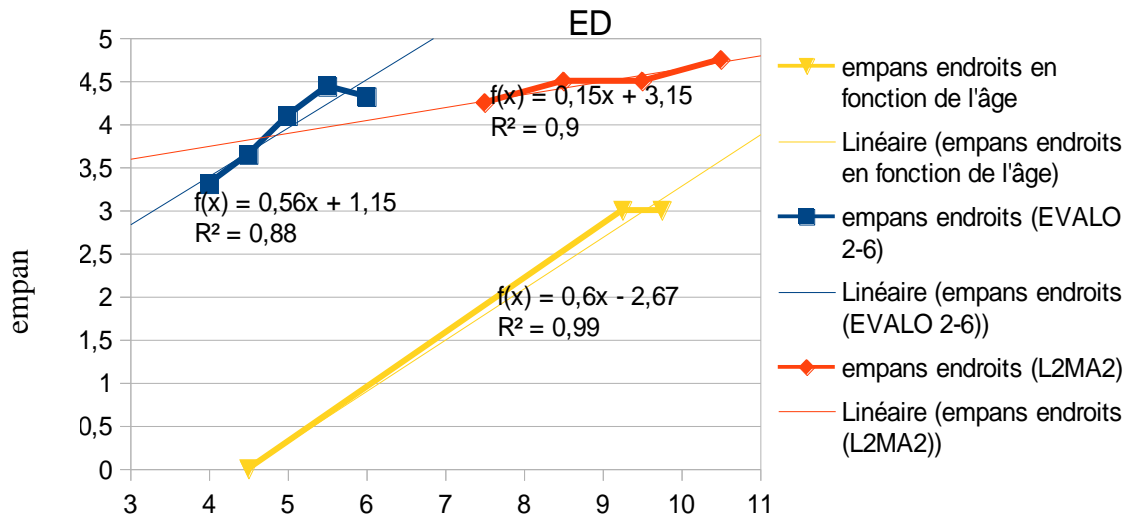


Illustration 11 : (ED) évolution des empanns droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

L'évolution des capacités séquentielles et de la boucle phonologique est positive et plus rapide que la moyenne (hypothèses A1, A2 acceptées).

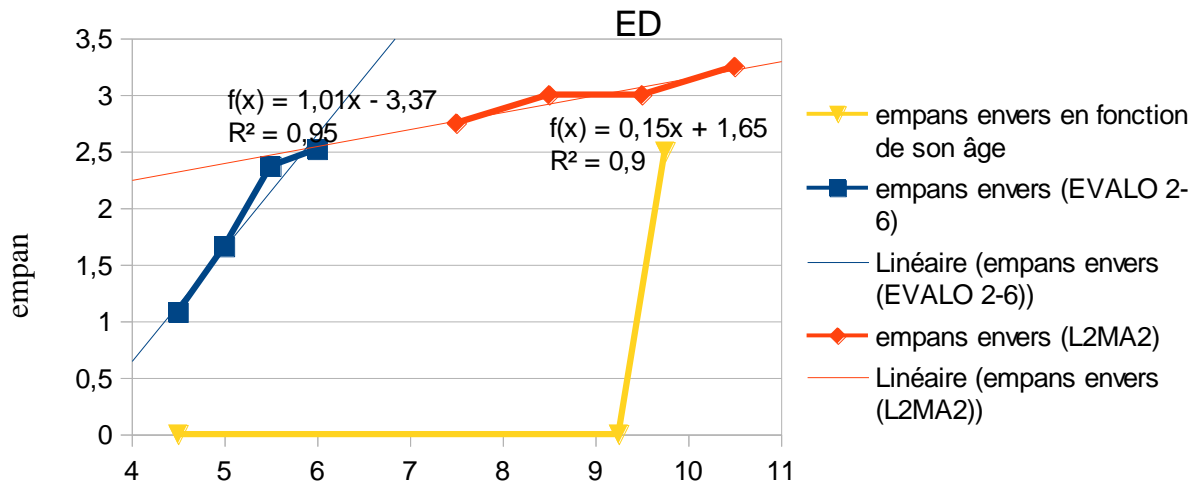


Illustration 12 : (ED) évolution des empanns envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

L'évolution des capacités séquentielles et de l'administrateur central pour cette tâche est positive et plus rapide que la moyenne bien qu'elles stagnent jusqu'à neuf ans (hypothèses A3 et A4 acceptées). L'évolution est favorable aux capacités de la boucle phonologique dans un premier temps (cf illustration empanns droits) puis aux capacités de l'administrateur central dans un second temps.

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	2,5	1,34	1,16
Écart t0-t1	0,2	1,33	
t1	2,7	2,67	
Écart t1-t2	0,1	-0,34 *	
t2	2,8	2,33	0,47
Écart t0-t2	0,3	0,99	

Tableau 6 : ED : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

ED évolue globalement négativement. Cependant, la vitesse d'involution pour le groupe d'épreuves séquentielles est nettement inférieure à la vitesse d'involution pour les groupes d'épreuves non séquentielles, ce qui met en valeur un effet de maintien des performances grâce à la rééducation orthophonique sur le trouble séquentiel, alors que la conjoncture du trouble montre une aggravation (hypothèses B1 et B4 acceptées, B2 et B3 non significatives).

C. Autres interactions

Le trouble séquentiel à t0 est conséquent (1,16) et ED présente un trouble psychomoteur associé ; ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel global (hypothèse C1 acceptée). La rééducation orthophonique a débuté tôt (trois ans neuf mois) et la différence entre les deux groupes est faible à t2 : ce qui va dans le sens d'un bon pronostic d'évolution du trouble séquentiel lorsque la rééducation commence tôt (hypothèse C2 acceptée).

GD

Diagnostic : dysphasie expressive

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

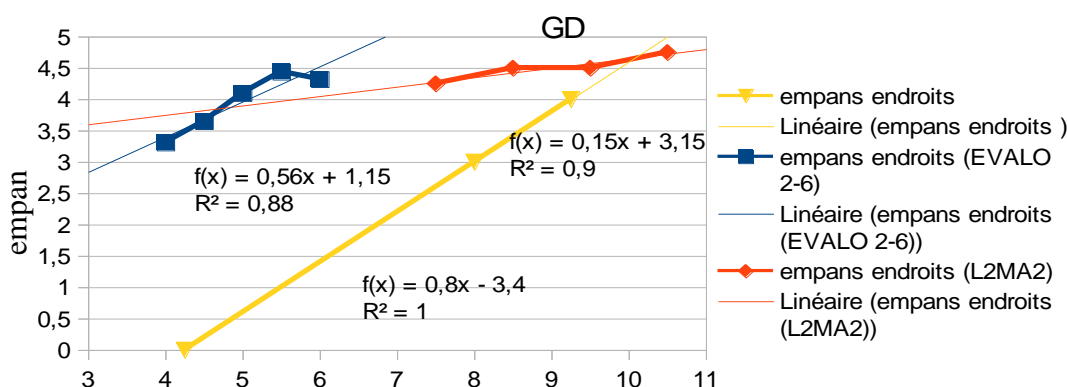


Illustration 13 (GD) : évolution des empanns droits en fonction de l'âge et de la classe par rapport aux enfants contrôles

Le coefficient de détermination de 1 permet une bonne interprétation des données. L'évolution des performances est positive et plus rapide que la moyenne (hypothèses A1 et A2 acceptées).

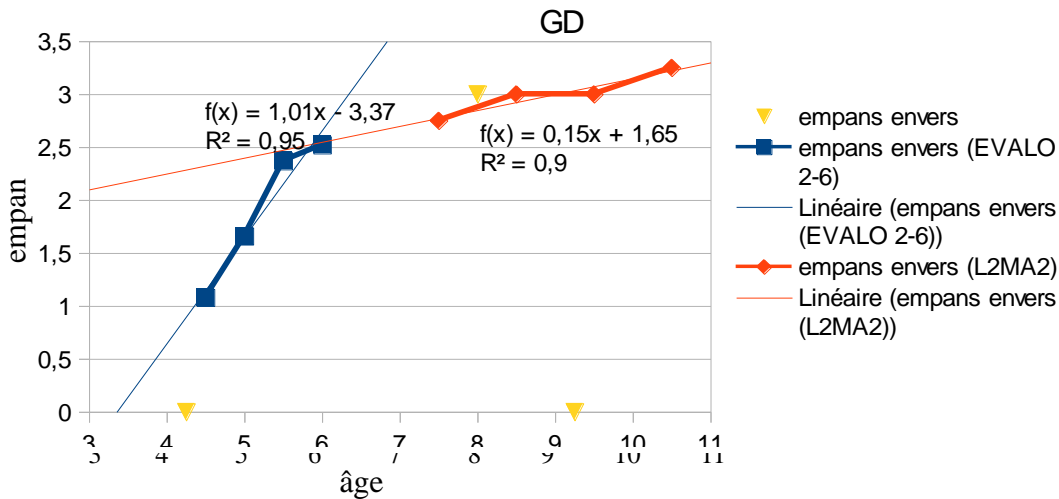


Illustration 14 (GD) : évolution des empan envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Deux évaluations donnent un score à 0, l'autre montre des capacités de l'administrateur central subnormales (hypothèses A3 et A4 acceptées).

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	1,5	2,67	1,17
Écart t0-t1	- 0,2	- 2	
t1	1,3	0,67	
Écart t1-t2	0	- 0,35	
t2	1,3	0,34	0,96
Écart t0-t2	- 0,2	- 1,35	

Tableau 7 : GD : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

Nous n'observons pas de trouble séquentiel et il y a stagnation des scores aux épreuves séquentielles alors que le groupe d'épreuves non séquentielles évoluent vite et positivement (hypothèses B1 et B3 rejetées, B2 et B4 acceptées).

MJ

Diagnostic : dysphasie mixte

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

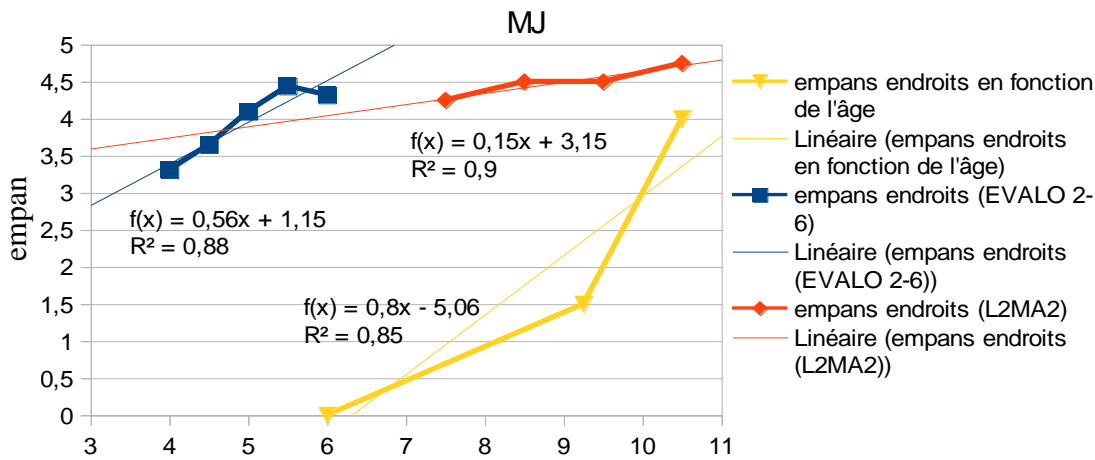


Illustration 15 (MJ) : évolution des empans droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

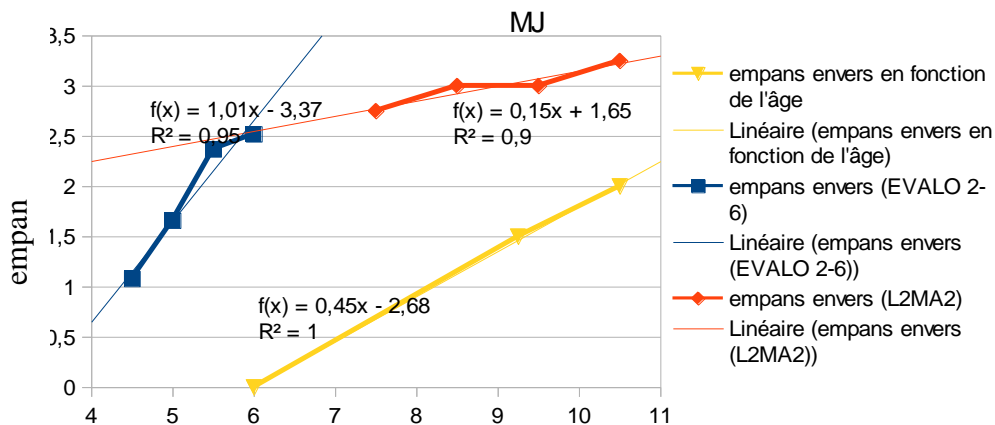


Illustration 16 (MJ) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Le coefficient directeur des fonctions linéaires de tendance (endroit et envers) est positif et supérieur au coefficient directeur de la fonction linéaire de tendance de la moyenne : l'évolution des performances auditivo séquentielles immédiates est donc positive et évolue plus vite que la moyenne (hypothèses A1, A2, A3, A4 acceptées).

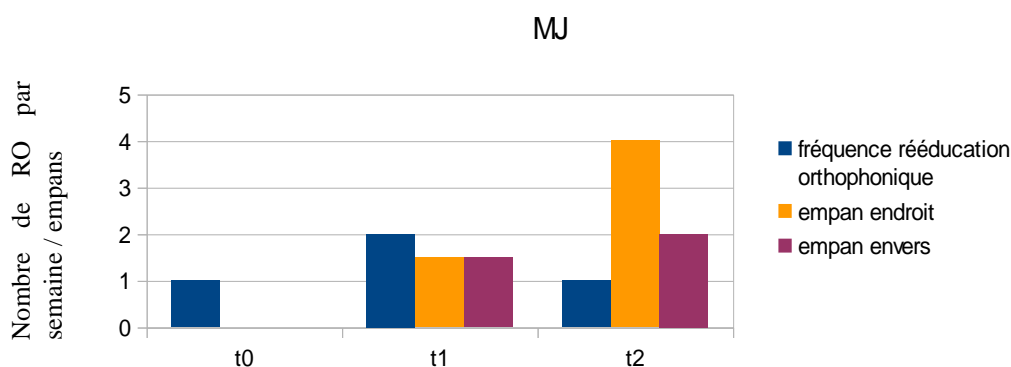


Illustration 17: (MJ) évolution des empan droit et envers en fonction de la fréquence de rééducation orthophonique

Entre t0 et t1, l'intensification de la rééducation orthophonique semble aider à la progression des capacités mnésiques auditivo séquentielles immédiates, mais le fait de retourner à une séance par semaine n'a pas aggravé les compétences. Nous sommes donc plutôt mitigés quant à l'influence de la fréquence de la rééducation orthophonique sur les performances sur les tâches d'empan de chiffres pour ce patient.

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	2,2	2,17	0,03
Écart t0-t1	-1,1*	-1,33	
t1	1,1	0,84	
Écart t1-t2	0	-0,84	
t2	1,1	0	1,1
Écart t0-t2	-0,9	-2,17	

Tableau 8 : MJ : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (-N = perte de N DS donc amélioration des scores)*

La différence de scores entre les deux groupes d'épreuves est non significative. De plus, l'évolution des scores du groupe d'épreuves non séquentielles est plus rapide que le groupe d'épreuves séquentielles, même si le groupe d'épreuves séquentielles évoluent positivement (hypothèse B2 acceptée). Il ne semble pas y avoir de trouble séquentiel (hypothèses B1, B3 et B4 rejetées).

Diagnostic : dysphasie mixte

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

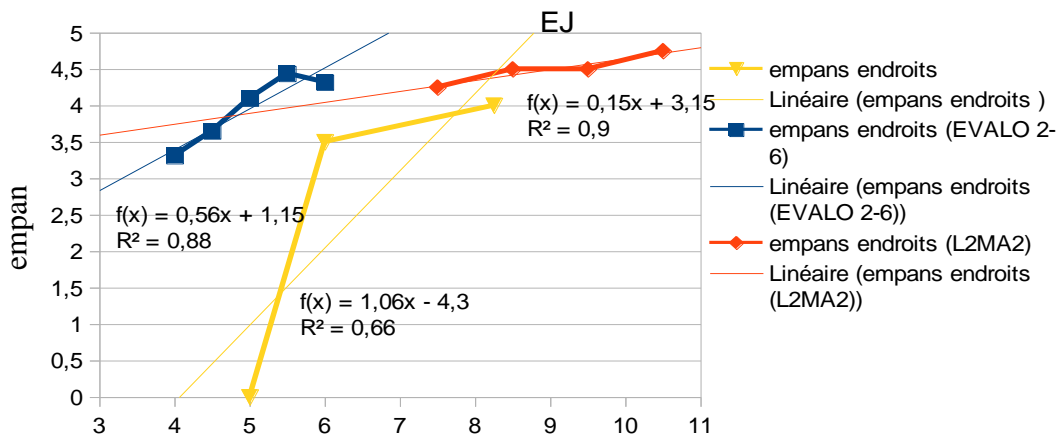


Illustration 18 (EJ) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Le coefficient de détermination à 0,66 montre une évolution des capacités auditivo mnésiques séquentielles inconstante. L'évolution est rapide entre cinq et six ans puis pareille à la normale à partir de six ans (hypothèses A1, A2 validées).

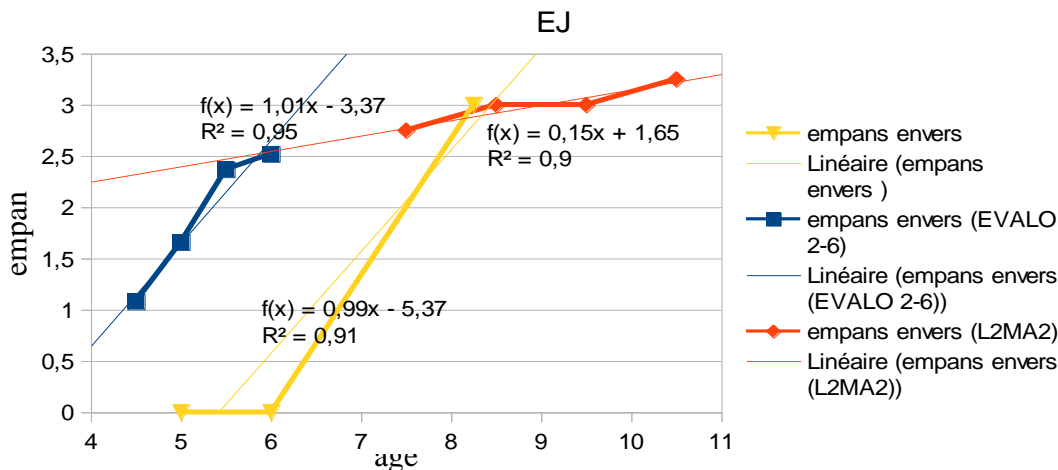


Illustration 19 (EJ) : évolution des empan envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Il est intéressant de remarquer que les capacités séquentielles/administrateur central stagnent entre cinq et six ans, alors que les capacités séquentielles/boucle phonologique s'améliorent en même temps, et qu'à partir de six ans le processus s'inverse en faveur d'une évolution rapide des capacités séquentielles/administrateur central. Les hypothèses A3 et A4 sont acceptées).

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	2	1	1
Écart t0-t1	- 0,6	0	
t1	1,4	1	
Écart t1-t2	- 0,1	-1	
t2	1,3	0	1,3
Écart t0-t2	- 0,7	- 1	

Tableau 9 : EJ : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

Le groupe d'épreuves non séquentielles sont, dès t0, très peu atteintes, il est donc difficile d'évaluer son évolution et de comparer celle-ci à l'évolution du groupe d'épreuves séquentielles. Nous pouvons supposer un trouble séquentiel évoluant positivement (hypothèses B1 et B2 acceptées, B3 et B4 non significatives).

C. Autres interactions

EJ présente un trouble séquentiel à t0 mais pas de trouble psychomoteur ; ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal.

JJ

Diagnostic : dysphasie expressive

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

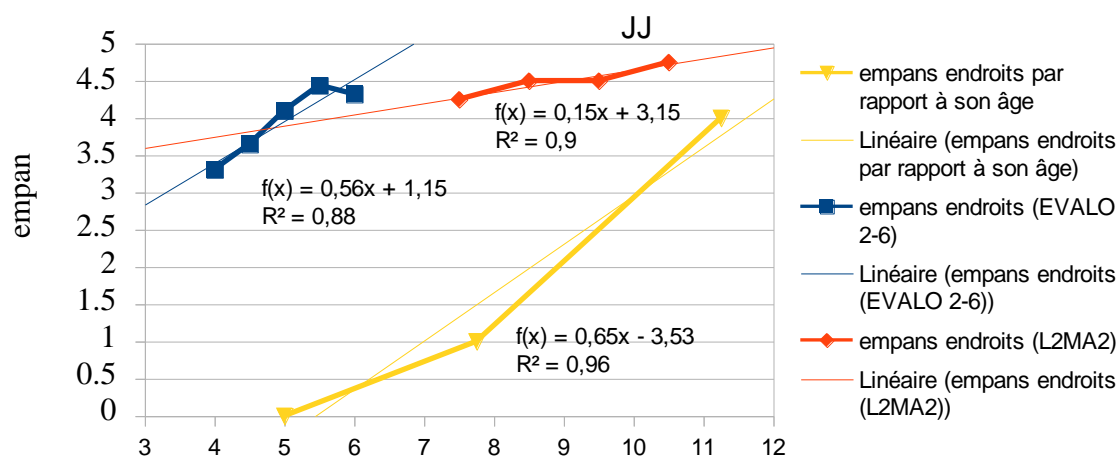


Illustration 20 (JJ) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

L'évolution des scores pour cette tâche est positive et plus rapide que les enfants contrôles (hypothèses A1 et A2 acceptées).

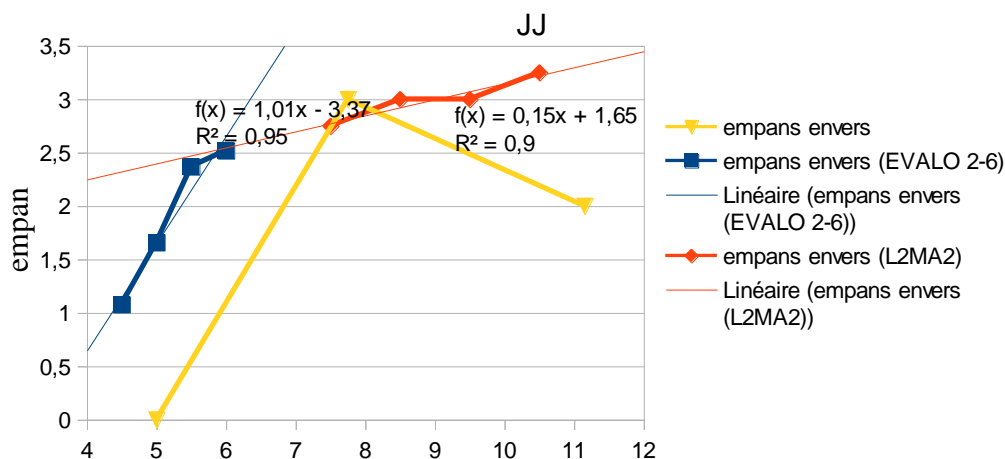


Illustration 21 (JJ) : évolution de empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

La deuxième évaluation donne des capacités de l'administrateur central subnormales, la troisième des capacités déficitaires ; l'évolution n'est pas interprétable (hypothèses A3 rejetée et A4 non analysable).

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	2,2	0,5	1,7
Écart t0-t1	- 0,3*	0,67	
t1	1,9	1,17	
Écart t1-t2	- 1,2	0	
t2	0,7	1,17	0,47
Écart t0-t2	- 1,5	0,67	

Tableau 10 : JJ : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

Les scores aux épreuves séquentielles s'améliorent très vite alors que les scores aux épreuves non séquentielles s'aggravent ou stagnent. Le déficit séquentiel à t0 est très marqué. Ces analyses vont dans le sens d'un trouble séquentiel massif et très évolutif (hypothèses B1, B2, B3 et B4 acceptées).

C. Autres interactions

La rééducation orthophonique a débuté tôt (trois ans huit mois) et l'écart entre les deux groupes est faible à t2 : ce qui va dans le sens d'un bon pronostic d'évolution du trouble séquentiel lorsque la rééducation commence tôt (hypothèse C2 acceptée).

JJ présente un trouble séquentiel massif à t0 (1,7) et n'a pas de trouble psychomoteur associé, ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal.

CL

Diagnostic : dysphasie expressive

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

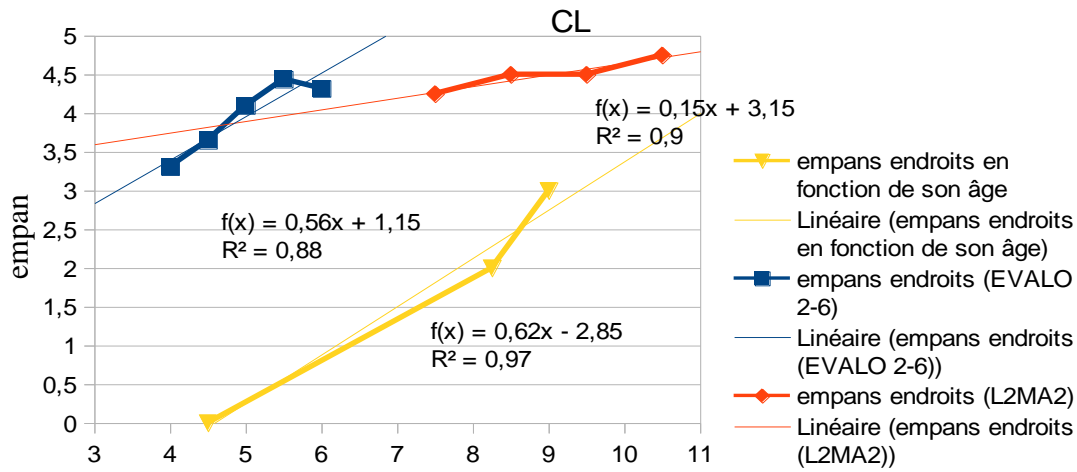


Illustration 22 (CL) : évolution des empans endroits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

L'évolution des performances auditivo mnésiques séquentielles à cette épreuve est positive et plus rapide que la moyenne des enfants contrôles (hypothèses A1 et A2 acceptées).

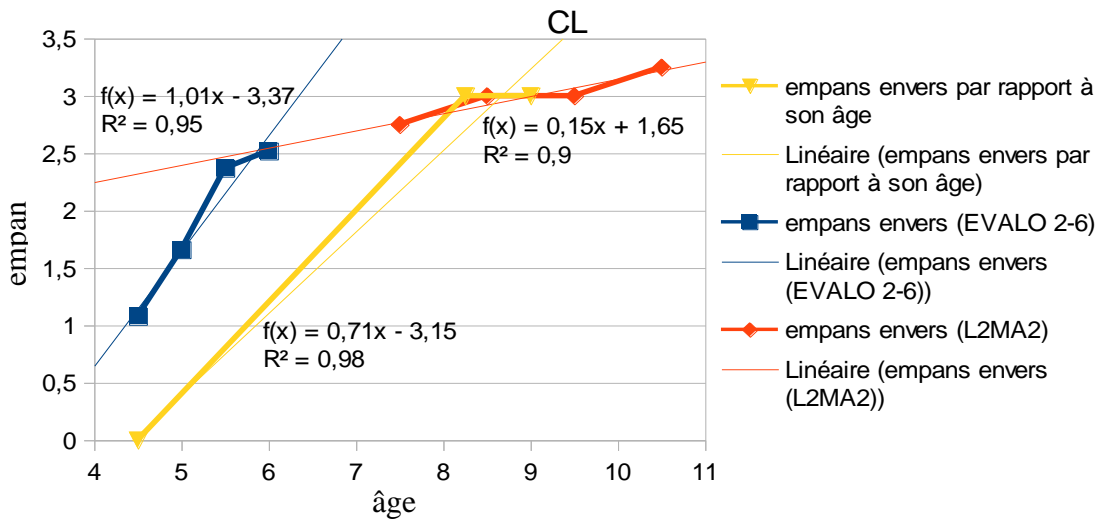


Illustration 23 : (CL) évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

La première évaluation montre des capacités à cette épreuve déficitaires mais les autres évaluations sont normales (hypothèses A2 acceptée et A3 rejetée).

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	2,1	0,16	1,94
Écart t0-t1	- 0,4	0,34	
t1	1,7	0,5	
Écart t1-t2	- 0,2	0	
t2	1,5	0,5	1
Écart t0-t2	- 0,6	0,34	

Tableau 11 : CL : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

Le trouble séquentiel est majeur à t0. Le groupe d'épreuves séquentielles montre une évolution positive et plus rapide que pour le groupe des épreuves non séquentielles : le trouble séquentiel s'amenuise donc rapidement (hypothèses B1, B2, B3 et B4 acceptées).

C. Autres interactions

Le trouble séquentiel est massif à t0 (1,94) et CL n'a pas de trouble psychomoteur associé, ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal.

CL a commencé sa rééducation à quatre ans et cinq mois mais le trouble séquentiel reste conséquent à t2 (hypothèse C2 rejetée).

VM

Diagnostic : dysphasie expressive

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

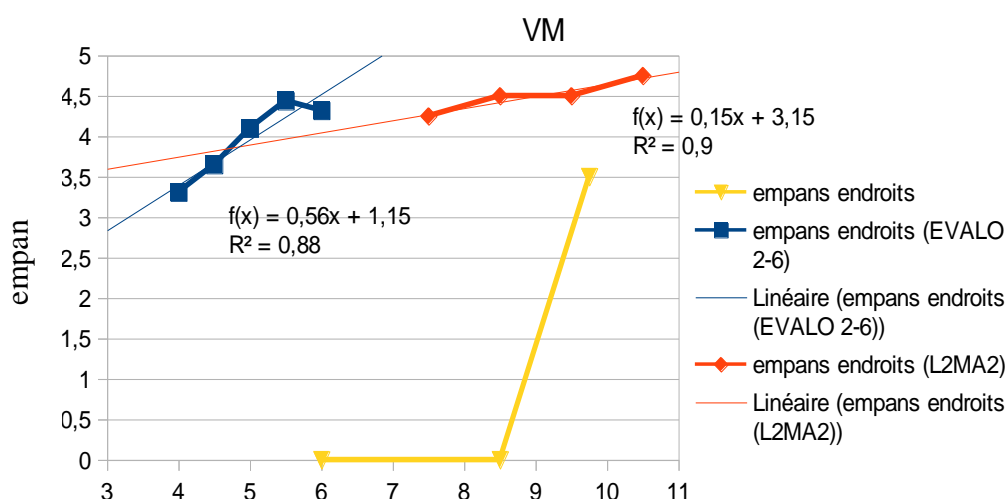


Illustration 24 (VM) : évolution des empanns droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

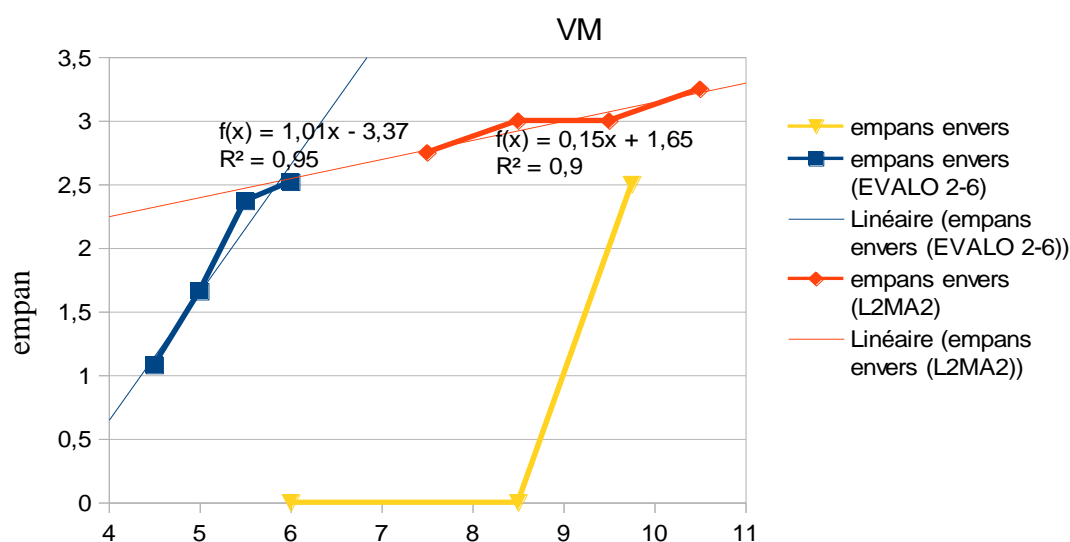


Illustration 25 (VM) : évolution des empans envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Les capacités mnésiques auditivo séquentielles stagnent entre six et huit ans et demi, mais progressent plus rapidement que la moyenne des enfants contrôles entre huit ans et demi et neuf ans et demi. Les capacités de la boucle phonologique et de l'administrateur central progressent donc en même temps. Les hypothèses A1, A2, A3 et A4 sont acceptées.

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	2,6	1,5	1,1
Écart t0-t1	0,1	1,67	
t1	2,7	3,17	
Écart t1-t2	- 0,8 *	-0,5	
t2	1,9	2,67	0,77
Écart t0-t2	- 0,7	1,17	

Tableau 12 (VM) : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (*-N = perte de N DS donc amélioration des scores)

Les scores s'aggravent à t1 mais les épreuves séquentielles sont plutôt dans une stagnation à la différence des épreuves non séquentielles qui chutent. A t2, l'évolution est positive pour les deux groupes mais l'évolution est plus rapide pour les épreuves séquentielles. Il y a un trouble séquentiel présent dès t0 et évoluant positivement et rapidement (hypothèses B1, B2, B3 et B4 acceptées).

C. Autres interactions

VM présente un trouble séquentiel majeur à t0 (2,6) mais n'a pas de trouble psychomoteur associé, ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal.

La rééducation orthophonique a débuté tôt (quatre ans) et l'écart entre les deux groupes est faible à t2 : ce qui va dans le sens d'un bon pronostic d'évolution du trouble séquentiel lorsque la rééducation commence tôt (hypothèse C2 acceptée).

LU

Diagnostic : dysphasie mixte

A. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

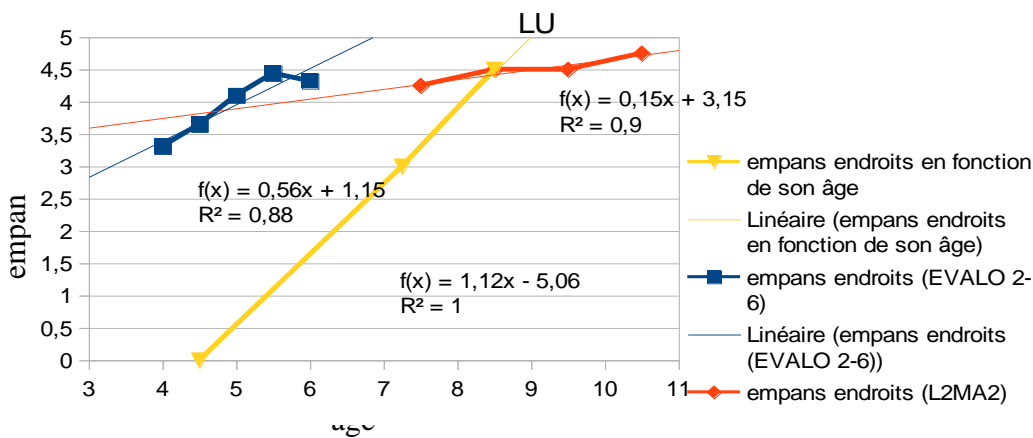


Illustration 26 (LU) : évolution des empan droits en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

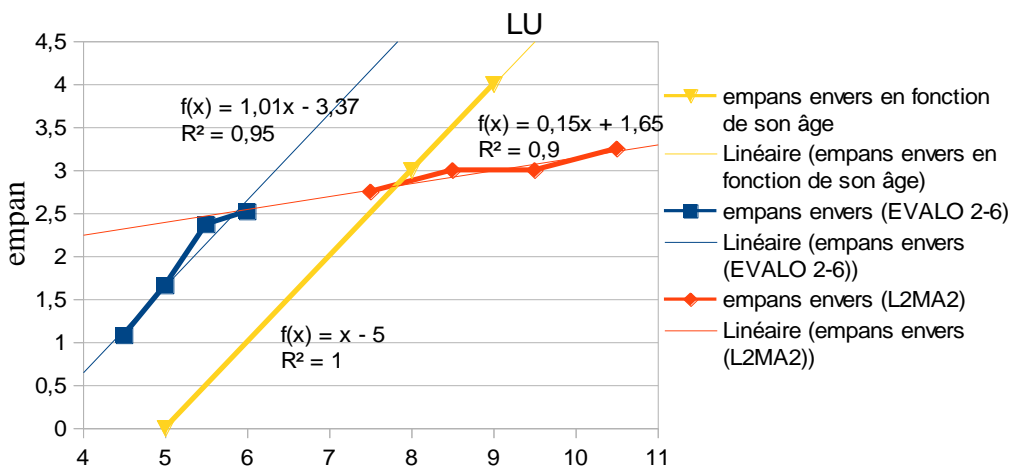


Illustration 27 (LU) : évolution des empan envers en fonction de son âge par rapport aux enfants contrôles

Les forts coefficients de corrélation donnent une bonne interprétation des courbes. Les performances en mémoire de travail séquentielle immédiate évoluent donc positivement, régulièrement et plus vite que la moyenne des enfants contrôles. Les capacités de la boucle phonologique et de l'administrateur central s'améliorent en même

temps. Les capacités de la boucle phonologique atteignent la normale à t2 tandis que celles de l'administrateur central sont subnormales. Les hypothèses A1, A2, A3 et A4 sont acceptées.

B. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Moyennes (en DS)	Groupe Épreuves séquentielles	Groupe Épreuves non séquentielles	Écart moyennes
t0	3,2	1	2,2
Écart t0-t1	- 1,1*	0,33	
t1	2,1	1,33	
Écart t1-t2	- 0,7	-0,33	
t2	1,4	1	0,4
Écart t0-t2	-1,8	0	

Tableau 13 : LU : étude des résultats aux groupes épreuves séquentielles et épreuves non séquentielles (-N = perte de N DS donc amélioration des scores)*

Le trouble séquentiel est conséquent à t0 (hypothèse B1 acceptée), et évolue plus vite que le groupe d'épreuves non séquentielles (hypothèse B2, B3 et B4 acceptées). Entre t0 et t1, le groupe d'épreuves séquentielles évoluent positivement tandis que les scores aux épreuves non séquentielles s'aggravent.

C. Autres interactions

LU présente un trouble séquentiel majeur à t0 (3,2) mais n'a pas de trouble psychomoteur associé, ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal.

La rééducation orthophonique a débuté tôt (trois ans et onze mois) et l'écart entre les deux groupes est faible à t2 : ce qui va dans le sens d'un bon pronostic d'évolution du trouble séquentiel lorsque la rééducation commence tôt (hypothèse C2 acceptée).

IV. CONCLUSION

Nous avons regroupé les résultats pour chaque hypothèse et pour chaque patient puis nous avons effectué des pourcentages globaux de validation ou de rejet des hypothèses (Annexe A). Seules les hypothèses avec au moins huit résultats significatifs rentrent dans cette étude.

Hypothèses	Enfants testés										Résultats		
	CB	HD	ED	GD	MJ	EJ	JJ	CL	VM	LU	A (%)	R (%)	NS
A1	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	90	10	0
A2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100	0	0
A3	R	A	A	R	A	A	R	R	A	R	50	50	0
A4	NS	A	A	R	A	A	NS	A	A	A	87.5	12.5	2
B1	A	A	A	R	R	A	A	A	A	A	80	20	0
B2	A	A	NS	A	A	A	A	A	A	A	100	0	1
B3	A	R	NS	R	R	NS	A	A	A	A	62.5	37.5	2
B4	A	A	A	A	R	NS	A	A	A	A	88.9	11.1	1

A : hypothèse Acceptée

R : hypothèse Rejetée

NS : analyse Non Significative

Tableau 14: Tableau récapitulatif des hypothèses

1. Le trouble mnésique chez l'enfant dysphasique

Il existe un déficit chez l'enfant dysphasique au niveau des capacités de traitement séquentiel et de la boucle phonologique (hypothèse A1 validée à 90%), évoluant positivement et plus rapidement que la moyenne (hypothèse A2 validée à 100%).

Il n'existe pas de déficit significatif chez l'enfant dysphasique affectant les capacités de traitement séquentiel et de l'administrateur central (hypothèse A3 rejetée à 50%), mais les capacités évoluent tout de même positivement et plus rapidement que la moyenne (hypothèse A4 validée à 87.5%).

Il apparait clairement que les capacités de la boucle phonologique sont nettement plus affectées par rapport à celles de l'administrateur central.

2. Le trouble séquentiel au sein des épreuves mnésiques et langagières : évolution

Il existe un déficit séquentiel chez les enfants dysphasiques en début de rééducation (hypothèse B1 validée à 80%) évoluant positivement (hypothèse B2 validée à 100%) et plus vite que le groupe d'épreuves non séquentielles (hypothèse B3 validée à 62.5%).

Après quatre ans et cinq mois de rééducation, le trouble séquentiel est moins conséquent qu'en début de rééducation (hypothèse B4 validée à 88.9%).

Les autres hypothèses ont été étudiées pour chaque patient. Etant donné le peu de patients donnant des résultats analysables, nous n'avons pas fait de tableau de validations.

3. Autres interactions

i. Effet d'âge de début de rééducation

Pour cinq enfants, un début de rééducation orthophonique avant cinq ans a permis une amélioration du trouble séquentiel à t2. Un autre enfant débute une rééducation orthophonique avant cinq ans mais le trouble séquentiel ne progresse pas. Nous avons donc une tendance à une amélioration du trouble séquentiel lorsque la rééducation débute avant cinq ans.

ii. Trouble séquentiel global ou spécifique ?

Pour deux enfants, un trouble séquentiel conséquent à t0 était corrélé à un trouble psychomoteur associé ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel global lié à la mémoire procédurale (hypothèse de Ullman et Pierpont 2005) [121].

Pour cinq enfants, le trouble séquentiel conséquent à t0 n'était pas associé à un trouble psychomoteur ce qui va dans le sens d'un trouble séquentiel domaine-spécifique (dans notre étude atteinte du domaine verbal), hypothèse supportée par Mayor-Dubois (2010) [91]. La tendance est donc à un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal.

DISCUSSION, LIMITES ET PERSPECTIVES

I. POPULATION D'ÉTUDE

Il est difficile de regrouper un nombre suffisant de patients répondant à nos critères de départ, car l'évaluation mnésique n'est pas systématique lors des réévaluations. De plus, les patients ne sont pas systématiquement revus : leurs troubles peuvent s'améliorer, ce qui ne nécessite pas un nouveau bilan, ou l'éloignement géographique fait qu'ils ne reviennent pas ou la rééducation est abandonnée par les familles.

Nos trois temps d'évaluation regroupent des âges de façon peu homogène, ce qui ne permet pas une analyse globale en finesse car elle fait rentrer un critère d'effet d'âge, et un effet d'apprentissage du langage écrit.

Notre population d'étude n'est composée que d'une fille pour neuf garçons, ce qui confirme les données de la littérature.

II. LES ÉPREUVES ORTHOPHONIQUES

Les tests utilisés par le Centre Référent des Troubles du langage et des Apprentissages sont anciens, des tests plus récents seraient plus appropriés pour évaluer les enfants, notamment car l'étalonnage ne correspond plus aux enfants actuels.

Les bilans orthophoniques ont été réalisés par deux orthophonistes différents : Mme Chantal CLOUARD et M. Guy RITTORI, ce qui constitue un biais puisque nous avons relevé les scores de leurs bilans respectifs, et que chaque thérapeute amène sa part de subjectivité même lors des tests les plus normés.

Concernant notre postulat de départ, c'est-à-dire que les scores aux épreuves de phonologie, de compréhension lexicale, d'expression syntaxique et de répétition de chiffres reflètent plus un trouble du traitement séquentiel que les scores aux épreuves d'expression lexicale et de compréhension syntaxique : nous aurions voulu vérifier l'existence d'un lien entre les résultats intergroupes grâce à une étude statistique. Cependant, notre population finale est trop limitée pour une analyse statistique adéquate.

Une étude plus précise consisterait à relever pour chaque épreuve les items faisant appel à un traitement séquentiel et à évaluer quelles erreurs sont dues à un défaut d'ordonnement des unités, selon les erreurs décrites par Tran (2001) [118].

Par exemple, en expression lexicale, il faudrait isoler les erreurs d'ordre sémantique ou d'ordre articulatoire, de celles d'ordre séquentielles (erreurs d'ordre des unités). Pour

l'épreuve de compréhension lexicale, il s'agirait de relever les phrases nécessitant un traitement séquentiel (phrases avec difficultés temporelles, causales, enchâssement de propositions, les phrases passives et celles nécessitant un traitement inférentiel).

Au niveau de l'organisation discursive, nous pourrions également étudier la cohérence des enchaînements d'énoncés.

III. LES ÉPREUVES MNÉSIQUES

Nous avons tenté de limiter les biais se rapportant aux différents étalonnages utilisés lors des différents bilans, en relevant les empan pour chaque enfant plutôt que la déviation standard de leurs scores par rapport à la norme. Cependant, aucun étalonnage ne regroupait toute notre population, et aucun ne correspondait à un étalonnage en nombre d'empan, nous avons donc choisi par critère de récence et de recouvrement de notre population les étalonnages de la batterie EVALO 2-6 et de la batterie L2MA2. Le fait de choisir deux étalonnages différents fait entrer un biais d'étalonnage lors de l'étude des évolutions des capacités auditivo mnésiques séquentielles. De plus, nous avons dû convertir les empan en note correspondante en condition de passation de la L2MA2, car ce test requiert une évaluation par nombre d'essais. Cette conversion a donc une répercussion sur la précision des déviations standards dévolues à ces scores, mais aussi sur les courbes d'évolution des empan contrôles de la L2MA2.

Selon Barouillet et coll. (2008) [8], il existe un lien étroit entre les capacités de mémoire de travail et les acquisitions scolaires : nous avons étudié également les évolutions des capacités de mémoire de travail par classe avec l'étalonnage de la L2MA2, il est certain que la dynamique d'évolution est plus rapide lorsque nous prenons un étalonnage par classe car ces enfants redoublent quasiment systématiquement une fois. Nous n'avons pas jugé que cette étude d'évolution par classe soit nécessaire à notre sujet, de plus, le manque de données ne nous permet pas de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de Barouillet et coll. (2008) [8] pour cette population. Dans une prochaine étude, ce facteur de classe devra être étudié.

Nos courbes d'évolution en trois temps n'admettent que trois points, la validité scientifique quant à la qualification des évolutions de ces courbes est donc très relative. De plus, les évolutions n'étant pas les mêmes entre quatre et cinq ans et demi puis entre cinq ans et demi et dix ans et demi, il aurait été intéressant d'inclure un quatrième temps afin d'avoir deux temps entre quatre et cinq ans et demi, puis deux autres entre cinq ans et demi et dix ans et demi. Cela nous aurait permis de comparer spécifiquement les dynamiques

d'évolution entre l'enfant contrôle et l'enfant dysphasique au sein de ces deux temps.

Pour finir, nos trois temps d'évaluation admettent des étendues d'âges larges (jusqu'à deux ans), ce qui fait entrer en jeu un effet d'âge.

IV. TROUBLE SÉQUENTIEL GLOBAL OU SPÉCIFIQUE ?

Ullman et Pierpont (2005) [121] soutiennent un trouble séquentiel domaine général tandis que Mayor-Dubois (2010) [91] soutient un déficit séquentiel domaine spécifique. Nos résultats vont plutôt dans le sens d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal mais nous avons trop peu de patients pour valider notre hypothèse. De plus, il pourrait exister des difficultés motrices d'ordre séquentielles sans pour autant qu'elles soient si importantes qu'elles soient qualifiées de « trouble psychomoteur ». Il faudrait donc étudier spécifiquement les résultats à une épreuve motrice séquentielle

Ensuite, il serait intéressant d'étudier la séquentialité au niveau de la modalité visuelle avec une étude comparative patterns visuels/blocs de Corsi, la première faisant appel à des capacités mnésiques visuelles simultanées, la seconde à des capacités mnésiques visuelles séquentielles. Nous suggérons que si le trouble séquentiel est spécifique au domaine verbal alors il n'y aura pas de dissociations significatives entre ces deux épreuves (comme les résultats de Parisse et coll. 2008) [100].

V. INTERACTIONS AVEC LE TROUBLE SÉQUENTIEL

Notre population d'étude est trop réduite pour effectuer des hypothèses sur les interactions entre le type de dysphasie et le trouble séquentiel.

De plus, nous relevons un biais concernant la répartition des épreuves entre les deux groupes : l'enfant dysphasique expressif a théoriquement des scores plus bas dans les épreuves expressives, or deux font partie du groupe des épreuves à traitement séquentiel conséquent (phonologie, expression syntaxique) tandis que dans le groupe d'épreuves à traitement séquentiel moindre, il n'y en a qu'une (expression lexicale).

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nous restons prudents quant à la réalité scientifique de nos résultats, nous rappelons qu'une étude sur dix enfants ne constitue pas une preuve scientifique suffisante. Cependant, cette étude longitudinale est une étude pionnière sur le sujet du trouble séquentiel de l'enfant dysphasique, objectivable sur les épreuves orthophoniques. Elle permet de mettre en valeur la possibilité d'un trouble séquentiel chez l'enfant dysphasique et montre comment étudier celui-ci à travers des épreuves langagières et mnésiques que possède tout orthophoniste.

Notre étude suggère donc que :

- Il existe un trouble séquentiel chez l'enfant dysphasique affectant son développement langagier et mnésique
- Le trouble séquentiel évolue positivement et rapidement
- Une rééducation orthophonique précoce permet une amélioration rapide du trouble séquentiel
- Le trouble séquentiel est spécifique au domaine verbal

A terme, nous espérons que le trouble séquentiel pourra ressortir des évaluations orthophoniques et ainsi permettre des rééducations centrées sur le trouble séquentiel.

Il serait intéressant de pousser cette étude en évaluant d'autres domaines faisant appel à de la séquentialité comme la modalité visuelle afin de confirmer la spécificité du trouble séquentiel au domaine verbal. Une cohorte plus conséquente permettrait de confirmer ou d'infirmer ces résultats mais aussi d'étudier plus précisément l'effet de l'intensité de la rééducation et l'effet de l'acquisition du langage écrit sur le trouble séquentiel. Pour cela, un protocole plus strict est nécessaire au Centre Référent des Troubles précoces du Langage et des Apprentissages pour obtenir des évaluations régulières sur les mêmes outils.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Aguilar, J. M., & Plante, E. (2014). Learning of grammar-like visual sequences by adults with and without language-learning disabilities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 57(4), 1394-1404.
- [2] American Psychiatric. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition: DSM-5* (5 edition). Washington, D.C: American Psychiatric Publishing.
- [3] American Psychiatric Association, & American Psychiatric Association. (1980). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: 3rd edition : DSM-3*. Washington, D.C.: APA.
- [4] American Psychiatric Association, & American Psychiatric Association (Éd.). (1987). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-III-R* (3rd ed., rev). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- [5] Assous, A. (2013). *L'expression fantasmatique : quand les mots font défaut. Etude de la narrativité et des représentations d'attachement des enfants dysphasiques*. Paris VII.
- [6] Aster, M. von, & Dellatolas, G. (2005). *ZAREKI-R, batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant*. Paris: ECPA, Éditions du Centre de psychologie appliquée.
- [7] Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford : Clarendon Press.
- [8] Barrouillet, P., Camos, V., Morlaix, S., & Suchaut, B. (2008). Progressions scolaires, mémoire de travail et origine sociale : quels liens à l'école élémentaire ? *Revue française de pédagogie*, (162), 5-14.
- [9] Batterink, L. J., Reber, P. J., Neville, H. J., & Paller, K. A. (2015). Implicit and explicit contributions to statistical learning. *Journal of Memory and Language*, 83, 62-78.
- [10] Bishop, D. V., & Edmundson, A. (1987). Specific language impairment as a maturational lag: evidence from longitudinal data on language and motor development. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 29(4), 442-459.

- [11] Botting, N. (2005). Non-verbal cognitive development and language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 46(3), 317-326.
- [12] Boutard, C. (2013). Rééducation des dysphasies. In *Les approches thérapeutiques en orthophonie : prise en charge orthophonique des troubles du langage oral* (orthoédition, p. 169-224).
- [13] Bremond, C. (1966). La logique des possibles narratifs. *Communications*, 6(1), 60-76.
- [14] Chevrie Muller, C., & Plaza, M. (2001). *N EEL - Nouvelles épreuves pour l'examen du langage* (ECPA).
- [15] Chevrie-Muller, C. (2000). *Troubles spécifiques du développement du langage. « dysphasies de développement »* (Masson). Paris: C Chevrie-Muller and J Narbona.
- [16] Chevrie-Muller, C., & Chevrie-Muller, C. (2010). *L2MA2 langage oral, langage écrit, mémoire, attention*. Paris: Éditions du Centre de psychologie appliquée.
- [17] Chiat, S. (2009). Mapping theorie of developmental language impairment: premises, predictions and evidences. *Traité de neuropsychologie de l'enfant*. Marseille.
- [18] Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures* (Mouton & Co.). The Hague.
- [19] Clahsen, H. (1989). The Grammatical Characterization of Developmental Dysphasia. *Linguistics*, (27), 897-920.
- [20] Cohen, N. ., & Squire, L. (1980). Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: dissociation of knowing how and knowing what. *Science*, 210(4466), 207-210.
- [21] Conti-Ramsden, G., & Botting, N. (1999). Classification of children with specific language impairment: longitudinal considerations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 42(5), 1195-1204.
- [22] Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2005). Modality-constrained statistical learning of tactile, visual, and auditory sequences. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 31(1), 24-39.

- [23] Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2006). Statistical learning within and between modalities: pitting abstract against stimulus-specific representations. *Psychological Science*, 17(10), 905-912.
- [24] Coquet-Devred, F., Ferrand, P., & Roustit, J. (2009). *EVALO 2-6 : évaluation du développement du langage chez l'enfant de 2 ans 3 mois à 6 ans 3 mois notes théoriques, méthodologiques et statistiques*. Isbergues (Pas-de-Calais): Ortho édition.
- [25] Crosson, B. (1985). Sub-cortical functions in language: a working model. *Brain and Language*, (25), 257-292.
- [26] Das, J. ., Kirby, J., & Jarman, R. (1975). Simultaneous and successive syntheses : an alternative model for cognitive abilities. *Psychological Bulletin*, (82), 87-103.
- [27] de Weck, G., & Rosat, M.-C. (2003). *Troubles dysphasiques : comment raconter, relater, faire agir à l'âge préscolaire* (Masson). Paris.
- [28] Desmottes, L., Meulemans, T., & Maillart, C. (2014). Les difficultés d'apprentissage procédural chez les enfants dysphasiques. *A.N.A.E.*, (131), 345-355.
- [29] Dugas, M. (1984). Les troubles sévères du développement du langage. *Journées d'enseignement et actualités neurologiques*, p. 167-178. Paris, Sidem.
- [30] Edwards, J., & Lahey, M. (1998). Nonword repetitions of children with specific language impairment: Exploration of some explanations for their inaccuracies. *Applied Psycholinguistics*, 19(2), 279-309.
- [31] Evans, J.-L., Saffran, J. ., & Robe-Torres, K. (2009). Stastical learning in children with specific language impairment. *Journal of speech, language and hearing research*, 52(2), 321-335.
- [32] Fey, M., & Leonard, L. (1983). Pragmatic Skills of children with specific language impairment. In *Pragmatic assessment and intervention issues in language*. (College Hill Press). San Diego: T Gallagher and C Prutting.

- [33] Fey, M.-E., Cleave, P., & Long, S. (1994). *Reconsiderations of IQ criteria in the definition of specific language impairment* (Paul H. Brookes). Baltimore: R. V. Watkins et M. L. Rice.
- [34] Fiser, J., & Aslin, R. N. (2002). Statistical learning of new visual feature combinations by infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(24), 15822-15826.
- [35] Flessas, J., & Lussier, F. (1995). Preuve de simultanéité verbale ; les styles cognitifs en quatre quadrants. *Montréal : Service des Publications de l'Hôpital Sainte-Justine*, p. 164. Montréal.
- [36] Flessas, J., & Lussier, F. (2003). *EVAC épreuve verbale d'aptitudes cognitives (ecpa)*. Paris.
- [37] Fraisse, P. (1967). Latency of different verbal responses to the same stimulus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19(4), 353-355.
- [38] Friedmann, N., & Novogrodsky, R. (2007). Is the movement deficit in syntactic SLI related to traces or to thematic role transfer? *Brain and Language*, 101(1), 50-63.
- [39] Gabriel, A., Maillart, C., Guillaume, M., Stefaniak, N., & Meulemans, T. (2011). Exploration of serial structure procedural learning in children with language impairment. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 17(2), 336-343.
- [40] Gabriel, A., Meulemans, T., Parisse, C., & Maillart, C. (2013). Procedural learning across modalities in French speaking children with specific language impairment. *Université de Liège, MODYCO, HAL*.
- [41] Gabriel, A., & Urbain, C. (2012). Implication des mécanismes d'apprentissage de régularités dans l'acquisition du langage chez l'enfant sain et dysphasique. In C. Maillart & M.-A. Schelstraete, *Les dysphasies : de l'évaluation à la rééducation* (Elsevier Masson).
- [42] Gall, F. (1835). *The function of the brain and each of its parts. 5. Organology*. Boston, Marsh, Capen & Lyon.

- [43] Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove: Erlbaum.
- [44] Gérard, C. L. (2003). Place des syndromes dysphasiques parmi les troubles du développement du langage chez l'enfant. In *Les dysphasies : rencontres en rééducation* (p. 1-17). Paris: Masson.
- [45] Gérard, C.-L. (1993). *L'enfant dysphasique: évaluation et rééducation*. Bruxelles: De Boeck-Université.
- [46] Gomez, R. L., & Gerken, L. (1999). Artificial grammar learning by 1-year-olds leads to specific and abstract knowledge. *Cognition*, 70(2), 109-135.
- [47] Gopnik, M. (1990). Genetic basis of grammar defect. *Nature*, 347(6288), 26.
- [48] Gopnik, M., & Crago, M. B. (1991). Familial aggregation of a developmental language disorder. *Cognition*, 39(1), 1-50.
- [49] Grégoire, J. (2007). Les indices du Wisc-iv et leur interprétation. *Le journal des psychologues*, (253), 26-30.
- [50] Grunow, H., Spaulding, T. J., Gómez, R. L., & Plante, E. (2006). The effects of variation on learning word order rules by adults with and without language-based learning disabilities. *Journal of Communication Disorders*, 39(2), 158-170.
- [51] Guilfoyle, E., Allen, S., & Moss, S. (1991). Specific Language Impairment and the Maturation of Functional categories. Présenté à Boston Conference on Language Development, Boston.
- [52] Halle, M., & Marantz, A. (1993). Distributed Morphology and the Pieces of Inflection. In *The View from Building : 20 Essays in Linguistic in Honor of Sylvain Bromberger* (K Hale and SJ Keyser, p. 110-176). Cambridge: MIT Press.
- [53] Halliday, M. A. K., & Hasan, R. (1976). *Cohesion in English* (Nachdr.). London: Longman.

- [54] Hamann, C., Penner, Z., & Lindner, K. (1998). German impaired grammar: The clause structure revisited. *Language acquisition*, (7), 193-245.
- [55] Hedenius, M., Persson, J., Tremblay, A., Adi-Japha, E., Veríssimo, J., Dye, C. D., Ullman, M. T. (2011). Grammar predicts procedural learning and consolidation deficits in children with Specific Language Impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2362-2375.
- [56] Hick, R., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2005). Cognitive abilities in children with specific language impairment: consideration of visuo-spatial skills. *International Journal Of Language and Communication Disorders*, 40, 137-149.
- [57] Hill, E. L. (2001). Non-specific nature of specific language impairment: a review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders / Royal College of Speech & Language Therapists*, 36(2), 149-171.
- [58] Hitch, G. J., Flude, B., & Burgess, N. (2009). Slave to the rhythm: experimental test of a model for verbal short-term memory and long-term sequence learning. *Journal of memory and language*, 61, 97-111.
- [59] Hsu, H. J., & Bishop, D. V. M. (2014). Sequence-specific procedural learning deficits in children with specific language impairment. *Developmental Science*, 17(3), 352-365.
- [60] Jakobson, R. (1960). *Essais de linguistique générale* (Minuit, Vol. I et II). Paris.
- [61] Jakubowicz, C. (2003). Hypothèses psycholinguistiques sur la nature du déficit dysphasique. In *Les dysphasies : entretiens de rééducation et réadaptation fonctionnelles* (p. 23-71). Paris: Masson.
- [62] Joanisse, M. F., & Seidenberg, M. S. (1998). Specific language impairment: a deficit in grammar or processing? *Trends in Cognitive Sciences*, 2(7), 240-247.
- [63] Keele, S., Jennings, P., Jones, S., Caulton, D., & Cohen, A. (1995). On the modularity of sequence representation. *Journal Of Motor Behavior*, 27(1), 17-30.

- [64] Kemény, F., & Lukács, A. (2013). Stimulus dependence in probabilistic category learning. *Acta Psychologica, 143*(1), 58-64.
- [65] Kerr, J. (1917). Congenital or developmental dysphasia. *Journal of Delinquency, 2*(6).
- [66] Khomsi, A. (2008). *ELO - évaluation du langage oral* (ECPA).
- [67] Kidd, E. (2012). Individual differences in syntactic priming in language acquisition. *Applied Psycholinguistics, 33*, 393-418.
- [68] Kintsch, W., & Van Dijk, T.-A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review, (85)*, 363-394.
- [69] Kirk, U. (2012). *Neuropsychology of Language, Reading and spelling*. Elsevier.
- [70] Laporte, É. (2007). Analyse cognitive des tâches impliquées dans les épreuves du wisc4. *L'orientation scolaire et professionnelle, (36/3)*, 438-460.
- [71] Leclercq, A.-L., & Leroy, S. (2012). Introduction générale à la dysphasie : caractéristiques linguistiques et approches théoriques. In C. Maillart & M.-A. Schelstraete, *Les dysphasies : de l'évaluation à la rééducation* (Elsevier Masson).
- [72] Leonard, L. (1989). Language learnability and Specific Language Impairment in Children. *Applied Psycholinguistics, (10)*, 179-202.
- [73] Leonard, L. (1995). Functional Categories in the Grammars of Children with Specific Language Impairment. *Journal of Speech and Hearing Research, (38)*, 1270-1283.
- [74] Lequette, C., Pouget, G., & Zorman, M. (2005). *ODEDYS version 2*. CHU Grenoble: cognisciences.
- [75] Levelt, W. J., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *The Behavioral and Brain Sciences, 22*(1), 1-38-75.
- [76] Lévy, J. (1972). Lateral Specialization of the Human Brain : Behaviorial Manifestations and Possible Evolutionary Basis. In *Biology and Behavior* (J.A.Kiger). Corvallis, Oregon State: University Press.

- [77] Lum, J. A. ., Conti-Ramsden, G., Morgan, A. T., & Ullman, M. T. (2014). Procedural learning deficits in SLI: A meta-analysis of serial reaction time task performance. *Cortex*, 51(100), 1-10.
- [78] Lum, J. A. G., Conti-Ramsden, G., Page, D., & Ullman, M. T. (2012). Working, declarative and procedural memory in specific language impairment. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 48(9), 1138-1154.
- [79] Lum, J. A. G., & Kidd, E. (2012). An examination of the associations among multiple memory systems, past tense, and vocabulary in typically developing 5-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 55(4), 989-1006.
- [80] Luria, A. . (1970). The functional Organization of the Brain. *Scientific American*, (222), 66-78.
- [81] Macoir, J., & Fossard, M. (2008). Mémoire à long terme et langage : différenciation entre accès aux mots en mémoire déclarative et l'application de règles en mémoire procédurale. *SPECTRUM*, 1.
- [82] Maillart, C. (2007). Représentations phonologiques et dysphasie. *rééducation orthophonique*, 229, 127-137.
- [83] Maillart, C., & Schelstraete, M.-A. (2012). *Les dysphasies : de l'évaluation à la rééducation* (Elsevier Masson).
- [84] Maillart, C., Schelstraete, M.-A., & Hupet, M. (2004). Phonological representations in children with SLI: a study of French. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 47(1), 187-198.
- [85] Majerus, S. (2012). Interprétation et évaluation de la mémoire à court terme verbale dans les troubles spécifiques du développement du langage. In C. Maillart & M.-A. Schelstraete, *Les dysphasies : de l'évaluation à la rééducation* (Elsevier Masson).

- [86] Majerus, S., Heiligenstein, L., Gautherot, N., Poncelet, M., & Van der Linden, M. (2009). Impact of auditory selective attention on verbal short-term memory and vocabulary development. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*(1), 66-86.
- [87] Mansy, A., Hamard, M.-L., Fourchard, F., Marchois, P., & Guerrien, A. (2001). Capacités motrices et capacités langagières d'enfants de 5 à 8 ans : leurs interrelations. *Revue française de linguistique appliquée*, *6*(1).
- [88] Marchal, A. (2011). *Précis de physiologie de la production de la parole* (groupe de Boeck).
- [89] Marshall, C. R., & van der Lely, H. K. J. (2006). A challenge to current models of past tense inflection: the impact of phonotactics. *Cognition*, *100*(2), 302-320.
- [90] Marshuetz, C., Reuter-Lorenz, P. A., Smith, E. E., Jonides, J., & Noll, D. C. (2006). Working memory for order and the parietal cortex: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience*, *139*(1), 311-316.
- [91] Mayor-Dubois, C. (2010). *Apprentissage procédural chez l'enfant : études développementales et cliniques*. Genève.
- [92] Mayor-Dubois, C., Zesiger, P., Van der Linden, M., & Roulet-Perez, E. (2014). Nondeclarative learning in children with specific language impairment: predicting regularities in the visuomotor, phonological, and cognitive domains. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, *20*(1), 14-22.
- [93] McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2004). Which people with specific language impairment have auditory processing deficits? *Cognitive Neuropsychology*, *(21)*, 79-94.
- [94] Merritt, D.-D., & Liles, B. Z. (1987). Story grammar ability in children with and without language disorder: story generations, story retelling, and story comprehension. *Journal of Speech and Hearing Research*, *(30)*, 539-552.

- [95] Merritt, D.-D., & Liles, B. Z. (1989). Narrative analysis : clinical applications of story generation and story retelling. *Journal of Speech and Hearing Research*, (54), 438-447.
- [96] Montgomery, J. . (2000). Verbal working memory and sentence comprehension in children with specific imparment. *Journal of speech, language and hearing research*, 44(2), 416-433.
- [97] Montgomery, M. (1995). *An introduction to language and society*.
- [98] Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology* (Appleton Century-Crafts). New York.
- [99] Parisse, C., & Maillart, C. (2010). Nouvelles propositions pour la recherche et l'évaluation du langage chez les enfants dysphasiques. In *Autour du mot : pratiques et compétences* (p. 201-222).
- [100] Parisse, C., & Mollier, R. (2008). Le déficit de mémoire de travail chez les enfants dysphasiques est-il ou non spécifique du langage ? In *HAL* (p. 1819-1830).
- [101] Paul, R., & Smith, R. (1993). Narrative skills in 4-year-olds with normal, impaired, and late-developing language. *Journal of Speech and Hearing Research*, (36), 592-598.
- [102] Piaget, J. (1948). *Le Langage et la Pensée chez l'enfant : Etudes sur la logique de l'enfant* (Delachaux et Niestlé S.A, Vol. 3e ed.). Institut des sciences de l'éducation de l'Université de Genève.
- [103] Radford, A. (1990). *Syntactic theory and the acquisition of English syntax* (Blackwell). Cambridge, MA.
- [104] Rapin, I., & Allen, D. A. (1983). Developmental language disorders: nosologies considerations. *Neuropsychology of language, reading, and spelling*, p. 155-184. New York : Academic Press.
- [105] Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Behavior*, (6), 855-863.
- [106] Reber, A. S. (1969). Transfer of syntactic structure in synthetic languages. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 115-119.

- [107] Rescorla, L., Roberts, J., & Dahlsgaard, K. (1997). Late talkers at 2: Outcomes at age 3. *Journal of Speech and Hearing Research*, 40(3), 556-566.
- [108] Rice, M. L., & Wexler, K. (1995). Extended optional infinitive (EOI) account of specific language impairment (Vol. 2, p. 451-462). Présenté à Proceedings of the 19th annual, Somerville, MA : Cascadilla Press: D.MacLaughlin et S.McEwan.
- [109] Riches, N. G., Tomasello, M., & Conti-Ramsden, G. (2005). Verb learning in children with SLI: frequency and spacing effects. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 48(6), 1397-1411.
- [110] Ricoeur, P. (1985). *Temps et récit : 3. Le temps raconté* (Le Seuil). Paris: Points essais.
- [111] Saffran, J. R., Johnson, E. K., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1999). Statistical learning of tone sequences by human infants and adults. *Cognition*, 70(1), 27-52.
- [112] Seger, C. A. (2006). The basal ganglia in human learning. *The Neuroscientist: A Review Journal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry*, 12(4), 285-290.
- [113] Sengottuvel, K., & Rao, P. K. S. (2015). Inflectional versus derivational abilities of children with specific language impairment- A panorama from sequential cognition. *Annals of Neurosciences*, 22(2), 87-96.
- [114] Stein, N., & Glenn, C. (1979). *An analysis of story comprehension in elementary school children*. Ablex, Norwood (NJ): R.O. Freedle.
- [115] Tallal, P. (1990). Fine-grained discrimination deficits in language-learning impaired children are specific neither to the auditory modality nor to speech perception. *Journal of speech, language and hearing research*, 33(3), 616-617.
- [116] Tallal, P., Miller, S., & Fitch, R. H. (1993). Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682, 27-47.

- [117] Tomblin, B., Mainela-Arnold, E., & Zhang, X. (2007). Procedural learning in children with and without specific language impairment. *Journal of child language learning and development*, 3, 269-293.
- [118] Tran, T. (2001). Les accidents de la parole dans le langage ordinaire et aphasique : du normal au pathologique. *Revue française de linguistique appliquée*, 6(1).
- [119] Ullman, M. . (2013). Declarative/procedural model of language. in *H.Pashler encyclopedia of the mind*, 224-226.
- [120] Ullman, M. . (2015). Theories in second language acquisition : An introduction. In *The declarative/procedural model : a neurobiological motivated theory of first and second language* (B.VanPatten and J.Williams). New York, Routledge.
- [121] Ullman, M. T., & Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: the procedural deficit hypothesis. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 41(3), 399-433.
- [122] Vâisse, L. (1866). Des sourds-muets et de certains cas d'aphasie congénitale. *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1, 146-150.
- [123] Vallée, L. (2014). Les TSLO (troubles spécifiques du langage oral) chez l'enfant. Introduction. *A.N.A.E.*, (129), 147.
- [124] van der Lely, H. K. J. (2005). Domain-specific cognitive systems: insight from Grammatical-SLI. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 53-59.
- [125] Wechsler, D. (2004). *WPPSI-III : Echelle d'intelligence de Wechsler pour la période préscolaire et primaire. 3ème édition.* (ECPA : Editions du Centre de Psychologie Appliquée).
- [126] Wechsler, D. (2005). *Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants: WISC-IV.*
- [127] World Health Organization. (1992). *The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders: Clinical Descriptions and Diagnostic Guidelines* (1 edition). Geneva: World Health Organization.

- [128] Yu, C., & Ballard, D. H. (2007). A unified model of early word learning: Integrating statistical and social cues. *Neurocomputing*, (70), 2149-2165.
- [129] Zardini, G. (2006). Specific language impairment: definition and diagnostic criteria. In D. Riva, I. Rapin, & G. Zardini (Éd.), *Language normal and pathological development* (Maria Majno). Montrouge, France: John Libbey Eurotext.

ANNEXES

ANNEXE A : Tableau récapitulatif des hypothèses	75
ANNEXE B : Étude de cas cliniques HD et GD	76
ANNEXE C : Tableau récapitulatif des données de chaque patient	83
ANNEXE D : Développement du lexique et traitement séquentiel	85
ANNEXE E : Le traitement séquentiel dans l'exercice de dénomination	87
ANNEXE F : Le traitement séquentiel impliqué dans la morphologie inflectionnelle	88
ANNEXE G : Intervention des traitements séquentiels dans les tests ELO et NEEL	89

ANNEXE A : Tableau récapitulatif des hypothèses

Hypothèses	Enfants testés										Résultats		
	CB	HD	ED	GD	MJ	EJ	JJ	CL	VM	LU	A (%)	R (%)	NS
A1	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	90	10	0
A2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100	0	0
A3	R	A	A	R	A	A	R	R	A	R	50	50	0
A4	NS	A	A	R	A	A	NS	A	A	A	87.5	12.5	2
B1	A	A	A	R	R	A	A	A	A	A	80	20	0
B2	A	A	NS	A	A	A	A	A	A	A	100	0	1
B3	A	R	NS	R	R	NS	A	A	A	A	62.5	37.5	2
B4	A	A	A	A	R	NS	A	A	A	A	88.9	11.1	1

A : hypothèse Acceptée

R : hypothèse Rejetée

NS : analyse Non Significative

Hypothèse A1 : Les scores aux empans endroits sont en dessous de la moyenne quel que soit le temps d'évaluation

Hypothèse A2 : Les scores aux empans endroits évoluent positivement et plus rapidement que la moyenne

Hypothèse A3 : les scores aux empans envers sont en-dessous de la moyenne à t0 et t1

Hypothèse A4 : les scores aux empans envers évoluent positivement et plus rapidement que la moyenne

Hypothèse B1 : à t0, les scores aux épreuves à traitement séquentiel consécutif (Groupe séquentiel) sont plus atteints que les scores aux épreuves à traitement séquentiel moins consécutif

Hypothèse B2 : Les scores aux épreuves à traitement séquentiel évoluent positivement

Hypothèse B3 : Les scores aux épreuves à traitement séquentiel évoluent plus vite que les scores aux épreuves non séquentielles

Hypothèse B4 : à t2, la différence entre les scores des deux groupes est plus faible qu'à t0

ANNEXE B : Étude de cas cliniques HD et GD

HD

Anamnèse

HD est âgé de cinq ans et demi, il est adressé par un médecin pédopsychiatre pour un retard de langage.

La plainte des parents concerne des difficultés de langage présentes depuis un an et demi.

Les premiers mots sont apparus à dix-huit mois mais le langage n'a pas progressé jusqu'à son entrée en maternelle. La marche est acquise à dix-sept mois. Les parents notent que la mastication et la déglutition posent toujours problème à HD, et que les morceaux ne sont acceptés que depuis quelques mois.

HD a souffert d'otites séreuses accompagnées d'une perte d'audition bilatérale de 30% entre la petite et la moyenne section de maternelle. A l'école, HD s'est mis en retrait sur le plan relationnel. L'audition s'est normalisée en décembre et a permis des progrès relationnels sans évolution du langage.

HD suivait une rééducation orthophonique à raison d'une fois par semaine puis à raison de trois fois par semaine depuis quelques mois. HD bénéficie d'une aide spécialisée à l'école une fois par semaine.

Au niveau des antécédents familiaux, il est à noter des difficultés orthographiques chez le père.

Diagnostic

L'équipe pluridisciplinaire a posé un diagnostic de dysphasie mixte sans retard cognitif ni trouble de la personnalité associé. Les bilans psychomoteurs, EEG, PEA et IRM cérébrale sont normaux.

Présentation des différents temps d'évaluation

Temps d'évaluation	âge	Classe réelle	Classe de son âge	Fréquence de la rééducation orthophonique par semaine
t0	5 ans et 10 mois	GSM	GSM	3
t1	8 ans 3 mois	CP	CE1	3
t2	9 ans 3 mois	CE1	CE2	1
t3	10 ans 1 mois	CE2	CM1	2
t4	11 ans	CM1	CM2	2

Tableau (HD) : correspondance temps, âge, classe réelle, classe âge, fréquence rééducations orthophoniques par semaine.

Temps	Comportement de HD durant les bilans orthophoniques
t0	HD est un enfant de bon contact.
t1	HD est gai et chaleureux, avec une bonne incitation verbale en spontané et une informativité conservée malgré une intelligibilité très atteinte. Il est à noter une certaine logorrhée et des signes d'instabilité.
t2	Les éléments relationnels sont bons, la qualité attentionnelle est en progrès mais il persiste des décrochages attentionnels.
t3	HD est plus calme mais la présence d'une fatigabilité demeure.
t4	HD semble bien structuré et calme pendant l'entretien mais des éléments d'agitation avec manque attentionnel apparaissent en fin de bilan.

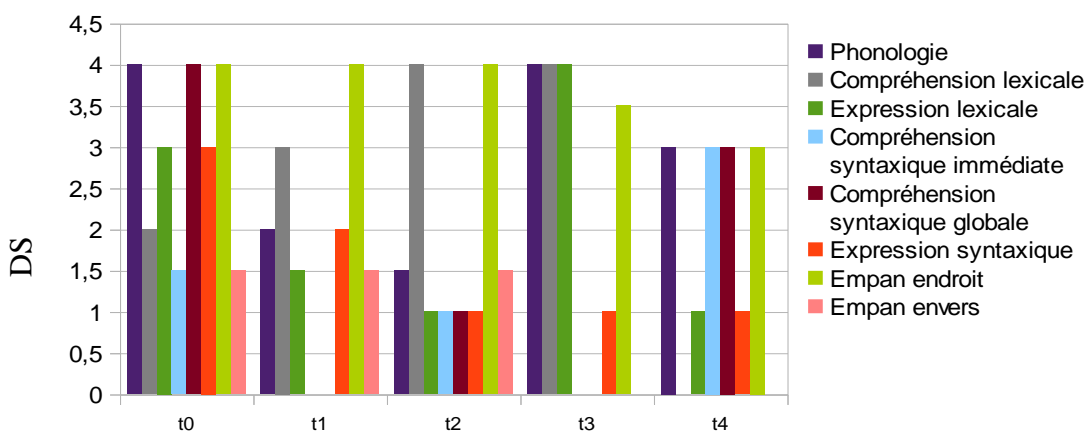
Tableau (HD) : comportement à chaque évaluation orthophonique

La fatigabilité dont souffre HD pendant les épreuves langagières confirment ce que relève régulièrement la littérature scientifique. Les éléments attentionnels suggèrent des compétences langagières très coûteuses sur le plan attentionnel.

Résultats aux épreuves orthophoniques

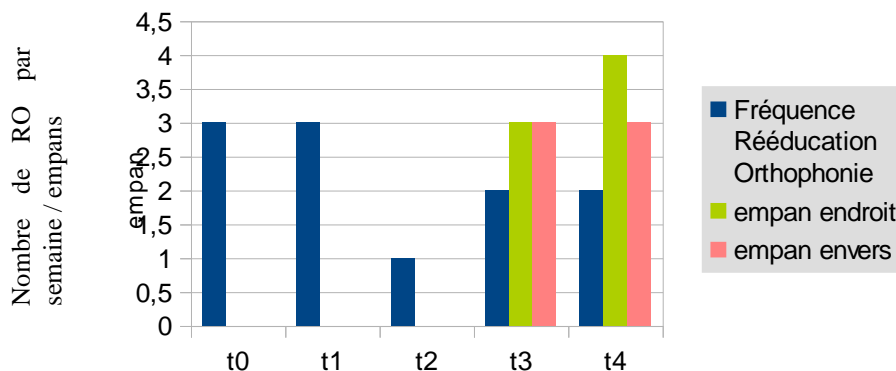
EPREUVES (en écart-type)	t0	t1	t2	t3	t4
Phonologie	4	2	1,5	4	3
Compréhension lexicale	2	3	4	4	0
Expression lexicale	3	1,5	1	4	1
Compréhension syntaxique immédiate-globale	1,5 – 4	0-0	1	0-0	3-3
Expression syntaxique Production d'énoncés	3	2	1	1	1
Empan endroit (empan)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	3,5 (3)	3 (4)
Empan envers (empan)	1,5 (0)	1,5 (0)	1,5 (0)	0 (3)	0 (3)

Tableau(HD) : résultats : déviations réelles en valeurs absolues (0 correspond à absence de trouble, 4 à -4DS)



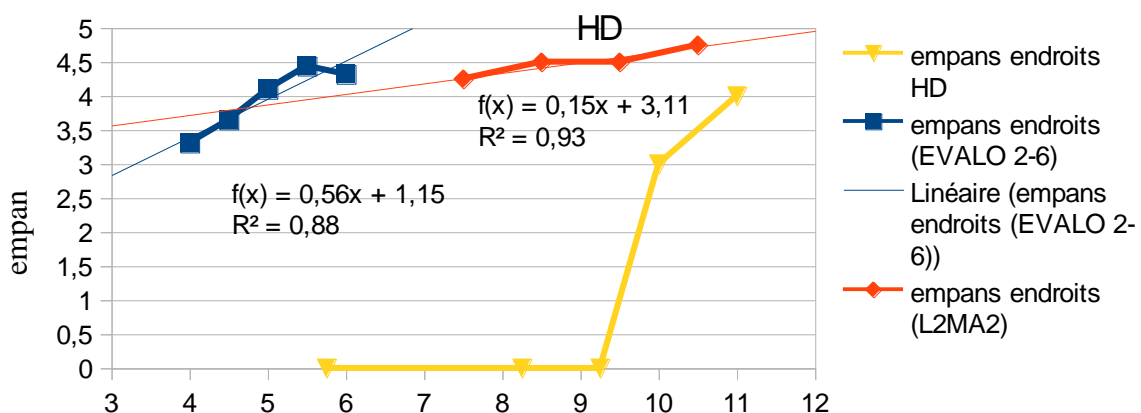
Graphique (HD) : résultats : déviations réelles en valeurs absolues (0 correspond à absence de trouble, 4 à -4DS)

Les versants expressifs et intégratifs sont atteints de façon longitudinale : nous sommes bien en présence d'une dysphasie de type mixte. Les performances sont extrêmement variables au cours du temps. Le trouble phonologique reste très résistant. L'expression syntaxique est sensible à la rééducation orthophonique. Le passage à une séance d'orthophonie par semaine à t2 a fait chuter les scores aux épreuves de compréhension tant au niveau lexical que syntaxique alors que ce domaine s'améliorait auparavant avec une fréquence de rééducation soutenue. De plus, il est intéressant d'observer que les scores aux épreuves le plus soumises à un traitement séquentiel (Phonologie, Compréhension lexicale, empan endroit) sont les plus bas à t2, ce qui confirmerait que la rééducation orthophonique soutenue permettrait une amélioration anticipée du traitement séquentiel.

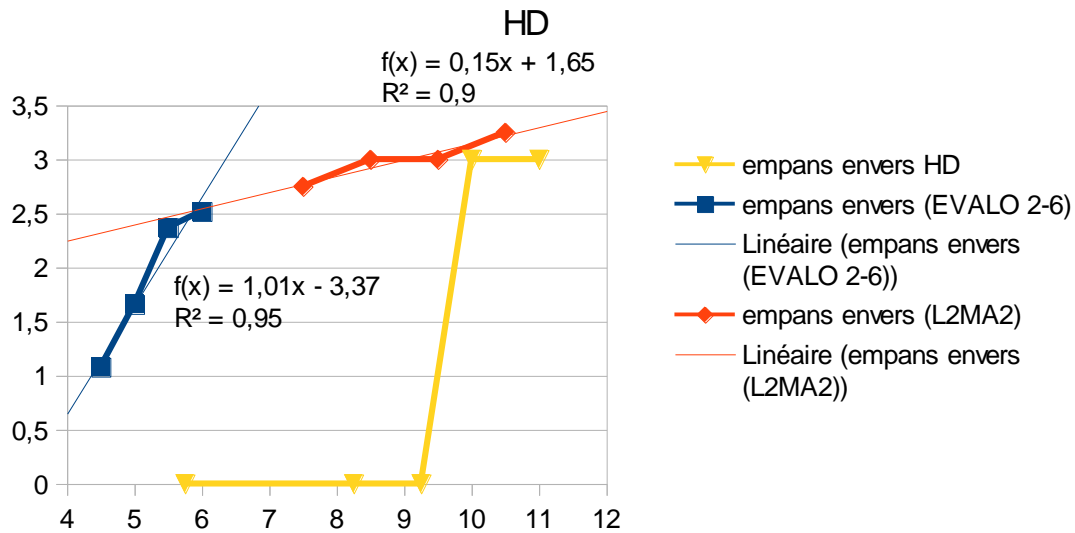


Graphique (HD): évolution des empan endroit et envers en fonction de la fréquence de la rééducation orthophonique

A t2, la rééducation orthophonique est passée à une fois par semaine ; les résultats en capacités mnésiques auditivo séquentielles ont chuté, puis lorsque la rééducation s'est intensifiée, les capacités se sont améliorées.



Graphique (H) : évolution des empan endroits par rapport à par rapport à son âge



Graphique (HD) : évolution des empanns envers par rapport à son âge

L'évolution des capacités auditivo mnésiques séquentielles immédiates est très forte à partir de neuf ans, bien qu'elle stagne jusqu'à ses neuf ans. Les capacités de la boucle phonologique et de l'administrateur central évoluent en même temps, mais les performances restent en dessous de la moyenne pour l'épreuve de répétition de chiffres endroit.

GD

Anamnèse

GD est âgé de quatre ans et deux mois quand il consulte pour la première fois au Centre Référent du Langage et des Apprentissages. Il est adressé par un pédopsychiatre qui l'avait précédemment reçu pour une suspicion de retard de développement, diagnostic ayant eu des conséquences chez la maman. La pédopsychiatre rapporte de nombreuses angoisses de séparation, mais il semble qu'elles se soient atténuées à ce jour.

GD est en moyenne section de maternelle, il a débuté la rééducation orthophonique à raison de deux fois par semaine six mois auparavant.

Du point de vue développemental, GD a prononcé ses premiers mots à l'âge d'un an et demi – deux ans, après une période de babillage. Des difficultés d'ordre attentionnel sont évoquées. Le développement psychomoteur est sans particularités.

Son oncle paternel aurait eu des problèmes d'articulation.

Diagnostic

Le diagnostic de dysphasie expressive accompagné d'un retard psychomoteur a été posé. L'examen neurologique est normal, les appétences communicationnelles sont préservées et les possibilités intellectuelles sont normales. GD n'a pas de trouble de la personnalité.

Présentation des différents temps d'évaluation

Temps d'évaluation	Age	Classe réelle	Classe de son âge	Fréquence de la rééducation orthophonique par semaine
t0	4 ans 2 mois	MSM	MSM	3
t1	8 ans	CE2	CE2	3
t2	9 ans 2 mois	CM1	IME	3
t3	9 ans 11 mois	CM1	IME	2,5

Tableau (GD) : correspondance temps, âge, classe réelle, classe âge, fréquence rééducations orthophoniques par semaine

Temps	Comportement de GD durant les bilans orthophoniques
t0	GD est dans la communication et l'échange, de bon contact, discours fluent voire logorrhéique. GD a conscience de ses difficultés à être intelligible.
t1	GD est inquiet, s'exprime peu spontanément, mais la relation se détend peu à peu.
t2	Le comportement s'améliore : plus stable, plus dans la participation et l'interaction. Nous relevons une attention fluctuante et une anxiété sous-jacente.
t3	GD exprime ses difficultés et son anxiété. Il abandonne certaines épreuves.

Tableau (GD) : comportement à chaque évaluation orthophonique

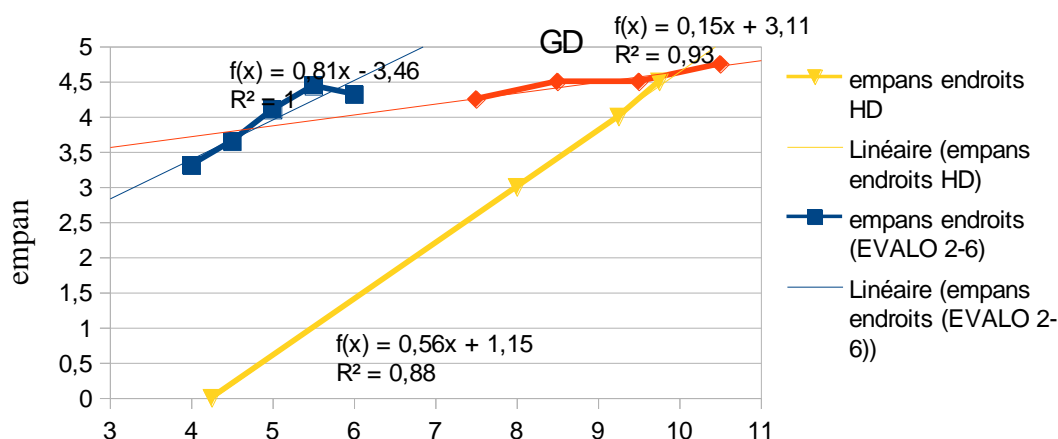
Bien que GD ait conscience de ses difficultés langagières dès quatre ans, son comportement s'est amélioré peu à peu. Nous remarquons la présence d'une anxiété majeure qui se conforte avec le temps.

Résultats aux épreuves orthophoniques

EPREUVES (en écart-type)	t0	t1	t2	t3
Phonologie	4	4	4	4
Compréhension lexicale	1,5	0	0	0
Expression lexicale	4	0	0	0
Compréhension syntaxique immédiate-globale	2-2	0,5-1,5	1-0	1-0
Production d'énoncés	0,5	0,5	0	0
Empan endroit (empan)	0,5 (0)	3 (3)	1 (4)	0 (4,5)
Empan envers (empan)	1,5 (0)	1 (3)	1,5 (0)	0 (3,5)

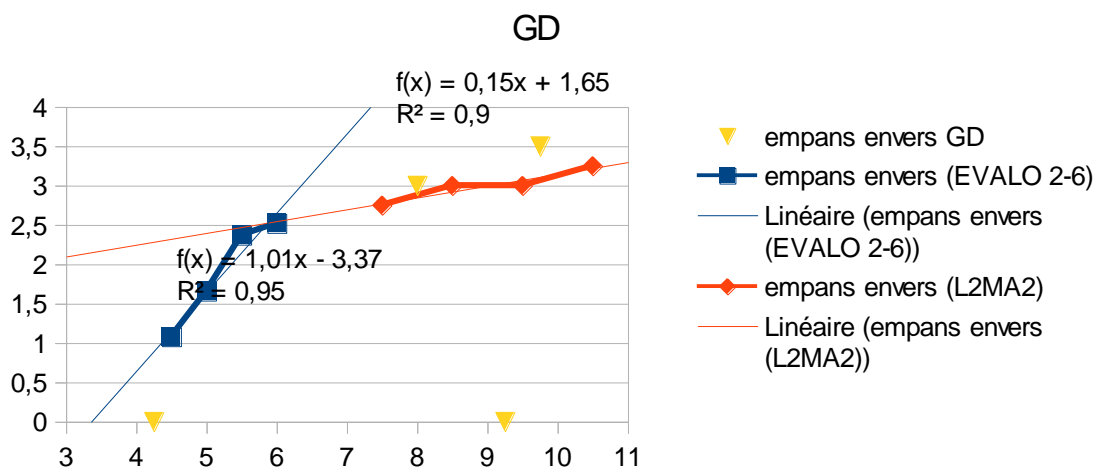
Tableau (G) : résultats : déviations réelles en valeurs absolues (0 correspond à absence de trouble, 4 à -4DS)

L'évolution est bonne pour tous les domaines grâce à une rééducation orthophonique soutenue et régulière. La phonologie est très résistante à la rééducation alors que les épreuves de compréhension s'améliorent très nettement ; cela confirme le diagnostic de dysphasie expressive. Les épreuves de compréhension lexicale et d'expression syntaxique soumises à un traitement séquentiel important s'améliorent très rapidement ce qui va dans le sens d'une amélioration des compétences en traitement séquentiel grâce à une rééducation orthophonique intensive et régulière.



Graphique (GD) : évolution des empanns endroits par rapport à son âge

Le coefficient de détermination de 1 permet une bonne interprétation des données. Le coefficient directeur de la fonction linéaire de tendance à 0,56 révèle une évolution positive des performances et plus rapide que la moyenne.



Graphique (GD) : évolution des empanns envers par rapport à sa classe (points jaunes) et par rapport à son âge (points rouges)

Deux évaluations donnent un score à 0, les deux autres montrent des capacités de l'administrateur central subnormales, l'évolution globale n'est pas interprétable.

CONCLUSION

Ces deux enfants diffèrent par la sémiologie de leur dysphasie (une mixte et une expressive). Les résultats aux épreuves de rétention de chiffres endroits révèlent pour tous les deux une amélioration des compétences de la boucle phonologique grâce à une rééducation orthophonique soutenue, mais aussi des performances toujours en-dessous de la moyenne des enfants de leur âge ou de leur classe. Cela reflète des capacités mnésiques auditivo-séquentielles immédiates atteintes chez l'enfant dysphasique mais sensibles à la rééducation.

Les résultats aux épreuves de rétention de chiffres envers sont souvent au-dessus des moyennes des enfants de leur classe ou de leur âge, ce qui révèle de bonnes capacités au niveau de l'administrateur central. La variabilité des résultats à cette épreuve pourrait être due à une incompréhension de la consigne, étant donné les troubles réceptifs de ces enfants. L'hétérogénéité des résultats ne nous permet pas d'étudier l'évolution des capacités de l'administrateur central.

De plus, les épreuves soumises à un traitement séquentiel important semblent sensibles à l'intensité de la rééducation orthophonique. Enfin, l'intensité des troubles aux épreuves nécessitant un traitement séquentiel important est visible pour le cas de HD (dysphasie mixte) mais plus discrète dans le cas de GD (dysphasie expressive).

ANNEXE C : Tableau récapitulatif des données de chaque patient

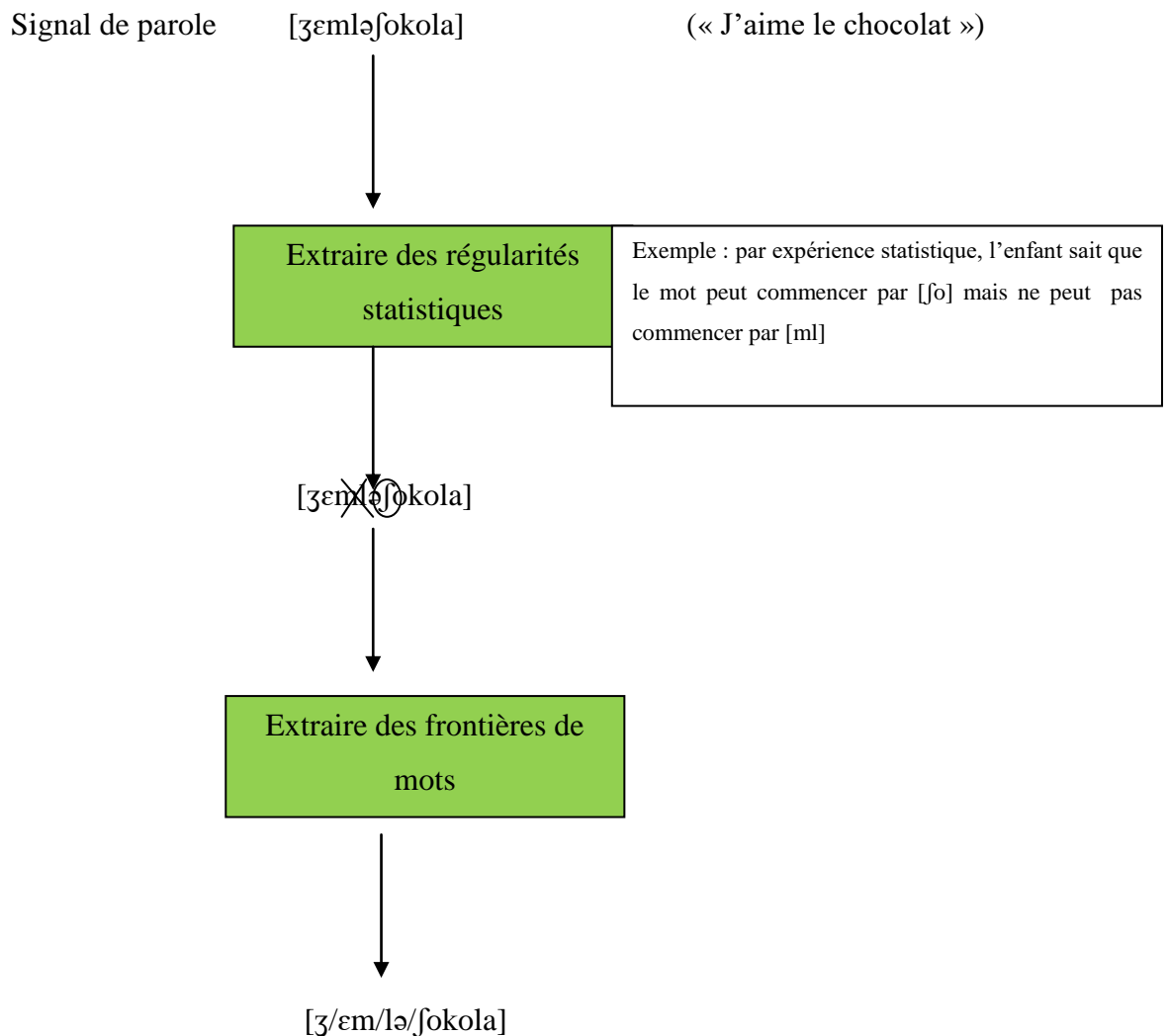
NOM	Sexe	Age_diagnostic		Fréquence _RO	Troubles_ associés_ psychomot	Type_du _trouble	Age_début_ RO	
CB	2	4	7	3	1	2	3	11
HD	1	5	10	3	0	1	5	4
ED	1	4	7	3	1	1	3	9
GD	1	4	2	3	1	2	3	8
MJ	1	6	0	1	0	1	5	6
EJ	1	5	1	2	0	1	4	6
JJ	1	4	10	2	0	2	3	8
CL	1	4	7	2	0	2	4	5
VM	1	6	0	3	0	2	4	0
LU	1	4	11	4	0	1	3	11

NOM	Age_TO		Fr _RO	Classe _TO	Phono _TO	Exp Lex_ TO	Comp Lex_ _TO	Comp Synt1 _TO	Comp Synt2 _TO	Exp Synt _TO	ED _TO	DSED _TO	EV _TO	DSEV _TO
CB	4	7	3	MSM	4	1,5	0	0	0	0,5	0	3,5	0	0
HD	5	10	3	GSM	4	3	2	1,5	4	3	0	4	0	2,5
ED	4	7	3	MSM	3	2	2	0,5	1,5	1,5	0	3,5	0	0
GD	4	2	3	MSM	4	4	1,5	2	2	0,5	0	1,5	0	0
MJ	6	0	1	CP	2,5	2,5	2	1,5	2,5	4	0	4	0	2,5
EJ	5	1	2	GSM	2,5	0,5	0,5	0	2,5	1,5	0	4	0	1,5
JJ	4	11	2	MSM	4	1,5	0	0	0	1,5	0	4	0	1,5
CL	4	7	2	MSM	4	0,5	0,5	0	0	2,5	0	3,5	0	0
VM	6	0	3	CP	4	1,5	0	1,5	1,5	2,5	0	4	0	2,5
LU	4	11	4	MSM	4	3	2,5	0	0	4	0	4	0	1,5

NOM	Age		Fr RO	Classe_Theo	Classe-T1	Phono_T1	Exp Lex_T1	Comp Lex_T0	Comp Synt1_T1	Comp Synt2_T1	Exp Synt_T1	ED_T1	DSED_T1	EV_T1	DSEV_T1
	_T1														
CB	7	4	3	CE1	CE1	0	1,5	0	0	1	0	5	1	4	2
HD	9	3	1	CE2	CE1	1,5	1	4	1	1	1	0	4	0	1,5
ED	9	3	3	CM1	CE1	4	3	4	2	3	2	3	2	0	1,5
GD	8	0	3	CE2	CE2	4	0	0	0,5	1,5	0,5	3	2	3	0
MJ	9	3	2	CM1	CE2	1,5	1,5	1	1	0	1,5	3,5	1,5	3,5	0
EJ	5	11	2	CP	CP	2,5	1	0	0	2	2	3,5	0,5	0	2
JJ	7	9	2	CE1	CP	4	1,5	0	1	1	1,5	1	4	3	0
CL	8	3	2	CE2	CE1	3	1,5	1	0	0	3	2	1,5	3	0
VM	8	6	3	CE2	CE2	4	1,5	0	4	4	4	0	4	0	1,5
LU	8	0	4	CE2	CE1	2,5	0	2	0	4	4	3	2	3	0

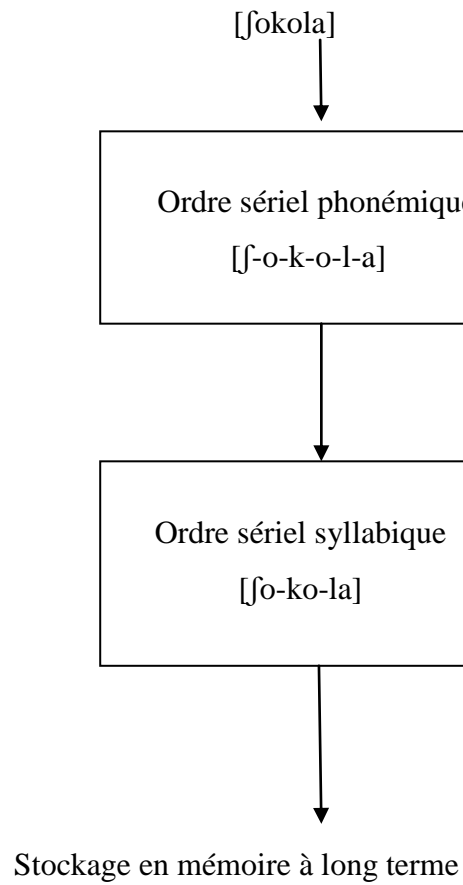
NOM	Age		Fr RO	Classe_Theo	Classe-T1	Phono_T1	Exp Lex_T1	Comp Lex_T0	Comp Synt1_T1	Comp Synt2_T1	Exp Synt_T1	ED_T1	DSED_T1	EV_T1	DSEV_T1
	_T1														
CB	7	4	3	CE1	CE1	0	1,5	0	0	1	0	5	1	4	2
HD	9	3	1	CE2	CE1	1,5	1	4	1	1	1	0	4	0	1,5
ED	9	3	3	CM1	CE1	4	3	4	2	3	2	3	2	0	1,5
GD	8	0	3	CE2	CE2	4	0	0	0,5	1,5	0,5	3	2	3	0
MJ	9	3	2	CM1	CE2	1,5	1,5	1	1	0	1,5	3,5	1,5	3,5	0
EJ	5	11	2	CP	CP	2,5	1	0	0	2	2	3,5	0,5	0	2
JJ	7	9	2	CE1	CP	4	1,5	0	1	1	1,5	1	4	3	0
CL	8	3	2	CE2	CE1	3	1,5	1	0	0	3	2	1,5	3	0
VM	8	6	3	CE2	CE2	4	1,5	0	4	4	4	0	4	0	1,5
LU	8	0	4	CE2	CE1	2,5	0	2	0	4	4	3	2	3	0

Etape 1 : isoler une unité de sens du signal de parole

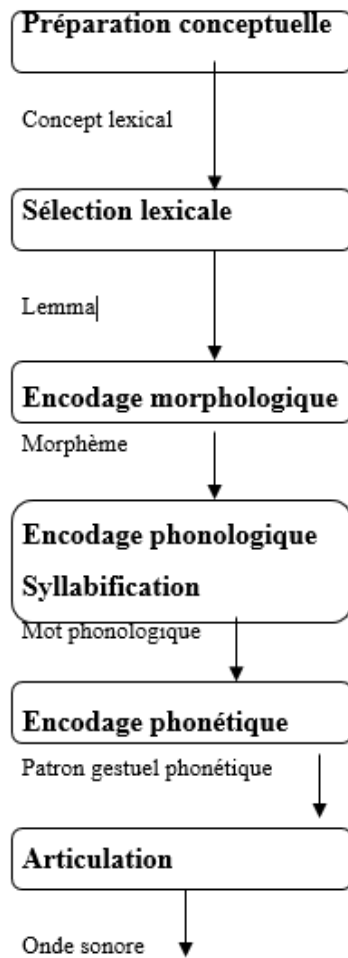


Après de nombreuses expériences, l'enfant isole les unités « mots » du signal de parole grâce aux processus d'extraction de régularités statistiques puis de frontières de mots et les rapproche des différents contextes dans lesquels elles sont produites, ce qui lui permet d'attacher un sens à l'image phonologique du mot.

Etape 2 : Encoder l'image phonologique dans le système phonologique : un pré-requis à une représentation phonologique stable ; l'ordre sériel des unités



ANNEXE E : Le traitement séquentiel dans l'exercice de dénomination



Systeme phonologique :

Avant de pouvoir rappeler la forme phonologique il faut que la représentation préalablement stockée soit stable (voir plus haut).

Ensuite le rappel lui-même fait appel aux processus séquentiels puisqu'il faut rappeler les phonèmes et les syllabes dans l'ordre.

Séquentialité au niveau de l'enchaînement des patrons gestuels

D'après Levelt (1999) [75]

Illustration sur une tâche de complétion morphosyntaxique

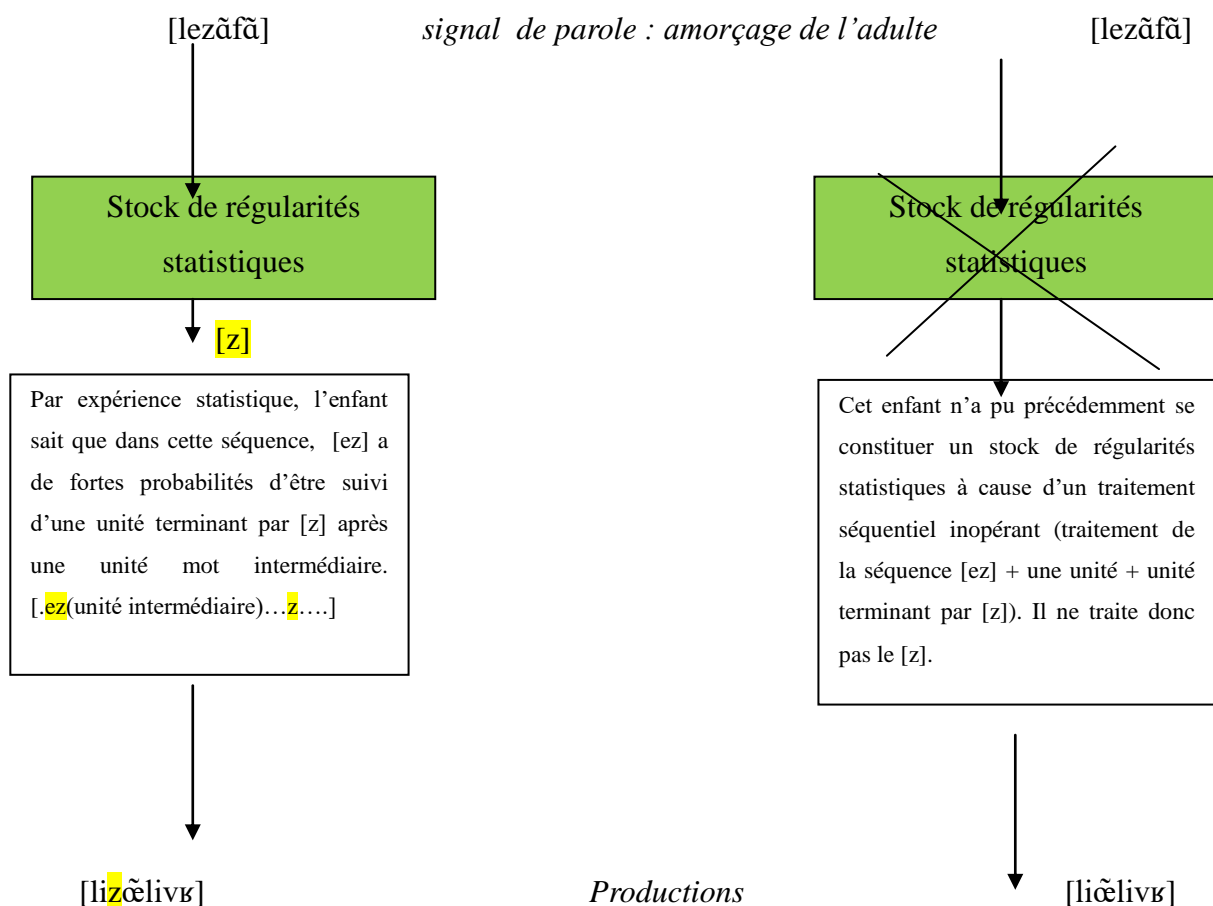


Exemple de tâche : nous montrons à l'enfant cette image :

La consigne est de faire compléter la phrase par l'enfant testé. L'amorçage est : « les enfants... ». La production attendue est [lizœlivʁ] (« lisent un livre »). Afin d'illustrer au mieux l'intervention des processus séquentiels dans cette tâche nous proposons deux schémas :

Avec traitement séquentiel efficace :

Sans traitement séquentiel efficace :



La morphologie inflectionnelle implique un traitement séquentiel poussé, notamment lorsque les éléments sont non-liés (les accords sont à distance, c'est-à-dire séparés par d'autres unités). La morphologie inflectionnelle nécessite de traiter la séquence de mot et l'ordre des mots afin d'accorder les unités entre elles.

ANNEXE G : Intervention des traitements séquentiels dans les tests ELO et NEEL

ELO

Capacités évaluées selon les manuels des tests	A quel(s) niveau(x) la séquentialité intervient-elle ?
LEXIQUE	Selon Majerus (2012), le niveau de vocabulaire est en lien étroit avec les capacités de traitement séquentiel.
En réception - étendue, diversité du stock lexical passif	Séquentialité au niveau de la perception auditive : premier niveau d'agencement des unités phonologiques en mot afin d'accéder au lexique phonologique d'entrée.
En production - étendue, diversité du stock lexical actif	Des capacités de traitement séquentiel efficaces sont nécessaires afin de constituer un stock sémantique stable.
PHONOLOGIE	Tran (2001) a décrit des erreurs séquentielles dans le discours, sur l'axe syntagmatique et sur l'axe paradigmaticque : ce sont des erreurs de combinaisons des unités linguistiques constituant l'énoncé. Ces erreurs sont commises soit par addition, par omission, par interversion, par substitution, par anticipation ou par persévération.
Répétition de mots - identification, activation de la représentation phonologique lexicale passive - rafraîchissement des codes phonologiques assemblés et maintenus en mémoire tampon	Séquentialité au niveau de la perception auditive. Séquentialité au niveau de la mémoire de travail et plus précisément au niveau de la boucle phonologique : encoder, stocker, rappeler en gardant l'ordre sériel des unités. Séquentialité au niveau de la programmation phonologique puis au niveau du geste articulatoire.
MORPHOSYNTAXE : COMPREHENSION	Selon Gabriel et coll. (2011), le traitement séquentiel intervient dans le domaine de la morphosyntaxe par le biais des mécanismes de détection de frontières ou d'extraction de structures grammaticales. Evans et coll. (2009) rappellent que le traitement séquentiel intervient dans la segmentation de la parole en mots et dans l'acquisition de la morphosyntaxe (Gomez et coll. 1999). Pour Flessas et coll. (2003), la mémoire auditive séquentielle est essentielle pour l'organisation des phrases sur un plan syntaxique et grammatical.

<p>Désignation</p> <p>- stratégies (inférences, décentration, analyse temporelle, causale)</p>	<p>Séquentialité au niveau de la perception auditive : importance de la perception de l'ordre des éléments syntaxiques de la phrase pour pouvoir comprendre les phrases passives, faire des inférences, comprendre les causalités et faire des analyses temporelles.</p>
<p>Répétition syntaxique</p> <p>- mécanismes complexes de décodage (phonologique, sémantique, morphosyntaxique), stockage en mémoire à court terme puis encodage morphosyntaxique et phonologique et attention auditive</p>	<p>Séquentialité au niveau de la perception auditive.</p> <p>Séquentialité au niveau de la mémoire de travail, plus précisément au niveau de la boucle phonologique et du mécanisme de récapitulation articulatoire pour conserver l'ordre sériel des unités.</p> <p>Séquentialité au niveau de la programmation morphosyntaxique.</p> <p>Séquentialité au niveau de la programmation phonologique puis au niveau du geste articulatoire.</p>
<p>MORPHOSYNTAXE : PRODUCTION</p>	<p>Tran (2001) a décrit des erreurs séquentielles dans le discours, sur l'axe syntagmatique et sur l'axe paradigmatique : ce sont des erreurs de combinaisons des unités linguistiques constituant l'énoncé. Ces erreurs sont commises soit par addition, par omission, par interversion, par substitution, par anticipation ou par persévération.</p>
<p>Production d'énoncés</p> <p>- identification des fréquences de mots</p> <p>- compétence pragmatique et linguistique</p>	<p>Séquentialité au niveau de l'agencement des mots dans la phrase.</p> <p>Séquentialité au niveau de la programmation phonologique puis au niveau du geste articulatoire.</p>

NEEL	
PHONOLOGIE ET ARTICULATION	
<p>- réalisation articulatoire du paradigme consonantique</p> <p>- étude de la phonologie</p>	<p>Idem au test ELO, le manuel du test met l'accent sur "la maîtrise de l'organisation de la séquence des phonèmes au sein de mots".</p>
<p>1ere liste (1A)</p> <p>- évaluation articulatoire seule et "en éliminant au maximum les problèmes liés à la séquentialité" car les traits articulatoires consonantiques sont très opposés dans un même mot,</p> <p>sauf pour TETE et BAGUE</p>	<p>Le traitement séquentiel pour cette épreuve serait donc mineur.</p> <p style="text-align: right;">90</p>

<p>2ème liste (1B)</p> <p>- repérer les difficultés liées à la séquence</p> <p>les mots sont unisyllabiques mais structurellement compliqués (CCVC, VCCC, CVCC..) avec deux consonnes constrictives qui ne diffèrent que par 2 traits</p> <p>(ex : CHAISE, SINGE)</p> <p>- teste les associations de consonnes</p>	<p>Le traitement séquentiel pour cette épreuve serait donc majeur, car la contrainte d'organisation des unités phonémique est forte.</p>
<p>3ème liste (1C)</p> <p>- explorer des consonnes en milieu intervocalique</p>	
<p>Dénomination</p> <p>sur les 3 listes</p>	<p>Idem au test ELO</p>
<p>Répétition</p>	
<p>PHONOLOGIE ET MEMOIRE</p>	
<p>Répétition de mots peu fréquents</p> <p>- mots qui ne font pas partie de son lexique interne</p> <p>- mémoire à court terme dans le processus d'analyse et de restitution d'une séquence de phonèmes</p> <p>1ere note :</p> <p>pour les mots à difficultés phonologiques réduites (note empan)</p> <p>2eme note :</p> <p>capacité phonologique propre</p>	<p>Nous citons le manuel de test, très explicite sur les enjeux du traitement séquentiel pour cette épreuve :</p> <p>"Le processus qui consiste à décoder, à stocker et à recoder (dans la répétition orale) un mot inconnu met en jeu plusieurs aptitudes. La première est la capacité à percevoir le langage oral comme une séquence d'unités ou de segments (syllabes, phonèmes). La seconde étant la capacité à mémoriser (stocker) ces éléments une fois analysés. Il s'agit, enfin, de (re)produire la séquence proposée."</p> <p>"La capacité phonologique, c'est-à-dire celle qui correspond à la reconnaissance d'éléments de la séquence et à leur organisation pour la restitution joue son propre rôle."</p> <p>"Dans la construction de ce subtest Phonologie et Memoire, l'incidence sur l'exécution de la tâche des deux capacités, l'empan mnésique et le "séquençage" phonologique a été pris en compte."</p>

COMPREHENSION : LEXICALE**Designation**

- évaluation du lexique passif

Idem au test ELO

COMPREHENSION : MORPHOSYNTAXE**La chute dans la boue**

- capacité morphosyntaxique
(Il est demandé à ce que ce soit l'examineur qui place dans l'ordre les images)

- analyse du corpus :

- * nombre de mots plein
- * nombre total de verbes conjugués
- de verbes pronominaux
- d'adjectifs possessifs et démonstratifs
- de coordination dans la phrase
- de phrases complexes
- de compléments circonstanciels et compléments de l'adjectif type préposition
- * nombre d'éléments négatifs
- reprises – répétitions
- nombre d'énoncés agrammaticaux à mot unique
- réduits à 2 mots
- incomplets ou indécodables
- nombre de reprises sémantiques

- analyse de la capacité narrative :

- * chronologie respectée
- * les 5 images sont connectées
- * maîtrise de la référence et de l'anaphore
- * récit cohérent
- * pas de nécessité de relance
- * pas de "fausse reconnaissance"
- * expression de la causalité
- * imaginaire et pragmatique
- * discours direct et ou dialogue

épreuve sémantico-pragmatique :

- compréhension de questions : pronoms interrogatifs ou adverbes
- "théorie de l'esprit"
- causalité : (mémoire de travail, connaissance du monde, expériences antérieures vécues par l'enfant, stockage mnésique des éléments précédents du récit en cours, mise en relation logique d'une séquence d'événements)

Séquentialité visuospatiale : au niveau du placement des images dans l'ordre.

Séquentialité au niveau de la phrase (ordonnement correct des mots), selon le test un "relevé de maladresse dans l'ordre des mots".

Séquentialité au niveau de l'énoncé : utilisation correcte des connecteurs

(Adam : "les connecteurs marquent l'ordonnement, le mode d'enchaînements des séquences")

Des reprises-répétitions nombreuses peuvent être le reflet de difficultés séquentielles au niveau de la planification des énoncés dans le temps.

Séquentialité au niveau de la capacité narrative :

- séquentialité du temps

Séquentialité dans la planification narrative :

1. Situation initiale
2. Force transformatrice
3. Dynamique de l'action
4. Force équilibrante
5. Situation finale

Retentissement du trouble séquentiel sur le développement langagier et mnésique de l'enfant dysphasique

Cette étude a pour but de décrire le trouble séquentiel et son évolution affectant les domaines langagier et mnésique chez l'enfant dysphasique âgé de quatre à dix ans. La cohorte de notre étude est constituée de dix enfants diagnostiqués dysphasiques au centre référent d'évaluation des troubles précoces des apprentissages de l'hôpital Necker-Enfants malades selon la CIM-10 et réévalués afin de confirmer le diagnostic. Nous avons relevé leurs résultats aux épreuves langagières et mnésiques sur trois bilans différents. Nous avons émis l'hypothèse qu'il existait un trouble mnésique auditivo séquentiel immédiat chez l'enfant dysphasique et que les résultats aux épreuves soumises au traitement séquentiel le plus important (c'est à dire les épreuves de phonologie, de compréhension lexicale, d'expression syntaxique et de rétention de chiffres) étaient les résultats les plus bas mais avec une évolution positive et rapide. Nous avons étudié la corrélation du trouble séquentiel avec l'intensité et la précocité de la rééducation et son association avec un trouble psychomoteur. L'analyse descriptive met en évidence la présence d'un trouble séquentiel chez l'enfant dysphasique, affectant également le domaine mnésique, avec une évolution positive et rapide. Nos résultats sont en faveur d'un trouble séquentiel spécifique au domaine verbal avec un impact positif de la précocité et de l'intensité de la rééducation.

Mots clefs : dysphasie – TSLO – trouble séquentiel – évolution – langage – mémoire

The impact of sequential processing disorder on language and memory development in dysphasic children

The aim of this study is to describe the sequential processing disorder in the domains of language and memory in dysphasic children aged four to ten. The cohort of our study is constituted of ten children diagnosed with dysphasia at the referral center for the early detection of learning disorders at the Necker Children's Hospital according to ICD-10 and re-evaluated in order to confirm the diagnosis. These children were submitted to three different language and memory assessment tests. Our hypothesis was that dysphasic children have immediate sequential auditory-memory impairments and that the tasks with the highest sequential processing demands (phonology, lexical comprehension, syntactic expression and number memorization) would lead to the poorest performance, although with positive and rapid evolution prospects. We studied the correlation between the sequential processing disorder, the fact that speech rehabilitation started early and was intensive and its association with psychomotor disorders. Descriptive analysis highlights the existence of a sequential disorder in dysphasic children which affects their memory skills. However, its evolution is positive and rapid. This study suggests that the sequential disorder is specific to verbal abilities, and that early and intense speech therapy has a positive impact on it.

Key words : dysphasia – SLI – sequential processing disorder – progression – language – memory

Pages : 60 – Annexes : 7 – Références bibliographiques : 129