

UNIVERSITE DE POITIERS
Faculté de médecine et de pharmacie
Ecole d'orthophonie

Année 2013-2014

MEMOIRE
en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie
présenté par

Léa GAULARD

**IMPLICATION DES FONCTIONS EXÉCUTIVES
DANS LE RAISONNEMENT
LOGICO-MATHÉMATIQUE**

Directeur du mémoire : Madame Marie-Dominique BRUNELLE, pédopsychologue

Autres membres du jury : Madame Hélène DUPIN, orthophoniste
Madame Nathalie FAIVRE, orthophoniste
Madame Muriel GRASSIN, orthophoniste

Remerciements

En marge de ce travail, je souhaiterais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide de près ou de loin et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à remercier sincèrement Marie-Dominique BRUNELLE, pédopsychologue à Dardilly, qui en tant que directrice de ce mémoire s'est toujours montrée à l'écoute et disponible tout au long de la réalisation du mémoire.

Un grand merci également à Nathalie FAIVRE, orthophoniste à Vienne et maître de stage principal, pour son soutien et pour son investissement dans le suivi de mon expérimentation.

Je souhaite remercier Mesdames DUBOURG, REYES et SIMAO DE SOUZA toutes trois orthophonistes en libéral et qui ont participé à la constitution de mes populations.

Je témoigne bien évidemment ma gratitude aux vingt-et-un enfants qui ont participé à cette étude.

Enfin, j'exprime de manière générale ma gratitude envers l'équipe pédagogique de l'École d'Orthophonie de Poitiers.

Merci à tous.

Table des matières

LISTE DES TABLEAUX.....	1
LISTE DES FIGURES.....	3
INTRODUCTION.....	4
PARTIE 1 : THEORIE	6
I. Développement de l'intelligence chez l'enfant.....	7
A. <i>Théorie piagétienne</i>	7
B. <i>Cognitivisme</i>	9
II. Logico-mathématiques.....	11
A. <i>Présentation des logico-mathématiques</i>	11
A.1. Structures logiques.....	11
a) La classification	11
b) La sériation	12
c) La conservation.....	13
d) La combinatoire.....	14
e) L'inclusion	14
A.2. Les mathématiques	15
a) Habiletés numériques.....	15
b) Habiletés arithmétiques	16
B. <i>Troubles logico-mathématiques</i>	18
B.1. Batteries permettant le diagnostic.....	18
a) Le Tedi-math.....	18
b) L'UDN II.....	18

c) La BLM II.....	19
B.2. Troubles du raisonnement logique.....	19
B.3. Dyscalculie	20
III. Fonctions exécutives	21
A. <i>Définitions</i>	21
B. <i>Principales fonctions exécutives</i>	22
B.1. Mémoire de travail.....	22
B.2. Flexibilité mentale	23
B.3. Planification.....	23
B.4. Inhibition.....	24
C. <i>Métacognition</i>	24
PARTIE 2 : EXPÉRIMENTATION	25
I. Objet de l'étude	26
II. Hypothèses	26
III. Méthode	26
A. <i>Population étudiée</i>	26
B. <i>Évaluation des structures logiques</i>	30
B.1. Classification	30
B.2. Sériation.....	31
B.3. Conservation	32
B.4. Combinatoire	33
B.5. Inclusion	34
C. <i>Entraînement de l'inhibition</i>	34
D. <i>Évaluation qualitative</i>	36

IV.	Présentation des résultats	37
A.	<i>Résultats aux épreuves logiques</i>	38
A.1.	Groupe expérimental	38
A.2.	Groupe témoin	44
V.	Analyse des données	57
A.	<i>Rappel des objectifs</i>	57
B.	<i>Rappel des résultats</i>	57
C.	<i>Analyse des résultats</i>	58
D.	<i>Biais et limites méthodologiques de l'étude</i>	59
E.	<i>Perspectives</i>	60
	CONCLUSION	61
	BIBLIOGRAPHIE	63
	ANNEXES	66

Liste des tableaux

Tableau 1: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve de classification	38
Tableau 2: Résultats du groupe expérimental aux épreuves de sériation	39
Tableau 3: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve de conservation	40
Tableau 4: Résultats du groupe expérimental aux épreuves de combinatoire.....	41
Tableau 5: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve d'inclusion.....	43
Tableau 6: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve de classification	44
Tableau 7: Résultats du groupe contrôle aux épreuves de sériation.....	45
Tableau 8: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve de conservation.....	46
Tableau 9: Résultats du groupe contrôle aux épreuves de combinatoire	47
Tableau 10: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve d'inclusion.....	48
Tableau 11 : Résultats qualitatifs du groupe expérimental.....	49
Tableau 12: Comparaison des résultats entre T0 et T1 du groupe expérimental.....	51
Tableau 13 : Comparaison des résultats entre T0 et T1 du groupe contrôle	52
Tableau 1: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve de classification	38
Tableau 2: Résultats du groupe expérimental aux épreuves de sériation	39
Tableau 3: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve de conservation	40
Tableau 4: Résultats du groupe expérimental aux épreuves de combinatoire.....	41
Tableau 5: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve d'inclusion.....	43
Tableau 6: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve de classification	44

Tableau 7: Résultats du groupe contrôle aux épreuves de sériation.....	45
Tableau 8: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve de conservation.....	46
Tableau 9: Résultats du groupe contrôle aux épreuves de combinatoire	47
Tableau 10: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve d'inclusion.....	48
Tableau 11 : Résultats qualitatifs du groupe expérimental.....	49
Tableau 12: Comparaison des résultats entre T0 et T1 du groupe expérimental.....	51
Tableau 13 : Comparaison des résultats entre T0 et T1 du groupe contrôle	52

Liste des figures

Figure 1 : Résultats du groupe expérimental à T0.....	55
Figure 2 : Résultats du groupe expérimental à T1.....	55
Figure 3 : Résultats du groupe contrôle à T0.....	56
Figure 4 : Résultats du groupe contrôle à T1.....	56
Figure 5 : Comparaison du taux d'acquisition entre T0 et T1 des deux groupes.....	57
Figure 6 : Comparaison du taux de progression observé à T1 des deux groupes.....	58

INTRODUCTION

Le domaine des logico-mathématiques est un domaine qui s'est beaucoup développé dans le monde de l'orthophonie ces dernières années. C'est pourquoi il est le sujet de plusieurs études récentes.

Les logico-mathématiques recouvrent deux versants qui sont intimement liés : la logique et les mathématiques. La logique, qui représente le raisonnement, est nécessaire à la construction des capacités numériques.

Les enfants souffrant de troubles logico-mathématiques ou dyscalculie présentent des difficultés scolaires touchant particulièrement les mathématiques. Lorsque ces troubles ne sont pas pris en charge, les enfants persistent alors dans l'échec et peuvent acquérir un retard considérable dans les apprentissages mathématiques.

Par ailleurs, des chercheurs (Pritchard et Woodward, 2010) ont montré que les difficultés en mathématiques étaient en corrélation avec les déficits de certaines fonctions exécutives.

La logique a longtemps été décrite par Piaget qui a cherché à définir son développement chez les enfants. Il a ainsi déterminé des stades et des âges d'acquisition décrivant la maturation du raisonnement. Mais aujourd'hui, la logique est plus souvent décrite comme liée à des processus cognitifs et exécutifs. C'est ce que nous allons développer dans un premier temps.

Puis, nous définirons les deux versants des logico-mathématiques suivis des troubles qui leur sont associés.

Enfin, les fonctions exécutives seront présentées.

Nous nous sommes plus particulièrement intéressés à la fonction exécutive d'inhibition. Cette étude s'est portée sur l'implication de l'inhibition dans le raisonnement logico-mathématique. Il s'agit d'étudier l'effet d'un entraînement spécifique de cette fonction exécutive chez des enfants souffrant de trouble logique. Cet entraînement a été présenté sous la forme d'un jeu de cartes en début de chaque séance de rééducation et sur une période de cinq mois.

Les résultats de cette étude permettent alors de comparer l'évolution des acquisitions logiques de deux groupes d'enfants de 10-12 ans, l'un des groupes ayant suivi cet entraînement et l'autre non.

PARTIE 1 :

THEORIE

I. Développement de l'intelligence chez l'enfant

A. THEORIE PIAGETIENNE

Pour Piaget, le développement de l'intelligence de l'enfant correspond à son adaptation aux éléments environnementaux qui sont sans cesse variables. La connaissance provient pour lui de l'interaction de l'individu avec son milieu et des propriétés qu'il peut extraire des objets du milieu.

Les connaissances sont de deux sortes : soit acquises, soit transmises. Les connaissances acquises sont celles construites par le sujet lui-même lors de ses expérimentations tandis que les connaissances transmises sont celles que son entourage lui a léguées. Ainsi, la chaîne numérique est une connaissance transmise mais la compréhension du nombre est une connaissance acquise par l'enfant.

L'adaptation de l'enfant à son environnement est un équilibre dynamique mettant en jeu deux mécanismes distincts et complémentaire : l'assimilation et l'accommodation.

Assimilation : Processus d'appropriation d'éléments nouveaux, extérieurs à l'enfant. L'assimilation renvoie à la capacité que l'enfant a d'intégrer le changement dans la mesure où celui-ci « s'assimile » aux connaissances antérieures. Assimiler c'est alors rendre familier ce qui ne l'est pas.

Accommodation : Processus de modification d'une action préexistante inadaptée en fonction des caractéristiques du nouvel objet. L'accommodation c'est alors différencier une action pour l'adapter à un objet particulier.

Il existe des interactions continues entre l'assimilation et l'accommodation. C'est à travers ces interactions qu'apparaît la notion d'équilibration. Celui-ci est un processus dynamique qui rétablit un équilibre rompu (dû à une perturbation ou une modification de l'environnement).

Ainsi, quand un objet résiste, l'enfant ne parvient pas à l'assimiler et cela crée un déséquilibre. L'accommodation lui permet de s'adapter et donc d'établir un nouvel équilibre. L'enfant évolue ensuite vers d'autres équilibres à chaque fois supérieurs ce qui caractérise une adaptation performante.

Piaget décrit trois stades du développement de l'intelligence de l'enfant :

- Stade de l'intelligence sensori-motrice (jusqu'à 2 ans)

A ce stade, l'intelligence se construit à partir de la perception et du mouvement. Cette construction s'effectue grâce aux réflexes innés. L'adaptation de l'enfant à une situation nouvelle représente le comportement intelligent. L'adaptation se définit par l'accommodation et l'assimilation.

- Stade des opérations concrètes (2 à 11-12 ans)

Ce stade se divise en deux sous-stades :

. Sous-stade de l'intelligence préopératoire (2 à 6-7 ans)

La fonction symbolique se met en place. L'enfant peut alors se représenter mentalement les éléments de son environnement qui ne sont pas actuellement accessibles et peut les évoquer à l'aide de symboles ayant pour supports : le langage, le dessin, l'imitation, le jeu symbolique, ... Ainsi, progressivement, chaque objet est associé à une image mentale.

Lors de cette longue période, la pensée de l'enfant est dite égoцентриque, c'est-à-dire que ce dernier n'arrive pas encore à accepter un point de vue différent du sien. De plus, les éléments du monde sont uniquement basés sur son expérience personnelle, ainsi le mot et concept « chat » ne désigne pas une classe générale pour l'enfant mais un cas particulier qu'il perçoit dans sa réalité (le chat de la famille par exemple).

La logique de l'enfant est donc perceptive, il reste centré sur les aspects figuratifs de la réalité qui l'entoure.

. Sous-stade de l'intelligence opératoire concrète (7-8 ans à 11-12 ans)

A présent, l'enfant arrive à maîtriser la réversibilité, c'est-à-dire à prendre en compte les transformations d'un objet et de revenir mentalement à la situation de départ. Ainsi, il intègre la notion de conservation mais uniquement sur un support concret. L'aspect opératif prend alors le dessus sur l'aspect figuratif.

Le raisonnement logique se met en place grâce à deux opérations logiques :

- Les opérations infra-logiques : Elles sont centrées sur l'objet et permettent de considérer l'objet en tant que tel selon ses caractéristiques physiques et spatiales. L'enfant, en agissant sur les objets de son environnement intègre alors les invariants physiques (conservation de la substance, du poids, du volume) ainsi que les invariants spatiaux (conservation des longueurs, des surfaces,...).
- Les opérations logico-mathématiques : Elles sont centrées sur les relations entre les objets. L'enfant, en comparant les objets les uns aux autres, relève alors les critères qui regroupent ou distinguent les objets entre eux. Se mettent alors en place les opérations de classification, sériation,...

- Stade de l'intelligence opératoire formelle (11-12 ans à 16 ans)

L'intelligence est alors « hypothético-déductive » : l'enfant accède à l'abstraction et peut ainsi émettre des hypothèses opérationnelles.

B. COGNITIVISME

La théorie piagétienne sur le développement de l'intelligence a été dominante durant de nombreuses années. On peut cependant noter que ce développement linéaire en stades a été largement critiqué et qu'aujourd'hui d'autres théories sont également mises en avant. L'une d'entre

elles est le cognitivisme, née au milieu du XX^{ème} siècle et fondée par Chomsky, Miller et Simon aux Etats-Unis. Depuis l'arrivée de l'imagerie cérébrale, de nouvelles données ont été apportées.

Définition

Le cognitivisme est l'étude du fonctionnement du cerveau en lien avec la construction du savoir. Les chercheurs en psychologie cognitive s'intéressent tout particulièrement aux processus de traitement de l'information impliqués dans la pensée. Le traitement de l'information correspond à ce qu'il se passe dans la boîte noire, c'est-à-dire à ce qu'il se passe dans le cerveau entre un stimulus et une réponse.

Il existe deux types de traitement de l'information :

- Le computationnalisme : Ce concept s'est inspiré de l'informatique et du fonctionnement de l'ordinateur. Il s'agit pour un élément matériel d'effectuer des opérations immatérielles. Le cerveau représenterait alors le matériel et l'esprit représenterait la pensée qui s'appuie sur le symbolisme.
- Le connexionnisme : Ce concept stipule que l'information est traitée par un réseau de neurones. Ainsi, il y aurait des neurones récepteurs qui reçoivent et traitent les stimuli, des neurones intermédiaires qui activent une fonction et des neurones transmetteurs qui envoient la réponse-fonction.

Le cognitivisme a énormément contribué à l'avancée des recherches sur les fonctions cognitives telles que la mémoire, le langage ou le raisonnement. De nombreux résultats ont été apportés sur la mémoire et notamment sur la mémoire de travail qui détient un rôle capital dans le développement cognitif.

Ce courant cognitiviste est à l'origine des sciences cognitives qui regroupent des notions de linguistique, de psychologie, de neurosciences et de philosophie.

Deux neuropsychologues canadiens (Flessas et Lussier, 2009) issus de ce courant ont notamment mis en évidence un lien entre les mauvais choix de stratégies exécutives et les erreurs en mathématiques, et principalement en arithmétique.

II. Logico-mathématiques

A. PRESENTATION DES LOGICO-MATHEMATIQUES

A.1. Structures logiques

Les structures logiques sont au nombre de cinq. Elles s'acquièrent au cours du développement de l'enfant et sont à la base d'une bonne construction de la numération.

a) La classification

La classification se traduit par la capacité à ranger des éléments en classes ou groupes selon des critères communs.

Une classe se définit de deux façons complémentaires:

- En compréhension lorsque les éléments d'un groupe sont reliés par des propriétés communes. Exemple : les ronds forment une classe car ils ont tous la même forme.
- En extension lorsque les éléments d'un groupe sont reliés par des liens de partie à tout. Exemple : le rond vert et le rond bleu sont des ronds.

Ainsi, pour pouvoir classer, il s'agit de reconnaître l'unicité de chaque élément ainsi que sa relation à un tout, un ensemble.

L'acquisition de la classification se déroule en plusieurs stades :

- Stade des collections figurales : de 2 à 5 ans. C'est la perception qui prime et l'enfant fait des regroupements pour réaliser des formes, des figures bien qu'il sache repérer quelques ressemblances et différences entre les éléments.
- Stade des collections non figurales : de 5 à 7 ans. En tâtonnant, l'enfant fait des regroupements en se basant sur plus d'un critère. Il n'arrive pas à se fixer sur un seul et forme plusieurs petits tas ayant plusieurs critères communs.
- Acquisition de la classification : 8-9ans. Les classes en extension se créent en même temps que l'enfant les fabrique en compréhension. Elles sont anticipées.

b) La sériation

La sériation consiste à ranger des éléments selon un certain ordre en les comparant deux par deux. Cette opération n'est effective que si l'ensemble à sérier comporte au moins deux éléments.

Âges d'acquisition sériation :

- Stade 1 : avant 5 ans. La sériation est échouée. L'enfant ne série que 3 à 4 éléments ou procède par couples qu'il ne peut coordonner après coup.
- Stade 2 : 6 ans. La sériation n'est réussie qu'après tâtonnements et l'enfant ne peut pas insérer un élément intercalaire sans détruire ce qu'il a réalisé précédemment.
- Stade 3 : 7-8 ans. La sériation est acquise. L'enfant utilise une méthode systématique. Il cherche généralement l'élément le plus petit (ou le plus

grand) et ainsi de suite. Il peut verbaliser son action à l'avance ce qui est un signe d'anticipation.

c) La conservation

Le principe de conservation se définit comme la capacité de pouvoir affirmer qu'une quantité reste identique malgré ses différentes modifications d'apparence. L'enfant conservant peut reconnaître le(s) critère(s) invariant(s) d'un objet qui subit des transformations. La pensée de l'enfant se détache donc de l'aspect figural.

L'enfant passe alors par trois niveaux de conduites :

- La non-conservation : tout changement entraîne une perte de la conservation.
- La conservation intermédiaire : la quantité se conserve pour certaines conservations mais pas pour d'autres. L'enfant est hésitant, il peut affirmer la conservation comme il peut la nier.
- La conservation stable : l'enfant affirme la conservation comme une évidence, et cela indépendamment des déformations provoquées.

Il existe différents types de conservation et donc différents âges d'acquisition :

- A 7-8 ans : acquisition de la conservation pour les quantités discontinues, la quantité de matière, les longueurs et la surface.
- A 9-10 ans : acquisition de la conservation du poids.
- A 10-11 ans : acquisition de la conservation des volumes.

d) La combinatoire

La combinatoire consiste à envisager tous les possibles en respectant certaines contraintes. Ainsi, si quatre jetons différents sont présentés à l'enfant avec pour consigne d'énoncer le nombre d'organisations différentes de ces jetons en ligne, il doit se représenter mentalement les hypothèses et donc les différentes situations. Pour y arriver, l'enfant doit établir une stratégie. Et il lui faut alors dans un premier temps trouver un invariant et envisager les possibles autour de celui-ci.

Cette structure logico-mathématique appartient au stade formel et est donc acquise tardivement (12-14 ans) car elle demande une très grande flexibilité de la pensée de l'enfant.

e) L'inclusion

L'inclusion désigne une relation binaire entre deux classes, l'une étant incluse dans l'autre c'est-à-dire étant une partie de l'autre. Ainsi, la classe des zèbres est incluse dans la classe des animaux car tous les zèbres sont aussi des animaux.

Voici les différents stades d'acquisition de l'inclusion :

- Stade 1 : 5-6 ans. L'inclusion n'est pas acquise, les classes sont disjointes.
- Stade 2 : 9-10 ans. L'enfant affirme que l'ensemble représentant le tout est le plus important en nombre mais n'arrive pas à justifier et semble hésitant.
- Stade 3 : 10-12 ans : L'inclusion est opératoire, argumentée et généralisée.

A.2. Les mathématiques

a) *Habiletés numériques*

Les habiletés numériques concernent la production et la compréhension des nombres.

Le concept du nombre est né avec la nécessité de compter ses biens. Puis les systèmes de numération se sont mis en place afin de regrouper les nombres par paquets pour faciliter le comptage. C'est pourquoi notre système de numération est décimal, c'est-à-dire que les regroupements se font par paquets de dix : avec dix unités, on obtient une dizaine, avec dix dizaines, on obtient une centaine...

Le nombre peut être cardinal ou ordinal :

- Le nombre cardinal désigne une quantité et indique combien il y a d'éléments dans un ensemble.
- Le nombre ordinal désigne une position, l'emplacement d'un élément d'un ensemble par rapport aux autres éléments de l'ensemble.

Le nombre peut également être abstrait ou concret :

- Le nombre abstrait se rapporte à l'absence de référence à des éléments matériels.
- Le nombre concret se rapporte à un ensemble d'éléments que l'on peut compter.

Enfin, il ne faut pas confondre la notion de nombre avec celle du chiffre. Les chiffres ne servent pas à compter mais ils servent à écrire les nombres. Il s'agit de l'ensemble des signes utilisés dans l'écriture des nombres. Il en existe dix dans notre système : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

La chaîne numérique verbale est acquise entre 2 et 6 ans et c'est à partir de 4 ans que l'enfant s'appuie sur la combinatoire et que son stock verbal augmente intensément. C'est pourquoi un écart se forme alors entre l'enfant combinant et celui encore apprenant par cœur. Cette chaîne numérique se consolide par son utilisation dans les activités de quantification à travers le dénombrement. Le dénombrement consiste à compter le nombre d'éléments d'un ensemble fini. Celui-ci répondrait d'après Gelman à cinq principes innés : le principe de correspondance terme à terme, le principe d'ordre stable, le principe de cardinalité, le principe de non pertinence de l'ordre et le principe d'abstraction.

C'est à partir de l'acquisition de la chaîne numérique que les habiletés arithmétiques peuvent se mettre en place.

b) Habiletés arithmétiques

Pour Piaget, l'enfant n'accède aux opérations concrètes que vers 6-7 ans. Or de récentes études ont démontré que le bébé possède déjà l'accès au nombre et est capable de résoudre une addition simple : $1+1=2$. Pour cela, les scientifiques ont présenté deux stimuli différents au nourrisson : 1 peluche + 1 peluche = 2 peluches ; 1 peluche + 1 peluche = 1 peluche et ont mesuré le temps de fixation oculaire de l'enfant dans les deux situations. Il s'est avéré que celui-ci fixe plus longtemps la situation impossible car il est étonné. Ainsi, dès le plus jeune âge, l'individu comprendrait intuitivement les opérations simples sur les quantités.

Ces opérations simples sont définies par l'ajout ou le retrait de nombres à un seul chiffre. Il existe cinq types de stratégies sur lesquelles l'enfant s'appuie pour résoudre les opérations simples :

- l'utilisation d'objets : dès trois ans, l'enfant peut utiliser cette stratégie. Chaque nombre de l'opération est matérialisé par un ensemble d'éléments concrets puis l'enfant les compte en pointant manuellement (4 bonbons + 2 bonbons ça fait 6 bonbons).
- le comptage sur les doigts : il s'agit de la stratégie la plus utilisée pour des enfants de 4-5 ans.

- le comptage verbal : il dépend essentiellement de la gestion mentale de l'enfant et repose sur différentes procédures :
 - ➔ Le « counting all » : ce sont surtout les enfants de 2-4 ans qui l'utilisent le plus souvent. Il s'agit de compter à partir de 1 et de s'arrêter lorsque le premier nombre de l'opération est atteint. Puis, l'enfant continue le comptage en fonction du nombre de marches indiqué par le deuxième nombre. Ainsi, pour résoudre $2+3$, l'enfant compte « 1-2 » puis il compte les deux dernières marches « 3-4-5 » .
 - ➔ Le « counting on » : l'enfant qui suit cette procédure démarre son comptage à partir du premier nombre de l'opération. Ainsi, pour le même exemple, $2+3$, l'enfant part du 2 et compte les 3 marches représentées par le deuxième nombre « 3-4-5 ».
 - ➔ Le « min » (Groen & Parkman, 1972): cette procédure est la plus élaborée et signifie « minimum ». Elle concerne les enfants de 6-7 ans et consiste à compter à partir du plus grand nombre. Ainsi, pour le même exemple $2+3$, l'enfant part du 3 et compte les 2 marches représentées par le deuxième nombre « 4-5 ».
- les décompositions : elles sont utilisées lorsque le matériel est adapté, c'est-à-dire lorsque les objets présentent une disposition particulière ou des couleurs différentes. S'il s'agit de l'addition, l'enfant décompose ainsi : 3 jetons bleus et 1 jeton rouge = 4 jetons. S'il s'agit de la soustraction, l'enfant décompose ainsi : 3 jetons sur cette table, 2 jetons sur l'autre = 1 jeton en moins.
- la récupération directe en mémoire du résultat : il s'agit de la stratégie la plus efficace et la plus rapide.

Il y a néanmoins une stratégie supplémentaire pour la soustraction qui est l'addition indirecte.

Il n'existe pas de développement spontané de procédures de comptage pour les opérations de multiplication et division. Il s'agit donc de procédures qui s'acquièrent à travers l'apprentissage.

B. TROUBLES LOGICO-MATHEMATIQUES

B.1. Batteries permettant le diagnostic

Les batteries de tests permettant aujourd'hui de diagnostiquer les troubles d'ordre logico-mathématique ne sont pas nombreuses.

Voici les plus couramment utilisées :

a) Le Tedi-math

(Van Nieuwenhoven C., Grégoire J., Noël M.-P., 2001)

Le TEst Diagnostic des compétences de base en MATHématiques (TEDI-MATH) permet d'évaluer et de diagnostiquer de façon précise les troubles des apprentissages numériques auprès des enfants de 4 à 8 ans (Moyenne Section de maternelle au CE2).

Les épreuves qui composent le TEDI-MATH permettent d'examiner six domaines des compétences numériques : le comptage, le dénombrement, la compréhension du système numérique, les opérations logiques, les opérations arithmétiques et l'estimation de la grandeur par rapport à une cible.

b) L'UDN II

(Meljac & Lemmel, 1999)

Cette batterie est basée sur la théorie piagétienne et permet d'évaluer le niveau logico-mathématique (structures logiques et construction, utilisation du nombre) des enfants de 4 à 11 ans (Moyenne Section de maternelle à la 6ème).

Elle comporte donc huit épreuves issues des expériences de Piaget ainsi que huit autres épreuves concernant les premières capacités logico-mathématiques telles que des épreuves de logique (évaluation des structures logiques), des épreuves d'utilisation du nombre, des épreuves spatiales et des épreuves sur le sens des opérations mathématiques.

c) La BLM II

(Emmanuelle Métral)

Le Bilan Logico-Mathématique de cycle II est une batterie d'épreuves présentant un étalonnage précis et qui permet d'évaluer des enfants de 5 ans à 8 ans et demi (Grande Section de Maternelle au CE2).

Ce bilan comporte dix épreuves de logique (classification, combinatoire, sériation, inclusion, conservations) et neuf épreuves sur les connaissances mathématiques (dénombrement, numération, transcodages, sens des opérations, techniques opératoires et problèmes).

B.2. Troubles du raisonnement logique

Les troubles du raisonnement logique se traduisent par un retard d'acquisition d'au moins deux ans pour au moins une des structures logiques. La rééducation de ces troubles est alors une priorité car le versant mathématique ne peut se mettre en place correctement si l'une des structures logiques n'est pas maîtrisée.

B.3. Dyscalculie

La dyscalculie développementale est définie différemment selon les auteurs et leurs points de vue : scientifique, clinique ou scolaire. En voici néanmoins une définition générale.

La dyscalculie est un déficit durable et significatif. On peut la définir par un retard (2ans) dans les habiletés numériques et arithmétiques, par rapport à l'âge et au niveau scolaire interférant de façon significative avec la réussite scolaire et les activités de la vie courante. Le diagnostic ne peut être posé que par exclusion de toute autre trouble acquis ou sensoriel.

Les critères de diagnostic dans la Classification Internationale des Maladies 10 sont les suivants :

- Les aptitudes arithmétiques évaluées par des tests standardisés sont nettement en dessous du niveau attendu compte tenu de l'âge, du niveau intellectuel et d'un enseignement adapté.
- Le trouble a un retentissement important sur les résultats scolaires ou dans la vie courante.
- Ces difficultés ne sont pas liées à un déficit sensoriel.

La dyscalculie tout comme la dyslexie, affecte 5% des enfants sans prévalence de sexe même si son diagnostic est moins souvent posé que pour la dyslexie. Elle est souvent associée à d'autres troubles : une fois sur cinq, elle est associée à un trouble déficitaire de l'attention et une fois sur six, elle est associée à une dyslexie (Gross-Tsur et al., 1996 cité par Gil, 2010).

Il existe différents types de dyscalculies couvrant différents domaines :

- Le domaine linguistique : ce domaine concerne la lecture et l'écriture des nombres ainsi que la connaissance de leurs noms. Les difficultés dans ce domaine concernent particulièrement certains nombres comme onze ou quatre-vingt et sont souvent associées à une dyslexie.

- Le domaine mnésique : Les difficultés dans ce domaine ressortent au niveau de l'apprentissage des tables.
- Le domaine spatial : Les difficultés dans ce domaine apparaissent lors du dénombrement (certains éléments comptés deux fois tandis que d'autres ne sont pas comptés) et de la pose d'opérations (chiffres inversés ou décalés).

III. Fonctions exécutives

A. DEFINITIONS

Ces dernières années, de nombreux chercheurs ont étudié les fonctions cognitives qui sont en lien avec les zones cérébrales frontales et préfrontales (cf Annexe I). C'est Alexandre Luria en 1973 qui met en avant le rôle exécutif de ces zones, ce rôle étant de formuler des intentions et de contrôler le comportement. Les fonctions impliquées dans ce rôle sont les fonctions exécutives.

Les fonctions exécutives représentent des habilités du cerveau qui sont nécessaires à l'exécution de tâche visant un but. Elles interviennent essentiellement face à des situations nouvelles qui ne font pas partie de la routine et facilitent alors l'adaptation à ces situations.

Les fonctions exécutives qui se développent jusqu'à l'âge adulte, ont plusieurs rôles. Elles permettent la planification des étapes d'un projet, le jugement de la meilleure opération parmi les possibles pour la réalisation du projet, l'autocorrection en cas d'erreur et l'autocontrôle. Les différentes recherches scientifiques menées jusqu'à présent ne se sont pas accordées sur l'appellation et le nombre exact de chacune de ces fonctions. Certaines sont néanmoins systématiquement mises en avant par ces études : la mémoire de travail, la flexibilité, la planification et l'inhibition. Ce sont celles présentées dans ce mémoire.

B. PRINCIPALES FONCTIONS EXECUTIVES

B.1. Mémoire de travail

Selon le modèle de Miyake et al. en 2000 et celui de Gagné et al. en 2008, la mémoire de travail est décrite comme appartenant aux fonctions exécutives. La mémoire de travail est un système dynamique qui sert au traitement de l'information et à la rétention de données sur une courte période. Elle sert de pont entre l'entrée sensorielle et l'enregistrement d'informations en mémoire à long terme. Certaines recherches montrent que la mémoire de travail joue un rôle important dans de nombreuses activités cognitives telles que répondre à une question ou retenir un numéro de téléphone.

Selon Baddeley (1986), elle est composée de plusieurs modules :

- Un administrateur central qui contrôle les opérations de traitement des systèmes esclaves. Il est responsable du traitement de l'information bien qu'il ait une capacité limitée d'emmagasinage. Il peut toutefois profiter de l'espace de rétention des sous-systèmes.
- Des systèmes esclaves qui prennent en charge le stockage temporaire de l'information :
 - La boucle phonologique qui stocke les informations auditives et visuelles (verbale)
 - Le calepin visuo-spatial qui stocke les informations visuelles et spatiales (non verbale)

Les composantes de la mémoire de travail sont alors : le traitement de l'information (administrateur central), la répétition (boucle phonologique) et la visualisation (calepin visuo-spatial). Une atteinte à ce niveau peut entraîner chez l'enfant des difficultés pour effectuer des tâches qui demandent de gérer le traitement de plusieurs informations à la fois.

B.2. Flexibilité mentale

C'est la capacité de passer d'une modalité de traitement de l'information à une autre de façon fluide et rapide. Être flexible signifie changer de système de référence, explorer, improviser, réfléchir d'une manière créative, s'adapter aux exigences de la situation,...

Un déficit au niveau de cette fonction est à l'origine chez l'enfant de la persévération cognitive pouvant avoir une incidence dans les apprentissages et dans les relations sociales. Ce sont des enfants qui peuvent être totalement déstabilisés par une nouveauté ou un changement dans leur routine. Ils ont des difficultés à l'école pour passer d'une activité à une autre, d'un sujet à un autre, et ont sans cesse besoin d'être ramené dans la situation.

B.3. Planification

La planification consiste en la sélection et la coordination des actes nécessaires à l'atteinte d'un objectif. C'est une fonction qui implique que l'individu combine les éléments d'un ensemble de façon cohérente, qu'il prépare une action et qu'il coordonne le déroulement de façon harmonieuse. La planification nécessite une motivation à agir et permet de prendre des décisions et de privilégier les stratégies efficaces pour atteindre un but ou résoudre un problème. Le processus de planification exige la contribution de plusieurs habiletés pour être efficace :

- Prévoir (créer un pont entre le présent et le futur).
- Placer en ordre les étapes d'exécution (mettre en ordre les actions nécessaires à la réalisation d'une tâche).
- Estimer le temps de réalisation (gérer la dimension temporelle de la tâche à accomplir).
- Contrôler l'activité cognitive (réguler ses conduites cognitives, se réorienter en cas d'erreur).

B.4. Inhibition

Cette notion renvoie à la répression consciente ou inconsciente de certains comportements. L'inhibition régule l'impulsivité, qu'elle soit comportementale, cognitive ou émotionnelle. Ce contrôle de l'impulsivité permet alors d'agir en respectant parfaitement ses intentions. L'inhibition permet de centrer toute l'énergie cognitive sur la tâche à exécuter en gérant les entrées et sorties des informations à la mémoire de travail. Ainsi, toutes les informations non nécessaires à la réalisation de la tâche n'ont pas accès à la mémoire de travail. Ce processus a une place importante dans le développement de l'autocontrôle : il donne le pouvoir de réagir ou de ne pas réagir face à une situation. Dans la vie quotidienne, inhiber signifie respecter les délais imposés, ne pas se laisser distraire, contrôler son agitation motrice et son comportement et résister aux pulsions (agressives ou sexuelles).

Il existe alors deux types d'inhibition :

- Inhibition motrice: C'est la capacité à maîtriser son comportement et les réponses motrices automatiques.
- Inhibition cognitive: C'est la capacité à contrôler les informations traitées.

C. METACOGNITION

Les fonctions exécutives sont très souvent associées aux fonctions supérieures que l'on peut désigner par le terme « métacognition ». La métacognition est « *un processus mental dont l'objet est soit une activité cognitive, soit un ensemble d'activités cognitives que le sujet vient d'effectuer ou est en train d'effectuer, soit un produit mental de ces activités cognitives.* » (Noël, 1995 citée par Gagné, 2008). Elle désigne de manière plus générale la capacité à réfléchir sur notre pensée et notre façon de penser. Elle permet donc à l'individu de mobiliser toutes ses ressources pour être plus actif dans l'apprentissage.

PARTIE 2 :

EXPÉRIMENTATION

I. Objet de l'étude

L'objet de l'étude est de démontrer l'implication des fonctions exécutives dans le raisonnement logico-mathématique chez des enfants âgés entre 10 et 12 ans. L'étude est centrée sur les compétences en structures logiques de ces enfants (classification, sériation, conservation, combinatoire et inclusion). Pour cela, l'inhibition d'un groupe d'enfants a été entraînée sur une période de 6 mois afin d'observer si leur progression en raisonnement logique était plus marquée grâce à cet entraînement.

II. Hypothèses

L'hypothèse de cette expérimentation est que l'entraînement de l'inhibition aurait une influence sur les résultats des épreuves logiques. Ainsi, le groupe expérimental devrait montrer une progression entre les pré-tests et les post-tests qui soit plus importante que celle du groupe contrôle.

III. Méthode

A. POPULATION ETUDIEE

Variables d'inclusion :

- Age : entre 10 ans inclus et 12 ans inclus
- Sexe : fille ou garçon

- Suivi orthophonique : pour troubles logico-mathématiques avec atteinte des structures logiques

Variables d'exclusion :

- Tout trouble acquis ou sensoriel

L'échantillon de population qui a été constitué en octobre 2013 comptabilisait 21 enfants. La population étudiée concerne des enfants entre 10 et 12 ans et étant suivis par l'orthophoniste pour des troubles logico-mathématiques. L'expérimentation ayant débuté en octobre 2013, les enfants âgés de 10 ans à 12 ans à cette date-là ont été introduits dans la population.

Le recrutement de mon groupe expérimental a été effectué en fonction des enfants suivis en rééducation sur mes lieux de stage. C'est ainsi qu'a été mise en avant la tranche d'âge 10-12 ans car il s'est avéré que c'était dans cette tranche qu'il y avait le plus d'enfants : 9 enfants sur mon lieu de stage principal et 3 enfants sur mon lieu de stage complémentaire.

Mais la population a été contrainte d'être réduite car lors de la deuxième passation d'épreuves en avril-mai 2014, des aléas ont empêché l'évaluation de cinq de ces enfants. Ainsi, le groupe expérimental n'est constitué plus que de 7 enfants.

Groupe expérimental :

Patients	Sexe	Age	Niveau Scolaire
Erwan	garçon	10	CM2
Mohamed	garçon	11	6ème
Aimery	garçon	11	6ème
Clément	garçon	11	6ème
Sarah	fille	12	5ème
Lise	fille	12	5ème
Elise	fille	12	5ème

Le recrutement de ma population témoin a été effectué par appels téléphoniques auprès de quatre orthophonistes exerçant en libéral. Elle est composée de 6 enfants.

Groupe contrôle :

Patients	Sexe	Age	Niveau Scolaire
Alexandre	garçon	10	CM2
Ch.G	fille	10	CM2
E.	fille	10	CM2
Robin	garçon	11	6ème
S.	fille	12	5ème
Ch.R	fille	12	5ème

B. ÉVALUATION DES STRUCTURES LOGIQUES

Les épreuves sont issues des batteries de tests d'Emmanuelle METRAL : BLM II (6-8 ans) et BLM Ado (10-14 ans). Les feuilles de passation sont disponibles en annexes (II, III, IV, V, VI et VII). La cotation prise en compte est celle pour les épreuves 10-14 ans qui correspondent à notre tranche d'âge. Mais quand les résultats de ces épreuves sont échoués, il nous semblait intéressant de faire passer les épreuves 6-8 ans afin d'observer si le niveau inférieur était acquis. De plus, cela nous a permis d'obtenir plus de précisions sur le niveau d'acquisition de certaines structures.

Les épreuves ont été passées dans l'ordre suivant en pré-tests et en post-tests :

B.1. Classification

Passation : Il s'agit pour le patient de ranger, d'ordonner 20 cartes selon différents critères. Les critères sont :

- La forme : rectangle ou ellipse
- La couleur : rouge ou vert
- Le motif : uni, pointillé ou vide
- Le nombre : 1, 2 ou 3 figures

Les cartes peuvent alors être classées selon leur forme (2 tas), selon leur couleur (2 tas), selon le nombre d'éléments sur la carte (3 tas) et selon leur motif (3 tas).

Cotation : La classification est acquise lorsque tous les critères sont identifiés et nommés individuellement. Elle est en cours d'acquisition si les critères sont identifiés avec l'aide de l'examineur (celui-ci commence la construction d'un tas de cartes suivant un critère non

identifié par l'enfant et lui demande de poursuivre le classement). Enfin la classification est échouée lorsque l'enfant identifie moins de 2 critères malgré l'aide proposée.

B.2. Sériation

Passation :

- Épreuve pour les 6-8 ans : Sur une feuille sont dessinés un rond bleu et un rond vert de tailles différentes. Il est demandé à l'enfant de dessiner :
 - *un rond rouge* qui est plus petit que le bleu, plus petit que le vert
 - *un rond orange* qui est plus grand que le bleu, plus grand que le vert
 - *un rond violet* qui est plus grand que le bleu, plus petit que le vert
 - *un rond noir* qui est plus petit que le bleu, plus grand que le vert (cas impossible que l'enfant doit repérer).

- Épreuve pour les 10-14 ans : Sur une feuille sont écrits un nombre bleu et un nombre vert sachant que le nombre bleu est plus petit que le vert. Il est demandé à l'enfant d'écrire :
 - *un nombre rouge* qui est plus petit que le bleu, plus petit que le vert
 - *un nombre orange* qui est plus grand que le bleu, plus grand que le vert
 - *un nombre violet* qui est plus grand que le bleu, plus petit que le vert
 - *un nombre noir* qui est plus petit que le bleu, plus grand que le vert (cas impossible que l'enfant doit repérer).

Cotation : La sériation est acquise lorsque les quatre niveaux sont réussis ; elle est en cours d'acquisition lorsque trois niveaux sont réussis ; elle n'est pas acquise lorsque moins de trois niveaux sont réussis.

B.3. Conservation

Passation :

- Conservation des longueurs : Deux baguettes de longueur identique sont présentées accolées et alignées devant l'enfant. Celui-ci doit confirmer l'égalité des longueurs. Puis trois configurations sont présentées à l'enfant :
 - Les deux baguettes sont espacées de quelques centimètres. On demande à l'enfant si les deux baguettes sont toujours de même longueur.
 - Les deux baguettes sont espacées de quelques centimètres et également décalées (une des deux baguettes est poussée de quelques centimètres sur la gauche). On demande à l'enfant si les deux baguettes sont toujours de même longueur.
 - Les deux baguettes sont disposées en forme de T. On demande à l'enfant si les deux baguettes sont toujours de même longueur. Entre chacune de ces configurations, on doit toujours revenir à la présentation initiale (baguettes accolées et alignées) et demander à l'enfant s'il reconnaît à nouveau l'égalité de longueur du début.

Enfin, on propose à l'enfant une contre-suggestion qui réfute sa dernière réponse. Ainsi, si l'enfant n'est pas conservant, la contre-suggestion sera : « Tout à l'heure un autre enfant m'a dit pourtant que c'était pareil, de même longueur. » ; tandis que pour un enfant conservant, la contre-suggestion sera : « Tout à l'heure un autre enfant m'a dit que ce n'était pas pareil et qu'il y a une baguette plus longue que l'autre. »

Cotation : La conservation est acquise lorsque l'enfant affirme cette conservation et la justifie dans toutes les configurations ainsi que pour la contre-suggestion. Elle est en cours d'acquisition lorsque l'enfant l'affirme mais qu'il est encore hésitant et à du mal à justifier. Elle n'est pas acquise lorsque l'enfant n'affirme pas de conservation.

B.4. Combinatoire

Passation :

- Épreuve pour les 6-8 ans : L'usine des jetons.

Des feutres et une feuille sont donnés à l'enfant.

Consigne : « Voici une usine qui fabrique des jetons. Ces jetons peuvent être en forme de rond, de carré, de triangle ou de rectangle et ils peuvent être de couleur bleu, vert ou rose. Peux-tu dessiner tous les jetons différents que peut fabriquer l'usine ? »

- Épreuve pour les 10-14 ans : L'usine de vêtements.

Un stylo et une feuille sont donnés à l'enfant.

Consigne : « Voici une usine qui fabrique des vêtements. Ces vêtements peuvent être des pulls, des jupes, des robes, des T-shirts ou des pantalons ; ils peuvent être de couleur verte, bleue, orange ou rouge et peuvent être en taille S, M ou L. Peux-tu, sans dessiner, me dire combien de vêtements différents peut fabriquer l'usine ? Tu as le droit d'écrire ce que tu veux sur la feuille pour t'aider. »

Cotation : La combinatoire est acquise lorsque toutes les combinaisons sont trouvées avec la justification du raisonnement ; elle est en cours d'acquisition lorsque toutes les combinaisons sont trouvées mais que le raisonnement reste confus ; elle n'est pas acquise lorsqu'il manque des combinaisons.

B.5. Inclusion

Passation :

- Épreuve pour les 6-8 ans : Les fleurs (2 niveaux d'inclusion)

Consigne : « Peux-tu dessiner sur cette feuille 10 fleurs en tout, sachant que parmi ces 10 fleurs il y a 6 tulipes et parmi ces 6 tulipes il y a 2 tulipes rouges ? » Sur la feuille figure le dessin d'une tulipe rouge pouvant servir de modèle à l'enfant.

- Épreuve pour les 10-14 ans : Les aliments (3 niveaux d'inclusion)

Consigne : « Peux-tu dessiner sur cette feuille 12 aliments en tout, sachant que parmi ces 12 aliments, il y a 10 fruits ; parmi ces 10 fruits il y a 6 pommes et parmi ces 6 pommes il y a 2 pommes rouges ? »

Cotation : L'inclusion est acquise lorsque tous les niveaux sont réussis ; elle est en cours d'acquisition lorsque au moins 1 niveau sur 2 (pour les 6-8 ans) et 2 niveaux sur 3 (pour les 10-14 ans) sont réussis ; elle n'est pas acquise lorsque aucun niveau n'est réussi.

C. ENTRAÎNEMENT DE L'INHIBITION

L'entraînement a été effectué pendant les séances de rééducation sur toute la durée de l'étude (6 mois). Deux exercices étaient proposés en début de séance. Ces exercices rapides ne duraient pas plus de 5-10 minutes.

L'inhibition a été entraînée à l'aide du matériel « Jeux à la carte », jeu constitué de 2 jeux de cartes : « Axome » et « Bleu comme une tomate ». Les cartes du jeu « Axome » présentent des

formes et des couleurs tandis que celles du jeu « Bleu comme une tomate » présentent des mots et des couleurs.

Nous avons choisi le jeu « Axome » dans le cadre de ce mémoire afin de ne pas inclure le versant verbal dans notre entraînement. Sur chacune de ces cartes figure une forme (soit carré, soit rond, soit triangle, soit croix) et une couleur (soit rouge, soit bleu, soit noir, soit vert).

Selon la règle imposée, l'enfant doit nommer la forme qu'il voit sur chaque carte et inhiber sa réponse automatique pour une couleur désignée ; ou à l'inverse, l'enfant doit nommer la couleur qu'il voit sur chaque carte et inhiber sa réponse automatique pour une forme désignée.

La règle est modifiée à chaque séance volontairement, afin que l'enfant ne s'habitue pas à un unique critère et ne développe pas une extrême vigilance à ce critère.

Huit consignes à raison d'une par séance ont alors pu être proposées aux enfants de façon aléatoire :

- « Nomme la forme que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand la forme est bleue, ne dis rien. »
- « Nomme la forme que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand la forme est rouge, ne dis rien. »
- « Nomme la forme que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand la forme est noire, ne dis rien. »
- « Nomme la forme que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand la forme est verte, ne dis rien. »
- « Nomme la couleur que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand il s'agit d'un triangle, ne dis rien. »
- « Nomme la couleur que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand il s'agit d'un carré, ne dis rien. »

- « Nomme la couleur que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand il s'agit d'un rond, ne dis rien. »
- « Nomme la couleur que tu vois sur chacune des cartes qui vont défiler devant toi mais quand il s'agit d'une croix, ne dis rien. »

D. ÉVALUATION QUALITATIVE

Les résultats qualitatifs permettent une approche plus éloignée mais qui n'en est pas moins cruciale car c'est essentiellement à cause de difficultés scolaires en mathématiques que les enfants sont orientés en orthophonie. Il semblait donc important de se tourner vers les enseignants afin de leur soumettre un questionnaire d'observation sur la conduite des enfants à l'école.

Ce questionnaire (cf Annexe VIII) propose 4 questions précises sur le comportement de l'élève en classe ainsi qu'une question plus générale sur l'évolution depuis T0 dans les activités mathématiques.

Ce test n'a pu être soumis qu'aux enseignants de la population expérimentale ce qui nous empêche d'avoir un point de comparaison. Mais ces observations peuvent tout de même nous apporter des informations sur l'application du travail effectué en cabinet orthophonique dans le cadre scolaire.

IV. Présentation des résultats

Les cinq structures logiques ont été mesurées auprès des patients avant et après l'entraînement de l'inhibition.

La première passation d'épreuves s'est déroulée en octobre et novembre 2013 (T0) et la seconde passation s'est déroulée en avril et mai 2014 (T1).

La légende utilisée dans les tableaux suivants est la suivante :

 : acquis

 : en cours d'acquisition

 : non acquis

↑ : progression

↓ : régression

= : pas d'évolution

A. RESULTATS AUX EPREUVES LOGIQUES

A.1. Groupe expérimental

	CLASSIFICATION	
	T0	T1
ERWAN		
MOHAMED	2 critères avec aide	↑
AIMERY	0 critère	↑ 4 critères avec aide
CLEMENT		
SARAH	3 critères	↑
ELISE		
LISE	3 critères	↑ 4 critères avec aide

Tableau 1: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve de classification

Lise est parvenue à isoler un critère de plus à T1 par rapport à T0. Elle réussit à se concentrer sur un seul critère en faisant abstraction des trois autres alors qu'auparavant c'était difficile.

SERIATION					
		Ronds		Nombres	
		T0	T1	T0	T1
ERWAN				2 nombres corrects	↑ 1 nombre correct
MOHAMED					
AIMERY					
CLEMENT					↓ 3 ronds corrects
SARAH		2 nombres corrects	↑		↑ 2 nombres corrects
ELISE			↓ 3 ronds corrects		
LISE			↑ 3 ronds corrects		↑

Tableau 2: Résultats du groupe expérimental aux épreuves de sériation

CONSERVATION		
Longueurs		
	T0	T1
ERWAN		↑
MOHAMED		
AIMERY	2 niveaux	2 niveaux
CLEMENT		
SARAH		1 niveau ↑
ELISE		
LISE		↑

Tableau 3: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve de conservation

	COMBINATOIRE			
	Jetons		Vêtements	
	T0	T1	T0	T1
ERWAN		↑ Tableau cartésien		
MOHAMED	Tableau cartésien	Tableau cartésien		↑
AIMERY		↑ Tableau cartésien		↑
CLEMENT	Tableau cartésien	Tableau cartésien		↓
SARAH		↑ Tableau cartésien		
ELISE		↑ Tableau cartésien		↑
LISE	Tableau cartésien	Tableau cartésien		↑

Tableau 4: Résultats du groupe expérimental aux épreuves de combinatoire

A T0, Mohamed et Clément sont les seuls enfants à mettre en place un tableau cartésien pour l'épreuve des jetons.

Quand un enfant met en place un tableau cartésien, cela signifie qu'il s'organise de façon efficace pour combiner et trouver tous les possibles sans se tromper. Dans le cadre de cette épreuve, chaque ligne correspond à une forme et chaque colonne correspond à une couleur.

A T1, tous les enfants utilisent cette méthode pour dessiner tous les jetons possibles.

Erwan, Mohamed et Lise passent par les additions successives pour trouver le nombre de vêtements différents fabriqués par l'usine. Ils n'utilisent pas la multiplication. Ils ont donc réussi l'épreuve en extension tandis qu'Élise l'a réussie en compréhension à T1.

	INCLUSION	
	T0	T1
ERWAN	1 niveau	1 niveau
MOHAMED		
AIMERY	2 niveaux	2 niveaux
CLEMENT		
SARAH	1 niveau	1 niveau
ELISE	1 niveau	1 niveau
LISE		

Tableau 5: Résultats du groupe expérimental à l'épreuve d'inclusion

A.2. Groupe témoin

	CLASSIFICATION	
	T0	T1
ALEXANDRE	4 critères avec aide	4 critères avec aide
CH. G.	4 critères avec aide	3 critères ↑
E.	4 critères avec aide	4 critères avec aide
ROBIN	0 critère	↑
S.		
CH. R.		

Tableau 6: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve de classification

Ch.G. et Robin montrent tous deux une progression dans l'acquisition de la classification tandis que les résultats des autres enfants restent stables.

Ch.G est passée de 4 critères isolés après amorce à 3 critères qu'elle isole sans aide. Mais elle ne trouve pas le dernier malgré l'amorce.

Robin quant à lui est passé de zéro critère isolé (il formait plusieurs petits tas sans réussir à se centrer sur un unique critère) à tous les critères isolés et identifiés.

	SERIATION			
	Ronds		Nombres	
	T0	T1	T0	T1
ALEXANDRE	3 ronds	3 ronds	Non évalué	Non évalué
CH.G				
E.	3 ronds	3 ronds	Non évalué	Non évalué
ROBIN				
S.				
CH.R				

Tableau 7: Résultats du groupe contrôle aux épreuves de sériation

CONSERVATION		
Longueurs		
	T0	T1
ALEXANDRE	1 niveau	↑
CH.G	2 niveaux	2 niveaux
E.	1 niveau	1 niveau
ROBIN		
S.		
CH.R		

Tableau 8: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve de conservation

On constate que pour cette épreuve, seul Alexandre a progressé entre T0 et T1. La conservation est bien justifiée et est devenue sûre.

	COMBINATOIRE			
	Jetons		Vêtements	
	T0	T1	T0	T1
ALEXANDRE		↑		↑
CH.G		↓		↓
E.				
ROBIN		↑ Tableau cartésien		↑
S.	Tableau cartésien	Tableau cartésien	En extension	En extension
CH.R	Tableau cartésien	Tableau cartésien	En extension	↑

Tableau 9: Résultats du groupe contrôle aux épreuves de combinatoire

Les résultats d'Alexandre, Robin et Ch.R indiquent une progression entre T0 et T1.

Alexandre est passé d'un appariement simple à T0 à une logique multiplicative à T1. Cependant, la structure n'est pas encore acquise car il a besoin d'être sollicité et encouragé et parce que ses calculs ne sont pas exacts.

Robin qui avait échoué les 2 épreuves à T0 car il utilisait un appariement simple, utilise à T1 la méthode multiplicative de manière efficace.

Ch.R quant à elle, avait besoin de passer par l'addition à T0 afin de trouver tous les possibles tandis qu'à T1, elle utilise la multiplication sans se tromper.

	INCLUSION	
	T0	T1
ALEXANDRE	1 niveau	2 niveaux ↑
CH.G	1 niveau	1 niveau
E.	1 niveau	1 niveau
ROBIN	1 niveau	1 niveau
S.	2 niveaux	2 niveaux
CH.R		

Tableau 10: Résultats du groupe contrôle à l'épreuve d'inclusion

Alors qu'à T0 il n'incluait que sur un niveau, à T1, Alexandre réussit à inclure sur deux niveaux après deux essais.

Ch.G, E. et Robin n'incluent qu'un niveau sur trois à T0 comme à T1.

S. n'inclut pas les pommes aux deux passations. Elle dessine 12 aliments et 10 fruits mais au lieu des 6 pommes dont 2 pommes rouges, elle dessine 6 pommes et 2 pommes rouges. Elle n'a donc acquis que deux niveaux d'inclusion sur trois.

Les résultats aux épreuves qualitatives correspondent à des observations effectuées par les enseignants. On peut les répertorier de la façon suivante :

	Distraction	Rapide à la tâche	Tâches finies ?	Respect tour parole	Amélioration maths
ERWAN	oui	non	non	oui	non
MOHAMED	oui	non	oui	oui	oui
AIMERY	non	oui	oui	oui	oui
CLEMENT	non	oui	oui	oui	oui
SARAH	non	oui	oui	oui	oui
ELISE	non	oui	oui	oui	oui
LISE	oui	non	oui	oui	oui

Tableau 11 : Résultats qualitatifs du groupe expérimental

Les quatre premières colonnes du tableau concernent le comportement général de l'élève en classe tandis que la cinquième et dernière colonne concerne le niveau en mathématiques.

De manière générale, les retours ont été très positifs. Les enseignants ont tous affirmé une amélioration du travail de leurs élèves sauf l'institutrice d'Erwan qui ne constate aucun progrès ni en comportement ni en mathématiques.

L'enseignant d'Aimery précise qu'il se met rapidement à la tâche seulement quand ça l'intéresse et que les progrès en mathématiques ne sont plus observés quand Aimery n'est pas motivé.

Les progrès en mathématiques sont le plus remarquables auprès de Sarah et d'Elise avec un investissement à l'oral important.

Les tableaux synthétiques suivants nous permettent de confronter les résultats de chaque enfant pour chaque structure logique entre le début et la fin de l'étude.

Voici dans un premier temps le résumé des résultats du groupe expérimental :

		CLA	SER	CONS	COMB	INC
ERWAN	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	● =	● ↑	● ↑	● =
MOHAMED	T0	●	●	●	●	●
	T1	● ↑	● =	● =	● ↑	● =
AIMERY	T0	●	●	●	●	●
	T1	● ↑	● =	● =	● ↑	● =
CLEMENT	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	● ↓	● =	● ↓	● =
SARAH	T0	●	●	●	●	●
	T1	● ↑	● ↑	● ↑	● ↑	● =
ELISE	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	● ↓	● =	● =	● =
LISE	T0	●	●	●	●	●
	T1	● ↑	● ↑	● ↑	● ↑	● =

Tableau 12: Comparaison des résultats entre T0 et T1 du groupe expérimental

Voici à présent le résumé des résultats du groupe contrôle :

		CLA	SER	CONS	COMB	INC
ALEXANDRE	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	●	● ↑	● ↑	● ↑
CH.G	T0	●	●	●	●	●
	T1	● ↑	● =	● =	● ↓	● =
E.	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	● =	● =	● =	● =
ROBIN	T0	●	●	●	●	●
	T1	● ↑	● =	● =	● ↑	● =
S.	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	● =	● =	● =	● =
CH.R	T0	●	●	●	●	●
	T1	● =	● =	● =	● ↑	● =

Tableau 13 : Comparaison des résultats entre T0 et T1 du groupe contrôle

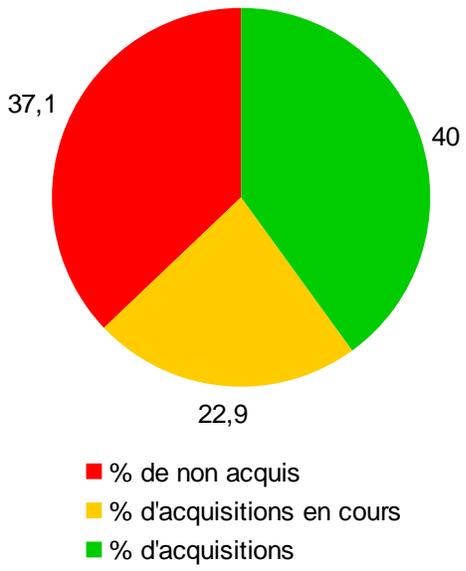


Figure 1 : Résultats du groupe expérimental à T0

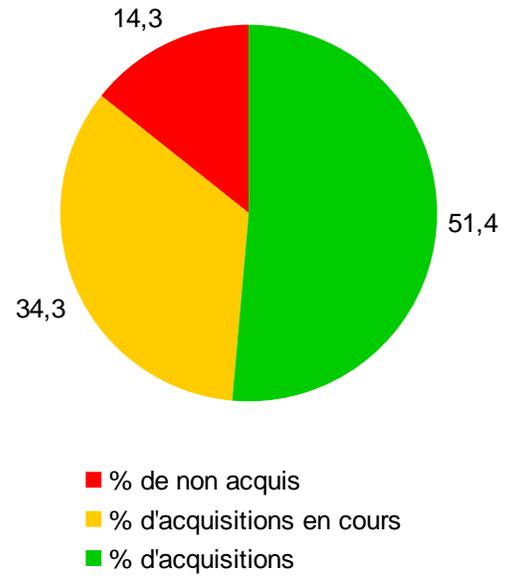


Figure 2 : Résultats du groupe expérimental à T1

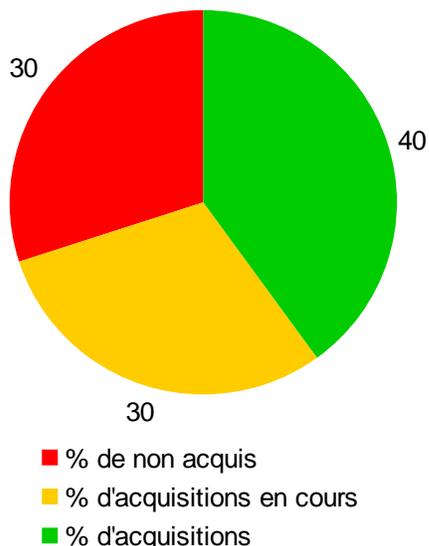


Figure 3 : Résultats du groupe contrôle à T0

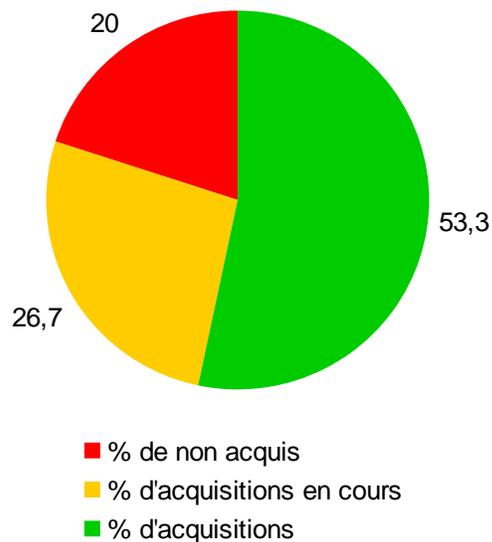


Figure 4 : Résultats du groupe contrôle à T1

Les figures ci-dessus nous permettent de comparer l'évolution des résultats aux structures logiques entre T0 et T1 et ce, pour les deux groupes de population. Les deux premiers diagrammes présentent la répartition en début et fin d'expérience des niveaux d'acquisition du groupe expérimental tandis que les deux suivants désignent la répartition des niveaux d'acquisition du groupe contrôle.

Les figures 1 et 3 présentent la répartition des résultats des deux populations à T0. Ces deux diagrammes se ressemblent ce qui signifie qu'à la situation de départ, les deux populations étaient semblables et les enfants présentaient un niveau similaire face aux structures logiques : 40% de structures acquises pour les deux groupes.

Le groupe expérimental présente un pourcentage plus élevé pour les structures non acquises par rapport au groupe contrôle : 37,1% contre 30%.

Les populations ont toutes deux progressé mais pas de la même manière.

Du point de vue des acquisitions, l'évolution est semblable. Le groupe expérimental est passé de 40% de structures acquises à 51,4% et le groupe contrôle est passé de 40% de structures acquises à 53,3%.

Du point de vue des acquisitions en cours, on observe une augmentation du pourcentage pour le groupe expérimental et une baisse pour le groupe contrôle. En effet, le pourcentage de structures en cours d'acquisition passe de 22,9% à 34,3% pour le groupe expérimental tandis qu'il passe de 30% à 26,7% pour le groupe contrôle.

Enfin du point de vue des structures non acquises, le pourcentage baisse considérablement pour le groupe expérimental puisqu'il est réduit de plus de la moitié. Pour le groupe contrôle, la baisse est moins apparente, 10% des structures non acquises à T0 ne le sont plus à T1.

Les deux histogrammes suivants présentent deux comparaisons importantes entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Le premier reprend les pourcentages d'acquisition vus précédemment.

On constate que les deux populations ont démarré l'étude avec un pourcentage identique de structures acquises, qu'elles ont toutes deux progressé et terminé l'étude avec à nouveau un pourcentage identique de structures acquises.

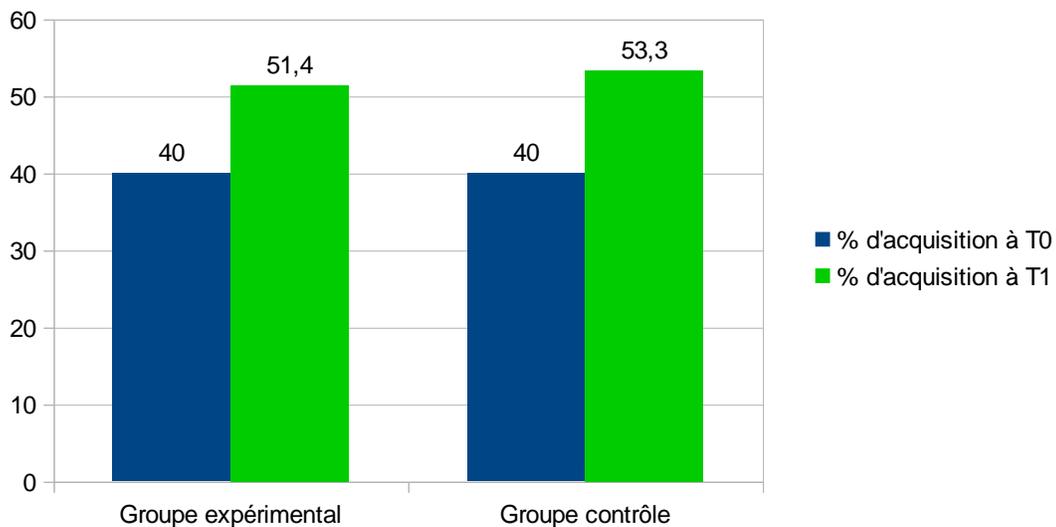


Figure 1 : Comparaison du taux d'acquisition entre T0 et T1 des deux groupes

L'histogramme suivant présente le pourcentage de progression constatée sur toutes les épreuves réalisées. Il est important de le distinguer de la figure précédente car même si l'épreuve n'est pas réussie et donc la structure non-acquise, l'enfant peut tout de même montrer des signes d'amélioration comme une meilleure organisation dans la réalisation de la tâche, la réussite d'une plus grande partie de l'épreuve ou une réussite sans aide apportée.

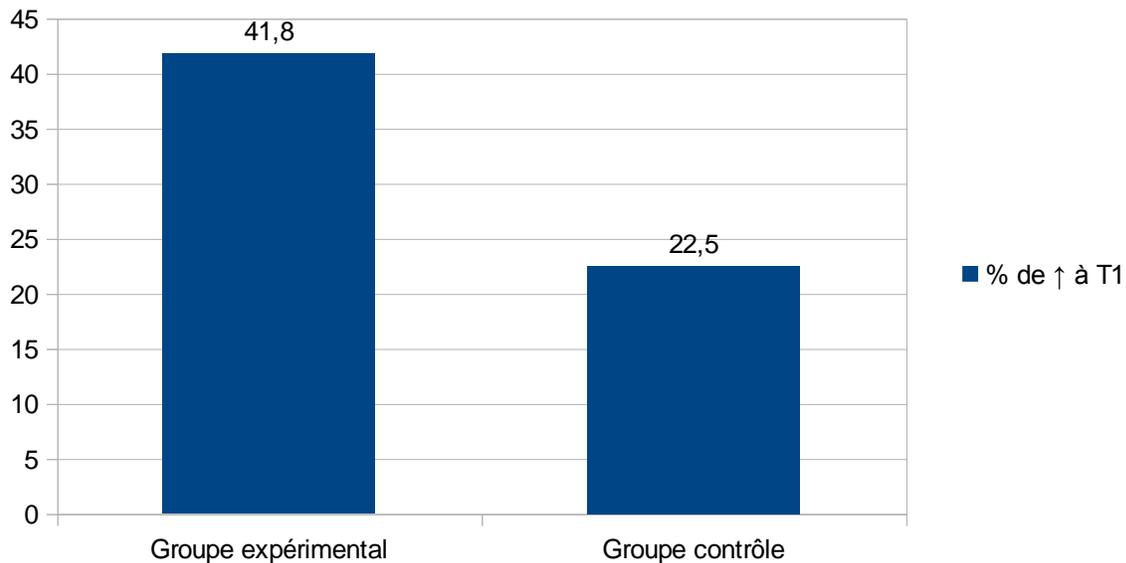


Figure 6 : Comparaison du taux de progression entre T0 et T1 des deux groupes

Les résultats soulignent une nette différence sur la progression des enfants. Bien que le nombre de structures acquises soit équivalent, on constate que le taux de progression du groupe expérimental est presque deux fois supérieur à celui du groupe contrôle.

V. Analyse des données

A. RAPPEL DES OBJECTIFS

L'objectif de cette expérimentation consistait à évaluer l'efficacité d'un entraînement hebdomadaire de l'inhibition chez des enfants de 10-12 ans souffrant de troubles logico-mathématiques et plus particulièrement de troubles au niveau des cinq structures logiques.

B. RAPPEL DES RESULTATS

Les résultats ont montré qu'aux pré-tests, les deux populations présentaient globalement des résultats similaires. Les deux groupes ont donc débuté l'étude sur les mêmes bases.

Aux post-tests, il s'est avéré que le pourcentage de structures acquises était sensiblement le même mais le pourcentage de structures non-acquises a diminué considérablement pour le groupe expérimental alors qu'il n'a diminué que faiblement pour le groupe contrôle.

Le pourcentage d'épreuves témoignant d'une progression à T1 est deux fois plus important pour le groupe expérimental que pour le groupe contrôle.

Une évaluation qualitative a été également mise en place auprès de la population expérimentale afin d'approfondir les résultats quantitatifs sous un point de vue extérieur à celui de l'orthophonie : le milieu scolaire. Les résultats du questionnaire réalisé affirment une amélioration comportementale des enfants en classe ainsi qu'une progression dans les activités mathématiques.

C. ANALYSE DES RESULTATS

Le pourcentage de structures logiques acquises au cours de cette expérimentation est le même pour l'ensemble de la population. On peut alors se demander si l'entraînement de l'inhibition a été bénéfique ou non dans la rééducation.

Cependant, le taux d'épreuves ayant montré des signes d'amélioration à T1 est bien plus important pour la population expérimentale puisqu'il représente le double de celui atteint par la population témoin. Ces résultats affirmeraient alors l'hypothèse de départ en démontrant l'influence positive de l'entraînement de l'inhibition sur le raisonnement logique.

La raison pour laquelle le taux de structures acquises à T1 n'est pas si éloigné de la population témoin, alors que le taux de progression l'est, est dû en partie à un nombre important de transitions de résultats échoués à T0 à des résultats partiellement corrects à T1 pour la population expérimentale. Mais ces progressions-là ne doivent pas être négligées car cela signifie que la structure est en train de se mettre en place alors qu'au début de l'expérience, elle ne l'était pas.

Les enseignants témoignent d'une amélioration du comportement des enfants ayant suivi l'entraînement spécifique. Cette conclusion semble logique du fait que les fonctions exécutives sont coordonnées dans le lobe frontal et que ce dernier est également le siège de notre personnalité et de notre comportement. De plus, nous avons vu qu'il existe un versant de l'inhibition nommé « inhibition motrice » et permettant de maîtriser son comportement. C'est donc l'entraînement de ce versant de l'inhibition qui se manifeste en premier lieu dans les activités scolaires.

Mais une amélioration de l'investissement de ces enfants dans les activités mathématiques est également observée soulignant peut-être le rôle de l'inhibition dans les logico-mathématiques. On peut alors dire qu'il s'agit d'un transfert éloigné de l'entraînement à l'inhibition. Le transfert éloigné définit l'application d'une stratégie d'un mode à un autre (Klauer, 1987 ; cité par Büchel, 2007). Dans le cadre de cette étude, il s'agit donc de l'utilisation d'une stratégie liée à l'entraînement de l'inhibition dans un domaine différent de l'orthophonie : le domaine scolaire. Mais comme nous n'avons pas de résultats pour le groupe contrôle, on ne peut comparer et

affirmer le rôle de l'entraînement. Cette amélioration peut également être seulement liée à la rééducation orthophonique.

D. BIAIS ET LIMITES METHODOLOGIQUES DE L'ETUDE

- Le groupe témoin a été recruté auprès d'orthophonistes extérieures aux cabinets côtoyés lors des stages. Ainsi, tous les patients n'ont pas forcément suivi la même rééducation car chaque orthophoniste utilise ses propres méthodes. Cette variable n'a donc pas pu être contrôlée.
- A cause de la précision des critères de sélection, l'échantillon est relativement faible pour déterminer une tendance générale et pour valider nos résultats.
- L'étude s'est déroulée sur une période de 5 mois puisqu'il s'agit d'une expérimentation longitudinale. Un entraînement est long et fastidieux et il serait utile de pouvoir observer si sur un temps plus long l'efficacité de l'entraînement est plus significative.
- Les épreuves d'E. Métral utilisées dans cette étude nous permettent de déterminer un âge d'acquisition mais ne sont pas étalonnées de façon très précise. Comme il existe encore aujourd'hui peu de tests à disposition pour évaluer les structures logiques, ce sont celles-ci qui ont été utilisées car les structures logiques peuvent être évaluées de manière approfondie.
- L'évaluation qualitative n'a pu être proposée à la population contrôle. Ainsi la validité des résultats peut être remise en question car ces derniers ne dépendent peut-être pas de l'entraînement de l'inhibition.

E. PERSPECTIVES

L'échantillon de notre population étant trop faible pour que nos résultats soient validés scientifiquement, une étude similaire sur une population plus larges pourrait affirmer ou non notre hypothèse.

Lors des passations d'épreuves à T0 et T1, certains enfants ont également été évalués sur leurs connaissances en numération. Ce domaine n'est pas rentré dans le cadre de notre étude mais il aurait pu, d'autant que d'après nos observations sur ces épreuves numériques, des progrès importants sont également présents. Mais sans point de comparaison, il est difficile de déterminer si ces progrès sont dus ou non à l'entraînement.

Étant donné que les enseignants constatent des améliorations sur le comportement des enfants ainsi que pour certains sur leur aptitudes mathématiques, il semble primordial de poursuivre l'entraînement de l'inhibition afin que l'élève se sente mieux et s'implique plus dans son environnement scolaire. La première plainte des patients souffrant de troubles logico-mathématiques est effectivement les difficultés à l'école. Il ne faut donc pas négliger les éléments qui peuvent améliorer ces difficultés. Une étude plus approfondie sur les répercussions de l'entraînement de l'inhibition sur les activités scolaires des patients pourrait être réalisée.

CONCLUSION

Notre étude consistait à déterminer l'implication de l'inhibition dans le raisonnement logique.

Pour cela, les structures logiques de deux groupes d'enfants âgés de 10 à 12 ans et souffrant de troubles logico-mathématiques ont été évaluées en début et fin d'étude. Le groupe expérimental a suivi l'entraînement de l'inhibition en sus de la rééducation sur une période de 5 mois tandis que le groupe contrôle a suivi seulement la rééducation orthophonique.

Les résultats quantitatifs ont affirmé l'efficacité de l'entraînement de l'inhibition sur la progression du raisonnement logique et les résultats qualitatifs ont affirmé cette efficacité sur le comportement général de l'élève en classe ainsi que dans son investissement dans les mathématiques.

Cependant, comme il s'agit d'une expérience sur le terrain avec peu de moyens, l'étude présente des biais et certaines variables n'ont pu être contrôlées. Notre hypothèse ne peut donc être véritablement validée.

Cette étude nous permet tout de même de faire le lien entre les fonctions exécutives et le raisonnement logique. Il ne faut pas négliger les fonctions exécutives dans la prise en charge logico-mathématique en orthophonie. Le travail des fonctions exécutives peut s'effectuer au travers de petits jeux ludiques et ne prendre que quelques minutes par séance.

Notre étude a tenté de mettre en évidence le rôle de l'inhibition face aux structures logiques mais ce rôle pourrait également être évalué auprès des acquisitions numériques.

BIBLIOGRAPHIE

Bargue, S. (2013). *Etude des répercussions d'un entraînement des fonctions exécutives sur les mécanismes de la lecture chez des enfants dyslexiques de CM2*. Bordeaux, France.

Berthet V. (2011). *Cours de Psychologie - Le Cognitivism*. (2011).
http://www.youtube.com/watch?v=6jDlqywU_4g&feature=youtu.be

Bertuletti, L. (2012). *Impact d'une rééducation orthophonique des fonctions exécutives sur le langage oral chez le sujet aphasique: étude de cas*. Bordeaux, France.

Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., Masy, V., & Kremer, J.-M. (2006). *Dictionnaire d'orthophonie* (Édition : 3e édition.). Isbergues, France: Ortho Edition.

Büchel, F. (2007). *L'intervention cognitive en éducation spéciale. Deux programmes métacognitifs*.
<http://www.unige.ch/fapse/publications-ssed/Carnets/catalogue/copiebuchel.html>

Clark, Caron A. C., Pritchard, Verena E., Woodward, Lianne J. (2010). *Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement*. *Developmental Psychology*, Vol 46(5).

Durel, C., & Leiser, E. (2009). *Evaluer la pensée combinatoire: étude auprès de collégiens à troubles logiques et tout-venants*. Lyon, France: Université Claude Bernard Lyon 1.

Gagné, P. P., Rousseau, A., & Leblanc, N. (2009). *Apprendre... une question de stratégies. Développer les habiletés liées aux fonctions exécutives avec 1 Cédérom*. Paris : Chenelière Education

Gil, R. (2010). *Neuropsychologie* (Édition : 5e édition.). Paris: Elsevier Masson.

Groen, Guy J., Parkman, John M. (1972). *A chronometric analysis of simple addition*. Psychological Review, Vol 79(4),

Gueritte-Hess, B., & Bacquet, M. (1996). *Le Nombre Et La Numération - Pratique De Rééducation*. Paris : Isocel - Editions du Papyrus

Houdé, O. (2005). *L'enfant et son développement – Se développer c'est apprendre à inhiber*. Mensuel n°388 de la revue La Recherche.

Hout, A. V., Meljac, C., & Fischer, J.-P. (2005). *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* (Édition : 2e édition.). Paris: Elsevier Masson.

Labie, M. (2012). *Impact d'une remédiation cognitive sur les troubles du raisonnement logico-mathématique*. Bordeaux, France.

Laval, V. (2011). *Psychologie du développement: Modèles et méthodes* (Édition : 2e édition.). Paris: Armand Colin.

Leroux, A., & Leloup, J.-P. (2013). *Impact d'une rééducation logico-mathématique sur les difficultés de structuration du temps chez l'enfant*. France.

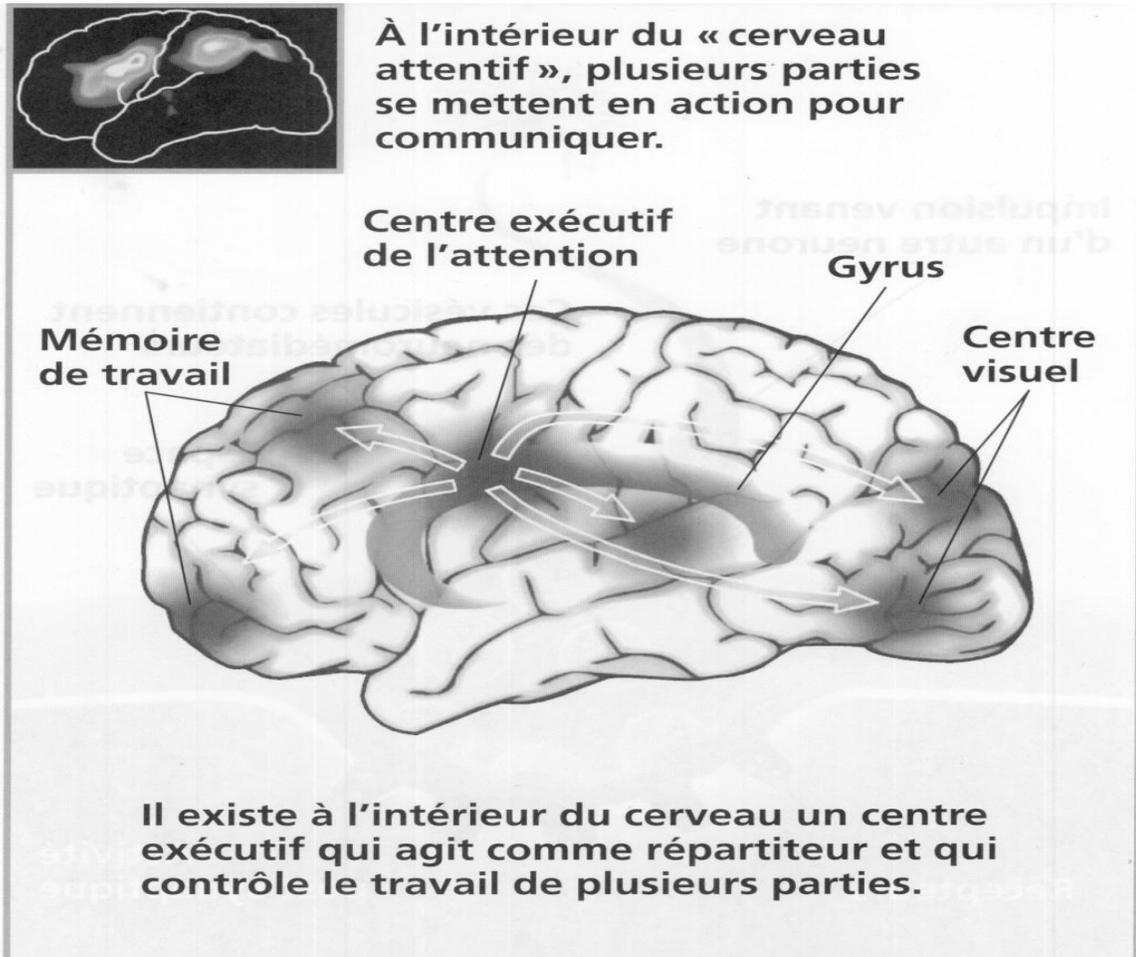
Lussier, F., Flessas, J., & Voyazopoulos, R. (2009). *Neuropsychologie de l'enfant : Troubles développementaux et de l'apprentissage* (Édition : 2e édition.). Paris: Dunod.

Piaget, J., & Houdé, O. (2012). *La psychologie de l'intelligence*. Paris, France: A. Colin.

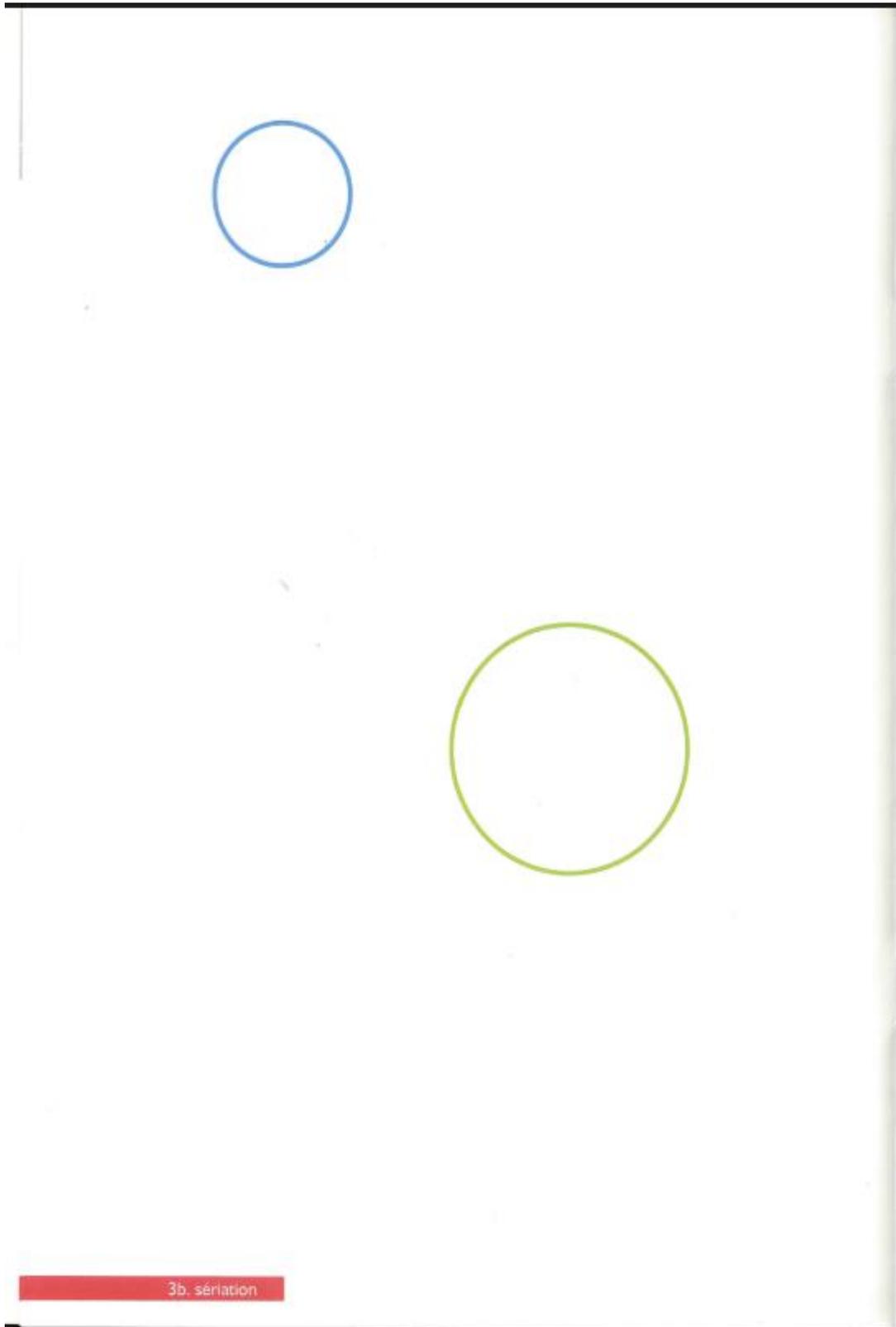
ANNEXES

<u>Annexe 1</u> : Localisation des fonctions exécutives dans le cerveau.....	I
<u>Annexe 2</u> : Sériation (épreuve des ronds).....	II
<u>Annexe 3</u> : Sériation (épreuve des nombres).....	III
<u>Annexe 4</u> : Combinatoire (épreuve des jetons).....	IV
<u>Annexe 5</u> : Combinatoire (épreuve des vêtements).....	V
<u>Annexe 6</u> : Inclusion (épreuve des fleurs).....	VI
<u>Annexe 7</u> : Inclusion (épreuve des aliments).....	VII
<u>Annexe 8</u> : Questionnaire à destination des enseignants.....	VIII

Annexe 1 : Localisation des fonctions exécutives dans le cerveau



Annexe 2 : Sériation (épreuve des ronds)

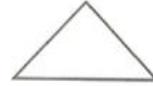


Annexe 3 : Sériation (épreuve des nombres)

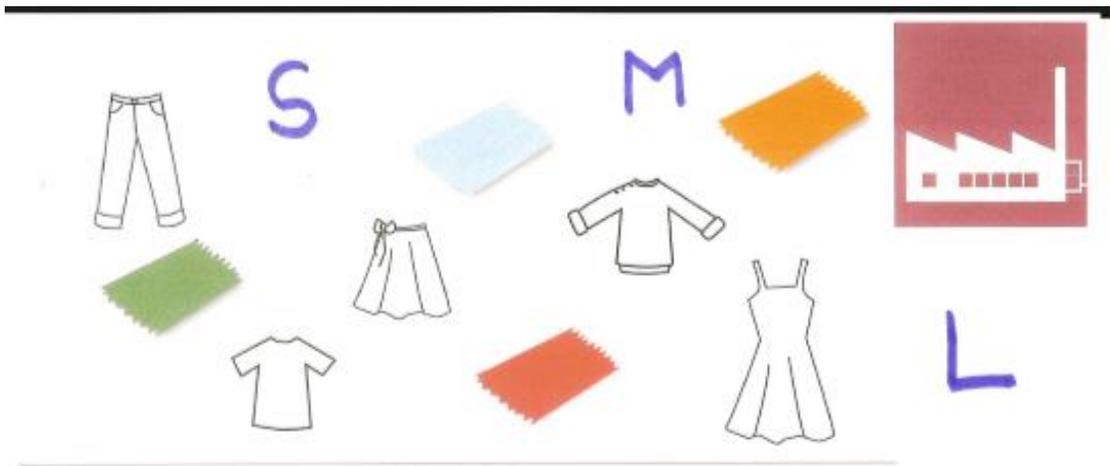
20671

30240

Annexe 4 : Combinatoire (épreuve des jetons)



Annexe 5 : Combinatoire (épreuve des vêtements)



Annexe 6 : Inclusion (épreuve des fleurs)

10 fleurs en tout

6 tulipes en tout

2 tulipes rouges



Inclusion 1 - Les aliments

12 aliments en tout

10 fruits en tout

6 pommes en tout

2 pommes rouges

Annexe 8 : Questionnaire à destination des enseignants

Question 1 : L'élève a-t-il tendance à se laisser facilement distraire ?

Question 2 : Se met-il rapidement à la tâche ou non ?

Question 3 : Finit-il les tâches qu'il entreprend ?

Question 4 : L'élève est-il capable d'attendre son tour de parole pour fournir une réponse à l'enseignant, de ne pas se précipiter sans réfléchir avant de répondre ?

Question 5 : Constatez-vous une amélioration générale de cet élève depuis le début de l'année scolaire dans le domaine des mathématiques ?

RESUME

Cette étude porte sur le rôle des fonctions exécutives et plus spécifiquement de l'inhibition dans le raisonnement logico-mathématique lors d'une prise en charge orthophonique. La logique a été décrite par différents courants de pensée mais elle se caractérise dans le domaine de l'orthophonie par cinq structures qui sont la classification, la sériation, la combinatoire, la conservation et l'inclusion. Certaines études ont déjà pu mettre en évidence un lien entre les fonctions exécutives et les logico-mathématiques. C'est pourquoi cette étude s'est centrée spécifiquement sur une fonction : l'inhibition ainsi que sur le versant logique des logico-mathématiques. Une population d'enfants de 10 à 12 ans a été recrutée. Seul le groupe expérimental a suivi sur une période de 5 mois un entraînement de son inhibition parallèlement à la rééducation orthophonique. L'évolution dans l'acquisition des structures logiques ainsi que dans le milieu scolaire des enfants a pu être mesurée pour l'ensemble de la population. L'analyse des résultats a révélé une nette différence entre les deux groupes avec une meilleure progression pour le groupe expérimental. Cependant, ces résultats doivent être considérés avec prudence à cause du faible échantillon de population. En conclusion, la rééducation des troubles logico-mathématiques ne doit pas exclure les fonctions exécutives car l'inhibition jouerait un rôle dans le développement des structures logiques.

MOTS-CLES

Orthophonie - Logico-mathématique - Structures logiques - Fonctions exécutives - Inhibition