



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté des Sciences Humaines et Sociales

Département des Sciences Sociales

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de master en
Pathologies du langage et de la communication

Thème

**La dyspraxie visuo-spatiale et
l'apprentissage du calcul chez les enfants
paralysés cérébraux**

Etude de 2 cas réalisée à l'Association de Soutien aux Infirmes
Moteurs Cérébraux/ASIMC d'El-Kseur, Bejaia.

Réalisé par :

MAHFOUD Yasmine

NEMIR Randa

Membres du jury :

GHOUAS Yacine : président

BENYAHIA Youcef : examinateur

Sous la direction de :

Dr BOUZID BAA Saliha

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à adresser nos vifs remerciements à la directrice de ce mémoire, Dr BAA Saliha, pour sa disponibilité, sa rigueur au travail et ses conseils profitables qui ont servis à alimenter notre réflexion.

Nos remerciements les plus sincères à notre directrice de stage, Mme DJENADI Hanane, pour sa gentillesse, sa bonne humeur, son aide généreuse et ses judicieux conseils.

Nous désirons remercier les membres du jury, qui nous font l'honneur d'examiner ce travail.

Nous exprimons nos chaleureux remerciements à toute l'équipe de l'ASIMC, ainsi qu'aux enfants et à leurs parents d'avoir accepté de participer à cette étude.

Un merci spécial à Mme KITOUN, qui nous a témoigné de ses qualités humaines en étant à nos côtés et en nous faisant part de ses encouragements et ses précieux conseils, qui nous touchent au plus profond de nous.

Un grand merci à nos amis et familles respectives, ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

A mes chers parents, aux premiers à croire en moi, pour tous leurs sacrifices, leur dévouement, leur amour inconditionnel, leur soutien permanent, et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frère et sœurs, qui sont pour moi un exemple de courage et de persévérance, pour leur chaleureux soutien qui n'a cessé de m'accompagner durant ce parcours.

A mon cher binôme, sans qui l'accomplissement de ce travail n'aurait pas été pareil.

A mes fidèles amies, Celina, Fahima et Zahra, pour leur aide, leur écoute et leurs précieux conseils.

A toutes ces personnes, que ces mots puissent témoigner de mon amour, ma gratitude et toute mon affection.

MAHFOUD Yasmine

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mon cher père

A ma chère mère

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir

Et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes frères, A mes sœurs

A mes beaux-frères, A ma belle sœur

Pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma chère grand-mère

A qui je souhaite une bonne santé

A mon cher binôme YASMINE

Pour son entente et sa sympathie

Avec qui on a partagé les moments les plus difficiles et avec qui je partage cet humble travail.

A ma meilleure amie WARDA

Qui m'a aidée et épaulée dans les moments difficiles

A mes cher(e)s ami(e)s

Pour leur indéfectible soutien.

NEMIR Randa

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des illustrations

Introduction 1

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Paralysie cérébrale

Préambule	4
1. Aperçu historique de la paralysie cérébrale	4
2. Définitions de la paralysie cérébrale	5
3. Etiologie de la paralysie cérébrale	6
3.1. Les causes anténatales	6
3.2. Les causes néonatales	7
3.3. Les causes postnatales	7
4. Sémiologie de la paralysie cérébrale	7
4.1. Troubles neuro-moteurs	7
4.2. Troubles cognitifs	8
5. Les formes cliniques	8
5.1. La forme spastique	9
5.2. La forme athétosique	9
5.3. La forme dyskinétique	9
6. Evaluation orthophonique de la paralysie cérébrale	9
7. Diagnostic de la paralysie cérébrale	10
7.1. Diagnostic différentiel	11
8. Les troubles associés	12
9. La prise en charge orthophonique de l'enfant paralysé cérébral	13
Synthèse	13

Chapitre II : Dyspraxie et troubles visuo-spatiaux

Préambule	15
I. La dyspraxie	
I.1. Définitions de la dyspraxie	15
I.2. Hypothèses étiologiques	17
I.2.1. Dyspraxie développementale	17
I.2.1.1. Origine génétique	17
I.2.1.2. Origine neurologique	17
I.2.2. Dyspraxie lésionnelle	18
I.2.2.1. La prématurité	18
I.3. Les symptômes de la dyspraxie	19
I.4. Classifications des dyspraxies	19
I.4.1. Selon Mazeau	19
I.4.2. Selon Cermark	20
I.5. Les troubles associés	20
I.5.1. Dyspraxie et TDA/H	20
I.5.2. Dyspraxie et troubles d'apprentissages	21
I.6. La dyspraxie chez l'enfant paralysé cérébral	21
I.7. Diagnostic de la dyspraxie	22
I.7.1. Les critères diagnostic du DSM-5	22
I.7.2. Dyspraxie ou maladresse ?	23
I.8. La rééducation de la dyspraxie	23
I.8.1. Rééducation psychomotricienne	24
I.8.2. Rééducation ergothérapique	24
I.8.3. Rééducation orthophonique	24
II. La dyspraxie visuo-spatiale	
II.1. Définition	25
II.2. Les troubles du regard	25

II.3. Les troubles spatiaux	26
II.4. Lobes pariétaux et fonctions visuo-spatiales	26
II.5. L'évaluation de la dyspraxie visuo-spatiale chez l'enfant paralysé cérébral	27
II.6. Les répercussions de la dyspraxie visuo-spatiale sur la scolarité de l'enfant paralysé cérébral	28
Synthèse	28
 Chapitre III : L'apprentissage du calcul et de l'arithmétique et ses difficultés chez l'enfant paralysé cérébral	
Préambule	30
1. Définitions des concepts	30
1.1. Le calcul	30
1.2. L'arithmétique	30
2. Le développement normal des capacités numériques chez l'enfant	31
2.1. La théorie piagétienne	31
2.1.1. Stade sensori-moteur	31
2.1.2. Stade préopérateur	31
2.1.3. Stade des opérations concrètes.....	31
2.1.4. Stade des opérations formelles	33
2.2. Le développement des capacités numériques de base	33
2.2.1. La représentation numérique approximative	34
2.2.2. La chaîne numérale	34
2.2.3. Le dénombrement et ses principes	35
2.2.4. Apprentissage de la valeur cardinale des mots nombres	36
2.2.5. Mise en correspondance des nombres avec un dispositif spatial	36
3. Localisation cérébrale des activités du calcul	37
4. Les difficultés d'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux	38
4.1. Difficultés motrices et performances numériques	40
5. L'enfant paralysé cérébral présente-t-il une dyscalculie ?	40
5.1. Définitions et classifications des dyscalculies	40
5.2. La dyscalculie spatiale chez les enfants paralysés cérébraux	41
Synthèse	42
Problématique et hypothèses	44

PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV : Méthodologie de la recherche

Préambule	50
1. La pré-enquête	50
2. La méthode de recherche	52
2.1. La méthode descriptive	52
2.2. L'étude de cas	53
2.3. L'entretien de recherche	53
2.4. L'entretien semi-directif	53
3. Présentation du lieu de recherche	54
4. Présentation du groupe de recherche	55
5. Les outils de recherche	56
5.1. Le guide d'entretien	56
5.2. Tests visuo-spatiaux	57
5.2.1. Test des cloches	57
5.2.2. Dessin de l'horloge	59
5.3. La batterie ZAREKI-R	59
6. Déroulement de la pratique	64
Synthèse	64

Chapitre V : Présentation, analyse, et discussion des hypothèses

Préambule	66
I. Présentation et analyse des résultats	66
1. Présentation des cas	66
2. Présentation et analyse et des entretiens	67
3. Présentation et analyse des résultats	70
3.1. Présentation et analyse des résultats du premier cas.....	70
3.2. Présentation et analyse des résultats du deuxième cas	80
II. Discussion des hypothèses	90
Synthèse	91
Conclusion	93

Liste bibliographique

Les annexes

Liste des abréviations :

AG: Gyrus angulaire gauche

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

AVS : Auxiliaire de Vie Scolaire

CAMSP : Centre d'Actions Médico-Sociales Précoces

CIM-10 : Classification Internationale des Maladies (10^{ème} édition)

DSM-5 : Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (5^{ème} édition)

IMC : Infirmité Motrice Cérébrale

IMOC : Infirmité Motrice d'Origine Cérébrale

NEPSY : Bilan neuropsychologique de l'enfant

PN : Poids de naissance

PSPL: Région pariétale supéro-postérieure bilatérale

QI : Quotient Intellectuel

SA : Semaines d'aménorrhée

SNARC: Spatial Numerical Association of Response Codes

TAC : Trouble de l'Acquisition de la Coordination

TDA/H : Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

TDC : Trouble Développementale de la Coordination

Liste des illustrations :

Figures :

Figure 01 : Lien entre attention visuo-spatiale et préparation du geste.

Figure 02 : Résumé des différents secteurs du cortex pariétal impliqués dans le traitement des nombres et de leur rôle respectif.

Tableaux :

Tableau 01 : Caractéristiques du groupe de recherche.

Tableau 02 : Résultats du test des cloches.

Tableau 03 : Résultats de l'épreuve de dessin de l'horloge.

Tableau 04 : Tableau récapitulatif des notes obtenues au test ZAREKI-R.

Introduction

Introduction

La paralysie cérébrale est l'une des pathologies les plus courantes auxquelles sont confrontés les nouveaux nés. Elle désigne une mosaïque de troubles dont le principal et le plus visible est caractérisé par un trouble du développement du mouvement et de la posture, avec une variété d'autres troubles autour, faisant appel à de multiples interventions, parmi lesquelles, la prise en charge orthophonique.

Il est donc légitime, pour nous futures orthophonistes, de porter de l'intérêt à cette population à besoins spécifiques, et d'essayer d'en comprendre les particularités, afin de savoir où nous positionner et quel serait notre rôle dans l'évaluation et la prise en charge de cette dernière.

Pour répondre à ces préoccupations, nous nous sommes interrogées sur le besoin des enfants paralysés cérébraux de bâtir leur avenir, et pour ce faire, ces enfants réclament une scolarisation normale, leur permettant de connaître et de mettre en avant leurs points forts, afin d'avoir le courage d'avancer et de réussir leur parcours scolaire. Mais que se passe-t-il lorsque plusieurs éléments viennent se mettre au travers de leur chemin ? Dans cette perspective, il serait alors intéressant de se demander si la comorbidité de certaines difficultés d'apprentissage, pourrait éventuellement alerter l'orthophoniste.

Ces interrogations nous ont permises de forger notre sujet de recherche, à savoir, la dyspraxie visuo-spatiale et l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux, qui a pour principal objectif, de connaître l'impact que pourrait avoir la dyspraxie visuo-spatiale dont sont porteurs ces derniers, sur l'apprentissage du calcul, en évaluant chacune des fonctions praxiques, visuo-spatiales, et de calcul, pour tenter de mettre en relation les résultats obtenus qui seraient susceptibles de déterminer la nature de cet impact.

Cette recherche suivra un cheminement cohérent, en commençant par aborder des notions théoriques sur les différentes facettes du sujet, à travers trois chapitres, qui s'articulent autour de la paralysie cérébrale, la dyspraxie et les troubles visuo-spatiaux, et l'apprentissage du calcul et de l'arithmétique et ses difficultés chez l'enfant paralysé cérébral.

Ensuite nous passerons au cadre pratique de la recherche, que nous avons réparti en deux grands chapitres comprenant en premier, la méthodologie de la recherche, où nous expliquerons notre démarche scientifique sur le plan méthodologique, pour finir avec le dernier chapitre, qui mettra la lumière sur l'analyse des résultats de la recherche, conduisant à la vérification des hypothèses.

Partie théorique

Chapitre I

Paralysie cérébrale

Préambule :

Les personnes atteintes de paralysie cérébrale sont nombreuses, ce qui appelle à approfondir la recherche qui la concerne et à améliorer l'accompagnement de ces personnes et de leurs familles.

Dans ce chapitre, nous aborderons un bref aperçu historique de l'infirmité motrice cérébrale, ensuite nous passerons aux définitions, l'étiologie, la sémiologie, les formes cliniques, le diagnostic et le diagnostic différentiel y compris, les troubles associés ainsi que la prise en charge orthophonique de l'enfant paralysé cérébral.

1. Aperçu historique de la paralysie cérébrale :

Dans la littérature, la paralysie cérébrale est évoquée dès le 19^{ème} siècle, essentiellement dans des publications en langue française, allemande et anglaise. Cependant, la définition exacte du terme « paralysie cérébrale » est débattue depuis plus de 150 ans.

Dès le 19^{ème} siècle, les médecins ont cherché à associer les manifestations cliniques de l'hémiplégie avec les lésions cérébrales identifiées lors des autopsies post-mortem. C'est le cas des français, François Lallemand et Jean-Baptiste Cazauvieilh. Le premier publie en 1820 ses « Recherches anatomico-pathologiques sur l'encéphale et ses dépendances ». Le second introduit en 1827 la notion d'agénésie cérébrale (lésion cérébrale survenant au cours du développement) dans son ouvrage intitulé « Recherches sur l'agénésie cérébrale et la paralysie congénitale ».

C'est le chirurgien orthopédiste anglais William John Little qui, en 1862, après plus de 20 ans à travailler sur le sujet, établit le lien entre le traumatisme obstétrical (et donc le manque d'oxygène pendant l'accouchement) et le développement d'une paralysie et d'une spasticité. Il décrit ainsi différents types de paralysie selon la localisation de la rigidité : hémiplégie, diplégie spastique (connue sous le nom de « maladie de Little ») et tétraplégie.

Par la suite, le canadien William Osler fût le premier à utiliser le terme de « paralysie cérébrale » dans son livre intitulé « The cerebral palsies of children », publié en 1889, avec la description de sa cohorte de 151 enfants. Il poursuivit la description en trois catégories de Little : hémiplégie, diplégie et paraplégie spastique.

Sigmund Freud, neuropsychiatre autrichien, a aussi travaillé sur le sujet et a participé à affiner le concept de diplégie spastique. En 1893, il publia en français dans la Revue Neurologique « Les diplégies cérébrales de l'enfant ». Il s'intéressa également aux facteurs

étiologiques et identifia 3 groupes : les causes maternelles ou idiopathiques congénitales, les causes périnatales et les causes post-natales.

Au cours du 20^{ème} siècle, définir et comprendre la paralysie cérébrale est resté un enjeu majeur. C'est ainsi que fût créée l'American Academy for Cerebral Palsy dont Winthrop Phelps, pionnier en matière de prise en charge moderne de la paralysie cérébrale, fût le premier président en 1947. Parallèlement, le « Little Club » au Royaume-Uni travaillait sur une meilleure compréhension des concepts de la paralysie cérébrale.

En France, au milieu des années 1950, le Pr Guy Tardieu, neurologue, proposa le terme d'infirmité motrice cérébrale (IMC) avec la définition suivante : « troubles moteurs prédominants et non évolutifs, consécutifs à des anomalies ou lésions cérébrales stables survenues dans la période anténatale, périnatale ou postnatale précoce ». Ces troubles peuvent « s'accompagner d'atteintes sensorielles et d'atteintes partielles des fonctions supérieures à l'exception d'une déficience intellectuelle ». Un peu plus tard, sera proposé le terme d'infirmité motrice d'origine cérébrale (IMOC), intégrant l'ensemble des enfants présentant des troubles moteurs prédominants associés à un retard intellectuel. (Petit-Ledo, 2018, p. 6-7).

Lors de la construction de notre thématique, nous avons opté pour l'utilisation du terme « Paralysie cérébrale », dès lors qu'il est utilisé au niveau international. Le terme « Infirmité Motrice Cérébrale » est celui qui est privilégié en France, tandis qu'ailleurs, un autre terme est employé encore pour le définir, il s'agit de : la paralysie cérébrale. Pour Guy Tardieu, l'IMC désigne les troubles moteurs prédominants et non évolutifs, sans déficience intellectuelle, et l'IMOC recouvre ces troubles, associés à une déficience intellectuelle. Ainsi, le terme paralysie cérébrale est donc plus général, car il englobe également les formes avec des atteintes intellectuelles, appelées dans les cas les plus sévères « polyhandicap ».

2. Définitions de la paralysie cérébrale :

Tardieu a établi une définition en 1968, qui avait pour but de distinguer l'infirmité motrice cérébrale des encéphalopathies chroniques de l'IMC, qui désigne un état pathologique, lié à des séquelles de lésions cérébrales ante, péri, ou poste natale, non évolutives avec une prédominance des troubles moteurs spécifiques, sans déficit intellectuel majeur. (Rondal et Comblain, 2001, p. 253)

Cette pathologie est la conséquence d'une atteinte multifocale des zones sensorielles et motrices du cerveau, les facultés intellectuelles sont suffisamment préservées pour permettre

une scolarisation, quand l'enfant présente une déficience intellectuelle. (Maréchal et Crouail, 2006, p. 22)

Selon le dictionnaire de l'orthophonie, l'infirmité motrice cérébrale est l'ensemble des manifestations neurologiques dues à des lésions non évolutives et non curables des tissus cérébraux, survenant immédiatement avant, pendant, ou après la naissance (anoxie par exemple). Les troubles, essentiellement moteurs, sont regroupés en trois grands types d'infirmité motrice cérébrale : spastique, dyskinétique et athétosique, peuvent s'y ajouter des troubles visuels, auditifs et tactiles. (Brin et al., 2004, p. 137)

D'après ce qui est évoqué dans toutes ces définitions, nous pouvons déduire que la paralysie cérébrale est une lésion non évolutive, et dans la grande majorité des cas, elle n'est pas héréditaire. Elle est la conséquence d'un accident, ou d'une infection autour de la naissance de l'enfant.

3. Etiologie de la paralysie cérébrale :

3.1 Les causes anténatales :

On peut retrouver :

Un accident vasculaire cérébral : Les données actuelles tendent à montrer qu'il s'agit plus souvent d'une série de conditions anténatales sous-optimales que d'un seul accident ; les difficultés à l'accouchement ne sont d'ailleurs pas forcément la cause des lésions mais peuvent être une conséquence de l'hypotonie secondaire à la souffrance d'origine anténatale ;

Une malformation cérébrale ;

Une infection du fœtus ou fœtopathie : (Cytomégalo virus, toxoplasmose...,) (Leroy-Malherbe, 2002, p. 156)

3.2 Les causes néonatales :

On peut distinguer :

Une prématurité : naissance avant 37 semaines d'aménorrhée (SA : après les dernières règles), soit en principe huit mois de grossesse. Le risque de lésion cérébrale par ischémie (réduction ou arrêt de l'apport sanguin artériel, et donc d'oxygène) est plus important dans les cas de prématurité avant 32 SA avec petit poids de naissance (PN), car la régulation de la circulation cérébrale se fait moins bien. Parmi les enfants nés entre 27 et 30

SA, ayant un PN entre 500 et 1280 grammes, 13 % ont un handicap sévère, 25 % un handicap moyen et 70 % présenteront des troubles scolaires malgré un QI normal ;

Un ictère nucléaire : la lésion cérébrale est provoquée par un ictère (ou « jaunisse » : augmentation du taux de bilirubine dans le sang, substance toxique pour les noyaux « nucléaire ») gris centraux – cf. fig. 1 et 2, p. 195). La surveillance rapprochée du nouveau-né a permis de diminuer de façon significative de tels accidents qui entraînaient en particulier des tableaux d'athétose ;

Une souffrance néonatale : la lésion cérébrale peut être provoquée par un traumatisme obstétrical (accouchement difficile), par une hypoxie (diminution de l'apport d'oxygène). Cette cause représente 35 % des IMC. (Leroy-Malherbe, 2002, p. 156).

3.3 Les causes postnatales :

Chez le nouveau-né ou le nourrisson on peut retrouver :

Une infection : séquelles de méningite, encéphalopathie liée au virus du SIDA ; – un traumatisme : accident de la voie publique, syndrome de Silverman (enfants victimes de sévices provoquant, entre autres, des lésions cérébrales) ;

Un traitement de tumeur : lésion secondaire à l'intervention chirurgicale ou à la radiothérapie ;

Une maladie métabolique : (Acidurie glutarique par exemple). (Leroy-Malherbe, 2002, p. 156)

4. Sémiologie de la paralysie cérébrale :

La lésion cérébrale précoce est responsable chez l'IMC d'une symptomatologie complexe. D'abord motrice (trouble du mouvement, de la posture, du tonus et de l'équilibre), elle peut s'accompagner, du fait de l'étendue des lésions, de troubles associés qui altèrent le développement psycho-intellectuel et la vie relationnelle de l'enfant.

4.1 Troubles neuro-moteurs :

Ce sont les premiers signes visibles. Dès les premiers mois, le nourrisson rencontre des difficultés motrices (tenue de la tête, posture, marche, membres raides) ; les identifier et les prendre en charge au plus vite permet d'éviter des complications neuro-orthopédiques secondaires graves.

Il s'agit, suite à une atteinte pyramidale, d'une hypertonicité permanente des muscles avec des troubles importants de la commande motrice volontaire. On note en plus d'une atteinte faciale (atonie, faciès inexpressif, bavage), des difficultés de mobilisation de la langue, des lèvres et une faible amplitude respiratoire qui compromettent la parole. (Nolwen, 2009, p. 12-13).

4.2 Troubles cognitifs :

Souvent présents chez les personnes IMC, il peut s'agir d'une déficience intellectuelle globale ou d'atteintes spécifiques. Une évaluation psychométrique précise est indispensable compte tenu de leur impact considérable sur les apprentissages.

- **Atteinte des fonctions exécutives, attentionnelles, ou mnésiques** : difficultés pour planifier, se concentrer, mémoriser entraînant une lenteur d'exécution et de compréhension (le temps de latence avant réponse peut-être long, il est important de le différencier d'un trouble de la compréhension).

- **Troubles des fonctions perceptives** : difficultés pour décoder et analyser les stimuli de tout ordre, mais les déficits visuels demeurent les plus fréquents.

- **Troubles praxiques** : difficultés à se représenter ses propres gestes, à programmer ses mouvements et à se repérer dans l'espace et le temps. Ils vont souvent de pair avec les troubles de la latéralité et du schéma corporel.

- **Troubles gnosiques** : difficultés à reconnaître, à interpréter, et à donner du sens à ses perceptions.

- **Troubles du langage** : réception et compréhension peuvent être perturbées. (Nolwen, 2009, p. 12-13).

En effet, ces lésions cérébrales provoquent essentiellement des troubles moteurs, gênant la commande et le contrôle des gestes. Ces troubles sont visibles dès le plus jeune âge, et comme ils peuvent causer d'autres troubles sensoriels et cognitifs, il faut alors les distinguer d'un retard mental.

5. Les formes cliniques de la paralysie cérébrale :

On distingue classiquement trois formes d'infirmité motrice cérébrale : les formes spastiques, athétosiques et dyskinétiques.

5.1. La forme spastique :

La spasticité désigne l'hypertonie musculaire liée à une atteinte cérébrale. L'atteinte est plus ou moins sévère, touchant de façon dominante un ou plusieurs membres. Dans la plupart des cas, elle est la conséquence d'une prématurité. Selon le nombre de membres atteints. On parle de diplégie (deux membres atteints), de triplégie (trois). De quadriplégie (quatre). (Maréchal et Crouail, 2007, p. 4)

5.2 La forme athétosique :

Représente 10 à 20% des infirmités cérébrales, elle est due à une anoxie ischémique des noyaux gris centraux ou l'anoxie néonatale serait le facteur étiologique actuellement le plus important, elle se caractérise par des mouvements anormaux spontanés accentués à l'occasion d'un bruit, d'un contact, d'une émotion, etc. Quand elle est majeure, elle entraîne une dépendance totale pour les actes de la vie quotidienne.

En principe, la forme athétosique de l'infirmité motrice cérébrale associe plus rarement que les deux précédentes, les troubles des fonctions supérieurs. Mais cette affirmation est à relativiser, car actuellement, il semble exister une plus grande fréquence des formes mixtes. (Maréchal et Crouail, 2007, p. 5)

5.3 La forme dyskinétique :

Qui regroupe les choréoathétoses et les dystonies, représente 8.8% des cas.

Pour terminer, on isole les formes ataxiques avec deux sous-groupes :

Les formes ataxiques pures (4.6%) et les formes ataxiques associées à une atteinte spastique (4.3%). (Picard, 2001, p. 418).

La paralysie cérébrale est assez différente d'une personne à l'autre, selon l'étendue et la localisation des lésions, on a donc différentes formes de paralysie cérébrale. Ce n'est pas toutes les personnes qui ont tous les signes ou tous les troubles réunis dans une seule forme.

6. Evaluation orthophonique de la paralysie cérébrale :

Chez le jeune enfant, l'évaluation porte sur les premières compétences de communication, tant sur le plan réceptif qu'expressif : cris différenciés, sourire, regard et postures de communication, vocalises, intérêt et reconnaissance de la voix, attention conjointe, respect du tour de rôle et de parole, puis pointage proto-impératif et proto-

déclaratif, compréhension de situations habituelles, de mots simples, protolangage et production des premiers mots, homophrases.

Sur le plan cognitif, on évalue aussi la permanence de l'objet et le début du symbolisme, compétence de l'objet et le début du symbolisme, compétences indispensables à l'accès au langage, code symbolique par excellence.

A tout âge, l'évaluation porte sur :

- La sensorialité :
 - Le bilan auditif : il doit bien sûr être systématisé, voir régulièrement proposé, si une surdité évolutive est suspectée ;
 - Le bilan visuel est lui aussi systématique ;
- La motricité des effecteurs BPLR : on évalue le tonus et la motricité automatique de la langue, des lèvres, du maxillaire et du voile du palais, lors de la parole, ainsi que la coordination pneumophonique ;
- La compréhension contextuelle orale et verbale doit être évaluée avec précision. Elle peut être déterminante dans l'élaboration du projet thérapeutique, en particulier pour les personnes sans langage oral ;
- Sur le plan expressif, on évalue les capacités de communication non verbale, sur le plan oral et non oral :
 - La communication par la mimique, le regard, la posture, les cris, une ébauche de mots ;
 - Les capacités de désignation par un geste, par le regard ou par toute autre stratégie ;
 - Les besoins physiologiques, ressentis, émotions, ou communication plus élaborée ;
- On évalue les supports utilisés :
 - Les objets, photos, images ;
 - L'utilisation de pictogrammes, du code écrit.

Bien sûr, cette évaluation est essentielle pour les personnes qui n'ont pas accès au langage oral. (Kremer, Lederlé, et Maeder, 2016, p. 115).

7. Diagnostic de la paralysie cérébrale :

Le diagnostic se fait avant l'âge de deux ans, et le plus souvent autour de neuf mois, généralement, ce sont les parents qui s'aperçoivent que leur enfant présente différents symptômes révélant une possible IMC. Par exemple, le bébé ne tient pas sa tête, a du mal à se

tenir assis seul ou n'utilise une seule main, une tenue asymétrique du corps ou le raidissement des inférieurs relèvent un contrôle moteur anormal.

Pour poser le diagnostic, les parents doivent se rendre dans un service hospitalier de pédiatrie ou de rééducation pédiatrique ou bien dans un CAMSP (centre d'action médico-sociale précoce). Dans ces lieux, une équipe pluridisciplinaire fera un bilan complet (neuro-orthopédique, sensoriel et en termes de développement général). (Weymann, 2011, p. 09).

Le diagnostic clinique doit être détaillé, portant sur : L'étude des antécédents : Condition de la naissance (la grossesse et de l'accouchement) ; la période périnatale: réanimation, convulsions...; les examens complémentaires réalisés à cette période ; développement psychomoteur et état des acquisitions ; état moteur actuel (marche, déambule); la date de la révélation du diagnostic de l'atteinte neurologique; l'état de la croissance: taille, poids et courbes; les acquis et les problèmes non orthopédiques. (Akil, 2017, p.48).

7.1 Diagnostic différentiel de la paralysie cérébrale :

Plus difficile est le diagnostic de maladies qui ont des signes neuromoteurs en commun avec la pathologie congénitale de l'IMC/IMOC et qui n'auront que secondairement des signes caractéristiques. Parmi les maladies génétiques, on distingue la maladie de Lesch-Nyhan dont les signes n'apparaissent pas avant la fin de la première année. L'acidurie glutarique provoque une athétose après les épisodes convulsifs qui ouvrent l'enquête du diagnostic, l'ataxie-télangiectasies donne un syndrome cérébelleux. La liste n'est pas close, il existe des maladies neurodégénératives pas toujours étiquetées, à évolution lente, qui, au début, peuvent en imposer pour une paralysie cérébrale.

Les malformations du cerveau ou du cervelet peuvent déterminer une souffrance néonatale car le nouveau-né n'est pas apte à suivre la progression de l'accouchement, seuls les examens radiologiques feront la certitude de la cause.

Il existe des cas douteux où la diplégie qui ressemble à la maladie de Little est en fait une paraplégie génétique liée à l'X chez un enfant né en avance et évoquer les séquelles d'une « vraie » prématurité.

Les pièges existent, il est important de bien mener l'entretien avec les familles et de recourir si nécessaire à des examens complémentaires pour être sûr du diagnostic et mener des actions de prévention si besoin. (Rbibess et Sahli, 2012, p. 13).

8. Les troubles associés :

Le principal trouble de la personne paralysée cérébrale est donc le déficit moteur, qui touche toutes ou une partie du corps et, souvent, la zone bucco faciale, en raison des lésions cérébrales diffuses.

Toutefois, le cerveau étant lieu de commande, de contrôle et de régulation des principaux organes, les lésions cérébrales peuvent générer un certain nombre de troubles associés, ils caractériseront la pathologie du paralysé cérébrale, au même titre que le trouble neuro-moteur.

Enfin, plus le déficit moteur est important, plus les difficultés associées risquent d'être nombreuses.

Les troubles associés les plus fréquents sont :

- **Les troubles visuels** : ils sont présents chez la majorité des enfants IMC et doivent être systématiquement recherchés ;
- **Les surdités, de toutes formes** : elles sont plus fréquentes chez les personnes athétosiques ;
- **Les troubles gnosopraxiques** : de tous types, en particulier, dyspraxie bucco faciales, visuo-constructives ou visu spatiales ;
- **Les troubles cognitifs** : les fonctions cognitives- la mémoire, l'attention, les fonctions exécutives-sont indispensables aux apprentissages et leurs troubles auront des répercussions chez l'enfant pour son entrée dans les apprentissages ;
- **Les troubles comitiaux ou épilepsies** : de toutes formes ;
- **Les troubles psychologiques** : du comportement et émotionnels.

S'y ajoutent : les troubles de la communication et du langage. (Kremer, Lederlé, et Maeder, 2016, p. 111)

Généralement, les personnes ayant une paralysie cérébrale sont potentiellement touchées par ces troubles associés, qui sont au départ très peu visibles, mais qui apparaissent petit à petit au fil du temps, particulièrement lorsqu'elles sont confrontées à des tâches scolaires ou de la vie quotidienne complexes. Ces troubles varient selon les personnes et selon la localisation ou la sévérité de la lésion, dans la grande majorité des cas, ces troubles associés sont modérés, et pas plus d'une minorité sont exposés à des troubles sévères.

9. La prise en charge orthophonique de la paralysie cérébrale :

La prise en charge des enfants paralysés cérébraux n'est pas orientée vers des traitements curatifs mais vers une amélioration de la fonctionnalité et de l'adaptabilité en matière de locomotion, de développement cognitif, d'interactions sociales et d'autonomie. Pour une plus grande efficacité, la rééducation est pluridisciplinaire et chaque professionnel doit envisager sa prise en charge de manière globale et non focalisée sur un symptôme. Les programmes de traitements peuvent être basés sur de la rééducation physique, une prise en charge médicale (pharmacologique, chirurgicale), psychologique et la mise en place d'aides techniques. (Kriger, 2006).

Le rôle de l'orthophoniste s'attache plus particulièrement à la rééducation de la communication, à la fois sur le versant réceptif et sur le versant expressif. La production de sons, la modulation du ton dans une phrase, l'acquisition de vocabulaire, les règles grammaticales de phrases simples, puis plus complexes, sont quelques exemples du travail proposé à l'enfant. Les troubles de la déglutition font également partie du champ d'action de l'orthophoniste, pour limiter les fausses routes : stimulations de la région endobuccale, adaptation du volume des prises liquidiennes, modification de la consistance des liquides à l'aide de gélifiant. (Lisseuer et Clayden, 2014, p. 11)

La prise en charge des enfants atteints d'une paralysie cérébrale, requière le recours à de multiples approches thérapeutiques : orthophonique, psychologique, kinésithérapique, et ergothérapique, ayant chacune des visées spécifiques, et elle doit être le plus précoce possible pour atténuer les différents déficits qu'elle occasionne.

Synthèse :

A la lumière de ce chapitre, nous nous sommes intéressées à plusieurs aspects de la paralysie cérébrale, dans lesquels nous avons pu comprendre qu'il s'agit d'une pathologie neurologique toute aussi complexe que les répercussions psychologiques et sociales qu'elle engendre chez le patient et sa famille.

Chapitre II

Dyspraxie et troubles visuo-spatiaux

Préambule :

La dyspraxie semble atteindre un nombre important d'enfants souffrant de difficultés d'apprentissage, en particulier les enfants victimes de paralysie cérébrale. Dans ce chapitre, nous tenterons de toucher à plusieurs aspects de ce trouble en abordant, quelques définitions, les hypothèses étiologiques, les classifications selon les auteurs et leur symptomatologie, les troubles susceptibles d'être associés à celle-ci, ainsi que le diagnostic et les différentes interventions des spécialistes.

Cette dyspraxie peut toutefois être associée à des troubles visuo-spatiaux, sous l'appellation exacte de dyspraxie visuo-spatiale, et ces enfants en sont touchés. Nous tâcherons de définir ces troubles visuo-spatiaux ainsi que les répercussions qu'ils pourraient avoir sur les apprentissages des enfants souffrant de paralysie cérébrale.

I. La dyspraxie**1. Définition de la dyspraxie :**

La dyspraxie est un dysfonctionnement neuropsychologique non verbal, aux conséquences cependant non négligeables. Elle apparaît souvent comme un « fourre-tout » englobant instinctivement maladresse et troubles de la coordination globale, et est souvent mise sur le compte de l'immaturation ou d'un retard de développement. Elle peut être à l'origine de difficultés d'apprentissage scolaire (graphomotricité, mathématiques, etc.) chez des enfants par ailleurs intelligents, de troubles du comportement, d'inadaptation sociale et émotionnelle. (Vaivre-Douret, 2016, p. 30).

Dans la CIM-10, trois termes ont été considérés comme étant équivalents : « dyspraxie de développement », « débilite motrice de l'enfant », et « trouble de l'acquisition de la coordination ». Alors que le DSM-5 parle de trouble développemental de la coordination ou TDC.

Selon les auteurs :

AYRES (1972), suggère que dans la dyspraxie, le problème reposerait principalement sur l'activité neuronale qui précède l'exécution du mouvement. Pour elle, l'enfant dyspraxique présenterait une mauvaise intégration sensorielle interférant avec l'habileté à planifier des mouvements nouveaux ou inhabituels et à les exécuter. Les enfants dyspraxiques peuvent, en effet, atteindre un haut niveau de compétence dans des activités spécifiques très

pratiquées, bien qu'ils ne puissent généraliser cette habileté à d'autres activités motrices pourtant similaires.

DEWEY (1995), prétend que la dyspraxie développementale serait un désordre de la performance gestuelle. Celle-ci s'exprime par un déficit dans l'élaboration de gestes représentationnels (des gestes d'actions significatives telles le signe d'au revoir), de gestes non représentationnels (des gestes sans signification telle la posture) et de la séquence des gestes (combinaison de gestes qui amènent à l'accomplissement d'une séquence d'actions, comme tartiner une tranche de pain) chez des enfants dont les habiletés motrices de base sont par ailleurs intactes. Pour Dewey, la dyspraxie n'est due à aucune lésion identifiable. Cette définition exclut donc les paralysies cérébrales (infirmes moteurs cérébraux ou IMC).

MAZEAU (1995), défend l'idée que les dyspraxies touchent forcément les fonctions de planification et de pré-programmation des gestes volontaires. Selon elle, il s'agirait d'un « trouble de la réalisation du geste, secondaire à l'impossibilité (ou à l'anomalie) de programmer automatiquement et d'intégrer au niveau cérébral les divers constituants sensori-moteurs et spatio-temporels du geste volontaire ». (Lussier et Flessas, 2005, p. 212-214).

Ce que nous retenons globalement de toutes ces définitions, c'est le fait que la dyspraxie, soit un trouble de la coordination gestuelle, dû à l'incapacité ou à la difficulté de programmer des gestes volontaires, pour accomplir une tâche, qui serait pour une personne normale effectuée de façon automatique, mais pourtant presque impossible pour une personne dyspraxique. Elle est à distinguer selon Dewey d'une infirmité motrice cérébrale, car il se peut qu'une personne dyspraxique aie des performances motrices normales, il ne s'agit pas là d'un trouble de la régulation du mouvement moteur, mais d'un trouble issu d'un processus cognitif qui tente d'orienter un geste vers un but précis tel que l'action de s'habiller, où l'on fait appel à l'organisation spatiale du geste, pour mettre son bras dans une manche, ou faire rentrer un bouton dans une boutonnière. Ici on tient compte de l'espace en combinant des gestes pour accomplir une séquence d'actions, on remarque donc ici l'implication de la cognition dans la programmation et l'exécution du geste, qui peut être défectueuse, même avec le fonctionnement normal des aires motrices du cerveau responsables du mouvement.

2. Hypothèses étiologiques :

Deux origines peuvent être distinguées pour la dyspraxie :

2.1. Dyspraxie développementale :

D'un point de vue purement scientifique, aucun facteur de risque n'a été identifié pour la dyspraxie, si ce n'est que les garçons ont une probabilité plus importante d'être atteints que les filles. Aucun gène n'y a été directement associé. (Huron, 2011, p. 78).

Nonobstant cela, des hypothèses encore non confirmées ont été dévoilées concernant les origines de la dyspraxie développementale.

2.1.1. Origine génétique :

Les causes de la dyspraxie développementale restent encore un mystère. Selon les chercheurs, l'origine génétique serait la plus probable. Il s'agirait de la modification d'un ou plusieurs gènes qui amènerait le cerveau du futur enfant à se développer de manière anormale.

Même si elle n'a pas encore été formellement prouvée, l'hypothèse génétique expliquerait pourquoi on recense un nombre élevé de diagnostics de troubles développementaux (dyslexie, troubles du langage, etc.) dans l'entourage familial des personnes dyspraxiques (plus que dans le reste de la population). Les membres d'une même famille partageant des gènes communs, il n'est pas étonnant que les troubles d'origine génétique se transmettent par hérédité.

2.1.2. Origine neurologique :

Le cerveau des personnes atteintes de dyspraxie développementale ne porte pas de signes visibles de leur trouble. Cela ne signifie pas pour autant qu'il fonctionne parfaitement. En effet, il est fortement probable que les anomalies génétiques expliquées ci-dessus perturbent l'activité des régions chargées de la motricité, de la coordination, ou de la perception de l'espace. La dyspraxie développementale serait donc causée par des parties du cerveau qui paraissent saines, mais qui ne fonctionnent pas de manière efficace. (De Hemptinne et Mignot, 2017, p. 14).

2.2. Dyspraxie lésionnelle :

Chez les infirmes moteurs cérébraux, il s'agit d'une dyspraxie lésionnelle survenue suite aux complications subites à leur naissance, et non pas d'une dyspraxie développementale sans aucune cause avérée.

En cas de dyspraxie lésionnelle, l'origine neurologique est évidente : une ou plusieurs zones cérébrales dysfonctionnent suite à une lésion. Il s'agit donc de la conséquence d'un dommage subit par le cerveau.

Les lésions surviennent la plupart du temps au cours de la période qui entoure la naissance. Elles peuvent être provoquées par des comportements à risque de la mère (drogue, alcool, etc.), des complications durant la grossesse (maladie, traumatisme physique, etc.), ou pendant l'accouchement (prématurité, faible poids, manque d'oxygène, etc.). Si la période périnatale est particulièrement délicate, c'est parce que le cerveau du bébé n'est pas encore arrivé à maturation et se trouve donc vulnérable face aux attaques extérieures. (De Hemptinne et Mignot, 2017, p. 15).

Par ailleurs, les tumeurs, les traumatismes crâniens, l'infirmité motrice cérébrale (IMC), et les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont d'autres lésions plus ou moins localisées, responsables de cette dyspraxie. (Alatrach, 2014)

2.2.1. La prématurité :

Le lien entre naissance prématurée et dyspraxie est connu et bien renseigné de longue date. La progression, récente et constante, du nombre de naissances prématurées en France (6% en 1995, 7% en 2003, 8% en 2008) rend compte d'une augmentation parallèle de la fréquence des diagnostics de TAC/dyspraxie. En effet, on note chez ces enfants une partie importante de pathologies dites « mineures », terme qui désigne essentiellement les séquelles cognitives (par opposition aux troubles neuromoteurs et polyhandicaps). Il est à noter que cette augmentation porte essentiellement sur les grandes prématurités (entre 1995 et 2005, la fréquence des « très grands prématurés » a été multipliée par dix).

C'est électivement dans le domaine des fonctions visuomotrices et visuospatiales que ces enfants présentent des performances inférieures à celles de leurs pairs nés à terme, avec des écarts proportionnels à l'importance de la prématurité, touchant près du quart des enfants nés avant 33 semaines. (Mazeau et Pouhet, 2014, p. 137).

3. Les symptômes de la dyspraxie :

La dyspraxie est constituée d'un ensemble de symptômes qui peuvent, chez chaque enfant, réaliser une mosaïque particulière et unique du fait de la présence ou de l'absence (ou de l'intensité très variable) de chacun des signes. Les bilans des différents professionnels visent donc à préciser l'existence et l'importance :

- Du trouble constructif proprement dit ;
- Du trouble spatial, quelquefois au tout premier plan de la pathologie ;
- D'anomalies du développement des fonctions du regard (fixation, exploration, poursuite, saccades) ;
- D'éventuelles anomalies de constitution du schéma corporel (y compris les notions de droite et de gauche, etgnosies digitales) ;
- De possibles troubles gnosiques visuels ;
- Quelquefois, d'anomalies comportementales, voire de troubles de structuration de la personnalité (traits autistiques, enfant *borderline*...). (Mazeau et Le Lostec, 2010, p. 8).

4. Classifications des dyspraxies :

4.1. Selon Mazeau :

Michèle Mazeau a proposé une classification en cinq principaux types, basée sur l'analyse sémiologique :

- 1) **La dyspraxie constructive visuo-spatiale** : comportant un trouble de l'assemblage et des difficultés d'analyse visuelle presque toujours associés à des troubles du regard ;
- 2) **La dyspraxie constructive non visuo-spatiale** : dans laquelle le trouble de l'assemblage serait pur. Correspondant au syndrome de Gerstman quand il est, le plus souvent, associé à une agnosie digitale, une indistinction droite-gauche et une dyscalculie spatiale ;
- 3) **La dyspraxie idéatoire** : dans laquelle le trouble prédominant concerne la manipulation des objets, ou d'outils, associée à une agnosie d'utilisation ;
- 4) **La dyspraxie idéomotrice** : qui touche les gestes et les manipulations dans le « faire-semblant » en l'absence d'objet réel ;
- 5) **La dyspraxie de l'habillement**. (Chabrol, Mancini, Dulac, Ponsot et Arthuis, 2010, p.872).

4.2. Selon Cermark :

Cermark propose une nouvelle classification des dyspraxies en distinguant deux grands groupes :

1) Troubles de planification

- **Dyspraxie de planification primaire :**
 - Trouble de l'organisation conceptuelle ;
 - Comparable à l'apraxie idéatoire chez l'adulte.
- **Dyspraxie de planification secondaire :**
 - Trouble d'orientation spatiale et d'intégration sensorielle ;
 - Comparable à l'apraxie de construction chez l'adulte.

2) Troubles d'exécution

- **Dyspraxie exécutive :**
 - Trouble de l'exécution des mouvements intentionnels ;
 - Comparable à l'apraxie idéomotrice chez l'adulte. (Lussier et Flessas, 2005, p. 215).

5. Les troubles associés :

5.1. Dyspraxie et TDA/H :

TDA/H et dyspraxie partagent certaines difficultés communes : les faiblesses de la perception visuelle, du repérage dans l'espace, et de la mémoire de travail en sont quelques exemples. Il n'est donc pas étonnant que ces deux troubles soient associés dans 40 à 50% des cas.

Lorsque des troubles attentionnels viennent se juxtaposer, la dyspraxie prend une forme plus sévère et résiste d'avantage aux soins. En effet, l'inattention est responsable de nombreuses erreurs, elle ne permet pas à l'enfant dyspraxique de se concentrer pendant les cours et les prises en charge. (De Hemptinne et Mignot, 2017, p. 17).

Querne et al (2008), ont permis aux auteurs de mettre en évidence une possible spécialisation hémisphérique anormale de certaines régions impliquées dans les fonctions d'inhibition chez les sujets TAC par rapport à des sujets contrôles dans une tâche de type *go-no go*. Les auteurs ont retrouvés chez les sujets TAC, comparativement aux sujets contrôles, une diminution de la connectivité dans la partie postérieure du réseau attentionnel, en particulier dans l'hémisphère droit, entre le striatum et le cortex pariétal inférieur, qui

semblait être compensée par une accentuation de la connectivité dans la partie antérieure du réseau entre le cortex cingulaire antérieur et frontal moyen et le cortex pariétal inférieur. (Habib, 2014, p. 207).

5.2. Dyspraxie et troubles d'apprentissage :

Le défaut de coordination met les enfants en difficulté dans des activités graphiques, ils sont par conséquent dysgraphiques. La dyspraxie lorsqu'elle est associée à des troubles visuo-spatiaux gênant le repérage spatial de l'enfant et l'organisation des mouvements de ses yeux pour explorer son environnement, peut affecter de façon directe ses acquisitions scolaires. Elle va se traduire par une incapacité à s'organiser dans l'espace-feuille (page non droite et souvent penchée, cahiers sales et brouillons, écriture aléatoire sans suivre la ligne), mais aussi un échec dans toutes les activités spatiales, telles que les tableaux à double entrée, la géométrie, le dessin, certaines activités manuelles, la géographie (ne sait pas se repérer sur une carte géographique)... Les mêmes difficultés sont retrouvées dans l'espace-tableau et a fortiori lorsqu'il s'agit d'orienter son regard, du tableau vers la feuille. (Niel Bernard, 2011).

D'autres troubles sont aussi très souvent associés à la dyspraxie telle que les troubles du langage, les troubles affectifs, etc.

6. La dyspraxie chez l'enfant paralysé cérébral :

Chez l'enfant paralysé cérébral/ infirme moteur cérébral, les mains sont d'apparence normale et pourtant l'âge fonctionnel est bas, au même titre que les épreuves gnosiques manuelles ; les résultats psychométriques aux seules épreuves visuo-spatiales, sont bas, alors que l'enfant dispose de capacités verbales normales : on entre dans le contexte d'une dyspraxie, décrite dans le syndrome tardif du prématuré. Il ne s'agit plus d'un manque d'encouragement de la part des parents et des soignants pour apprendre à faire comme les grands mais d'une déficience qui engendrera lenteur et graves maladroites prolongées dans les acquisitions scolaires, comme écrire, dessiner et dénombrer.

Les dyspraxies visuo-motrices, qui correspondent à des troubles de coordination, s'arrangeront progressivement mais seulement en partie ; il restera une lenteur dans les actes du quotidien. Généralement, un enfant qui n'arrive pas à acquérir une relative indépendance à l'habillement - même avec des vêtements adaptés – vers l'âge de 9 ans, aura besoin d'une tierce personne pour vivre. Ce constat de saturation des apprentissages conduit à proposer des

méthodes d'adaptation qui seraient de toute façon la meilleure approche éducative si, par hasard, il n'y avait pas saturation.

Cliniquement, il y a bien souvent moyen de faire le partage entre infirmité et dyspraxie, comme dans l'épreuve de la construction d'une tour de cubes et d'un pont, activités gestuelles qui plaisent aux enfants d'environ 3 ans. Un premier patient IMC, malgré ses difficultés motrices fort apparentes, arrive à monter la tour de façon astucieuse et parvient à construire un « pont » avec quelques cubes, ce qui implique une bonne conception de la situation et une spatialisation correcte pour placer un cube en équilibre sur deux autres. Un second jeune patient, qui comprend bien cette même consigne et dont les mains sont d'apparence normale, ou avec une atteinte motrice très modeste, parvient à élever une tour de cubes, mais ne sait pas comment construire le pont, sur imitation : on ne peut incriminer la motricité, mais bien l'organisation visuo-motrice. (Truscelli et al., 2011, p. 13, 29-30).

7. Diagnostic de la dyspraxie :

Poser un diagnostic fiable est un préalable à tout projet d'aide en direction de ces enfants. Commencer un « traitement » (proposer un ordinateur, un AVS, des séances de psychomotricité ou d'ergothérapie, etc.) sur une simple présomption, sans s'assurer du diagnostic est une erreur grave dont de nombreux enfants (et parents) font la douloureuse expérience. En effet, une erreur de diagnostic risque, à l'insu de tous, d'engager l'enfant dans une impasse thérapeutique, suscitant découragement et nouvelles erreurs interprétatives en cascade. (Mazeau, Le Lostec, et Lironnière, 2016, p. 7-8).

Il faut donc être minutieux et s'appuyer sur des critères diagnostiques solides et fiables pour éviter tout risque d'induire en erreur ces patients ainsi que leur prise en charge.

7.1. Les critères diagnostiques du DSM-5 :

- A. L'acquisition et l'exécution de bonnes compétences de coordination motrice sont nettement inférieures au niveau escompté pour l'âge chronologique du sujet compte tenu des opportunités d'apprendre et d'utiliser ces compétences. Les difficultés se traduisent par de la maladresse (p. ex, laisser échapper ou heurter des objets), ainsi que de la lenteur et de l'imprécision dans la réalisation des tâches motrices (p. ex, attraper un objet, utiliser des ciseaux ou des couverts, écrire à la main, faire du vélo ou anticiper à des sports).

- B. Les déficiences des compétences motrices du critère A interfèrent de façon significative et persistante avec les activités de la vie quotidienne correspondant à l'âge chronologique (p. ex, les soins et l'hygiène personnels) et ont un impact sur les performances universitaires/scolaires, ou les activités préprofessionnelles et professionnelles, les loisirs et les jeux.
- C. Le début des symptômes date de la période développementale précoce.
- D. Les déficiences des compétences motrices ne sont pas mieux expliquées par un handicap intellectuel (un trouble du développement intellectuel) ou une déficience visuelle et ne sont pas imputables, à une affection neurologique motrice (p. ex, une infirmité motrice cérébrale, une dystrophie musculaire, une maladie dégénérative). (APA, 2013, p.168).

7.2. Dyspraxie ou maladresse ?

La maladresse exige une approche plus globale, familiale et psychologique, pour en comprendre l'origine et le sens. La dyspraxie s'inscrit dans un processus pathologique plus ou moins important. Elle demande une aide rééducative ciblée et organisée. Cette distinction et ce diagnostic différentiel de la maladresse et de la dyspraxie servent les intérêts de l'enfant. Elle permet à ses parents, mais aussi à ses enseignants, d'adopter des attitudes fondamentalement différentes et surtout d'éviter des jugements inappropriés. (Dalla Piazza, 2011, p. 9).

On souligne donc l'importance d'un diagnostic approprié, loin de toute confusion au risque accru de tromper le patient et ses parents.

8. La rééducation de la dyspraxie :

La prescription des rééducations prend racine dans le diagnostic (de maladresse gestuelle, de dyspraxie, de retard psychomoteur ou de TAC), le plus souvent à raison d'une ou deux séances par semaine durant une durée indéterminée (souvent plusieurs années). Mais, outre le fait que la situation de double tâche – pourtant centrale – est habituellement méconnue (ou négligée), les rééducations individuelles (psychomotricité, ergothérapie) ne spécifient jamais ni les objectifs ni le contenu des séances, laissés à l'initiative des différents professionnels. Chacun d'entre eux, en effet, est formé pour évaluer les troubles (chaque professionnel dispose de bilans spécifiques) puis mettre en œuvre les remédiations, rééducations et entraînements. Ces rééducations font appel à différentes techniques,

généralement en fonction de la formation et des convictions du professionnel, proposant entraînements variés, souvent présentés sur un mode ludique et ciblés sur les échecs de l'enfant lors du bilan. (Mazeau et le Lostec, 2010, p. 22).

8.1. La rééducation psychomotricienne :

Le psychomotricien propose à l'enfant dyspraxique un lieu contenant où il pourra réaliser des expériences mettant en jeu son corps. Ce temps d'expérimentation et d'étayage du vécu corporel de l'enfant peut l'amener à mieux appréhender son corps, les autres ainsi que son environnement. Lors de la prise en soin de l'enfant dyspraxique, le psychomotricien dans un souci d'approche globale tient compte des difficultés d'aisance corporelle liées au trouble, mais aussi des répercussions du trouble sur le plan psychoaffectif de l'enfant qui peuvent être très importantes. Ainsi la prise en soin en psychomotricité de l'enfant dyspraxique s'organise au cas par cas, selon le type de dyspraxie présent et des troubles associés éventuels : chaque enfant dyspraxique est différent. (Malgorzata, 2014, p. 54).

8.2. La rééducation ergothérapique :

L'ergothérapeute aide l'enfant dyspraxique à contourner ses difficultés motrices afin de réaliser de plus en plus d'actions de manière autonome. Il l'entraîne à exécuter les gestes qui le handicapent afin de faciliter ses activités quotidiennes et scolaires.

Lors des rendez-vous, l'enfant dyspraxique découvre comment adapter son environnement, utiliser du matériel de compensation et tirer profit des nouvelles technologies. Lorsque c'est nécessaire, l'ergothérapeute se rend à son école pour conseiller les adaptations qui l'aideront à poursuivre sa scolarité dans de bonnes conditions

8.3. La rééducation orthophonique :

En cas de dyspraxie, on fait appel à l'orthophoniste lorsque l'enfant présente un langage inintelligible, des difficultés pour s'alimenter ou des difficultés d'apprentissage scolaire (lecture, orthographe, mathématiques, etc.). L'orthophoniste entretient souvent un lien étroit avec les écoles, ce qui facilite l'introduction d'adaptations pédagogiques pendant les cours.

La rééducation orthophonique est un traitement de longue durée qui s'étale souvent sur plusieurs années et dont les séances peuvent avoir lieu en différents endroits : école, cabinet privé, centre multidisciplinaire, hôpital, etc. (De Hemptinne et Mignot, 2017, p. 93).

Chacune des prises en charge joue un rôle pour la plupart important, que ce soit au niveau de la motricité, de l'autonomie, du langage, ou des apprentissages, sans exclure le plan psychoaffectif et émotionnel, et dans ce cas, une prise en charge psychologique serait fortement conseillée.

II. la dyspraxie visuo-spatiale :

1. Définition :

La dyspraxie visuo-spatiale est un trouble qui associe conjointement un trouble de geste praxique (difficulté à réaliser une série d'actions intégrées à une fonction), et un trouble visuo-spatial, lié à une atteinte des fonctions cérébrales pariétales et/ou frontales qui se rapporte à la réalisation précise, rapide et organisée d'actions. Elle inclut trois principaux troubles qui se résument en:

- Une dyspraxie constructive, qui concerne les activités d'assemblage et les dimensions spatiales.
- Un trouble neurovisuel, qui se distingue par deux types de troubles ; un trouble de coordination motrice (oculomotrice), et un trouble de la reconnaissance.
- Des déficits de structuration de l'espace ; un trouble de la construction de certaines composantes de la spatialisation. (Lettad, 2019, p. 3-4).

2. Les troubles du regard :

Beaucoup d'enfants ayant une dyspraxie visuo-spatiale possèdent des troubles du regard en plus des troubles visuo-spatiaux. Ces troubles ont des conséquences importantes sur les apprentissages et perturbent ainsi le parcours scolaire de l'enfant, en plus du trouble praxique qui est un véritable handicap dans sa vie personnelle et sociale. Une bonne motricité oculaire est très importante et indispensable pour une bonne exploration visuelle, une bonne prise d'informations, une bonne discrimination visuelle et une bonne organisation gestuelle. (Perez, 2019).

Concernant la pathologie du regard, l'enfant a soit du mal à fixer quelque chose, soit du mal à suivre quelque chose, soit surtout des difficultés à calibrer les saccades oculaires.

Les saccades oculaires calibrées sont par exemple, pour le lecteur expert, la façon dont les yeux se posent sur les éléments pertinents d'un mot pour le repérer en lecture globale. On acquiert cette « performance » naturellement, en étant soumis à l'apprentissage réussi de la lecture. (Pouhet et Mouchard Garelli, 2016, p. 1).

3. Les troubles spatiaux :

Les troubles de la spatialisation apparaissent surtout dans deux domaines différents :

- Les orientations propres, capacité à évaluer la position intrinsèque de l'objet par rapport à une référence absolue (gravité et verticale, par exemple) ;
- La topologie, capacité de situer les objets les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire leurs positions relatives. (Crouail, 2009, p. 15).

Ils accompagnent constamment la maladresse :

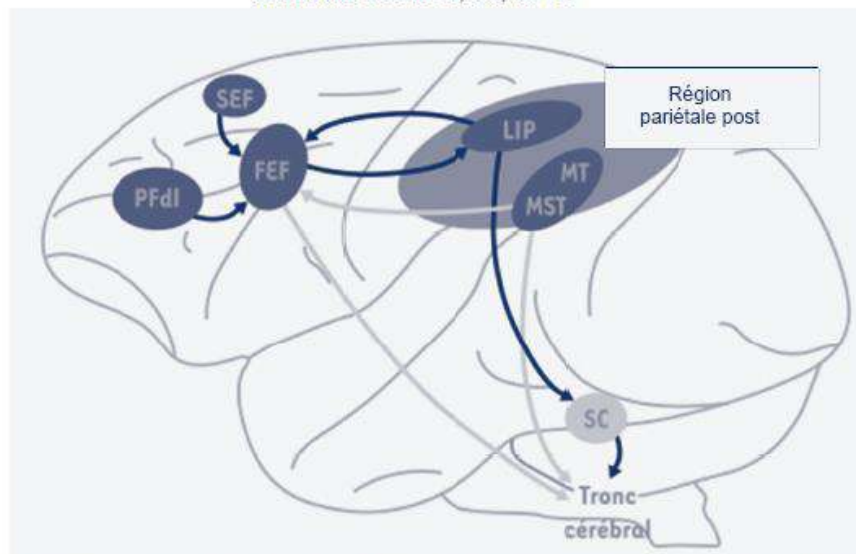
- Lors des évaluations, ces enfants sont bien sûr significativement maladroits pour effectuer des gestes ou les reproduire, mais surtout ces enfants sont également en échec dans les épreuves visuo-spatiales, y compris celles qui nécessitent aucun graphisme, aucune manipulation, aucun mouvement ni des mains ni du corps, telles par exemple, le subtest des flèches (NEPSY) ou l'orientation de lignes de Benton. Ces troubles visuo-spatiaux se manifestent donc aussi indépendamment de toute réalisation gestuelle. (Gaie, Le Lostec, Mazeau, Pouhet, et Toninato, 2014, p. 12- 13).

On note donc que les capacités visuo-spatiales chez les dyspraxiques peuvent être déficitaires même sans aucune réalisation gestuelle, c'est surtout l'organisation spatiale, accompagnée de la reconnaissance visuelle, et de la motricité oculaire qui sont mises en difficulté.

4. Lobes pariétaux et fonctions visuo-spatiales :

Les fonctions visuo-spatiales concernent l'espace corporel (schéma corporel, distinction droite/ gauche, gnosies digitales) et extracorporel. Elles sont principalement liées aux régions pariétales. En collaboration avec les fonctions visuo-attentionnelles et oculomotrices..., ces fonctions assurent la construction et l'utilisation efficace de repères spatiaux (localisations relatives et orientation par rapport à l'axe du corps) c'est-à-dire l'orientation dans l'espace. (Mazeau, 2005, p.33).

Wardak C. & Duhamel JR, 2004
 Médecine Sciences, 20, 88-97



Réseaux corticaux gauches pour la production de saccades (en foncé) et poursuite oculaire (en clair) chez le macaque Rhésus. FEF : frontal eye field – LIP : aire latérale intra-pariétale – MT : aire temporale médiane – MST : aire temporale supérieure mésiale – PFdl : Cortex préfrontal dorsolatéral – SC : Colliculus supérieur - SEF : supplementary eye field.

Figure 1. Lien entre attention visuo-spatiale et préparation du geste. Cité par : Mazeau, 2014, p. 96

On observe l'activation du lobe pariétal lors de l'organisation du mouvement dans l'espace, et du repérage spatial, mais pas seulement, car celui-ci joue aussi un rôle dans la perception du nombre, ce qui expliquerait les difficultés rencontrés dans les mathématiques chez les sujets dyspraxiques. (L'esprit sorcier, 2018).

5. L'évaluation de la dyspraxie visuo-spatiale chez l'enfant paralysé cérébral :

Cette évaluation appartient classiquement aux bilans psychomoteurs et psychologiques. Lors du bilan psychomoteur, le test de développement de la perception visuelle, le test de la figure de Rey et les tests de barrage comme le test des cloches sont couramment utilisés pour explorer la fonction visuo-spatiale. (Benois et Jover, 2006, p. 3).

Selon les psychomotriciens, d'autres tests peuvent être appliqués pour évaluer la dyspraxie visuo-spatiale telle que le subtest des flèches de la NEPSY, le test des cubes de Kohs, le dessin de l'horloge, le test de rotation mentale, le test de bissection de lignes, etc.

6. Les répercussions de la dyspraxie visuo-spatiale sur la scolarité de l'enfant paralysé cérébral :

La dyspraxie visuo-spatiale se met au travers des exigences scolaires pour l'apprentissage du langage écrit et des mathématiques. Au cours de l'évaluation du langage écrit, les difficultés observées dans ce domaine sont manifestement liées au défaut d'organisation spatiale et à son abord perceptif pouvant conduire l'enfant à des confusions visuelles, des substitutions de graphèmes. Les mêmes difficultés se mettent en place lors de la transcription, s'ajouteront à cela les difficultés strictement graphiques qui gênent l'examineur dans l'analyse des difficultés mais aussi l'enfant dans sa relecture. (Thibault et Pitrou, 2018).

Ces difficultés touchant différents domaines d'apprentissages scolaires se traduisent par :

- **L'écriture** (difficultés pour l'assemblage des traits pour se repérer dans une feuille, oubli des lettres et des mots au moment des « saccades intempestives »...) ;
- **La lecture** (difficultés à cause des saccades incontrôlées pour extraire une donnée précise d'un texte, suivre les lignes, passer à la ligne suivante...) ;
- **L'arithmétique** (difficultés pour placer correctement les chiffres des opérations...) ;
- **La géométrie** (repères topologiques et directions non intégrés...) ;
- **La géographie** (se repérer sur une carte...). (Maréchal et Crouail, 2006, p. 15).

La dyspraxie visuo-spatiale de l'enfant paralysé cérébral perturbe une grande partie de ses acquisitions scolaires et coexiste constamment avec des difficultés importantes dans le domaine logicomathématique et dans les calculs.

Synthèse :

Il est bien entendu nécessaire de comprendre que la dyspraxie pose un réel problème au quotidien de l'enfant atteint de paralysie cérébrale, partant de ce constat, il est alors avantageux de la diagnostiquer précocement afin de venir en aide à ces enfants et ce, en faisant appel à différents spécialistes qui viendront pallier ces difficultés pour leur faciliter les conditions de vie personnelle, sociale et scolaire.

Chapitre III

L'apprentissage du calcul et de l'arithmétique et ses difficultés chez l'enfant paralysé cérébral

Préambule :

L'apprentissage du calcul est une étape primordiale à l'école. Elle permet aux enfants d'acquérir de nombreuses compétences essentielles à l'aboutissement scolaire. Néanmoins, chez les enfants souffrant de paralysie cérébrale, cet apprentissage ne suit pas un parcours normal, ils sont souvent mis à rude épreuve dans plusieurs situations de calcul où ils se retrouvent désemparés.

Dans ce chapitre, nous aborderons en premier les définitions des concepts de calcul et de l'arithmétique, ensuite, nous expliquerons le développement normal des capacités numériques chez l'enfant, nous présenterons la localisation cérébrale des fonctions numériques, pour finir avec les difficultés rencontrées dans le calcul chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, à savoir la dyscalculie spatiale.

1. Définition des concepts :**1.1. Le calcul :**

Selon le dictionnaire d'orthophonie, le calcul est souvent assimilé à « opération », le calcul n'est que la phase mécanique, que l'on peut d'ailleurs confier à une calculatrice, qui succède à la phase de décision qu'est l'opération. Alors que l'opération est une phase décisionnelle fixant le résultat sous forme d'une écriture entre deux nombres, le calcul, lui, consiste à mettre ce résultat sous une forme aussi réduite que possible, souvent un troisième nombre, en appliquant des règles et en s'aidant à des algorithmes spécifiques à chaque calcul. Ainsi aux opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et de division correspondent respectivement les calculs de la somme. (Brin, et al., 2004, p. 41).

1.2. L'arithmétique :

L'arithmétique, ou la science du calcul, nous enseigne la nature et la propriété des nombres ; elle nous fournit, en outre, les règles, au moyen desquelles on peut calculer ou résoudre toutes sortes de problèmes qui se rencontrent dans la vie commune.

Par le moyen de l'arithmétique, on apprend à faire toute sorte de calculs, et à représenter en écrit tout nombre proposé par argumentation ou par diminution. (Akademia Nauk, 1853, p. 262)

Ces deux concepts sont liés, puisque l'activité du calcul repose principalement sur les bases de l'arithmétique. Cette dernière en est la science.

2. Le développement normal des capacités numériques chez l'enfant :

La théorie de Piaget, fut le point initial quant à la question du développement numérique chez l'enfant. Ce n'est que plus tard que d'autres travaux en neuropsychologie se sont mis au cœur de cette préoccupation.

2.1. La théorie piagétienne :

Piaget aborde cette question à travers les stades du développement de l'intelligence chez l'enfant qu'il a soigneusement défendu par sa théorie constructiviste.

2.1.1. Stade sensori-moteur :

Ce stade va de 0 à 2 ans, il s'agit d'une première étape expérimentale où l'enfant exploite l'action de son corps sur son milieu. Il est divisé en six sous stades que nous n'allons pas détailler, mais desquels nous retenons l'évolution de l'intelligence sensori-motrice de l'enfant, qui part des premiers réflexes biologiques, où il met en relation ses cinq sens avec l'environnement qui l'entoure, jusqu'à ce qu'il devienne capable de transformer son milieu, et pas seulement se contenter de le découvrir, et par la suite être capable de faire des combinaisons mentales, d'inventer après avoir découvert, de généraliser et de se représenter (passer du schème moteur au schème représentatif).

2.1.2. Stade préopératoire :

Ce stade débute à la période de 2 à 7 ans. C'est la période de la représentation symbolique, l'enfant est capable de remplacer un objet par un autre pour le représenter. Par exemple, il peut désigner un melon par un ballon, ou une table par un cube en bois qu'il a dans ses jouets. Dans ce stade, l'égoïsme intellectuel domine la pensée de l'enfant, il n'est pas en mesure de se détacher de son point de vue, et ne pense que selon son intuition.

2.1.3. Stade des opérations concrètes :

De 7 à 11 ans. A ce stade, l'enfant est capable de prendre en compte l'avis des autres et supprime enfin l'égoïsme qui a caractérisé toute la période préopératoire. Il va pouvoir construire des structures opératoires qui lui permettront d'appréhender le monde de manière pertinente. C'est là que la causalité sera mise en place. L'enfant pourra classer, grouper, concevoir les modifications et la réversibilité, et son raisonnement devient logique et concret (Tran-Thong, 1992).

C'est à ce stade que vont se développer les compétences logicomathématiques et infra logiques ou physiques, et où va s'élargir le champ d'opérations concrètes par les différentes notions de sériation, classification, et numération, ainsi que celles de l'espace et le temps.

D'abord, les opérations sont définies par Piaget comme suite : « Pour ce qui est des opérations, je les définirai comme des transformations, ou actions du sujet qui peuvent être retournées, qui sont réversibles. Exemple : l'addition dont l'inverse est la soustraction. » (Piaget, et Goretta, 1977)

Nous verrons donc deux types d'opérations concrètes apparaître à ce stade :

a) Les opérations logicomathématiques :

Les opérations concrètes de type logico-mathématique, sont essentiellement basées sur, soit les similarités dans le classement par exemple ou dans les relations symétriques, soit les différences qui sont à l'inverse, basées sur les relations asymétriques, ou bien les deux à la fois, c'est-à-dire entre objets discrets, regroupés en discontinuité, sans tenir compte ni de leur configuration spatiale ou temporelle, ni de leurs propriétés physiques. (Feugnet, 2010).

Ces opérations conduisent aux notions de sériation, de classification et de nombre.

La sériation :

Sérier c'est établir un ordre en allant du plus petit au plus grand ou inversement avec peu ou beaucoup d'éléments.

Pour qu'il y ait véritablement sériation, il faut que chaque élément soit choisi après avoir été mis en relation avec tous les autres. (Equipe ASH de la DDEC, 2009, p.6)

La classification :

Il s'agit de classer des objets, de les regrouper selon leurs critères communs. Classifier, c'est ranger, répartir des éléments par catégorie dans un ordre déterminé après avoir effectué un 1er tri. Le classement nécessite de la décentration car l'élève doit sélectionner, considérer deux points de vue pour organiser des groupements, des classifications. (Equipe ASH de la DDEC, 2009, p.3)

La construction du nombre :

Par déduction, c'est l'acquisition des structures de classification et de sériation qui donnent accès à l'enfant à la construction du nombre et qui lui permettent de se rendre à

l'évidence qu'un nombre n'existe pas seul mais qu'il fait partie de tout un système, d'une suite de nombres.

a) Les opérations infra-logiques :

Les opérations infra-logiques quant à elles, permettent de structurer l'objet en s'appuyant sur des caractéristiques spatiales (c'est-à-dire, classer des objets dans un plan spatial, qui lui permet ainsi de développer la latéralité) et physiques (substance, matière) extraites par abstraction réfléchissante. Elles tiennent compte de la composition interne des objets tel que le volume et le poids, à l'inverse des opérations à caractère logico-mathématiques, qui groupent et classent les objets sans se référer à l'espace ou à leurs propriétés physiques. (Feugnet, 2010).

2.1.4. Stade des opérations formelles

Ce stade débute à 11 ans et s'étend jusqu'à l'âge adulte. A partir de cet âge l'enfant perçoit les pensées abstraites et logiques, et raisonne de manière hypothéticodéductive.

Il passe au-delà du concret et développe des pensées abstraites tel que les questions philosophiques de la paix, la mort, la justice etc. (Tran-Thong, 1992)

Les travaux classiques de Jean Piaget sur le développement des compétences logicomathématiques, ont porté sur la compréhension que les enfants ont de façon générale des propriétés des quantités et l'importance des structures de sériation et de classification dans la construction du nombre. Cependant, Piaget a longtemps soutenu le précepte que ces connaissances numériques, ne surgissent qu'à partir du moment où l'enfant franchit le stade des opérations concrètes.

Plus tard, dans des travaux post piagétien, d'autres chercheurs viennent réfuter dans un large consensus ce précepte, en démontrant qu'à l'inverse, les enfants plus jeunes possèdent des compétences numériques bien plus précoces. (Sophian, 2009)

2.2. Le développement des capacités numériques de base :

Tout enfant dispose d'une base innée et universelle (analogique) à la naissance, les bébés ont des compétences numériques dès leur venue au monde, ils sont équipés d'une boîte à outils qui leur permet de percevoir la numérosité qui va progressivement se développer avec l'âge et au profit de la scolarité pour une construction symbolique par oral et écrit, et visuo-spatiale. (Mazeau et Pouhet, 2014)

2.2.1. La représentation numérique approximative :

Selon le dictionnaire Belge de logopédie, il s'agit d'une technique de quantification rapide, mais imprécise utilisée pour les collections de plus de six éléments. (Campolini, Timmermans, et Vansteelandt, 2002, p. 69).

Dès qu'on présente à un enfant une quantité de 6 objets et plus, on lui demande d'estimer la quantité sans faire de dénombrement par objet, mais de donner une réponse approximative qui n'est pas exacte mais qui se rapproche de la réponse exacte.

Pour ce qui est des petites quantités de moins de six objets, on parle de subitizing ou subitisation, il s'agit du dénombrement exact de petites collections qu'on perçoit rapidement, sans vraiment dénombrer au sens propre.

Le subitizing :

Les études du développement du subitizing chez l'enfant s'inscrivent dans une perspective de réfutation du modèle d'appréhension du nombre de Geltman et Gallistel, exclusivement basé sur le comptage. Les approches sont différentes et concernent l'existence même du subitizing chez le très jeune enfant et son développement éventuel, ainsi que l'interaction entre subitizing et comptage. Si l'existence d'un processus de subitizing des trois premiers nombres a été démontrée chez les adultes et chez les enfants à partir de 5 ans, peu de données ont trait à son éventuelle utilisation dès 2 ans. (Bideaud, Lehalle, et Vilette, 2004, p.176).

2.2.2. La chaîne numérale :

Au tout début de l'apprentissage du calcul, un premier instrument est mis en place chez les enfants. Cet instrument est une sorte de chaîne de comptage qu'on appelle la chaîne numérale ou la chaîne numérique verbale (parlée) ou écrite, que l'enfant mémorise par le biais de sa langue naturelle comme dans la langue française : *un, deux, trois, quatre... dix, onze, douze... cent, cent et un... mille, mille et un...* le zéro n'interviendra qu'ultérieurement.

Il existe autant de chaînes numérales que de langues dans le monde (l'arabe, le français, l'anglais, etc.). Avec plusieurs mots appartenant à une langue naturelle, on peut construire la chaîne numérale, parlée et écrite ; en revanche il ne faut que dix chiffres pour construire la chaîne numérique, par exemple un mot existe pour dire douze verbalement, on peut dire un pour 1, deux pour 2, et douze pour 12, alors que dans la chaîne numérique écrite par définition les mêmes unités seront combinés pour former une dizaine, une centième etc.

On observe alors trois mots pour un, deux, et douze et seulement deux chiffres pour 1, 2, et 12.

La chaîne numérale est primordiale pour l'acquisition du calcul, et toute ambiguïté ou toute anomalie dans sa structure, peut être fatale pour sa compréhension. (Van Hout, Meljac, et Fischer, 2005)

2.2.3. Le dénombrement et ses principes :

La maîtrise de la chaîne numérique verbale va permettre l'activité de dénombrement de collections, soit la mise en correspondance du pointage des objets et de la récitation de la chaîne numérique verbale en vue de déterminer de manière précise le cardinal de la collection. Les activités de dénombrement sont déjà observées à l'âge de deux ans. Ces activités de dénombrement sont également utilisées de manière naturelle par les petits enfants pour résoudre des petits calculs. Ainsi, dès 4 ou 5 ans, un enfant qui possède trois bonbons et à qui l'on en offre deux autres, dénombre la collection formée de ces deux ensembles pour obtenir la somme de $3 + 2$. Selon Gelman et Gallistel, cinq principes implicites sous-tendent le dénombrement :

- (1) **Le principe de l'ordre conventionnel** suivant lequel les nombres doivent être émis dans l'ordre conventionnel de la chaîne numérique verbale ;
- (2) **Le principe de correspondance terme à terme** selon lequel une étiquette verbale (un nom nombre) ne peut être attribuée qu'à un et un seul objet (on ne peut compter deux fois le même objet ou omettre d'en compter un) ;
- (3) **Le principe de cardinalité** qui indique que le dernier mot nombre produit correspond au cardinal de l'ensemble et non pas au dernier élément pointé lors du dénombrement ;
- (4) **Le principe d'abstraction** qui signifie que le caractère homogène ou hétérogène des collections n'a aucune incidence sur l'activité de dénombrement et son résultat. On peut en effet compter des pommes et des poires !
- (5) **Le principe de non-pertinence de l'ordre** qui indique que le résultat du dénombrement reste le même quel que soit l'ordre dans lequel les éléments de la collection ont été comptés (que l'on commence par compter les billes vertes ou les billes rouges, les éléments à gauche ou ceux à droite, etc.). (Noel et Karagiannakis, 2020, p. 53-54).

2.2.4. Apprentissage de la valeur cardinale des mots nombres :

L'enfant doit percevoir que le dernier mot-nombre prononcé est spécial ; c'est le résultat obtenu par le comptage qui conduit à déterminer le cardinal de la collection. En effet, très précocement, les enfants accentuent le dernier mot-nombre prononcé. Gelman et Gallistel ont interprété ce résultat en disant que les enfants comprennent très tôt que l'on peut obtenir, par le comptage, de l'information à propos de la valeur cardinale d'une collection.

Une autre interprétation pourrait être que les enfants apprennent à insister sur le dernier mot-nombre. Selon Sophian (1991), les enfants apprennent « le statut spécial du dernier mot-nombre par la voie de la procédure : ils acceptent ce statut avant de posséder les bases logiques qui leurs permettent de les conceptualiser ». (Van Nieuwenhoven, 1996, p. 8).

2.2.5. Mise en correspondance des nombres avec un dispositif spatial : la ligne numérique

Des données issues de différents types de travaux convergent pour confirmer que la représentation analogique des nombres prend, chez la plupart des humains, la forme d'une ligne virtuelle horizontale, continue et orientée sur laquelle les numérosités seraient mentalement disposées, rangées en fonction de leurs magnitude.

L'effet SNARC: *Spatial Numerical Association Of Response Codes*

Dehaene et al. (1993), montrent qu'il existe un lien robuste entre localisation spatiale et grandeur numérique. Dans une tâche de jugement de parité, ils demandent aux sujets (adultes) d'indiquer le caractère pair ou impair des nombres par une réponse à main droite ou à main gauche. Malgré le fait que la grandeur du nombre (sa magnitude) n'avait aucune pertinence dans les réponses à fournir, les temps de réponse étaient plus rapides pour les petits nombres avec la main gauche et pour les grands nombres avec la main droite. Or, d'autres séries ordonnées (lettres par exemple) ne suscitent pas cette association automatique avec l'espace, droit ou gauche.

C'est la représentation mentale de l'espace (et non la main droite ou gauche) qui est le support de l'organisation mentale des nombres, comme le montrent les arguments suivants :

- Le fait de croiser les mains lors de la réponse aux petits ou grands chiffres confirme que c'est bien l'hémi-espace gauche qui est associé aux petits nombres et l'hémi-espace droit qui est associé aux grands nombres (et non la main droite ou la main gauche) ;
- Il est intéressant de noter que les nombres négatifs sont associés à l'espace gauche ;

- Une tâche concurrente de mémoire visuo-spatiale abolit l'effet SNARC (mais non une tâche de mémoire phonologique), ce qui confirme le lien entre le domaine visuo-spatiale et les nombres ;
- Chez les lecteurs qui lisent de droite à gauche, l'effet SNARC s'inverse (petits nombres à droite, grands nombres à gauche), cependant le sens de la lecture n'est probablement qu'un des aspects d'un biais culturel plus vaste, qui impose une direction préférentielle au sens du temps, du nombre et de l'espace. (Mazeau et Pouhet, 2014, p. 355)

Cette expérience, prouve donc que ce lien entre chiffre et espace existe bel et bien chez chaque personne puisque c'est un phénomène neurocognitif qui associe la grandeur des nombres aux hémisphères cérébraux. Nous avons tous tendance à imaginer une chaîne numérique allant par exemple de 1 à 10 en ayant une vision mentale du chiffre 1 à gauche et des derniers chiffres à droite. Ce sens peut néanmoins s'inverser chez certaines cultures, mettant les petits nombres à droite et les grands nombres à gauche.

3. Localisation cérébrale des activités du calcul :

Simon et al. ont montré que les activités de calcul impliquaient deux régions distinctes du sillon intra pariétal : une région antérieure, en regard du gyrus supra marginal, activée de façon bilatérale, et une région plus postérieure, en regard du gyrus angulaire, exclusivement à gauche.

La même équipe propose ensuite l'existence de trois systèmes distincts dans le lobe pariétal pour le traitement des nombres (figure 2) :

- Le segment horizontal du sillon interpariétal bilatéral qui est activé dans toutes les tâches numériques, est plus précisément responsable de divers effets encore mal expliqués : effets de distance, de taille, d'amorçage...et qui représenterait un noyau de connaissances sur les quantités numériques ;
- Le gyrus angulaire gauche (AG), qui serait impliqué dans le codage verbal des faits arithmétiques, c'est-à-dire les calculs mémorisés et dépendants d'un codage linguistique (calcul exact, multiplications...) et qui est également activé dans de nombreuses tâches verbales non numériques ;
- La région pariétale supéro-postérieure bilatérale (PSPL) qui serait activée dans certaines tâches : soustraction, approximation, effet de distance. Cette région étant également activée lors de tâche d'attention visuo-spatiale, elle pourrait être impliquée dans

l'orientation de l'attention sur la « ligne numérique mentale ». (Habib, M., Noel, M., et George, F., 2011, p.07).

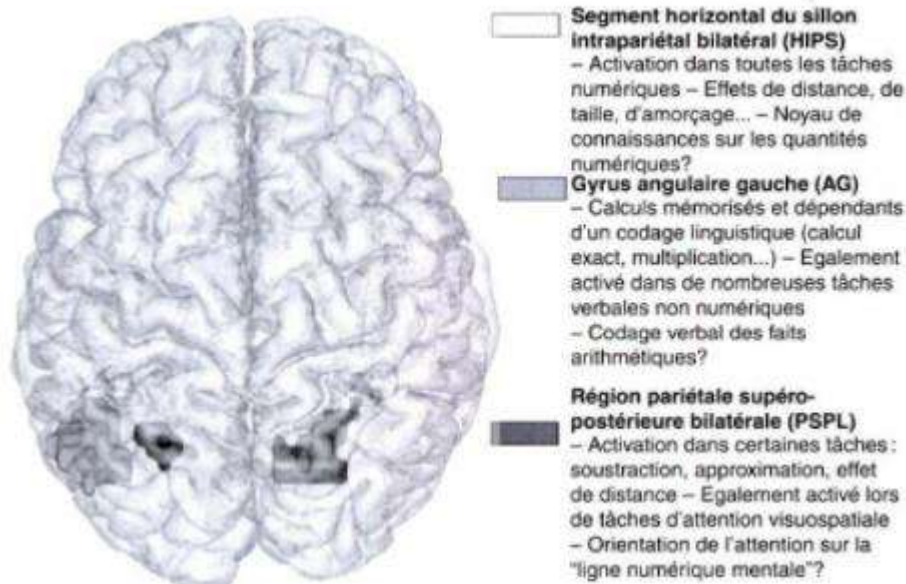


Figure 2. Résumé des différents secteurs du cortex pariétal impliqués dans le traitement des nombres et de leur rôle respectif. Citée par : Brun V, Habib M, George, F., 2011, p.7

D'après ces auteurs, tout le mérite revient à l'imagerie cérébrale, qui permet aujourd'hui de préciser quelles aires cérébrales sont impliquées dans la réflexion mathématique. Lorsqu'une réflexion est portée sur des chiffres ou des opérations mathématiques, un réseau pariétal et frontal est activé.

4. Les difficultés d'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux :

Les troubles apparaissant lors de la confrontation aux apprentissages mathématiques formalisés sont très souvent regroupés sous le terme étiquette de dyscalculie développementale, pensée sur le modèle de l'acalculie, dérivation chez les sujets cérébrolésés de la faculté de calcul, l'utilisation de cette appellation s'avère réductrice en clinique infanto-juvénile.

En effet, les difficultés d'apprentissage des mathématiques excèdent largement le champ de calcul, elles mettent en jeu des dysfonctionnements dans des domaines très divers : l'espace, le temps, le nombre, le raisonnement, ou encore l'organisation de la pensée.

Plus récemment, d'autres termes, encore trop réducteurs, sont apparus tels que l'innumérisme qui évoque l'insuffisance des connaissances et des compétences de base requises pour conduire un calcul. (Lenoble et Durazzi, 2014, p. 19).

Les difficultés dans le domaine numérique ont été signalées à plusieurs reprises, sans que leur explication soit univoque : troubles spécifiquement dyscalculiques ou liés aux dyspraxies ? L'étude des habilités mathématiques apparaît intéressante pour comprendre le rôle de la motricité dans les apprentissages cognitifs, par exemple l'enfant s'appuie sur des mouvements manuels pour résoudre des problèmes arithmétiques ou des opérations élémentaires (pointage manuel, comptage sur les doigts), par ailleurs, Fayol et al. (1998) ont montré une corrélation entre efficacité psychomotrice et performances en mathématique chez les enfants de 5- 6 ans. Lecointre et Camos (2004) montrent le retard dans l'acquisition de stratégies de dénombrement d'une douzaine d'enfants avec IMC par rapport à un groupe contrôle, ce problème est lié aux capacités visuo-perceptives car Arp (2004) montre les difficultés dans le subitizing (perception immédiate de petites quantités) de 23 enfants de 5 à 7 ans avec IMC comparés à des enfants tout venants. (Tourette, 2014, p. 340-341)

Dans ce modèle, la mémoire de travail visuo-spatiale et la représentation visuo-spatiale des nombres/quantités sont importantes dans les étapes de développement des aptitudes au calcul. A priori, les troubles neurovisuels ne vont donc altérer que certains aspects du maniement des nombres et des aptitudes logicomathématiques. Par exemple, l'enfant cérébrolésé peut être capable de manipuler la séquence verbale des nombres mais ne pas réussir à comparer des quantités (E.g., indiquer lequel des deux nombres est le plus grand). En fait, le lien entre aptitudes visuo-spatiales et aptitudes au calcul semble particulièrement fort puisqu'il a été montré que les aptitudes à comparer deux nombres, qui reposent sur des capacités visuo-spatiales, peuvent prédire les aptitudes logicomathématiques, qui impliquent les aptitudes verbales d'une manière plus prononcée. (Cavezian et Chokron, 2010, p. 14).

Dans ce contexte, il faut se rendre à l'évidence que ces difficultés ne sont pas liées au niveau d'intelligence de l'enfant ou aux méthodes pédagogiques employées, du moment que la difficulté réside dans les capacités d'interprétation numérique et des connaissances arithmétiques, qui se traduit par plusieurs manifestations. Plusieurs auteurs ont mis l'accent sur la relation entre les compétences visuo-spatiales et les compétences numériques qui sont particulièrement très absolu.

4.1. Difficultés motrices et performances numériques :

La main intervient dans le calcul, elle sert à représenter analogiquement les petites quantités, partant de l'idée que les difficultés motrices des enfants infirmes moteurs cérébraux pourraient expliquer les déficits observés chez ces enfants dans le domaine numérique, Christianne Larère, a tenté de leur proposer d'autres substituts représentationnels (déplacement des enfants dans un plan quadrillé), cette intervention a pu susciter des constructions mathématiques chez les enfants IMC auprès desquels elle est intervenue. (Boujon et al., 2014, p. 160)

5. L'enfant paralysé cérébral présente-t-il une dyscalculie ?

5.1. Définitions et classifications des dyscalculies :

Selon le dictionnaire de l'orthophonie, la dyscalculie est un concept qui fait son apparition dans les années 1970 pour rendre compte à la fois d'un dysfonctionnement dans les domaines de la logique, de la construction des nombres et des opérations sur ces nombres, de difficultés de structuration du raisonnement et de l'utilisation des outils logiques et mathématiques. La dyscalculie concerne des enfants, des adolescents ou des adultes qui, dans la majorité des cas, ne présentent pas de déficits intellectuel, mais qui ont soit des troubles électifs en mathématique, soit des troubles scolaires globaux mais plus aigus en mathématiques, soit des troubles du langage liés à une construction insuffisante des structures de pensée. (Brin et al., 2004).

Selon Kosci, cité par Rondal et Comblain, (2001, p. 295), la dyscalculie développementale serait « un trouble structurel des habiletés mathématiques dont l'origine est génétique ou liée à un problème congénital, et qui présente sans un trouble plus général des fonctions mentales ».

Une définition proche à celle-ci est donnée par Tremple, cité par Rondal et Comblain, (2001, p. 295), la dyscalculie serait « un trouble des compétences numériques et des habiletés arithmétiques qui se manifesterait chez des enfants d'intelligence normale qui ne présentent pas de déficits neurologiques acquis ».

Il existe plusieurs classifications de la dyscalculie :

En 1983, Badian, délimite quatre catégories de dyscalculie :

- La dyscalculie spatiale ;

- L'anarithmie ;
- La dyscalculie liée aux troubles attentionnels séquentiels ;
- Les troubles mixtes.

Geary, en 1994, distingue trois formes de dyscalculies :

- Celle liée aux difficultés de mémorisation des faits arithmétiques ;
- Celle liée aux difficultés de mise en place des procédures de résolution des opérations ou des problèmes arithmétiques ;
- La dyscalculie spatiale (position des chiffres dans les opérations notamment). (Kremer, Lederlé, et Maeder, p. 155-156).

Les différents profils cognitifs des enfants dyscalculiques a conduit plusieurs chercheurs à définir et à distinguer plusieurs sous types de dyscalculie.

5.2.La dyscalculie spatiale chez les enfants paralysés cérébraux :

La dyscalculie la plus fréquemment retrouvée chez ces enfants cérébrolésés est la dyscalculie spatiale, qui se caractérise par « des difficultés spécifiques d'acquisition en mathématiques portant électivement sur les aspects visuo-spatiaux et praxiques des habiletés numériques. » (Roux, 2009, p. 495-516).

Parmi les formes de dyscalculie que distinguent les auteurs, certaines concernent des troubles affectant électivement les aspects visuels, spatiaux et praxiques des habiletés numériques. Apparaissent dans ce cas au premier plan un certain nombre de difficultés caractéristiques, telles que : une mauvaise perception des collections numériques, la non-intégration de la correspondance terme à terme, des erreurs dans la pratique du dénombrement, une désorganisation spatiale lors de la pose et du calcul des opérations en colonnes, des inversions dans l'écriture chiffrée des nombres, des difficultés en calcul mental, etc. À ce propos, on trouve l'expression de « dyscalculie spatiale » régulièrement utilisée, aussi bien sous la plume de certains auteurs qu'au détour de comptes rendus de bilans neuropsychologiques. Avec le terme « dyscalculie spatiale », se trouve évoqué de façon générique un tableau particulier où les troubles affectent massivement le nombre et le calcul dans leurs composantes visuo-spatiales et/ou praxiques. » (Roux, 2009, p. 495-516).

Ces dyscalculies spatiales se traduisent par des difficultés à des degrés divers, dans le traitement du nombre en code arabe, dans le subitizing, le dénombrement, l'agencement

spatial des opérations ou la réalisation de figures en géométrie, dus aux difficultés motrices ou praxiques des IMC. (Arents, 2011).

Les enfants IMC souffrant de dyscalculie spatiale n'ont pas de difficultés conceptuelles pour accéder aux notions logico-mathématiques : ils sont mis en difficulté - par les aspects spatiaux de la numération arabe (numération de position), de la pose et de la résolution des opérations (nécessité d'aligner unités, dizaines, centaines) - par leur difficultés de repérage visuel (dénombrements, mises en relations de collections en terme à terme, sériations, tableaux à double entrée) - par leurs difficultés praxiques. C'est pourquoi, contrairement à ce qui est habituellement proposé dans la rééducation d'autres types de dyscalculie, le recours au concret, à l'expérimentation manuelle, à la représentation figurative, à la réalisation graphique, est contre-indiqué car il aggrave leur confusion. (Borel Maissonny, 1998, p. 45-46).

On considère que les troubles visuo-spatiaux dont sont porteurs les enfants paralysés cérébraux, engendrent une dyscalculie de type spatiale. On constate donc tout l'enjeu de remettre en question le poids des troubles visuo-spatiaux sur l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux.

Synthèse :

Les enfants paralysés cérébraux présentent très souvent des troubles visuo-spatiaux qui altèrent leurs aptitudes en calcul, d'où nous retenons principalement la présence de dyscalculie spatiale chez ces sujets, qui n'arrivent malheureusement pas à suivre un développement normal des compétences numériques dès leur jeune âge.

Problématique et hypothèses

Problématique et hypothèses :

La paralysie cérébrale est l'une des pathologies auxquelles s'intéresse l'orthophonie, elle fait appel à approfondir et à apporter plus d'effervescence à la recherche qui la concerne, afin d'améliorer l'accompagnement des personnes qui en souffrent, pour une meilleure qualité de vie sociale, scolaire et professionnelle.

La paralysie cérébrale est la première cause de handicap moteur chez l'enfance. Elle touche environ 17 millions de personnes dans le monde, et 125 000 en France (Robert-Géraudel, 2017). En Algérie, le registre de la paralysie cérébrale de Sétif enregistre 2 enfants touchés sur 1000 naissances (Guemache, 2019). Il s'agit d'un handicap engendré par une lésion au niveau du système nerveux central, qui apparaît généralement au début de la période périnatale. Cette lésion est non évolutive, et entraîne divers troubles moteurs, ayant d'importantes répercussions sur le quotidien de l'enfant victime de cet handicap, et sur ses apprentissages scolaires.

Les symptômes de la paralysie cérébrale varient d'un cas à un autre, il n'y a pas de profil fixe décrivant ces symptômes, mais les difficultés motrices sont omniprésentes et leur degré de gravité dépend du type de paralysie cérébrale, et de la région du cerveau atteinte. Elles vont d'une simple maladresse, à une importante difficulté ou quasi-incapacité à mobiliser ses membres supérieurs ou inférieurs, et dans les cas les plus sévères à une paralysie (une quadriplégie par exemple).

Par ailleurs, ces symptômes d'ordre moteur sont souvent associés à d'autres symptômes d'ordre cognitifs, sensoriels, comportementaux, et langagiers. A ce propos, Rosenbaum et al., cités par Guilbert et al., (2013, p.477), expliquent que « *Cette lésion non évolutive qui survient sur un cerveau en développement entraîne des troubles du geste et de la posture induisant une limitation des activités motrices et des difficultés d'apprentissage moteur. Les troubles moteurs s'accompagnent souvent de troubles de la sensation, de la perception, de la cognition, de la communication et du comportement.* ».

De ces troubles cognitifs qu'on retrouve dans cette pathologie, en découle un trouble de coordination et de contrôle des gestes, gênant les activités quotidiennes comme le simple fait de s'habiller, et les activités d'apprentissage scolaires comme l'écriture. Ce trouble nous évoque essentiellement une dyspraxie, qui est à son tour subdivisée en plusieurs types, parmi lesquels la dyspraxie visuo-spatiale, qui retiendra plus particulièrement notre attention puisqu'on la retrouve unanimement chez la plupart des enfants cérébrolésés.

La dyspraxie visuo-spatiale peut être définie comme étant un trouble du geste praxique, associé à des troubles des yeux, se traduisant par des problèmes de motricité oculaire, de stratégies du regard et d'exploration visuelle, ainsi qu'un trouble d'organisation spatiale, compromettant gravement les apprentissages dans divers domaines, entraînant par la suite des échecs scolaires chez ces jeunes, qui paraissent pourtant d'intelligence normale. (Duband, 2011)

Tout enfant scolarisé a fortement besoin de certaines capacités telles que les capacités visuo-spatiales, et d'une bonne coordination gestuelle, pour suivre un parcours scolaire harmonieux et au même niveau que ses pairs du même âge. Cependant, pour certains enfants, comme dans le cas des enfants paralysés cérébraux, la présence de ces troubles rend ces apprentissages difficiles et cause un décalage et un retard dans l'acquisition notamment de la lecture, l'écriture, l'orthographe et le calcul.

Mazeau, Tourette, et plus récemment la chercheuse Algérienne Lettad, ont étudié le lien entre la dyspraxie visuo-spatiale et les apprentissages scolaires des enfants paralysés cérébraux, et ces études débouchent sur les résultats suivants :

Selon Mazeau, « à cause de la dyspraxie visuo-spatiale, l'enfant est aussi confronté à des difficultés concernant la topologie, l'orientation ainsi que l'accession à la représentation de l'espace en trois dimensions ; cela a des répercussions en géométrie avec une confusion accrue face aux obliques et des difficultés à relier les segments, mais aussi pour poser les opérations ainsi que pour la lecture de plans et de cartes, en géographie. Les conséquences de ces difficultés vont apparaître, dès le plus jeune âge, dans de nombreux secteurs d'apprentissage (lecture, maths, graphisme...), se dévoilant peu à peu au fur et à mesure des exigences scolaires. » (Mazeau, (1995), dans : Feuillerat, 2006, p.8).

Tourette (2014, p.522) ajoute que : « la dyspraxie visuo-spatiale est fréquente chez l'enfant ancien prématuré. Ces enfants présentent souvent plusieurs symptômes : des troubles oculomoteurs et du regard (avec retentissement sur lecture/écriture), des troubles visuo-spatiaux importants (retentissement sur dyscalculies spatiales, problèmes en géométrie, géographie, etc.), une dyspraxie avec dysgraphie importante, qui justifie le recours à l'ordinateur. De fait, la dyspraxie visuo-spatiale représente une cause d'échec scolaire global ».

Lettad (2019, p.1) pour sa part, indique que : « la plupart des tableaux cliniques présentés par les enfants infirmes moteurs cérébraux manifestent ordinairement la présence

des troubles de la dyspraxie visuo-spatiale dont on souligne la fréquence élevée des troubles neuro-visuels... nous avons démontré que les troubles cognitifs essentiellement les troubles visuo-spatiaux et neuro-visuels, sont des facteurs les plus entravant les acquisitions scolaires. ».

Ces auteurs nous permettent de relever que parmi les difficultés d'apprentissage que présentent les enfants paralysés cérébraux atteints d'une dyspraxie visuo-spatiale, celles se rapportant à l'apprentissage des mathématiques et du calcul sont importantes et grandement impliquées, tant en logicomathématique et arithmétique, qu'en géométrie.

L'ampleur de l'impact de la dyspraxie visuo-spatiale sur l'apprentissage du calcul, a suscité l'intérêt de Barray et Mazeau (1995).

Barray, cité par Niel Bernard (2011, p. 5), déclare que chez ces enfants ayant des difficultés visuo-spatiales *« l'organisation dans l'espace 2D est perturbée. Les activités de dénombrement sont difficiles, une dyscalculie spatiale peut être observée. ».*

Mazeau (2005, p. 48) à son tour, affirme que *« les enfants porteurs de troubles visuo-spatiaux et de dyspraxie vont tous rencontrer des obstacles multiples dans les différentes branches des mathématiques. L'échec massif en mathématiques conduit souvent l'enfant en consultation, d'autant que les troubles sont rebelles, persistants et... généralement méconnus ou confondus avec d'autres, induisant des rééducations sans objet et des quiproquos qui aggravent encore un pronostic scolaire déjà très compromis. ».*

La présente étude est menée auprès d'enfants paralysés cérébraux souffrant d'une dyspraxie, afin de comprendre la relation entre les performances de ces enfants à des épreuves visuo-spatiales, et l'apprentissage du calcul, ce qui nous a mené à éclaircir et à développer notre recherche en s'appuyant sur les questions suivantes:

- **Comment se manifeste la dyspraxie visuo-spatiale chez les enfants souffrant d'une paralysie cérébrale ?**
- **La dyspraxie visuo-spatiale affecte-t-elle l'apprentissage du calcul chez les enfants souffrant d'une paralysie cérébrale ?**

Pour tenter de répondre à ces questions, nous suggérons les hypothèses suivantes :

Hypothèses :

- Les enfants souffrant d'une paralysie cérébrale présentent une dyspraxie visuo-spatiale qui se manifeste par plusieurs troubles (défaut d'inhibition des saccades oculaires,

problème de poursuite visuelle, d'organisation spatiale, de coordination visuo-manuelle et de gestes praxiques).

- La dyspraxie visuo-spatiale affecte l'apprentissage du calcul chez les enfants souffrant d'une paralysie cérébrale.

Définition opérationnelle des concepts clés :

Paralysie cérébrale :

Il s'agit du handicap moteur le plus courant chez l'enfant, consécutif à des lésions cérébrales, altérant le développement du cerveau, soit pendant la grossesse, soit autour de la naissance. Il se traduit par un ensemble de troubles moteurs plus ou moins graves et il peut aussi générer des déficiences sensorielles ou cognitives.

Dyspraxie visuo-spatiale :

Elle désigne un défaut dans la programmation et la réalisation des gestes, associés à une maladresse du regard ainsi qu'une difficulté à constituer la notion d'espace, la personne touchée voit bien, mais a du mal à organiser son regard dans l'espace. (Pouhet et Mouchard Garelli, 2016).

C'est donc un trouble praxique accompagné de troubles visuo-spatiaux, touchant principalement la coordination œil-main, l'exploration et l'organisation visuo-spatiale, ainsi que la motricité oculaire.

Difficulté d'apprentissage du calcul :

Difficultés à acquérir et maîtriser les différentes connaissances et habiletés à l'œuvre dans les mathématiques (accès à la numération, apprentissage des opérations arithmétiques, résolution de problèmes ou géométrie). (Glover, 2019).

Ces difficultés scolaires portent sur la compréhension et l'utilisation des chiffres.

Partie pratique

Chapitre IV

Méthodologie de la recherche

Préambule :

Avant de procéder à n'importe quelle recherche, suivre une méthodologie adaptée est un préalable à celle-ci. En effet, dans notre recherche, nous nous sommes intéressées à la dyspraxie visuo-spatiale et l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux. Pour effectuer cette dernière dans un cadre scientifique, nous avons adopté une méthodologie bien précise.

A la lumière de ce chapitre, nous allons aborder étape par étape, notre pré-enquête, la méthode de recherche sur laquelle nous nous sommes appuyées, le lieu où nous avons effectué notre recherche, le groupe d'étude que nous avons choisi ainsi que les critères sur lesquels nous avons fondé ce choix, les outils et les techniques que nous avons employé, et pour finir nous rapporterons en quelques lignes le déroulement de notre pratique.

1. La pré-enquête :

L'étape de la pré-enquête est une étape cruciale. A cette étape, le chercheur tente de se familiariser de la façon la plus complète possible avec son sujet. A quelle population s'adresse l'enquête, et quelles sont les caractéristiques de cette population. Il faut rechercher toutes les données pertinentes sur la population et sa composition, chercher les données d'enquêtes déjà réalisées auprès de cette population ou de populations similaires, que ce soit sur le même sujet ou sur un sujet relié. Et sur le plan théorique, une recherche documentaire sert à tracer un portrait du contexte dans lequel s'insérera l'étude, ce qui permet de mieux cibler le projet. (Durand, 2009, p.1).

Notre pré-enquête qui s'est étalée sur une période d'un mois, s'est déroulée comme suit :

Nous avons choisi de mener notre recherche auprès d'enfants souffrant de paralysie cérébrale, en nous appuyant sur la thématique suivante : « La dyspraxie visuo-spatiale et l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux ».

Dans le but de vérifier la pertinence et la rigueur de notre sujet de recherche sur le terrain, nous nous sommes rendues à plusieurs lieux de recherche, à citer : le CHU Khelil Amrane de Bejaia (service neurochirurgie), l'Etablissement Hospitalier Spécialisé en Rééducation et Réadaptation Fonctionnelle de Fenaia Il-maten, la polyclinique de Sidi-aich, ainsi que celle d'Akbou.

Suite au refus de ces derniers de nous accueillir, et de contribuer à la supervision de notre étude, compte tenu du blocage des stages pratiques en orthophonie, nous nous sommes rapprochées de l'Association de Soutien aux Infirmes Moteurs Cérébraux au niveau d'El-Kseur Béjaia, où nous avons été bien accueillies par la directrice en question, qui nous a directement donné son accord. Elle nous a par la suite, orientées vers l'orthophoniste, afin de nous renseigner sur les détails de notre sujet de recherche, à savoir, la disponibilité des cas adaptés à notre thématique, les outils d'investigation recommandés, ainsi que le programme du déroulement de la pratique.

Ensuite, nous nous sommes entretenues avec les parents des cas avec lesquels nous voulions effectuer notre étude, et nous leur avons fait signer un formulaire de consentement éclairé (voir annexe 1), qui nous a ouvert les portes, nous permettant de mener à bien notre recherche.

Avant de faire le choix des outils d'investigation à utiliser, nous nous sommes renseignées auprès des spécialistes (psychomotriciens, orthophonistes, neuropsychologues), sur les tests utilisés antérieurement par ces derniers, dédiés à l'évaluation des difficultés de calcul et de la dyspraxie visuo-spatiale chez les enfants paralysés cérébraux. Pour cela, nous y avons procédé via le net (réseaux sociaux), où nous avons contacté différents spécialistes concernés par l'évaluation et le dépistage de ces troubles. Suite à la demande, ils nous ont conseillées d'appliquer, pour les difficultés de calcul, la batterie ZAREKI-R, et pour la dyspraxie visuo-spatiale, le test des cloches et l'épreuve du dessin de l'horloge, qui ont pour but de non seulement évaluer les fonctions visuo-spatiales, mais aussi de repérer les difficultés liées aux gestes praxiques, lors de la passation. Ces recommandations ont été confirmées par notre revue de la littérature.

Une fois sur le terrain, nous avons repéré les cas rentrant dans les critères de sélection, qui malheureusement, sont très peu nombreux puisque nous n'avons pas eu un large éventail de choix qui s'est offert à nous, et avons donc été contraintes de travailler avec les cas qui nous ont été mises à disposition.

Dans le but de tester la faisabilité de ces outils sur les cas présélectionnés, nous avons pris à part un cas parmi ces derniers auquel nous avons administré l'ensemble des tests. Concernant le test des cloches et l'épreuve du dessin de l'horloge, nous avons pu constater qu'ils répondent aux critères de faisabilité. Quant à la batterie ZAREKI-R, le cas testé a éprouvé des difficultés dans les épreuves exigeant des capacités langagières orales, et c'est à

partir de là que nous avons décelé ce critère, qui s'ajoute à la liste des critères prédéterminés, excluant donc les cas ne disposant pas de langage oral.

Après la collecte de toutes ces données au cours de notre pré-enquête qui a duré un mois, et après avoir eu le consentement des parents des cas requis, nous avons pu valider notre thématique. Et afin de mieux apprécier cette dernière, nous nous sommes documentées à l'appui de la revue de la littérature, pour discerner les aboutissements des études antérieures ayant abordé le même sujet de recherche.

2. La méthode de recherche :

La méthode étant définie comme l'ensemble des procédures, des démarches précises adoptées pour arriver à un résultat. En science la méthode est primordiale, et les procédés utilisés lors d'une recherche en déterminent les résultats.

La méthode est l'ensemble des démarches que le chercheur ou la chercheuse adopte et fait transparaître sa conception de la recherche, au sens large, cette méthode ne se définit pas à l'aveuglette, mais se fonde sur des propositions réfléchies qui lui permettent de procéder avec rigueur à l'aide d'outils qui sont autant de moyens assurant à la fois le succès et la validité de la démarche, ces deux aspects, c'est-à-dire méthode et validité sont liés, car si la démarche n'a pas été méthodique, il peut n'y avoir qu'apparence de réussite. (Angers, 1996, p.9-10)

Dans notre recherche, notre choix s'est orienté vers l'emploi de la méthode descriptive, dans le but de décrire les caractéristiques de chaque cas, d'évaluer les fonctions ciblées et par la suite analyser et décrire les résultats obtenus, d'une manière scientifique, en les soumettant à une étude fine et approfondie. A préciser que nous allons uniquement décrire ces derniers et en aucun cas les utiliser pour poser un diagnostic, qui ne dépend pratiquement pas de nous.

2.1.La méthode descriptive :

La méthode descriptive est l'une des méthodes utilisées par les scientifiques dans le domaine des sciences sociales, qui consiste à intervenir en milieu naturel, dans le but d'évaluer certaines caractéristiques d'un phénomène ou d'une situation particulière, et tenter de donner à travers cette approche une image précise de ces derniers. (Charaoui et Benony, 2003)

Les techniques habituellement employées dans cette méthode, auxquelles nous avons eu recours dans notre recherche, et qui nous ont permises de mieux cerner celle-ci, sont, l'étude de cas et l'entretien de recherche.

2.2.L'étude de cas :

L'étude de cas est une technique qui est employée pour étudier quelque chose dans un phénomène complexe. Il existe dans la littérature de nombreuses définitions du terme de cas. Bichindaritz (1995) propose de le définir comme un ensemble de données empiriques. De façon plus générale, un cas peut être considéré comme une unité d'analyse. Hamel (1997), de son côté montre que l'étude de cas consiste à rapporter un événement à son contexte et à le considérer sous cet aspect pour voir comment il s'y manifeste et s'y développe. En d'autre mot il s'agit, de saisir comment un contexte donne acte à l'événement que l'on veut aborder. (Quentin, 2012)

2.3.L'entretien de recherche (entrevue de recherche) :

C'est l'une des méthodes d'investigation scientifique directe qui consiste souvent à interroger les individus pris isolément ou en groupe afin de les connaître mieux. L'entrevue de recherche est une technique directe utilisée pour interroger des individus isolément, mais aussi dans certains cas des groupes, de façon semi-directive, qui permet de faire un prélèvement qualitatif en vue d'une connaissance en profondeur des personnes rencontrées. Cette technique de recherche est indiquée pour celui qui veut explorer les motivations profondes des individus et découvrir, à travers la singularité de chaque rencontre, des causes communes à leur comportement. (Angers, 1996, p.140).

Le type d'entretien que nous avons exploré dans notre étude, est l'entretien semi directif, dès lors que c'est celui qui semble répondre le mieux à nos attentes, il nous permet si besoin d'introduire d'autres questions aux questions pré-rédigées et donc d'obtenir davantage d'informations sur le sujet.

2.3.1. L'entretien semi directif :

Les chercheurs dans le domaine de l'orthophonie ont tendance à recourir à ce type d'entretien, il s'agit du type d'entretien le plus utilisé dans ce domaine, puisqu'il semble être le mieux approprié contrairement au domaine de la psychologie qui favorise l'entretien non directif autrement appelé l'entretien libre.

Les entretiens semi-directifs sont destinés à vérifier (ou infirmer) nos hypothèses et à poursuivre la recherche en fonction de la découverte de nouvelles pistes obtenues grâce aux discours de chaque patient (ou parents des patients). Tout l'intérêt de ce type d'entretien réside donc dans le fait que l'on écoute chaque discours et que l'on fait la synthèse des pistes de recherches. (Samacher, 2005, p.383)

3. Présentation du lieu de recherche :

Nous avons effectué notre recherche au sein de l'Association de Soutien aux Infirmes Moteurs Cérébraux ASIMC, au niveau d'El-Kseur dans la wilaya de Bejaia.

L'ASIMC, est une association d'aide aux personnes souffrant d'infirmité motrice cérébrale, elle a pour objectif principal, l'insertion, la rééducation et l'éducation des infirmes moteurs cérébraux. Elle assiste l'handicapé sur le plan social et médical, dissipe l'isolement, et favorise l'accompagnement de ces personnes.

Elle se compose d'une équipe administrative, chargée d'apporter l'intendance nécessaire au bon fonctionnement du centre, de l'accueil, de l'hygiène et de la sécurité des élèves et de tout le personnel.

L'équipe pédagogique se compose d'éducatrices qui prennent en charge l'élaboration du programme pédagogique à partir des besoins et des capacités des élèves, ainsi que la répartition des niveaux ou classes, avec le responsable pédagogique. Ces classes sont réparties en 4 :

- **Classe IMOC** : encadrée par les éducatrices qui font les activités de motricité et de mouvement.
- **Classe préscolaire** : suivant un programme pédagogique préscolaire et loisirs.
- **Classe scolaire** : ayant un programme scolaire en fonction du niveau de chaque élève.
- **Classe adulte** : encadrée par deux enseignants ou animateurs qui prennent en charge les différents ateliers (théâtre et choral, atelier informatique, couture, et balnéothérapie).

L'équipe est également constituée d'une psychologue qui assure le soutien psychologique des enfants et de leurs parents, une orthophoniste qui prend en charge tous les troubles du langage présents chez ces personnes, qu'ils soient oral ou écrit, les troubles d'articulation et de la parole, les difficultés liées à la déglutition, ainsi que le travail de la motricité bucco-faciale. Les consultations chez l'orthophoniste se font en général une ou deux fois par semaine selon les besoins de l'enfant (IMOC, IMC, scolarisé...).

L'association dispose d'une salle de réception avec le bureau de la réceptionniste à l'entrée, une salle de psychomotricité pour les séances de balnéothérapie, qui reçoit aussi une fois par semaine un kinésithérapeute assurant la rééducation motrice des enfants, une salle pédagogique où travaillent en équipe les éducatrices, un bureau où exerce l'orthophoniste, une cuisine, des sanitaires, et un jardin.

4. Présentation du groupe de recherche :

Notre groupe d'étude se compose de deux cas paralysés cérébraux, âgés de 9 et 14 ans, avec un retard mental qui leur donne un âge mental de 6 et 7 ans. Ce groupe comprend deux sujets de deux sexes différents, fille et garçon, principalement issus de l'Association de Soutien aux Infirmes Moteurs Cérébraux de Bejaia, qui sont tous deux scolarisés au niveau de celle-ci.

Le choix de ce groupe de recherche repose sur un ensemble de critères pertinents auxquels les sujets doivent répondre, en excluant d'autres critères considérés comme non pertinents que nous n'avons pas pris en considération lorsque nous avons effectué ce choix.

4.1. Les critères pertinents :

Les critères que nous avons jugés pertinents se présentent comme suit :

- **Forme de paralysie cérébrale :** sont exclues de la recherche les formes impliquant une paralysie des membres supérieurs.
- **Age :** l'âge a été pris en considération, aucun n'est âgé de moins de 6 ans étant donné que l'apprentissage du calcul ne commence qu'à partir de cet âge et en aucun cas avant.
- **Scolarisation :** les deux cas sont scolarisés, ce qui est important lorsqu'on parle de difficultés d'apprentissage scolaire.
- **Troubles associés :** les deux sujets présentent un retard mental.
- **Langage :** ils ont acquis un langage oral

4.2. Les critères non pertinents :

Les critères auxquels nous n'avons pas spécialement prêté attention sont les suivants :

- **Sexe :** c'est un critère qui n'a pas été jugé pertinent car nous ne nous sommes pas intéressées à un seul sexe.

- **Niveau scolaire** : ils n'ont pas le même niveau scolaire, et cela n'affecte en rien la recherche.

4.3. Les caractéristiques de chaque cas :

Le tableau ci-dessous représente la répartition du groupe d'étude selon leurs caractéristiques propres.

Cas	Sexe	Age chronologique	Age mental
NL	Féminin	9 ans	6 ans
NC	Masculin	14 ans	7 ans

Tableau 01 : Caractéristiques du groupe de recherche.

5. Présentation des outils de recherche :

Pour qu'une recherche soit bien fondée, le chercheur doit l'appuyer sur certains outils d'investigation, qui vont lui servir à mesurer, évaluer, ou décrire un phénomène. Cela peut être une grille d'observation, un guide d'entretien, un questionnaire, des tests, etc.

En ce qui concerne notre recherche, nous avons opté pour l'utilisation des outils suivants :

5.1. Le guide d'entretien :

Le guide d'entretien est un texte comportant différents éléments devant être abordés. Il contient les questions prédéterminées dans un ordre logique, ce qui assure une continuité dans la collecte des informations, habituellement, il comporte 4 parties soit : 1- l'introduction de l'étude et de thème ciblé ; 2- les considérations éthiques ; 3- les questions en ligne avec la thématique ; 4- la conclusion de l'entretien. (Tétreault et Guillez, 2014, p.50).

Dans notre recherche, nous avons élaboré deux guides d'entretien. Le premier est destiné à l'orthophoniste et se compose de 2 axes :

Axe 01 : Informations générales

Axe 02 : Evaluation de la dyspraxie visuo-spatiale et des difficultés du calcul.

Et le second est destiné aux parents des cas et est structuré de la manière suivante :

- Une première case contenant les informations personnelles du parent.

Axe 01 : Généralités sur le patient

Axe 02 : Les antécédents de suivi

Axe 03 : La qualité de vie à la maison

Axe 04 : La qualité de ses apprentissages scolaires.

Ces deux guides d'entretien nous ont permises de dégager les informations nécessaires à la poursuite de l'étude, dans un premier temps auprès de l'orthophoniste et dans un second temps auprès des parents pour en savoir davantage notamment sur les antécédents de suivi, les manifestations sur le plan de la vie quotidienne et sur le plan scolaire. Ces discours nous ont donc poussées à aller plus loin dans la recherche et nous ont amenées à utiliser d'autres outils.

5.2. Tests visuo-spatiaux :

Dans le but de décrire l'étendue de la dyspraxie visuo-spatiale chez ces patients, nous avons décidé d'évaluer leurs capacités visuo-spatiales en se référant à la batterie d'évaluation de la négligence unilatérale (BEN) de Geren. Et pour ce faire, nous avons sélectionné deux tests appartenant à cette batterie, dans la catégorie des tests visuo-moteurs.

5.2.1. Le test des cloches (Gauthier et al., 1989)

Le test des cloches est une nouvelle adaptation par Gauthier et al (1989), du premier test de barrage des cloches d'Albert (1973) destiné au départ, aux patients présentant une négligence spatiale unilatérale qui peut aussi témoigner des capacités de perception spatiale. (Noel M-P, 2007, p.155-156).

Par la suite, ce test est devenu très utilisé pour assurer l'évaluation de plusieurs fonctions telles que le système visuo-attentionnel, la motricité oculaire et toutes les fonctions visuo-spatiales. C'est un test qui est couramment utilisé par les psychomotriciens pour évaluer les capacités visuo-spatiales et oculomotrices des patients dyspraxiques. (Saj, 2020, p.8-15).

La tranche d'âge n'est pas limitée, il peut être utilisé chez des patients âgés de 5 ans et plus (enfants et adultes).

Matériel :

- Feuille du patient
- crayon.
- Feuille de l'examineur

- Feuille de démonstration

Consigne :

« Votre tâche consiste à entourer avec un crayon toutes les cloches que vous trouverez, le plus vite possible, sur cette feuille que je place devant vous. Vous commencerez à mon signal et vous arrêterez au moment où je vous dis d'arrêter. L'examineur lance un chronomètre de 3 minutes. Je vous demande aussi de vous concentrer et d'éviter de bouger.

Passation :

La passation se fait dans une pièce calme, le temps de passation est de 3m pour le patient.

Au début de la passation, l'examineur ne doit ni pointer, ni entourer de cloche.

S'il y a un problème de compréhension de la consigne, une feuille de démonstration peut être présentée au sujet : c'est une version agrandie de chacun des distracteurs avec une cloche entourée (voir annexe 3). Il est alors demandé au sujet de désigner les figures dénommées par l'examineur.

Notation :

La feuille de l'examineur est divisée en 7 colonnes :

- 3 colonnes dans l'espace gauche,
- 1 colonne dans l'espace central,
- 3 colonnes dans l'espace droit.

On note :

- Score des omissions de l'espace gauche : /15
- Score des omissions de l'espace central : /5
- Score des omissions de l'espace droit : /15
- Score total des omissions : /35 (<https://batterienegligenceben.wordpress.com>)

5.2.2 Dessin de l'horloge :

Le test de l'horloge est un test simple et utile pour dépister les atteintes visuo-spatiales et étudier les fonctions exécutives, Ce test est très bien accepté par les patients, il est facile d'exécution et rapide. (Katlama ,2009).

La tranche d'âge n'est pas limitée, il peut être utilisé chez des patients âgés de 5 ans et plus (enfants et adultes).

Une feuille sur laquelle est dessiné un cercle est présentée verticalement.

Matériel : feuille, crayon.

Consigne :

« Je vais vous demander de placer les chiffres à l'intérieur du cadran de cette horloge »

Notation :

- **0** : le cadran de l'horloge est correctement complété.
- **1** : le cadran est incomplet à gauche ou à droite.
- **2** : aucun chiffre du cadran n'est placé à gauche ou à droite.

On ne tient compte que de la répartition spatiale D/G des chiffres sur le cadran.

On note le temps pris pour effectuer cette tâche (sec).

Passation :

Les passations ont été effectuées individuellement, dans un espace calme et bien éclairé, le sujet est confortablement installé à une table, la passation s'est faite en 1 séance pour chaque cas. Les capacités de langage oral et écrit et de concentration suffisantes ont permis d'effectuer ce test. Chaque séance dure 10 à 15 minutes.

(<https://batterienegligenceben.wordpress.com>)

N.B. les consignes ont été données en langue kabyle.

5.3. ZAREKI-R : Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant : (George Dellatolas et Michael Von Aster).

ZAREKI-R est un outil de dépistage des troubles du calcul et du traitement des nombres destiné aux enfants du primaire (âgés de 6 à 11 ans). Cette batterie est constituée de

douze épreuves d'administration simple et de correction facile. La cotation par épreuve et par item permet une analyse fine des difficultés de l'enfant.

Ces épreuves sont :

- 1/ Dénombrement de points
- 2/ Comptage oral à rebours
- 3/ Dictée de nombres
- 4/ Calcul mental : additions, soustractions, multiplications
- 5/ Lecture de nombres
- 6/ Positionnement de nombres sur une échelle
- 7/ Répétition de chiffres
- 8/ Comparaison de deux nombres présentés oralement
- 9/ Estimation visuelle de quantités
- 10/ Estimation qualitative de quantités en contexte
- 11/ Problèmes arithmétiques présentés oralement
- 12/ Comparaison de deux nombres écrits.

Ces épreuves permettent d'apprécier à des degrés divers, la mémoire de travail, la perception de l'espace et le raisonnement. (<https://www.pearsonclinical.fr/>)

Consignes :

1/ Dénombrement de points :

Première partie : « Sur cette feuille, il y a des points noirs. J'aimerais que tu les comptes. Quand tu as fini de les compter, dis-moi combien il y a de points ».

Deuxième partie : « Maintenant tu comptes les points noirs à voix haute, en les touchant avec ton doigt en même temps que tu comptes. Quand tu as fini de les compter, tu écris ici combien tu as trouvé ».

2/ Comptage oral à rebours :

Première partie : « J'aimerais que tu comptes en arrière en commençant à 23 jusqu'à

1. Vas-y, commence : 23, 22... ».

Deuxième partie : « Maintenant, tu comptes en arrière en commençant à 67. Vas-y commence » (pas d'initialisation). On arrête l'enfant à 54.

3/ Dictée de nombres :

« Je vais te dire des nombres et tu vas les écrire sur cette feuille. Par exemple, si je te dis « deux », tu écris ici (montrer la première ligne et laisser l'enfant écrire 2). Pour les enfants les plus jeunes, ajouter : « si tu ne sais pas comment écrire le nombre que je te dis, parce que tu ne l'a pas encore appris à l'école, essaie quand-même. Ecris ce que pourrait être ce nombre pour toi ». Maintenant un autre, écoute bien... ».

Si l'enfant commence à écrire un nombre en toutes lettres, l'arrêter immédiatement et dire : « oui, c'est bien, mais il faut l'écrire avec des chiffres, pas avec des lettres. Vas-y recommence ».

4/ Calcul mental oral :

« Je vais te demander de faire des calculs dans ta tête. Tu me réponds comme tu penses que c'est juste ».

5/ Lecture de nombres :

« Maintenant, je vais te montrer des nombres et j'aimerais que tu les lises à voix haute. Par exemple, ici (montrer 2), qu'est-ce que tu lis ? Pour les enfants plus jeunes, ajouter : « si tu ne connais pas le nombre que je te montre, parce que tu ne l'as pas encore appris à l'école, essaie quand-même. Dis ce que pourrait être ce nombre pour toi ». Oui, c'est bien et maintenant ici ? ».

6/ Positionnement de nombres sur une échelle verticale :

Première partie (orale) : « Sur cette feuille, il y a une ligne droite avec des petits traits. C'est ce qu'on appelle une échelle de nombres. Montre-moi, s'il te plait, le trait tout en bas qui correspond à zéro. (Attendre la réponse de l'enfant). Maintenant montre-moi le trait tout en haut qui correspond à 100. (Attendre la réponse de l'enfant). Cette échelle de nombres

va donc de 0 à 100. Le nombre que je vais te dire correspond à un des traits que tu vois entre 0 (montrer) et 100 (montrer). J'aimerais que tu me montres le trait qui correspond à 56 ».

Deuxième partie (écrite) : « Le nombre que tu vois ici, correspond à un des traits entre 0 (montrer) et 100 (montrer). J'aimerais que tu me montres le trait qui correspond à ce nombre »

Troisième partie (orale) lignes vierges : « Ici il y a une feuille avec trois échelles de nombres (voir annexe 9), qui vont de 0 à 100. Il n'y a pas de traits sur les lignes. J'aimerais que sur ces lignes tu marques avec ton crayon les positions des nombres que je vais te dire ».

Quatrième partie (écrite) lignes vierges : « Ici il y a une feuille avec trois échelles de nombres (voir annexe 10), qui vont de 0 à 100. Il n'y a pas de traits sur les lignes. J'aimerais que sur ces lignes tu marques avec ton crayon les positions des nombres que tu vois ici ».

7/ Répétition de chiffres :

A l'endroit : « Je vais te dire quelques nombres. J'aimerais que tu écoutes en faisant très attention et que tu les répète tous dans l'ordre, quand je te fais signe. Voici un exemple : 2-3 ; maintenant répète ces nombres. »

A rebours : « Je vais te dire quelques nombres. Cette fois je voudrais que tu les répètes à l'envers. Ecoute bien, voici un exemple : si je te dis 4-9, qu'est-ce que tu dois dire ?. Si la réponse est correcte (9-4). Commencer l'épreuve ; sinon, dire : « non, la réponse correcte est 9-4. Tu dois répéter les nombres à l'envers. Voici un autre exemple : 2-7, qu'est-ce que tu dois dire ? » Si la réponse est encore incorrecte, donner la réponse correcte, répéter la consigne « à rebours » et commencer l'épreuve.

8/ Comparaison de deux nombres présentés oralement :

« Je vais te dire deux nombres et tu dois trouver lequel est le plus grand. Chacune de mes mains tient un nombre. Par exemple, ici je te dis : « 1 » et ici je te dis « 100 ». Le plus grand nombre des deux se trouve ici (montrer la main droite fermée). Touche la main qui tient le nombre le plus grand. On commence ? A toi maintenant ». Pour les enfants les plus jeunes, ajouter : « s'il y a des nombres que tu ne connais pas, essaye quand même de deviner lequel est le plus grand ».

9/ Estimation visuelle de quantités :

« Je vais te montrer des feuilles sur lesquelles il y a des points, des balles de tennis, des verres. J'aimerais que tu me dises combien, à peu près, il y a d'objets dessinés sur chaque feuille. Tu pourras regarder ces feuilles seulement un petit moment et tu n'auras pas le temps de compter les objets un à un. Tu es prêt ? Regarde bien et dis-moi combien il y en a, à peu près ».

10/ Estimation qualitative de quantités en contexte :

« Je vais te dire des quantités de différentes choses et tu me diras si c'est peu, moyen ou beaucoup. Par exemple, deux enfants qui jouent dans une cour de récréation, c'est peu (insister) ; alors, tu montres le petit cercle, ici (montrer). Si je dis : 50 enfants pour un anniversaire ça fait... beaucoup (insister) ; alors, tu montres le petit cercle ici (montrer). Si tu trouves que la quantité que je dis c'est normal ou moyen, alors tu montres le cercle moyen (montrer). D'accord, tu es prêt ? Ecoute bien... énoncer l'item, est-ce que c'est peu, normal-moyen, ou beaucoup ? ».

11/ Problèmes arithmétiques présentés oralement :

« Maintenant, je vais te dire quelques petits problèmes. Tu dois essayer de les résoudre comme tu penses. J'aimerais que tu réfléchisses à voix haute, car je suis curieuse et de plus, comme j'aimerais bien savoir comment tu arrives à la solution, je te demanderais toujours comment tu as fait pour trouver la réponse. Tu verras, dans tous les problèmes, on trouve toujours Pierre et Anne qui jouent aux billes ».

Ex : Pierre a 12 billes. Il donne 5 billes à sa copine Anne. Combien de billes a Pierre maintenant ?

12/ Comparaison de deux nombres écrits :

« Sur cette feuille (voir annexe) il y a 10 lignes et, sur chacune, j'ai écrit deux nombres (montrer). J'aimerais que tu les compares et que tu entoures celui qui est le plus grand des deux. Tu vois ici (exemple en haut de la page) tu entourerais... celui-ci (Entourer 100). Alors à toi maintenant ». Pour les plus jeunes, ajouter : « s'il y a des nombres que tu ne connais pas, essaye quand-même de deviner lequel est le plus grand ».

N.B. Toutes les consignes ont été données en langue kabyle pour une meilleure compréhension.

Notation :

Cotation immédiate.

- Notes par épreuve
- Notes partielles pour les différentes composantes des épreuves
- Note globale : évaluation globale de la capacité de traitement des nombres et du calcul
- Note totale des épreuves 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12 sur 163
- Note totale de l'épreuve 7 sur 24

Passation :

La passation s'est faite en trois séances pour chaque cas. La durée de chaque séance est de 40 à 50 minutes.

6. Déroulement de la pratique :

Notre recherche s'est déroulée durant une période de 45 jours, allant du 16/04/2021 au 31/05/2021, à raison de deux séances par semaine : le dimanche et le mardi de 9h00 jusqu'à 11h, selon le programme prescrit par l'orthophoniste.

Durant cette période, nous avons dans un premier temps, effectué des entretiens de recherche avec les parents des cas présélectionnés à l'étape de la pré-enquête.

Ensuite, nous avons entamé la pratique à proprement dite, dans une durée d'une heure pour chaque séance, et avons achevé cette dernière une fois avoir finis la passation de l'ensemble des tests.

Synthèse :

Nous avons dans ce chapitre, présenté notre démarche scientifique dans laquelle sont inclus le groupe d'étude, le lieu de recherche, la méthode adoptée, qu'est la méthode descriptive avec les techniques d'étude de cas et de l'entretien de recherche, ainsi que les outils d'investigation qui nous ont permises de collecter les données nécessaires à la poursuite de la recherche qui seront interprétées dans le chapitre qui suit.

Chapitre V

Présentation, analyse, et discussion des hypothèses

Préambule :

Dans ce chapitre, nous développerons la partie pratique de la recherche, à l'issue de laquelle ce long travail aura porté fruit.

Pour commencer, nous présenterons les cas avec lesquels nous avons effectué l'étude, ensuite nous passerons à l'analyse des résultats obtenus aux épreuves que nous leur avons fait passer.

Après cela, nous pourrions discuter nos hypothèses, selon les données obtenus lors de l'interprétation des résultats, qui nous permettront, soit d'affirmer, soit d'infirmer ces dernières.

I. Présentation et analyse des résultats :**1. Présentation des cas :****1.1. Présentation du premier cas :**

NL, est une enfant de 9 ans, atteinte d'une paralysie cérébrale. Son profil psychologique est caractérisé par un retard mental lui donnant un âge mental de 6 ans. Concernant ses antécédents médicaux, NL souffre d'une lésion de la substance blanche sous corticale et une ischémie périnatale, accompagnées d'une atteinte au niveau de ses membres inférieurs affectant principalement son équilibre et sa coordination des mouvements. Ses examens psychomoteurs indiquent qu'elle présente une dyspraxie visuo-spatiale. Elle a été accueillie à l'ASIMC en 2018, où elle bénéficie d'une prise en charge pluridisciplinaire (orthophonique, psychologique, et kinésithérapique). Par contre, elle n'a jamais été scolarisée en milieu ordinaire.

Lors des épreuves, elle s'est montrée sociable, joyeuse et assez calme.

1.2. Présentation du deuxième cas :

NC, est un jeune adolescent de 14 ans, avec un retard mental qui lui donne un âge mental de 7 ans, il souffre d'une paralysie cérébrale, avec un profil moteur légèrement touché, sans grandes complications et une marche autonome. Il est l'unique garçon d'une fratrie de 3, il a intégré l'ASIMC en 2016, où il est actuellement scolarisé après avoir interrompu son parcours scolaire lui ayant permis d'accéder à la première année moyenne, suite à certaines complications. Ses examens médicaux n'ont révélé aucune maladie chronique ou trouble psychiatrique, il a en revanche bénéficié de plusieurs examens

psychomoteurs indiquant la présence d'une dyspraxie visuo-spatiale. Niveau langage, ses performances sont normales avec pour seul défaut, une voix chuchotée.

2. Présentation et analyse des entretiens :

2.1. Présentation et analyse de l'entretien fait avec l'orthophoniste :

Avant d'entamer la passation des épreuves aux cas, nous avons effectué un entretien avec l'orthophoniste dans le but de nous renseigner sur les différents détails sur lesquelles nous nous interrogeons concernant la paralysie cérébrale et les troubles engendrés par celle-ci, qui requièrent une intervention orthophonique. Ces interrogations sont axées sur l'évaluation des troubles traités dans notre thématique, soit, la dyspraxie visuo-spatiale et les difficultés d'apprentissage du calcul.

L'orthophoniste a eu la bienveillance de répondre à toutes les questions pré-rédigées dans le guide d'entretien (voir annexe 2), et l'ensemble des renseignements obtenus suite à cet entretien sont les suivants :

L'orthophoniste prend en charge une trentaine d'enfants paralysés cérébraux répartis en deux groupes : IMC et IMOC.

Les troubles que présentent ces enfants varient, chaque cas est un cas à part, chaque enfant présente un tableau clinique différent.

Les outils exploités par l'orthophoniste pour évaluer le langage oral sont des outils habituellement utilisés par tous les orthophonistes, tels que les pictogrammes, les images de dénomination, de désignation, de catégorisation, parfois en se servant d'objets concrets (fruits, légumes ...). Pour ce qui est de l'évaluation des difficultés en calcul, les moyens sont restreints, dans la mesure où l'orthophoniste se réfère aux moyens élémentaires utilisés dans le processus d'apprentissage du calcul, par exemple, les activités de dénombrement, du comptage oral et écrit, et des opérations d'addition, de soustraction, etc.

Pour l'évaluation de la dyspraxie visuo-spatiale, l'orthophoniste travaille avec les outils qui lui sont mis à disposition, du fait du manque de moyens, elle y procède avec des jeux d'imitation en utilisant des objets comme les dominos par exemple, construire ou faire un assemblage et demander à l'enfant de refaire la même chose.

Ces évaluations ont pour principal objectif de rendre compte de l'étendu du trouble, détecter les habilités et les incapacités de l'enfant, ainsi, élaborer un protocole de rééducation adéquat pour une bonne prise en charge.

Concernant les premières séances chez l'orthophoniste, elles se font avec un entretien avec les parents et une évaluation globale des enfants, quant à la durée des séances de prise en charge, elle va de 30 à 45 minutes.

Selon elle, l'orthophonie occupe une place très importante auprès des patients paralysés cérébraux, puisque ces derniers présentent souvent des troubles du langage oral et écrit nécessitant une intervention orthophonique.

Du point de vue de l'orthophoniste, la thématique est très intéressante, étant donné que les troubles traités sont fréquemment retrouvés chez les patients paralysés cérébraux.

D'une manière générale, on peut décrire la nature du lien existant entre la dyspraxie visuo-spatiale et les difficultés en calcul comme étant un lien de cause à effet, dès lors que ces difficultés en calcul sont unanimement engendrées par la dyspraxie visuo-spatiale.

2.2. Présentation et analyse des entretiens faits avec les parents :

2.2.1. L'entretien fait avec les parents du premier cas (NL) :

Le premier entretien a été effectué avec la maman du premier cas (NL), qui a accepté de répondre aux questions ouvertement.

Au début de l'entretien, la maman indique que sa fille a déjà bénéficié d'un examen orthoptique, et qu'elle se fait soigner pour des problèmes de vue, révélant qu'elle souffre de myopie. Elle nous a aussi informées qu'auparavant, elle a été diagnostiquée par une psychomotricienne, comme étant dyspraxique.

Concernant la qualité de vie de NL à la maison, la maman nous a fait part de ses difficultés motrices dans ses activités quotidiennes, elle dit qu'elle est limitée dans ses activités par rapport aux enfants normaux, notamment par rapport à son frère, elle reconnaît que ces difficultés font d'elle une enfant maladroite qui fait constamment tomber des objets à la maison, qui lorsqu'elle verse de l'eau dans son verre le renverse, qui met beaucoup de temps à s'habiller et a plus de mal avec les vêtements serrés qu'avec les vêtements larges, elle éprouve aussi des difficultés à lacer ses chaussures, et à boutonner sa veste. Monter ou descendre une marche est une tâche compliquée pour elle, il lui arrive souvent de trébucher ou tomber vu son manque de sens de l'équilibre, et est souvent contrainte à s'aider avec la rampe d'appui.

Pour ce qui est des difficultés à trouver le chemin, la maman confie qu'à la maison, elle arrive à se repérer facilement dans l'espace (cuisine, chambre, salon,..), par contre, elle ne

l'a jamais laissée sortir de la maison seule, elle insinue qu'elle n'a pas assez confiance. Selon la maman, ce repérage visuo-spatiale est mis en difficulté dans la poursuite oculaire, au moment où elle doit suivre un objet du regard, et s'applique aussi lorsqu'on lui demande de lire l'heure ou la date, elle a tendance à inverser les chiffres.

Quant à la qualité de ses apprentissages scolaires, la maman admet que c'est surtout depuis qu'elle l'a inscrite à l'association ASIMC, qu'elle a remarqué qu'elle a progressé par rapport à son ancienne école spécialisée pour handicapés à Timezrit. La qualité de son écriture, comme décrite par sa maman, est médiocre, et est lisible uniquement par les éducatrices et l'orthophoniste qui ont l'habitude de travailler avec elle. Lorsqu'on jette un coup d'œil sur ses cahiers, dit la maman, on remarque que les mots et les chiffres sont mal placés, mal agencés, sans respect de la ligne.

Elle ajoute que ses résultats en mathématiques sont moyens, dans le sens où elle éprouve tout de même des difficultés dans certaines épreuves, comme l'éducatrice lui a déjà fait part, telle que la pose de retenue dans les opérations mathématiques, ce qui fausse ses résultats, d'où la nécessité d'être assistée par son éducatrice pour effectuer ces dernières. La maman finit par souligner que sa fille est meilleure à l'oral qu'à l'écrit.

2.2.2. L'entretien fait avec les parents du deuxième cas (NC) :

Le deuxième entretien s'est déroulé cette fois-ci en la présence des deux parents du cas NC, qui ont tous les deux accepté de répondre ostensiblement aux questions.

Les parents commencent par affirmer que leur enfant a déjà bénéficié d'un examen orthoptique qui ne leur a révélé aucun problème de vue, et qu'il a également bénéficié de plusieurs examens psychomoteurs dans divers wilayas.

En ce qui concerne la qualité de vie de NC à la maison, les parents dénoncent que leur enfant a des problèmes moteurs qui entravent ses activités quotidiennes, et qui le conduisent souvent à faire tomber des objets à la maison, renverser de l'eau sur la table et par terre, mais aussi lorsqu'il s'agit de monter ou descendre les escaliers où il se retrouve en difficulté et ne peut alors s'empêcher de s'aider avec le barreaudage. Concernant l'activité de l'habillage, les parents avouent qu'il est très lent, et rencontre des difficultés quant au lacement des chaussures, et au boutonnage, où il lui arrive de ne pas rentrer le bouton dans la bonne boutonnière, et toutes ces difficultés l'empêchent de s'habiller dans un temps raisonnable.

Les parents mentionnent que leur enfant n'a aucune difficulté à trouver le chemin, et ne se perd jamais selon eux, que ce soit à la maison ou en dehors de celle-ci.

Quand il se met à suivre un objet en mouvement, les parents disent qu'il arrive à le suivre sans encombre, contrairement à avant, et par rapport à la lecture de l'heure et de la date, ils reconnaissent que parfois celui-ci se trompe en inversant les chiffres, par exemple lire 12h comme 21h sur l'horloge.

A propos de la qualité de ses apprentissages scolaires, les parents assurent que leur enfant a progressé à l'école, surtout depuis son intégration à l'ASIMC, mais décrivent la qualité de son écriture, comme étant laborieuse, et très peu lisible, en raison de sa manière d'écrire les mots et les chiffres, par exemple, les déposer aléatoirement sur une feuille, ou les superposer, les mots sont écrits séparément et les lettres sont détachées, les chiffres sont écrits à l'envers, etc.

D'après les parents, parmi les matières dans lesquelles il a plus de difficultés, c'est le domaine des mathématiques, où il confond les unités, les dizaines et les centaines dans le positionnement des chiffres dans une opération mathématique, plus le fait d'inverser les chiffres, par conséquent, ses résultats en mathématiques sont faibles.

Enfin les parents concluent par dire que leur enfant est meilleur à l'oral qu'à l'écrit, car, niveau langage, les capacités orales sont supérieures aux capacités écrites.

N.B. les entretiens avec les parents se sont déroulés en langue maternelle (kabyle).

3. Présentation et analyse des résultats :

3.1. Présentation et analyse des résultats du premier cas (NL):

- **Présentation et analyse des résultats du test des cloches :**

Les résultats obtenus par NL au test des cloches sont indiqués dans le tableau suivant :

Score des omissions de l'espace gauche	3 /15
Score des omissions de l'espace central	1 /5
Score des omissions de l'espace droit	7 /15
Score des omissions gauche-droite	10 /30
Score total des omissions	11 /35

Tableau 02 : Résultats du test des cloches.

Dans ce test, nous avons présenté à NL la feuille de passation contenant des cloches parmi des distracteurs, et nous lui avons demandé d'entourer toutes les cloches repérées dans la feuille dans un temps limité à 3 minutes.

Durant la passation, nous avons observé que NL fait toujours pencher la feuille vers son côté droit. Lorsqu'elle entoure les cloches, elle saute de droite à gauche et de gauche à droite, elle met beaucoup de temps avant d'entourer une cloche, elle les cherche des yeux et met du temps avant d'en repérer une, du fait de ses difficultés à inhiber ses saccades oculaires pour orienter son regard et sa main vers la cloche ciblée.

Son orientation visuo-spatiale est privilégiée du côté droit, ce qui explique pourquoi le score des omissions de l'espace droit est élevé (7/ 15) par rapport au score des omissions de l'espace gauche (3/ 15).

Les gestes praxiques sont mal réalisés, gênant le contrôle et la coordination gestuelle requise pour entourer les cloches, par conséquent les cloches sont mal entourées.

La note obtenue par NL au test des cloches est de 11/ 35.

En conclusion, NL présente des difficultés dans le repérage visuo-spatial, accompagnées d'une mauvaise exploration visuelle (mouvements oculaires) caractérisée par une grande lenteur compte tenu des saccades oculaires défectueuses, ainsi qu'une mauvaise coordination œil-main, ayant un rôle important dans la conduite du geste vers l'information visuelle repérée. On peut ainsi dire que sa représentation visuo-spatiale et ses gestes praxiques sont de mauvaise qualité.

▪ **Présentation et analyse des résultats de l'épreuve du dessin de l'horloge :**

Le tableau suivant illustre les différentes notations possibles, avec les résultats du cas en couleur bleu.

Le cadran de l'horloge est correctement complété	0
Le cadran est incomplet à gauche ou à droite	1
Aucun chiffre du cadran n'est placé à gauche ou à droite	2
Le temps pris par le patient	8 minutes

Tableau 03 : Résultats de l'épreuve de dessin de l'horloge.

La note obtenue par NL à l'épreuve du dessin de l'horloge est de 1/ 2 (le cadran est incomplet à gauche), avec un temps de 8 minutes.

La stratégie employée par NL pour compléter le cadran de l'horloge est basée sur la rotation de la feuille vers le côté droit, vu que c'est le côté qu'elle utilise le plus comme nous avons pu l'observer dans l'épreuve précédente (test des cloches). Ce qui explique pourquoi le cadran est incomplet à gauche.

NL a pris du temps pour compléter l'horloge en raison des difficultés liées à ses gestes praxiques.

Le sujet n'a pas pu répartir les chiffres correctement dans l'espace du cadran à cause de sa mauvaise exploration et organisation visuo-spatiale.

▪ **Présentation et analyse des résultats de la batterie ZAREKI-R :**

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des notes obtenues par NL à chaque épreuve dans des cases grisées, ainsi qu'une note brute totale des épreuves en excluant l'épreuve 7 qui a une note totale isolée telle que la batterie l'indique.

Epreuve	Notes brutes	Note maximum
1. Dénombrement de points		
- Première partie	1	/3
- Deuxième partie	0	/3
Note brute totale Dénombrement de points	1	/6
2. Comptage oral à rebours	0	/4
3. Dictée de nombres	2	/16
4. Calcul mental oral		
- Additions	4	/16
- Soustractions	0	/16
- Multiplications	0	/12
Note brute totale Calcul mental oral	4	/44
5. Lecture de nombres	0	/16
6. Positionnement de nombres sur une échelle verticale		
<i>Lignes marquées</i>		

- Première partie : présentation orale	6	/6
- Deuxième partie : présentation écrite	4	/6
<i>Note brute totale lignes marquées</i>	10	/12
<i>Lignes vierges</i>		
- Troisième partie : présentation orale	2.5	/6
- Quatrième partie : présentation écrite	0.5	/6
<i>Note brute totale lignes vierges</i>	3	/12
Note brute totale Positionnement de nombres sur une échelle verticale	13	/24
8- Comparaison de deux nombres présentés oralement	8	/16
9- Estimation visuelle de quantités	0	/5
10- Estimation qualitative de quantités en contexte	5	/10
11- Problèmes arithmétiques présentés oralement	3	/12
12- Comparaison de deux nombres écrits	6	/10
Note totale	42	/163
7. Répétition de chiffres		
- A l'endroit	3	/12
- A rebours	5	/12
Total Répétition de chiffres	8	/24

Tableau 04 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus au test ZAREKI-R.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Dénombrement de points :**

Dans cette épreuve, nous avons administré à NL, 6 feuilles contenant chacune une collection de points, que nous lui avons demandé de dénombrer.

Lors de la passation, nous avons remarqué que NL rencontre des difficultés dans le dénombrement de points, qui se traduisent par un échec dans la coordination œil-main, empêchant la réalisation contrôlée et guidée du geste de pointage vers le point ciblé. Nous avons également remarqué que le cas oublie de compter certains points, et en recompte d'autres déjà comptés à plusieurs reprises en raison de la mauvaise organisation des stratégies du regard et de l'orientation spatiale, ce qui fausse le résultat, par exemple NL a donné la réponse de 15 pour une collection de 13 points, et 19 pour une collection de 15 points.

NL dénombre les points de façon aléatoire et anarchique, ce qui amène à la transgression du principe de cardinalité qu'elle n'a pas bien compris, puisqu'elle ne sait jamais où s'arrêter dans le dénombrement, elle ressent toujours le besoin qu'on approuve sa réponse, c'est-à-dire que le dernier mot énoncé correspond bel et bien au cardinal de la collection dénombrée.

Dans le dénombrement oral, il n'y a pas de difficultés quant à la comptine des mots-nombres puisqu'elle la connaît bien, c'est uniquement la correspondance oro-visuelle qui est défectueuse.

D'après les résultats obtenus à cette épreuve (1/ 6), note qui est nettement en dessous de la moyenne, nous pouvons à présent dire que NL présente des difficultés dans les activités de dénombrement.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Comptage oral à rebours :**

Dans cette épreuve, nous avons demandé à NL de commencer à compter de 23 jusqu'à 1, en lui expliquant qu'il s'agit du comptage à rebours, c'est-à-dire qu'elle doit compter à l'envers.

Dès qu'elle a commencé à compter, nous avons remarqué que celle-ci effectue un comptage ordinairement à l'endroit, de 1, 2, 3, et plus, nous avons alors constaté que celle-ci n'a pas bien saisi le principe du comptage oral à rebours, et a par conséquent obtenue la note insatisfaisante de 0/ 4.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Dictée de nombre :**

Dans cette épreuve, il s'agit de dicter des nombres à NL qu'elle doit écrire à son tour correctement en chiffres, et non pas en lettres.

Lorsque nous avons dicté les nombres à NL, nous avons remarqué qu'elle a inversé l'écriture chiffrée de quasiment tous les nombres, à l'exception du nombre 38 qu'elle a réussi à écrire correctement, en respectant la répartition spatiale correcte des deux chiffres, ce qui n'est pas le cas du reste des nombres, à l'exemple de « 14 » qu'elle a écrit « 41 ».

Les mêmes inversions se sont reproduites pour tout le reste des items. NL a donc obtenu la note de 2/ 16 à cette épreuve, note très inférieure à la moyenne.

Cette épreuve requière des compétences spatiales, permettant de différencier les nombres contenant les mêmes chiffres mais dans un emplacement spatial différent, et éviter

l'inversion de l'écriture chiffrée des nombres, cependant, ces compétences spatiales sont absentes chez NL.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Calcul mental oral :**

Dans cette épreuve, contenant des opérations arithmétiques (additions, soustractions et multiplications), nous avons demandé à NL de calculer oralement l'ensemble des opérations présentées dans chaque partie.

NL a bien répondu aux deux premiers items dans un temps raisonnable (1 m) et sans répétition de l'item. Pour les plus compliqués, les réponses données par NL s'éloignent de la bonne réponse, exemple : $15+12= 19$, et pour les moins compliqués, elle a donné des réponses approximatives à la bonne réponse, exemple : $9+7=17$.

Quant au reste des opérations (soustraction, multiplication), toutes les réponses données étaient fausses, ce qui nous mène à constater que celle-ci éprouve d'importantes difficultés à effectuer des calculs mentales.

La note obtenue par NL à cette épreuve est de 4/ 44, note très inférieure à la moyenne.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Lecture de nombres :**

Nous avons présenté à NL des nombres écrits que nous lui avons demandé de lire.

Lors de la lecture du nombre 57, NL a confondu le 5 avec le 2 et la lu « 27 », cette confusion est souvent retrouvée dans les chiffres opposés dans leur orientation spatiale qui leur donne un effet miroir. Elle a échoué dans la lecture de tout le reste des nombres, marquée par des inversions, telles que 9001 pour 1900.

NL a par conséquent obtenu à cette épreuve la note de 0/ 16.

Tout comme l'épreuve de dictée de nombres, la lecture de nombres réclame des compétences visuo-spatiales, donnant au sujet accès à la reconnaissance visuelle des nombres qui leur évite ce genre de confusions et de désorganisations spatiales.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Positionnement de nombres sur une échelle verticale :**

Lignes marquées :

Nous avons présenté à NL une feuille où sont dessinées trois échelles de nombres, allant de 0 à 100, appartenant chacune à un item et contenant des traits, et à chaque fois nous

demandons au sujet d'indiquer le positionnement d'un nombre donné, qui correspond à un de ces traits, selon le stimulus.

Nous avons remarqué qu'à cette épreuve, NL raisonne de façon logique pour effectuer la tâche demandée, mais elle amène difficilement son doigt vers le trait cible, vu sa mauvaise coordination gestuelle et visuelle, néanmoins, cela ne l'empêche pas de positionner son doigt approximativement du trait correspondant au nombre.

NL a obtenu la note de 10/ 12, note supérieure à la moyenne.

Lignes vierges :

Cette fois ci, les échelles présentées à NL sont vierges, et c'est à elle de dessiner un trait sur l'échelle contrairement aux échelles précédentes, où elle doit uniquement indiquer ce trait là avec son doigt.

NL prend le temps de bien se concentrer et essaye toujours de comparer par rapport aux items précédents pour situer le nombre demandé, elle essaye du mieux qu'elle peut de raisonner de façon logique.

La même difficulté rencontrée dans les lignes marquées est retrouvée dans les lignes vierges (difficultés praxiques), ce qui altère la qualité du trait, qui n'est pas droit.

NL a obtenu la note de 3/ 12, note inférieure à la moyenne.

La note brute totale positionnement de nombre sur une échelle verticale est de 13/24, note moyenne.

D'après les données obtenues, nous constatons que cette épreuve n'a révélé aucune difficulté particulière liée au raisonnement logique, en revanche, une difficulté est observée lorsqu'elle doit dessiner un trait sur l'échelle vu ses difficultés praxiques, et son défaut de coordination œil-main.

❖ Analyse des résultats de l'épreuve Répétition de chiffres :

A l'endroit :

Nous avons demandé à NL d'écouter en faisant très attention à la série de chiffres que nous lui avons énoncés, et d'essayer de les répéter dans l'ordre.

NL a réussi à répéter dans l'ordre les deux premières séries contenant 3 chiffres, et a eu plus de mal avec les séries les plus longues de 4 chiffres et plus, parfois elle semblait

hésitante et ne retenait que les 3 derniers chiffres perçus et le reste des chiffres lui échappait vu qu'elle n'était pas très attentive, et dans d'autres cas, elle réussissait à tous les retenir mais pas dans le bon ordre.

Cette épreuve a mis en évidence une difficulté dans la mémorisation des chiffres, ainsi qu'une difficulté à maintenir son attention à l'écoute, pour bien mémoriser la série dans l'ordre qui convient.

A rebours :

Dans cette partie, nous avons demandé à NL de répéter des séries de chiffres, que nous lui avons énoncé dans l'ordre, mais qu'elle devait cette fois-ci répéter dans l'ordre inverse, c'est-à-dire à rebours, en lui expliquant le principe de la répétition de chiffres à rebours, et ce en lui donnant des exemples : 4- 9 → 9- 4.

NL a réussi à répéter les premières séries contenant deux chiffres du premier coup, du moment qu'elle a compris le principe, et pour ce qui est des séries les plus longues, elle a eu plus de difficultés à les répéter à l'envers. Nous avons remarqué qu'elle désordonnait les chiffres énoncés, parfois elle récitait d'autres chiffres qui ne faisaient même pas partie de la série énoncée, et en omettait d'autres.

NL éprouve plus de difficultés dans la répétition de chiffres à rebours, puisque cette partie exige, en plus d'une bonne qualité de capacités attentionnelles et de mémorisation, des capacités intellectuelles lui permettant d'inverser les séries de chiffres.

La note totale répétition de chiffres à l'endroit et à rebours, est de 8/ 24, note nettement inférieure à la moyenne.

❖ Analyse des résultats de l'épreuve Comparaison de deux nombres présentés oralement :

Dans cette épreuve, nous avons énoncé deux nombres que nous avons chacun associé à une main, et nous lui avons demandé de trouver lequel des deux nombres est le plus grand en indiquant la main le contenant.

Nous avons remarqué que NL répondait immédiatement sans prendre le temps de réfléchir et de raisonner pour détecter le plus grand nombres des deux, les réponses sont données au hasard ce qui lui fait gagner des points supplémentaires dans certains items, et cela ne veut pas forcément dire qu'elle connaît la bonne réponse.

NL a obtenu une note moyenne de 8/ 16.

Les capacités de raisonnement logique de NL, ne lui permettent pas de mettre du sens sur les nombres pour distinguer le grand nombre du petit.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Estimation visuelle de quantités :**

Nous avons présenté à NL des feuilles contenant des quantités d'objets, que nous lui avons demandé d'estimer visuellement sans prendre le temps de compter les objets un par un. Le temps donné à NL pour regarder la feuille est de 2 à 5 secondes selon les quantités (2 secondes pour les plus petites).

Cette épreuve tente de mettre en jeu l'utilisation du processus d'estimation visuelle de quantités et NL n'a eu recours à ce processus à aucun moment, malgré le fait que nous lui avons bien expliqué la consigne et le principe de cet exercice, vu qu'elle essaye à chaque fois de compter les objets un par un en les pointant visuellement, et au moment où elle épuise son temps qui est de quelques secondes seulement, elle s'arrête de compter et ne va pas au bout, ce qui ne donne pas une réponse approximative mais une réponse très éloignée de la bonne réponse, par exemple une réponse de 4 pour une quantité de 14 points.

NL a donc obtenu la note de 0/ 5.

Cette épreuve a mis en évidence les lacunes de NL concernant l'estimation visuelle de quantités, elle n'a pas su explorer son champ visuel de façon à donner à chaque quantité son estimation globale grâce à une vue d'ensemble.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Estimation qualitative de quantités en contexte :**

Dans cette épreuve, nous avons demandé à NL d'estimer des quantités par rapport à leur contexte, cette fois-ci, pas en donnant un nombre, mais en jugeant si c'est peu, moyen, ou beaucoup selon son contexte. Par exemple, si on dit 50 enfants pour un anniversaire, ça fait... beaucoup.

Les réponses de NL sont limitées à « peu » ou « beaucoup », la notion « moyen » n'est jamais exploitée par celle-ci. Le temps de réponse est long, vu qu'elle prend le temps de réfléchir avant de donner la réponse.

NL a obtenu à cette épreuve une note moyenne de 5/ 10.

Dans cette épreuve, NL a fait preuve de ses capacités de raisonnement contextuel pour effectuer la tâche.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Problèmes arithmétiques présentés oralement :**

Nous avons présenté oralement à NL des problèmes arithmétiques contenant des additions, des soustractions et des multiplications, en lui demandant de les résoudre mentalement et en réfléchissant à voix haute. Le temps de réponse est compté pour chaque problème arithmétique présenté.

La stratégie utilisée par NL pour parvenir au résultat est l'utilisation des doigts, qui est cependant assez compliquée vu la mauvaise coordination œil-main et les difficultés praxiques.

Le temps pris par NL pour effectuer ces opérations va de 26 secondes à 3 minutes selon la complexité du problème, et à chaque fois après répétition de l'item, où elle arrive parfois à donner la bonne réponse, et parfois elle y échoue.

La note obtenue par NL à cette épreuve est de 3/ 12, note largement en dessous de la moyenne.

NL n'a pas les capacités logico-mathématiques nécessaires pour résoudre des problèmes arithmétiques mentalement sans difficultés, et s'aider avec le comptage sur les doigts n'est pas tout à fait le moyen le plus simple auquel elle a recours vu ses difficultés praxiques et visuo-manuelles, s'ajoute à cela la quantité limitée de doigts sur une main.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Comparaison de deux nombres écrits :**

Dans cette épreuve, nous avons présenté à NL une feuille où sont écrits deux nombres, et nous lui avons demandé d'entourer le plus grand nombre des deux, en lui donnant l'exemple de 1 et 100.

Pour les stimulus, [13 – 31], [654 – 546], [96 – 69], et [201 – 102], NL semblait confuse et perdue quant à la différenciation des deux nombres d'un même item, mais comme nous lui avons expliqué qu'elle devait quand-même en entourer un pour chaque item tel que demandé dans la consigne, elle a dut y procéder au hasard.

Pour l'item 79 – 81, NL a entouré le 79, et quand nous lui avons demandé de le lire, elle a répondu 97.

Lors de cette épreuve, nous avons pu remarquer les confusions de NL liées à la capacité à différencier deux nombres contenant les mêmes chiffres, motif qui l'amène à inverser parfois un nombre en énonçant le nombre miroir.

La note obtenue par NL à cette épreuve est de 6/ 10.

Les difficultés observées chez NL dans cette épreuve, sont liées à l'agencement spatial des chiffres ainsi qu'à leur orientation spatiale.

▪ **Résumé de l'analyse des résultats de la batterie ZAREKI-R :**

La note totale obtenue par NL à ce test, est de 42/ 163, note nettement en dessous de la moyenne.

Nous constatons cependant, qu'elle a un profil mathématique hétérogène, dans le sens où elle a réussi à mettre en avant ses performances dans certaines épreuves, à l'instar de l'estimation qualitative de quantités en contexte, mais avec beaucoup de lacunes dans les épreuves exigeant un plus haut niveau de capacités cognitives telles que la résolution de problèmes arithmétiques mentalement, le calcul mental, le comptage à rebours, ainsi que dans les épreuves exigeant des capacités visuo-spatiales et praxiques face auxquelles elle se retrouve désemparée, telles que le dénombrement de points, l'estimation visuelle de quantités, la comparaison de deux nombres écrits, ainsi que la lecture et la dictée de nombres.

3.2.Présentation et analyse des résultats du deuxième cas (NC) :

▪ **Présentation et analyse des résultats du test des cloches :**

Les résultats obtenus par NC au test des cloches sont indiqués dans le tableau suivant :

Score des omissions de l'espace gauche	2 /15
Score des omissions de l'espace central	2 /5
Score des omissions de l'espace droit	5 /15
Score des omissions gauche-droite	7 /30
Score total des omissions	9 /35

Tableau 05 : Résultats du test des cloches

Dans ce test, nous avons présenté à NC la feuille de passation contenant des cloches parmi des distracteurs, et nous lui avons demandé d'entourer toutes les cloches repérées dans la feuille dans un temps limité à 3 minutes, et la note totale obtenue par NC est de 9/ 35.

Pendant la passation, nous avons remarqué que NC garde la feuille droite, et entoure les cloches en sautant de gauche à droite, il prend du temps avant d'en repérer une, et a entouré plus de cloches appartenant au côté droit, d'où le score supérieur des omissions de l'espace droit (5/ 15) par rapport au score des omissions de l'espace gauche (2/ 15).

NC a rencontré des difficultés en entourant les cloches, du fait de sa mauvaise coordination gestuelle caractérisée par des tremblements gênant l'action d'entourer ces dernières.

NC présente des difficultés dans l'exploration visuo-spatiale, accompagnée de la non fluidité des saccades oculaires l'empêchant de bien gérer ces dernières pour fixer ses cibles, et d'une motricité oculaire défectueuse.

Pour conclure, nous pouvons ainsi dire que les principales difficultés de NC sont retrouvées dans la représentation visuo-spatiale et dans la coordination œil-main qui ne lui permet pas de guider le geste praxique vers l'information visuelle sélectionnée.

▪ **Présentation et analyse des résultats de l'épreuve du dessin de l'horloge :**

Le tableau suivant illustre les différentes notations possibles, avec les résultats du cas en couleur bleu.

Le cadran de l'horloge est correctement complété	0
Le cadran est incomplet à gauche ou à droite	1
Aucun chiffre du cadran n'est placé à gauche ou à droite	2
Le temps pris par le patient	6 minutes

Tableau 06 : Résultats de l'épreuve de dessin de l'horloge

La note obtenue par NC à cette épreuve est de 1/ 2 (le cadran est incomplet à gauche), et le temps pris est de 6 minutes.

NC a exercé des mouvements rotatifs sur la feuille de sorte à placer les chiffres dans le côté droit du cadran, ce qui explique pourquoi le côté gauche du cadran est resté vide.

Les difficultés praxiques de NC l'ont empêché d'effectuer cette tâche dans un temps raisonnable.

Ces difficultés praxiques, ainsi que la mauvaise exploration spatiale de NC, l'ont conduit à la mauvaise réalisation de cette tâche.

▪ **Présentation et analyse des résultats de la batterie ZAREKI-R :**

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des notes obtenues par NC à chaque épreuve dans des cases grisées, ainsi qu'une note brute totale des épreuves en excluant l'épreuve 7 qui a une note totale isolée, telle que la batterie l'indique.

Epreuve	Notes brutes	Note maximum
1. Dénombrement de points		
- Première partie	2	/3
- Deuxième partie	2	/3
Note brute totale Dénombrement de points	4	/6
2. Comptage oral à rebours	0	/4
3. Dictée de nombres	0	/16
4. Calcul mental oral		
- Additions	7	/16
- Soustractions	2	/16
- Multiplications	0	/12
Note brute totale Calcul mental oral	9	/44
5. Lecture de nombres	10	/16
6. Positionnement de nombres sur une échelle verticale		
<i>Lignes marquées</i>		
- Première partie : présentation orale	6	/6
- Deuxième partie : présentation écrite	4	/6
<i>Note brute totale lignes marquées</i>	10	/12
<i>Lignes vierges</i>		
- Troisième partie : présentation orale	4	/6
- Quatrième partie : présentation écrite	2	/6
<i>Note brute totale lignes vierges</i>	6	/12
Note brute totale Positionnement de nombres sur une échelle verticale	16	/24
8- Comparaison de deux nombres présentés oralement	7	/16

9- Estimation visuelle de quantités	0	/5
10- Estimation qualitative de quantités en contexte	4	/10
11- Problèmes arithmétiques présentés oralement	4	/12
12- Comparaison de deux nombres écrits	4	/10
Note totale	58	/163
7. Répétition de chiffres		
- A l'endroit	0	/12
- A rebours	3	/12
Total Répétition de chiffres	3	/24

Tableau 07 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus au test ZAREKI-R.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Dénombrement de points :**

Dans cette épreuve nous avons administré à NC, 6 feuilles contenant chacune une collection de points, que nous lui avons demandé de dénombrer.

Lors de l'exécution de la tâche de dénombrement, nous avons remarqué que NC ne rencontre pas de difficultés dans le dénombrement de collections contenant de petites quantités de points, si ce n'est qu'il prend un peu de temps vu ses difficultés praxiques retardant son pointage vers le point ciblé. Quant aux collections contenant de plus grandes quantités de points, nous avons remarqué qu'il y trouve plus de difficultés du moment qu'il recompte des points déjà comptés, ce qui le conduit à parvenir à un résultat supérieur au résultat réel, par exemple pour la collection de 15 points il a trouvé 16 points, et pour celle de 18 points, il a trouvé 20 points.

NC a donc obtenu la note de 4/ 6, note supérieure à la moyenne.

De ce fait, nous avons décelé une difficulté au niveau de l'organisation visuo-spatiale lorsqu'il s'agit de dénombrer de grandes quantités, plus la quantité est grande, plus son pointage visuel se perd et ne va pas vers le point ciblé, ce qui l'amène à recompter des points préalablement comptés. Nous avons également remarqué que les gestes praxiques de NC, jouent un rôle dans la perturbation de l'activité de dénombrement, lorsqu'il se met à pointer un point, son doigt ne va pas dans le bon sens.

Dans le dénombrement oral, il n'y a pas de réelles difficultés au niveau de la comptine numérique, qui est assez bien maîtrisée par celui-ci.

❖ Analyse des résultats de l'épreuve Comptage oral à rebours :

Dans cette épreuve, nous avons demandé à NC d'effectuer un comptage à rebours, en lui expliquant qu'il doit compter à l'envers, par exemple de 23 à 1.

NC n'a pas su effectuer le comptage correctement, vu qu'il n'a pas bien saisi le principe, nous l'avons constaté lorsqu'il s'est mis à compter de 23 en allant à ce qui s'en suit, 23, 24, 25,...

NC a obtenu la note de 0/ 4 à cette épreuve.

Nous avons alors conclu que NC ne maîtrise que le comptage à l'endroit, et qu'il n'a pas saisi le principe de comptage à rebours.

❖ Analyse des résultats de l'épreuve Dictée de nombres :

Dans cette épreuve, nous avons dicté à NC, des nombres qu'il doit écrire à son tour sur une feuille, avec des chiffres et non pas avec des lettres.

Nous avons remarqué que NC, n'a réussi à écrire correctement aucun nombre. Pour les nombres commençant par cent ou mille et plus, nous avons pu voir que NC écrit chaque élément d'une séquence verbale comme un nombre isolé, par exemple 10096 pour 169, où nous avons également observé une inversion dans l'écriture chiffrée du nombre 69 en écrivant le nombre 96, retrouvée aussi dans le reste des nombres, notamment décimaux, tels que nous l'avons vu dans la transcription des nombres, 14 => 41, 38 => 83, comme nous avons en outre pu remarquer qu'il a écrit le chiffre 5 en miroir dans le nombre 503. Cette épreuve a aussi révélé un défaut dans le positionnement des chiffres du même nombre, qui est aléatoire, par conséquent ces chiffres ne sont pas positionnés sur la même ligne, ainsi qu'une qualité graphique médiocre.

NC a obtenu la note de 0/ 6.

Les principales difficultés observées chez NC dans cette épreuve, sont retrouvées au niveau du transcodage des nombres, c'est-à-dire des difficultés à transcrire correctement à l'écrit, un nombre entendu à l'oral, ces dernières se traduisent par des inversions de chiffres dans un nombre, écriture d'un chiffre en miroir, transcription des nombres isolément dans une séquence verbale, ainsi qu'une désorganisation visuo-spatiale engendrant une écriture aléatoire des nombres.

Ces difficultés s'accompagnent de difficultés praxiques, altérant la qualité graphique des chiffres.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Calcul mental oral :**

Dans cette épreuve, contenant des opérations arithmétiques (additions, soustractions, et multiplications), nous avons demandé à NC d'effectuer l'ensemble des opérations en se référant au calcul mental.

NC n'a pas rencontré de difficultés dans les opérations les plus simples, il y a bien répondu et dans un temps raisonnable, allant de 19 seconde a une minute, contrairement aux opérations les plus compliquées qui demandent un plus haut niveau de capacités mentales.

NC a obtenu la note de 9/44 à cette épreuve, note nettement inférieure à la moyenne.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Lecture de nombres :**

Nous avons présenté à NC des nombres écrits que nous lui avons demandé de lire, et celui-ci a éprouvé des difficultés dans la lecture des nombres commençant par mille, et a pu lire le reste des nombres sans difficultés (dizaines, centaines).

NC a lu par exemple le nombre 6485 ستة مئة و خمسة و ثمانية و أربعون où nous avons remarqué le passage de gauche à droite.

NC a obtenu la note de 10/ 16 à cette épreuve, note moyenne.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Positionnement de nombres sur une échelle verticale :**

Lignes marquées :

Nous avons présenté à NC une feuille où sont dessinées trois échelles de nombres, allant de 0 à 100, appartenant chacune à un item et contenant des traits, et à chaque fois nous demandons au sujet d'indiquer le positionnement d'un nombre donné, qui correspond à un de ces traits, selon le stimulus.

Nous avons remarqué qu'à cette épreuve, NC raisonne de façon logique pour effectuer la tâche demandée, mais il amène difficilement son doigt vers le trait cible, vu sa mauvaise coordination œil-main, cela ne l'empêche cependant pas de positionner son doigt approximativement du trait correspondant au nombre.

NC a obtenu la note de 10/12, note supérieure à la moyenne.

Lignes vierges :

Cette fois ci, les échelles présentées à NC sont vierges, et c'est à lui de dessiner un trait sur l'échelle contrairement aux échelles précédentes, où il devait uniquement indiquer ce trait là avec son doigt.

Nous avons remarqué que dans cette épreuve, NC prend le temps de bien se concentrer avant de situer son trait qu'il arrive à peu près à situer au bon endroit.

La même difficulté rencontrée dans les lignes marquées est retrouvée dans les lignes vierges (difficultés praxiques), ce qui altère la qualité du trait, qui n'est pas droit.

NC a obtenu une note moyenne de 6/12.

La note brute totale de positionnement de nombre sur une échelle verticale est de 16/24, note moyenne.

D'après les données obtenues nous constatons que cette épreuve n'a révélé aucune difficulté particulière liée au raisonnement logique, puisqu'il a quand-même obtenu une note moyenne, en revanche, une difficulté est observée lorsqu'il doit dessiner un trait sur l'échelle vu ses difficultés praxiques altérant la qualité du trait, et ses difficultés à coordonner son geste avec l'endroit ciblé visuellement sur l'échelle.

❖ Analyse des résultats de l'épreuve Répétition de chiffres :**A l'endroit :**

Nous avons demandé à NC d'écouter en faisant très attention à la série de chiffres que nous lui avons énoncés, et d'essayer de les répéter dans l'ordre.

NC n'a réussi à répéter dans l'ordre aucune série de chiffres. Cette épreuve a mis en évidence une difficulté dans la mémorisation des chiffres.

A rebours :

Dans cette partie, nous avons demandé à NC de répéter des séries de chiffres, que nous lui avons énoncé dans l'ordre, mais qu'il devait cette fois-ci répéter dans l'ordre inverse, c'est-à-dire à rebours, en lui expliquant le principe de la répétition de chiffres à rebours, en lui donnant des exemples : 4- 9 → 9- 4.

NC a réussi à répéter les premières séries contenant deux chiffres du premier coup, et pour ce qui est des séries les plus longues, il a été incapable de les répéter à l'envers.

Nous avons donc constaté que la mémoire à court terme de NC est déficitaire, vu qu'il a des difficultés à retenir des séries de chiffres pour les répéter instantanément.

La note totale répétition de chiffres à l'endroit et à rebours, est de 3/ 24, note très inférieure à la moyenne.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Comparaison de deux nombres présentés oralement :**

Dans cette épreuve, nous avons énoncé deux nombres que nous avons chacun associé à une main, et nous lui avons demandé de trouver lequel des deux nombres est le plus grand en indiquant la main contenant celui-ci.

Nous avons remarqué que NC prend le temps de réfléchir et de raisonner pour détecter le plus grand nombre des deux. Il a éprouvé des difficultés dans les nombres qui se ressemblent tels que 46 et 64, d'où la nécessité de lui répéter l'item pour qu'il arrive à distinguer l'un de l'autre, et cette répétition à chaque item, ne lui fait gagner que la moitié de la note, ce qui l'amène à obtenir une note totale inférieure à la moyenne, même si les réponses données sont correctes après répétition pour une meilleure concentration.

NC a obtenu une note de 7/ 16, note inférieure à la moyenne.

Les capacités logicomathématiques de NC, lui permettent d'accéder à la sémantique des nombres pour distinguer le grand nombre du petit, il a en outre des confusions auditives quant aux nombres voisins même lorsqu'ils sont présentés oralement.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Estimation visuelle de quantités :**

Nous avons présenté à NC des feuilles contenant des quantités d'objets, que nous lui avons demandé d'estimer visuellement sans prendre le temps de compter les objets un par un, le temps donné à NC pour regarder la feuille est de 2 à 5 secondes selon les quantités (2 secondes pour les plus petites).

Cette épreuve met en œuvre les capacités d'estimation visuelle de quantités, que nous avons pu observer chez NC, mais ce dernier échoue à trouver la bonne réponse en s'éloignant un peu de l'intervalle indiqué dans l'épreuve pour chaque item. Par exemple une réponse de 30 verres pour une bonne réponse se situant dans l'intervalle [35- 125].

NC a par conséquent obtenu la note de 0/ 5.

Nous avons constaté dans cette épreuve, la présence du processus d'estimation visuelle chez NC lui permettant d'explorer son champ visuel dans l'espace, mais qui n'est toutefois pas assez qualifié pour donner la bonne estimation.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Estimation qualitative de quantités en contexte :**

Dans cette épreuve, nous avons demandé à NC d'estimer des quantités par rapport à leur contexte, cette fois-ci, pas en donnant un nombre, mais en jugeant si c'est peu, moyen, ou beaucoup selon son contexte. Par exemple, si on dit 50 enfants pour un anniversaire, ça fait... beaucoup.

Nous avons remarqué que NC ne répond pas selon le contexte, par exemple il a répondu par beaucoup pour « 10 feuilles sur un arbre », parce que pour lui, le nombre 10 c'est beaucoup mais il n'a pas compris que pour un arbre c'est peu.

NC a obtenu à cette épreuve la note de 4/ 10, note inférieure à la moyenne.

Dans cette épreuve, NC éprouve des difficultés dans le raisonnement contextuel.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Problèmes arithmétiques présentés oralement :**

Nous avons présenté oralement à NC des problèmes arithmétiques contenant des additions, des soustractions et des multiplications, en lui demandant de les résoudre mentalement et en réfléchissant à voix haute. Le temps de réponse est compté pour chaque problème arithmétique présenté.

La stratégie utilisée par NC pour parvenir au résultat, est le comptage sur les doigts, qui se fait difficilement vu ses difficultés praxiques et visuo-manuelles.

Le temps pris par NC pour effectuer ces opérations va de 32 secondes à 2 minutes selon la complexité du problème, et à chaque fois après répétition de l'item, où il arrive parfois à donner la bonne réponse, et parfois il y échoue.

La note obtenue par NC à cette épreuve est de 4/ 12, note en dessous de la moyenne.

NC n'a pas les capacités logico-mathématiques nécessaires pour résoudre des problèmes arithmétiques mentalement sans difficultés, et le recours au comptage sur les doigts, n'est pas valable pour tous les items, du moment que la quantité de doigts sur les

main est limitée, et qui plus est, ce moyen de comptage est pénalisé par ses difficultés pratiques et visuo-manuelles.

❖ **Analyse des résultats de l'épreuve Comparaison de deux nombres écrits :**

Dans cette épreuve, nous avons présenté à NC une feuille où sont écrits deux nombres, et nous lui avons demandé d'entourer le plus grand nombre des deux, en lui donnant l'exemple de 1 et 100.

NC n'a pas pu répondre correctement à la plupart des items, en raison de ses difficultés à différencier visuellement deux nombres contenant les mêmes chiffres dans un emplacement spatial différent, tels que [96- 69], [654- 546], [201- 102], ainsi que les nombres contenant plusieurs chiffres tels que [1238- 11238] et [9768- 35201].

La note brute obtenue à cette épreuve est de 4/ 10

Les difficultés rencontrées chez NC lors de cette épreuve, sont caractérisées par des confusions visuelles et spatiales qui se traduisent par un problème dans la distinction entre deux nombres contenant des chiffres similaires dans un agencement spatial différent, ainsi que des difficultés pratiques gênant le geste d'entourer.

▪ **Résumé de l'analyse des résultats de la batterie ZAREKI-R :**

La note totale obtenue par NC à ce test, est de 58/ 163, note très inférieure à la moyenne.

Nous avons remarqué que NC présente un profil mathématique varié de compétences et de difficultés. Il est compétent en termes de raisonnement mathématique observé à l'épreuve de positionnement de nombres sur une échelle verticale, et nous avons également relevé l'existence de capacités dans la comptine numérique constatée dans l'épreuve de dénombrement ainsi que dans l'épreuve de lecture de nombres. Néanmoins, il a échoué dans d'autres épreuves telles que, comptage oral à rebours, dictée de nombres, comparaison de deux nombres écrits, estimation visuelle de quantité etc.

Ces difficultés rencontrées par NC sont électivement liées aux difficultés pratiques et de l'organisation visuo-spatiale qui pénalisent ses performances, nous pensons ainsi que cette limite est en rapport avec les difficultés de traitement mental et logique en mathématique, comme dans la résolution de problèmes arithmétiques.

II. Discussion des hypothèses :

Dans cette partie, nous allons reprendre les hypothèses formulées au départ et les voir de plus près, pour les discuter et les vérifier, et ce en s'appuyant sur les entretiens et les résultats décrits précédemment dans la partie qui nous a servis d'analyse.

L'objectif de cette recherche est de décrire les manifestations de la dyspraxie visuo-spatiale, et d'évaluer ses possibles répercussions sur l'apprentissage du calcul des enfants paralysés cérébraux par des épreuves visuo-motrices et numériques.

A partir des entretiens effectués avec l'orthophoniste et les parents des cas, ainsi que les résultats obtenus aux tests, nous avons pu observer la présence d'une dyspraxie visuo-spatiale chez les deux cas, et ces résultats nous ont permis de déceler les différentes atteintes visuo-spatiales et praxiques, qui se traduisent par, un défaut d'inhibition des saccades oculaires, de poursuite oculaire, d'exploration visuelle, d'organisation et d'orientation spatiale, ainsi qu'un défaut de coordination gestuelle, ce qui nous conduit à affirmer notre hypothèse stipulant : « *Les enfants souffrant d'une paralysie cérébrale présentent une dyspraxie visuo-spatiale qui se manifeste par plusieurs troubles (défaut d'inhibition des saccades oculaires, problème de poursuite visuelle, d'organisation spatiale, de coordination visuo-manuelle et de gestes praxiques).* ».

Les travaux de Mazeau, Barray et de Tourette, convergent pour dire que la présence des troubles visuo-spatiaux et de dyspraxie, engendre des difficultés massives dans le domaine des mathématiques et ces difficultés retentissent sur une éventuelle dyscalculie spatiale altérant différentes activités numériques dans leurs composantes visuo-spatiales.

Les résultats qui nous ont été fournis par notre recherche, ne nous permettent pas de confirmer la présence d'une dyscalculie spatiale chez les enfants paralysés cérébraux, étant donné que ce n'est pas l'objectif de la présente recherche, cependant, nous pouvons la suspecter sans pour autant la diagnostiquer compte tenu de la nécessité de recourir à plus d'outils adaptés, ainsi qu'à des examens complémentaires servant à appuyer le diagnostic sur une base solide et ainsi assurer sa fiabilité. En revanche, nous avons pu observer à partir des résultats obtenus, que ces enfants rencontrent d'importantes difficultés dans le calcul, et ces difficultés résident principalement dans les épreuves réclamant des capacités visuo-spatiales et praxiques, saines, telles que, le dénombrement, l'estimation visuelle de quantités, comparaison de deux nombres écrits, dictée et lecture de nombres, et positionnement de nombres sur une échelle verticale.

Ces données nous ont permises de faire le lien entre la dyspraxie visuo-spatiale et l'apprentissage du calcul, et ce dernier a été démontré comme étant un lien de cause à effet, du fait que les résultats des cas étudiés dans notre recherche ont mis en évidence l'impact que peut avoir la dyspraxie visuo-spatiale sur l'apprentissage du calcul, dès lors que les épreuves où ils rencontrent le plus de difficultés portent électivement sur celles exigeant des capacités praxiques et visuo-spatiales de bonne qualité.

De ce fait, nous pouvons confirmer notre hypothèse qui stipule : « *La dyspraxie visuo-spatiale affecte l'apprentissage du calcul chez les enfants souffrant d'une paralysie cérébrale* ».

Cette recherche nous a donc permises d'affirmer l'ensemble des hypothèses prédéterminées au départ, démontrant en effet la présence d'une dyspraxie visuo-spatiale chez les sujets paralysés cérébraux, qui va à l'encontre de leur apprentissage numérique, bien que ceux-ci aient des capacités intellectuelles plus ou moins, normales, leurs difficultés praxiques et visuo-spatiales sont un facteur d'échec à ces activités numériques.

Cette étude n'est qu'une étape préliminaire ouvrant les portes à d'autres travaux enrichissants, pour alimenter ce vaste champ de recherches, en s'intéressant à la dyscalculie spatiale chez les enfants paralysés cérébraux d'une manière plus approfondie, et aller au-delà d'une simple évaluation en proposant des pistes pour la prise charge orthophonique de cette dernière.

Synthèse :

Ce chapitre nous a permises de finaliser la recherche à l'appui des résultats obtenus que nous avons soumis à une fine analyse, et qui nous ont amenées à vérifier et à affirmer nos hypothèses.

Conclusion

Conclusion

Conclusion :

Les données de la littérature indiquent que la paralysie cérébrale est le handicap moteur le plus courant chez l'enfant. Elle est consécutive à des lésions cérébrales précoces et non évolutives, altérant le développement du cerveau. Ces lésions provoquent un ensemble de troubles, et parmi ceux-ci, nous retrouvons la dyspraxie visuo-spatiale, qui désigne une maladresse du regard ainsi qu'une difficulté à constituer la notion d'espace, suite à des troubles praxiques.

Les conséquences sont nombreuses, il peut s'agir d'un problème d'acquisition de la notion d'espace avec des difficultés pour dénombrer ou même manipuler des objets avec un problème de repérage spatial, qui engendrent à leur tour une maladresse dans les activités de la vie quotidienne ainsi que dans l'apprentissage scolaire.

Nous avons effectué notre étude en nous basons sur des recherches bibliographiques, et à partir d'une évaluation auprès de deux cas ainsi que des entretiens avec l'orthophoniste et les parents des cas au sein de l'Association de Soutien aux Infirmes Moteurs Cérébraux/ ASIMC d'El-Kseur, Bejaia, afin de répondre à notre question de recherche et ainsi atteindre notre objectif.

En effet, notre recherche est une étude descriptive qui a eu pour objectif de décrire et d'expliquer en quoi les troubles visuo-spatiaux, qui sont parfois assez mal connus, peuvent avoir des répercussions et des conséquences importantes, souvent négligées, sur l'apprentissage du calcul. Nous avons été motivées et incitées à nous intéresser à ce sujet en raison du peu de travaux existant sur ce dernier, notamment de la part des étudiants algériens en orthophonie.

L'analyse et l'interprétation des tests appliqués sur les deux cas nous ont permises de décrire les troubles du regard et de l'exploration visuo-spatiale et de les identifier. Les résultats nous ont par ailleurs permises de comprendre que ces troubles engendrent de lourdes conséquences sur l'apprentissage du calcul. Nous avons conclu par ce fait, qu'il existe un impact de la dyspraxie visuo-spatiale sur l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux.

Cette analyse a donc mis en évidence les répercussions que la dyspraxie visuo-spatiale peut avoir sur l'apprentissage du calcul, et au terme de celle-ci, nous avons pu constater que les enfants paralysés cérébraux présentent des difficultés dans plusieurs épreuves qui sont dédiées à évaluer le calcul comme : le dénombrement, dictée de nombres, comparaison de deux nombres écrits ainsi que l'estimation visuelle de quantités, etc.

Conclusion

Nous remarquons en outre que toutes ces difficultés sont directement liées à des problèmes praxiques et de l'organisation visuo-spatiale, qui altèrent leur performance.

Cependant, nos résultats restent limités, car il s'agit d'une étude de cas, et cela ne nous permet pas de généraliser les résultats. En effet, il serait intéressant de réaliser d'autres études ultérieures sur cette thématique, avec un nombre plus important de cas, afin de mieux l'analyser et la cerner, et ainsi déceler les différentes répercussions sur l'apprentissage d'une manière générale, mais pas que, car nous souhaitons également inviter nos confrères à mettre en valeur ce sujet et tenter d'aller plus loin dans ce vaste champ de recherche.

Dans cette optique, nous préconisons l'initiative de développer des techniques de rééducation et l'élaboration de protocoles thérapeutiques, ou la création de jeux et logiciels informatisés, ainsi que la mise en place de moyens alternatifs et augmentatifs d'aide à la communication pour des adaptations qui aideront l'enfant paralysé cérébral à avoir une scolarité satisfaisante.

A partir du moment où il y a un impact sur l'apprentissage scolaire, nous pensons qu'il est préférable de s'adresser à des professionnels qui sont plus aptes à faire des bilans et à prendre en charge la rééducation des enfants paralysés cérébraux, afin de les sensibiliser à améliorer les conditions de ces derniers.

Des progrès majeurs ont été faits ces dernières années dans la prévention des lésions comme dans la rééducation des premiers mois de la vie mais il reste beaucoup à faire, la recherche sur la paralysie cérébrale a besoin de soutien pour financer des projets porteurs d'espoir et de progrès concrets dans la vie des personnes touchées.

Liste bibliographique

Liste bibliographique

Liste bibliographique :

1. Akademia Nauk, S. (1853). *Mélanges mathématiques et astronomiques tirés du Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg* (Tome 1).
https://books.google.dz/books?id=5_XcAAAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false
2. Akil, S. (2017). Prise en charge de l'atteinte du membre supérieur dans le cadre de l'infirmité motrice cérébrale chez l'enfant. (Thèse de doctorat). Université Mohammed V-Rabat.
3. Alatrach, J. (2014). *Destination réussite : le coaching scolaire à la portée de tous*. Lulu.com.
<https://books.google.dz/books?id=ZID3BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
4. Angers, M. (1996). *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*. Québec : CEC.
5. Arents, A. (2011). Troubles d'apprentissages, info IMC. Repéré à <http://www.imc.apf.asso.fr/spip.php?article246>
6. Association Américaine de Psychiatrie. *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-5)*. Washington.DC
7. Benois, C. & Jover, M. (2006). Dysfonctionnement visuo-spatial chez l'enfant : cadre nosographique, dépistage et rééducation. *Expansion scientifique française*, 69-81. Repéré à <https://centrepsyche-amu.fr>
8. Bideaud, J. Lehalle, H. & Vilette, B. (2004). *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires du Septentrion.
https://books.google.dz/books?id=AwU_JW76mckC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false
9. Borel-Maisonny, S. (1998) *Rééducation orthophonique. L'infirmité motrice cérébrale*.
10. Boujon, C. Caux, C. Greff, E. Irald, L. Lainé, A. Pagani, M. Perraudau..., et Weil, A. (2014). *Les apprentissages scolaires*.
11. Brin, F. Courrier, C. Lederlé, E. et Masy, V. (2004). Dictionnaire d'orthophonie. Ortho edition. ISBN : 2-914121-22-9.
12. Brun, V. Habib, M. George-Poracchia, F. & Noel, M-P. (2011). *Calcul et dyscalculies : des modèles à la reeducation*. Elsevier Masson.
<https://books.google.dz/books?id=4pYdOeB4deAC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
13. Campolini, C. Timmermans, A. & Vansteelandt, A. (2002). Perception immédiate globale. Dans *Dictionnaire de logopédie : la construction du nombre*.
<https://books.google.dz/books?id=SuLU8gtDd7YC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
14. Cavezion, C. Chokrou. S. (2010). *Troubles neurovisuels et troubles des apprentissages*. Paris : Boeck superieur.
15. Chabrol, B. Mancini, J. Dulac, O. Ponsot, G. & Arthuis, M. (2010). *Neurologie pédiatrique* (3e éd.). Lavoisier.

Liste bibliographique

- <https://books.google.dz/books?id=MexfAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
16. Charaoui, K. & Bénony, H. (2003). *Méthodologie, évaluation et recherche en psychologie clinique*. Paris : Dunod.
 17. Crouail, A. (2009). *Rééduquer dyscalculie et dyspraxie : méthode pratique pour l'enseignement des mathématiques*. Elsevier Masson.
<https://books.google.dz/books?id=t8v6XPf0R98C&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
 18. Dalla Piazza, S. (2011). *Maladresses et dyspraxies de l'enfant*. Harmattan.
https://books.google.dz/books?id=tA_BVJt1ApgC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false
 19. De Hemptinne, D. & Mignot, J. (2017). *Aider son enfant maladroit : 50 fiches contre la dyspraxie*. De Boeck Supérieur.
<https://books.google.dz/books?id=aCg2DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
 20. Duband, V. (2011). *Dyspraxie visuo-spatiale*. Repéré à <https://dysmoi.fr/dyspraxie-visuo-spatiale-dvs/>
 21. Durand, C. (2009). *La pré-enquête, l'élaboration de la question de recherche*. Université de Montréal.
<https://www.webdepot.umontreal.ca/Enseignement/SOCIO/Intranet/Sondage/public/textes/preenq.pdf>
 22. Equipe ASH de la DDEC. (2009). *Les opérations logico-mathématiques*. Repéré à https://www.ash64.net/wp-content/uploads/2014/09/Les_outils_logico_maths.pdf
 23. Feugnet, C. (2010). Création et expérimentation du jeu « à l'abordage des notions de sériation, classification et inclusion » (Mémoire). Université de Bordeaux 2.
 24. Feuillerat, B. (2006). L'organisation spatiale chez les enfants handicapés moteurs. *Enfance et Psy*, 4(33), 48-56. Repéré à <https://www.cairn.info/revue-enfances-et-psy-2006-4-page-48.htm>
 25. Gaie, B. Le Lostec, C. Mazeau, M. Pouhet, A. & Toninato, A-M. (2014). *Dyspraxie et troubles non verbaux : faire avec la complexité : étude de cas*. Elsevier Masson.
https://books.google.dz/books?id=uDsCBQAAQBAJ&dq=dyspraxie+et+troubles+non+verbaux&hl=fr&source=gbs_navlinks_s
 26. Glover, A-S. (2019). *Dyscalculie : tout sur ce trouble de l'apprentissage*. Repéré à <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=dyscalculie>
 27. Guemache, S. (2019). *Le registre de la paralysie cérébrale de Sétif, Algérie*. Editions universitaires européennes.
 28. Guilbert, J. Jouen, F. Lehalle, H. & Molina, M. (2013). Imagerie motrice interne et stimulation de l'action chez l'enfant. *L'année psychologique*, 3(113), 459-488. Repéré à <https://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2013-3-page-459.htm>
 29. Habib, M. (2014). *La constellation des dys : bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles*. Paris : De Boeck Supérieur.
 30. Huron, C. (2011). *L'enfant dyspraxique : mieux l'aider à la maison et à l'école*. Odile Jacob.

Liste bibliographique

- <https://books.google.dz/books?id=auVVfAAAd64C&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
31. Katlama, C. (2009). *Pathologie. science VIH : Complications et comorbidités*. France : Eurotext.
 32. Kremer, J. Lederlé, E. Maeder, C. (2016a). *Intervention dans les troubles du langage écrits et raisonnements*.
 33. Kremer, J. Lederlé, E. Maeder, C. (2016b). *Guide de l'orthophonie. Intervention dans les troubles neurologique liés au handicap, soins palliatifs*. Paris : Lavoisier.
 34. Krigger, K. (2006). *Cerebral palsy : an overview*. Louis ville. Am Fam Physician.
 35. L'esprit sorcier. (2018). *La dysparxie* [Vidéo]. France : CEA.
 36. Laurencelle, L. (2005). *Abrégé sur les méthodes de recherche et la recherche expérimentale*. Edition PUQ.
 37. Lenoble, E. Durazzi, D. (2014). *Troubles d'apprentissages chez l'enfant, comment savoir ? écouter, observer, aider*. Paris : Lavoisier.
 38. Leroy-Malherb, V. (2002). Déficience motrice et situation du handicap. *Infirmité motrice cérébrale, 94(91)*, 162-312.
 39. Lettad, K. (2019). Impact des troubles oculomoteurs sur l'acquisition de la lecture chez l'enfant IMC. *Centre de recherche scientifique et technique pour le développement de la langue arabe, 23*. Repéré à <https://www.researchgate.net/publication/334785326>
 40. Lisseuer, T. Clayden, G. (2014). *Pédiatrie. Manuel illustré*. Paris : Boek université.
 41. Lussier, F. & Flessas, J. (2005). *Neuropsychologie de l'enfant : troubles développementaux et de l'apprentissage*. Paris : Dunod.
 42. Malgorzata, F. (2014). Le soutien de l'enfant dyspraxique : une approche psychomotrice du trouble et ses répercussions (Mémoire). Université de Bordeaux.
 43. Maréchal, F. & Crouail, A. (2006). *Prise en charge globale de l'enfant cérébro-lésé : troubles moteurs, cognitifs et psychiques*. Elsevier Masson.
<https://books.google.dz/books?id=Dos-L6VMrCYC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
 44. Maréchal, F. Crouail, A. (2007). *Les enfants cérébrolésés : souffrance cognitive, psychique et somatique*. Paris : Masson.
 45. Mazeau, M. (2005). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages : du symptôme à la rééducation*. Paris : Masson.
 46. Mazeau, M. & Le Lostec, C. (2010). *L'enfant dyspraxique et les apprentissages : coordonner les actions thérapeutiques et scolaires*. Elsevier Masson.
 47. Mazeau, M. (2013). La dyspraxie aujourd'hui. *Développements, 3(16-17)*, 94-102. ISBN 9782804185596
 48. Mazeau, M. & Pouhet, H. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant : du développement typique aux « dys »* (2^e éd.). Elsevier Masson.
 49. Mazeau, M. Le Lostec, C. & Lironnière, S. (2016). *L'enfant dyspraxique et les apprentissages : coordonner les actions thérapeutiques et scolaires* (2^e éd.). Elsevier Masson.
https://books.google.dz/books?id=QfDQDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=l%27enfant+dyspraxique+et+les+apprentissages&hl=fr&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Liste bibliographique

50. Niel-Bernard, V. (2011). Troubles visuo-spatiaux de l'enfant né prématurément. *Développements*, 1(7), 47-52. Repéré à <https://www.cairn.info/revue-developpements-2011-1-page-47.htm>
51. Noel, M-P. (2007). *Bilan neuropsychologique de l'enfant*. Mardaga. <https://books.google.dz/books?id=Yj899wTLisIC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
52. Noel, M-P. & Karagiannakis, G. (2020). *Dyscalculie et difficultés d'apprentissage en mathématiques : Guide pratique de prise en charge*. Louvain-La-Neuve : De Boeck Supérieur. <https://books.google.dz/books?id=AnTqDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
53. Nolwen, G. (2009). Le développement des habilités communicatives d'un enfant infirme moteur cérébrale. (Mémoire pour l'obtention du certificat de l'orthophonie). Université de Lyon 1.
54. Perez, L. (2019). *Les troubles du regard dans la dyspraxie visuo-spatiale*.
55. Petit-Ledo, A. (2018). La paralysie cérébrale des enfants nés prématurés de 2007 à 2015 au CHU de Rouen (Thèse de doctorat). Université de Rouen.
56. Piaget, J. Goretta, C. Berthoud-Papandropoulou, L. & Monnier, C. (1977). *L'épistémologie de Jean Piaget*. [Film documentaire]. New Haven, Conn. : Yale University.
57. Picard, A. (2001). Prise en charge des enfants IMC et IMOC, du diagnostic à l'âge adulte. *Revue de neurologie*, (10), 412-590.
58. Pouhet, A., et Mouchard Garelli, C. (2016). *Présentation de la dyspraxie visuo-spatiale, propositions d'aides*. [Pdf]. Repéré à <https://coridys.fr/wp-content/uploads/2016/06/dyspraxie-visuo-spatiale-aides.pdf>
59. Quentin, I. (2012). *Méthodologie et méthodes de l'étude de cas*. Repéré à <https://isabellequentin.wordpress.com/tag/etude-de-cas>
60. Rbibess, Z. Salhi, M. (2012). Signes cliniques neuromoteurs ou côté déficitaire de l'infirmité motrice cérébrale. (Thèse de doctorat). Université de Tlemcen.
61. Robert-Géraudel, A. (2017). *Paralysie cérébrale : mal connue mais première cause de handicap moteur chez l'enfant*. Repéré à <https://www.faire-face.fr/2017/10/19/la-paralysie-cerebrale>
62. Rondal, J. Comblain, A. (2001). *Manuel de psychologie des handicaps, Sémiologie et principes de remédiation*. Belgique : Mardaga.
63. Roux, M. (2009). A propos de la dyscalculie spatiale : une contribution clinique. *Psychiatrie de l'enfant*, 52(2), 495-516.
64. Saj, A. (2020). *Les fonctions visuo-spatiales du développement type et atypique sur le dysfonctionnement acquis*. Université de Montréal. https://extranet.inlb.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/2020-11-04_CRIR-INLB_A-Saj_Presentation.pdf
65. Smacher, R. (2005). *Psychologie clinique et psychopathologie : premier et second cycles universitaires*. Bréal. <https://books.google.dz/books?id=--Loe9lkbUIC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
66. Sophian, C. (2009). Les connaissances numériques des jeunes enfants. Dans *Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants*. (pp.1-6). Hawaii

Liste bibliographique

67. Tétréault, S. & Guillez, P. (2014). *Guide pratique de recherche en réadaptation*. De Boeck Supérieur.
68. Thibault, C. & Pitrou, M. (2018). *Troubles du langage et de la communication, l'orthophonie à tous les âges de la vie*. Malakoff : Dunod.
69. Tourette, C. (2014). *Evaluer les enfants avec déficiences ou troubles du développement*. Paris : Dunod.
70. Tran-Thong. (1967). *Stades et concept de stade de développement de l'enfant dans la psychologie contemporaine*. Vrin.
<https://books.google.dz/books?id=vRu19y16v7MC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
71. Truscelli, D. Mazeau, M. De Barbot, F. Aufénil, H. Thuilleux, G. Le Métayer, M. & Leroy-Malherbe, V. (2011). *Les infirmités motrices cérébrales : réflexions et perspectives sur la prise en charge*. Elsevier Masson.
<https://books.google.dz/books?id=n0uGu6yYFpwC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
72. Vaivre-Douret, L. (2016). Dyspraxie développementale ou trouble de l'acquisition de la coordination (TAC) : repérage, évaluation et indications thérapeutiques. *Enfances & Psy*, 3(71), 30-43. Repéré à <https://www.cairn.info/revue-enfances-et-psy-2016-3-page-30.htm>
73. Van Hout, A. Meljac, C. & Fischer, J-P. (2005). *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*. Paris : Elsevier Masson.
<https://books.google.dz/books?id=9wkP02SDWrMC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
74. Van Nieuwenhoven, C. (1996). Le comptage et la cardinalité, deux apprentissages de longue haleine qui évoluent en interaction. *Revue des sciences de l'éducation*, 22(2), 295-320. Repéré à <https://doi.org/10.7202/031882ar>
75. Weymann, E. (2011). *Infirmité motrice cérébrale, le guide pratique*.

Annexes

Annexes

Annexe N° 01 : Formulaire de consentement éclairé

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE

Je (nous) soussigné(s) :

.....
.....

père mère tuteur

détenteur(s) de l'autorité parentale, autorise (ons) l'enfant :

.....

à participer à une étude initiée par Mlles MAHFOUD Yasmine et NEMIR Randa, étudiantes en Master 2 pathologies du langage et de la communication, dans le cadre de leur mémoire de recherche de fin d'études portant sur le thème « La dyspraxie visuo-spatiale et l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux ».

Je (nous) déclare (ons) :

- 1) avoir compris que la participation de mon enfant à l'étude proposée est libre
- 2) avoir compris que les résultats de ces épreuves ne seront utilisés qu'à titre descriptif et n'ont en aucun cas pour but de remettre en question le diagnostic antérieur posé par les spécialistes
- 3) avoir compris que l'anonymat de mon enfant est assuré
- 4) avoir compris que l'ensemble des renseignements personnels et scientifiques est archivé dans un dossier et restera strictement confidentiel.

Le

Fait à

Signature(s) du responsable légal de l'enfant précédé(s) de « bon pour accord »

N.B. : Si vous êtes intéressés par les résultats de cette recherche, nous pouvons vous faire parvenir une synthèse de l'étude menée, à la fin de l'année universitaire 2020/2021.

« Nous vous remercions de votre participation, sans votre aide précieuse cette étude ne pourrait être menée à bien »

cordialement,

MAHFOUD Yasmine, NEMIR Randa.

Coordonnatrices de l'étude :

MAHFOUD Yasmine
NEMIR Randa

Direction du mémoire : Dr BAA Saliha

Maitre de stage : Mme DJENADI Hanane

Annexe N° 02 : Guides d'entretien

I. Guide d'entretien pour l'orthophoniste

Axe 1 : Informations générales :

1. Votre nom et prénom ?
2. Quel diplôme avez-vous ?
3. Depuis quand exercez-vous ?

Axe 2 : Evaluation de la dyspraxie visuo-spatiale et des difficultés de calcul :

1. Combien de cas paralyés cérébraux avez- vous pris en charge ?
2. Quels types de paralysie cérébrale avez-vous pris en charge ?
3. Les patients que vous suivez présentent- ils des troubles massifs ou superficiels?
4. Quels sont les outils que vous utilisez avec ces patients pour l'évaluation des troubles du langage?
5. Quels sont les outils que vous utilisez pour évaluer les difficultés de calcul ?
6. Quels sont les outils d'évaluation que vous utilisez pour évaluer la dyspraxie visuo-spatiale ?
7. Comment se passe la première séance avec les patients ?
8. En moyenne, combien de temps durent ces séances avec les patients ?
9. Quels sont les objectifs de ces évaluations ?
10. Quelle place occupe l'orthophonie auprès des patients paralyés cérébraux?
11. Pensez-vous qu'il pourrait y avoir une relation entre la dyspraxie visuo-spatiale et les difficultés du calcul ? est-ce-que la dyspraxie visuo-spatiale peut être responsable de ces difficultés de calcul ?
12. Avez- vous des remarques concernant cette thématique ?

II. Guide d'entretien pour les parents

Nom :	Prénom :
Age :	Profession :
Adresse :	Date de l'entretien :

I. Généralités :

- Prénom et âge de votre enfant.
- Niveau scolaire de votre enfant.

II. Les antécédents de suivi:

- Votre enfant a-t-il (elle) déjà bénéficié d'un examen orthoptique ?
- Se fait-t-il (elle) soigner pour des problèmes de vue ?
- A-t-il (elle) déjà bénéficié d'un examen psychomoteur ?

III. La qualité de vie à la maison :

- Votre enfant est-t-il (elle) limité(e) dans ses activités par des difficultés motrices ?
- Fait-t-il (elle) souvent tomber des objets à la maison ?
- Est-ce-qu'il (elle) s'habille dans un temps raisonnable ou bien prend beaucoup de temps pour s'habiller ?
- A-t-il (elle) des difficultés à lacer ses chaussures ou à boutonner sa veste ?
- Lorsqu'il (elle) verse de l'eau dans son verre, le fait-il (elle) sans le renverser partout ?
- Monter ou descendre une marche, est-elle une tâche compliquée pour votre enfant ? ou lui arrive-t-il (elle) souvent de ne pas faire attention à une marche et de trébucher ou tomber ?
- A-t-il (elle) des difficultés à trouver le chemin lorsque vous l'envoyez chercher quelque chose quelque part ? lui arrive-t-il (elle) souvent de se perdre ?
- Lorsque votre enfant regarde un objet en mouvement, a-t-il (elle) du mal à le suivre du regard ?
- Lorsque vous lui demandez de lire l'heure ou la date, avez-vous déjà remarqué qu'il (elle) inverse parfois les chiffres ?

IV. La qualité de ses apprentissages scolaires :

- Comment décrieriez-vous les progrès de votre enfant à l'école ?
- Comment décrieriez-vous la qualité de son écriture ?
- Avez-vous remarqué dans ses cahiers, que les mots et les chiffres sont déposés aléatoirement sur les feuilles sans respect de la ligne ?
- Dans quelles matières estimez-vous qu'il (elle) est plus fort(e) par rapport à d'autres ?
- Comment sont généralement ses résultats en mathématiques ?
- Quand et qui lui a appris à compter en premier, vous ou bien son enseignante/éducatrice ?

Annexes

- Son enseignante vous a-t-elle déjà fait part d'éventuelles difficultés dans le calcul ? si oui, lesquelles ?
- Est-t-il (elle) meilleur(e) à l'oral qu'à l'écrit ?

Annexe N° 03 : Test des cloches

TEST DES CLOCHES (GAUTHIER et al., 1989)

On demande au sujet d'entourer toutes les cloches réparties de manière aléatoire sur une feuille (voir livret patient).

L'examineur doit noter la colonne de la première cloche entourée et mesurer le temps d'exécution de la tâche. Il est cliniquement intéressant d'observer la stratégie du sujet. Pour cela, remplir la feuille de l'examineur en notant l'ordre de barrage des cloches. Seule la colonne de la première cloche barrée sera retenue dans la notation.

S'il y a un problème de compréhension de la consigne, une feuille de démonstration peut être présentée au sujet : c'est une version agrandie de chacun des distracteurs avec une cloche entourée. Il est alors demandé au sujet de désigner les figures dénommées par l'examineur.

Consigne

Au début de la passation, l'examineur ne doit ni pointer, ni entourer de cloche.

“Votre tâche consiste à entourer avec un stylo toutes les cloches que vous trouverez, le plus vite possible, sur cette feuille que je place devant vous. Vous commencerez à mon signal et vous arrêterez quand vous penserez avoir entouré toutes les cloches. Je vous demande aussi d'éviter de bouger.”

Dans le cas où le sujet arrête avant que toutes les cloches ne soient entourées, l'examineur ne donne qu'une seule incitation et une seule : “Êtes-vous bien certain d'avoir entouré toutes les cloches ? Vérifiez bien.”

Notation

La feuille de l'examineur est divisée en 7 colonnes :

- 3 colonnes dans l'espace gauche,
- 1 colonne dans l'espace central,
- 3 colonnes dans l'espace droit.

• Notation quantitative : On note :

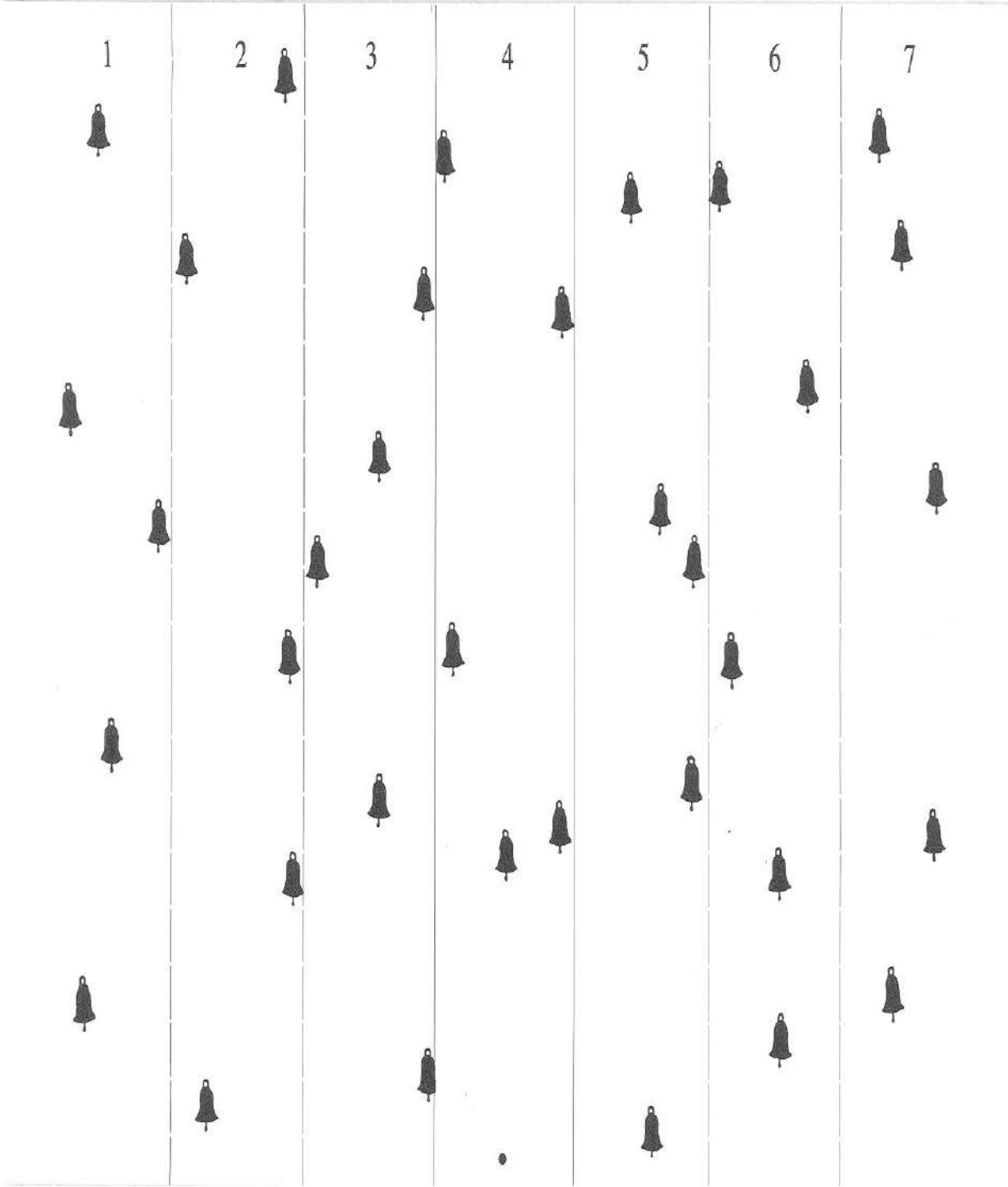
- score des omissions de l'espace gauche : /15
- score des omissions de l'espace central : / 5
- score des omissions de l'espace droit : /15
- score total des omissions : /35
- score des omissions gauche-droite (en excluant la colonne centrale 4) :

• Notation qualitative :

- numéroter la première cloche entourée par le sujet sur la feuille de notation.
- décrire la stratégie utilisée par le sujet.

• Temps de passation :

- noter le temps mis par le sujet pour effectuer cette tâche (en sec.) : à partir du moment où la première cloche est entourée jusqu'à ce que le patient rende la feuille.



Annexe N° 04 : Dessin de l'horloge

DESSIN DE L'HORLOGE

Une feuille (voir cahier du patient) sur laquelle est dessiné un cercle est présentée verticalement.

Consigne

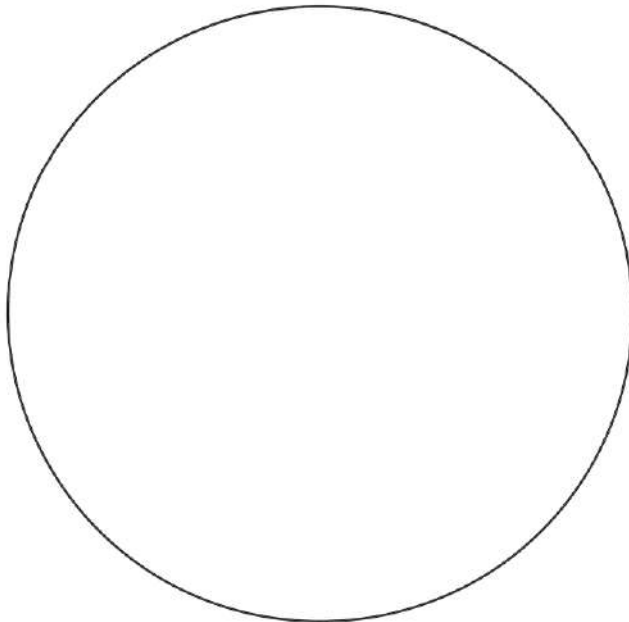
"Je vais vous demander de placer les chiffres à l'intérieur du cadran de cette horloge."

Notation

- 0 : le cadran de l'horloge est correctement complété,
- 1 : le cadran est incomplet à gauche ou à droite,
- 2 : aucun chiffre du cadran n'est placé à gauche ou à droite.

On ne tient compte que de la répartition spatiale D/G des chiffres sur le cadran.

Temps de passation : noter le temps pris pour effectuer cette tâche (sec.).



DESSIN DE L'HORLOGE :

- Score : /2

- Temps : sec.

Annexe N° 05 : Batterie ZAREKI-R

Notes obtenues par l'enfant au ZAREKI-R

EPREUVE	Notes brutes	Note maximum
1. DENOMBREMENT DE POINTS		
- Première partie		/3
- Deuxième partie		/3
NOTE BRUTE TOTALE DENOMBREMENT DE POINTS (Première partie + Deuxième partie)		/6
2. COMPTAGE ORAL A REBOURS		/4
3. DICTEE DE NOMBRES		/16
4. CALCUL MENTAL ORAL		
Additions		/16
Soustractions		/16
Multiplications		/12
NOTE BRUTE TOTALE CALCUL MENTAL ORAL (Additions + Multiplications + Soustractions)		/44
5. LECTURE DE NOMBRES		/16
6. POSITIONNEMENT DE NOMBRES SUR UNE ECHELLE VERTICALE		
LIGNES MARQUEES		
- Première partie : présentation orale		/6
- Deuxième partie : présentation écrite		/6
NOTE BRUTE TOTALE LIGNES MARQUEES (Première partie + Deuxième partie)		/12
LIGNES VIERGES		
- Troisième partie : présentation orale		/6
- Quatrième partie : présentation écrite		/6
NOTE BRUTE TOTALE LIGNES VIERGES (Première partie + Deuxième partie)		/12
NOTE BRUTE TOTALE POSITIONNEMENT DE NOMBRES SUR UNE ECHELLE VERTICALE (Note brute totale Lignes marquées + Note brute totale Lignes vierges)		/24
8. COMPARAISON DE DEUX NOMBRES PRESENTES ORALEMENT		/16
9. ESTIMATION VISUELLE DE QUANTITES		/5
10. ESTIMATION QUALITATIVE DE QUANTITES EN CONTEXTE		/10
11. PROBLEMES ARITHMETIQUES PRESENTES ORALEMENT		/12
12. COMPARAISON DE DEUX NOMBRES ECRITS		/10
NOTE TOTALE (Additionner les notes des cases grisées de ce tableau)		/163
7. REPETITION DE CHIFFRES		
A l'endroit		/12
A rebours		/12
TOTAL REPETITION DE CHIFFRES		/24

1. DENOMBREMENT DE POINTS

PREMIÈRE PARTIE : Livret de stimuli, pages 1 à 3

"Sur cette feuille, il y a des points noirs. J'aimerais que tu les comptes. Quand tu as fini de les compter, dis-moi combien il y a de points".

- Si l'enfant utilise son doigt, indiquer X dans la colonne *Doigt*.
- Si l'enfant compte oralement, indiquer X dans la colonne *Comptage oral*.

Item	Stimulus	Temps (secondes)	Réponse	Doigt	Comptage oral	Noter ce que l'enfant fait et dit
1.1	13 points					
1.2	5 points					
1.3	15 points					

COTATION : 3 points pour 3 réponses correctes ; 2 points pour 2 réponses correctes ; 1 point pour 1 réponse correcte ; 0 point pour aucune réponse correcte ou absence de réponse.

Note brute Première partie (0 à 3) : _____

DEUXIÈME PARTIE : Livret de stimuli, pages 4 à 6 et Cahier de réponses, page 1

"Maintenant tu comptes les points noirs à voix haute, en les touchant avec ton doigt en même temps que tu comptes. Quand tu as fini de les compter, tu écris ici combien tu as trouvé".

Pour chaque item, observer si :

1. La séquence verbale des nombres est correcte (+) ou incorrecte (-).
2. La correspondance entre la séquence verbale et le pointage est correcte (+) ou incorrecte (-).
3. Chaque point a été compté une fois et une seule (+) ou si ce n'est pas le cas (-).
4. La réponse écrite est bien le nombre de points qu'il a trouvé (+) ou si ce n'est pas le cas (-).

Item	Stimulus	Réponse orale	1 Séquence verbale (+) / (-)	2 Correspondance (+) / (-)	3 Chaque point (+) / (-)	4 Réponse écrite (+) / (-)
1.4	10 points					
1.5	8 points					
1.6	18 points					

COTATION : 3 points pour 3 réponses correctes ; 2 points pour 2 réponses correctes ; 1 point pour 1 réponse correcte ; 0 point pour aucune réponse correcte ou absence de réponse.

Note brute Deuxième partie (0 à 3) : _____

NOTE BRUTE TOTALE DENOMBREMENT DE POINTS (0 à 6) : _____

Annexes

1. Dénombrement de points (1.4 à 1.6)

2. COMPTAGE ORAL A REBOURS

PREMIÈRE PARTIE : Compter de 23 à 1.

Item 2.1

"J'aimerais que tu comptes en arrière en commençant à 23 jusqu'à 1. Vas-y, commence : 23, 22...".

- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.

DEUXIÈME PARTIE : Compter de 67 à 54.

Item 2.2

"Maintenant, tu comptes en arrière en commençant à 67. Vas-y, commence" (pas d'initialisation). On arrête l'enfant à 54.

- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.

Item	Stimulus	Réponse (utiliser [...] pour noter les hésitations)	Note		
2.1	23 - 1		0	1	2
2.2	67 - 54		0	1	2

COTATION : 2 points si le comptage à rebours est correct ; 1 point si l'enfant fait une seule erreur ; 0 point s'il fait plus d'une erreur.

NOTE BRUTE (0 à 4) : _____

Observations

3. DICTEE DE NOMBRES

Cahier de réponses, page 2

"Je vais te dire des nombres et tu vas les écrire sur cette feuille. Par exemple, si je te dis "deux", tu l'écris ici (Montrer la première ligne et laisser l'enfant écrire 2). [Pour les enfants les plus jeunes, ajouter : " Si tu ne sais pas comment écrire le nombre que je te dis, parce que tu ne l'a pas encore appris à l'école, essaye quand même. Ecris ce que pourrait être ce nombre pour toi"]. Maintenant un autre, écoute bien... "

Si l'enfant commence à écrire un nombre en toutes lettres, l'arrêter immédiatement et dire : *"Oui, c'est bien, mais il faut écrire avec des chiffres, pas avec des lettres. Vas-y, recommence"*.

- Une répétition par item est possible, mais le nombre doit alors être répété dans sa totalité. Pour signaler une répétition, indiquer X dans la colonne R.
- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- **COTATION** : 2 points pour chaque réponse correcte ; 1 point pour chaque réponse correcte après répétition ; 0 point pour chaque réponse incorrecte ou non réponse.

Item	Stimulus	R	Réponse incorrecte	Note		
				0	1	2
3.1	14 quatorze			0	1	2
3.2	38 trente-huit			0	1	2
3.3	1200 mille deux cents			0	1	2
3.4	503 cinq cent trois			0	1	2
3.5	169 cent soixante-neuf			0	1	2
3.6	4658 quatre mille six cent cinquante-huit			0	1	2
3.7	756 sept cent cinquante-six			0	1	2
3.8	689 six cent quatre-vingt-neuf			0	1	2

NOTE BRUTE (0 à 16) : _____

Observations

3. Dictée de nombres (3.1 à 3.8)

Exemple :

3.1

3.2

3.3

3.4

3.5

3.6

3.7

3.8

4. CALCUL MENTAL ORAL

“Je vais te demander de faire des calculs dans ta tête. Tu me réponds comme tu penses que c’est juste”.

- Les items doivent être présentés dans l’ordre indiqué ci-dessous.
- L’enfant n’a rien à écrire.
- Une répétition par item est possible mais le problème doit alors être répété dans sa totalité. Dans ce cas, noter X dans la colonne R.
- Noter le temps nécessaire pour répondre dans la colonne Temps
- **COTATION** : 2 points si réponse correcte sans répétition ; 1 point si réponse correcte après une répétition ; 0 point si réponse incorrecte ou non réponse.

Additions

Item	Stimulus		R	Réponse	Temps	Note		
4.1	cinq plus huit	$5 + 8 = 13$				0	1	2
4.2	douze plus six	$12 + 6 = 18$				0	1	2
4.3	quatre plus treize	$4 + 13 = 17$				0	1	2
4.4	neuf plus sept	$9 + 7 = 16$				0	1	2
4.5	quinze plus douze	$15 + 12 = 27$				0	1	2
4.6	treize plus dix-neuf	$13 + 19 = 32$				0	1	2
4.7	quatorze plus huit	$14 + 8 = 22$				0	1	2
4.8	dix-sept plus vingt-cinq	$17 + 25 = 42$				0	1	2

Note brute Additions (0 à 16) : _____

Soustractions

Item	Stimulus		R	Réponse	Temps	Note		
4.9	dix-sept moins cinq	$17 - 5 = 12$				0	1	2
4.10	quatorze moins six	$14 - 6 = 8$				0	1	2
4.11	vingt-quatre moins dix-sept	$24 - 17 = 7$				0	1	2
4.12	dix-neuf moins six	$19 - 6 = 13$				0	1	2
4.13	quinze moins neuf	$15 - 9 = 6$				0	1	2
4.14	vingt-cinq moins douze	$25 - 12 = 13$				0	1	2
4.15	trente-deux moins dix-sept	$32 - 17 = 15$				0	1	2
4.16	dix-huit moins onze	$18 - 11 = 7$				0	1	2

Note brute Soustractions (0 à 16) : _____

Multiplications

Item	Stimulus		R	Réponse	Temps	Note		
4.17	trois fois deux	$3 \times 2 = 6$				0	1	2
4.18	quatre fois cinq	$4 \times 5 = 20$				0	1	2
4.19	trois fois quatre	$3 \times 4 = 12$				0	1	2
4.20	deux fois six	$2 \times 6 = 12$				0	1	2
4.21	cinq fois trois	$5 \times 3 = 15$				0	1	2
4.22	quatre fois quatre	$4 \times 4 = 16$				0	1	2

Note brute Multiplications (0 à 12) : _____

NOTE TOTALE CALCUL MENTAL ORAL (0 à 44) : _____

5. LECTURE DE NOMBRES

Livret de stimuli, pages 7 à 15

"Maintenant, je vais te montrer des nombres et j'aimerais que tu les lises à voix haute. Par exemple, ici (Livret de stimuli, page 7, montrer 2), qu'est-ce que tu lis ? [Pour les enfants les plus jeunes, ajouter : "Si tu ne connais pas le nombre que je te montre, parce que tu ne l'as pas encore appris à l'école, essaye quand même. Dis ce que pourrait être ce nombre pour toi"]. Oui, c'est bien, et maintenant ici ?". (Répéter avant de montrer chacun des nombres suivants, pages 8 à 15, une à une).

- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- **COTATION** : 2 points pour chaque réponse correcte ; 1 point pour une réponse initialement incorrecte mais corrigée spontanément ; 0 point pour chaque réponse incorrecte ou non réponse.

Item	Stimulus	Réponse (utiliser [...] pour indiquer les hésitations)	Note		
			0	1	2
5.1	15		0	1	2
5.2	57		0	1	2
5.3	1900		0	1	2
5.4	305		0	1	2
5.5	138		0	1	2
5.6	6485		0	1	2
5.7	687		0	1	2
5.8	969		0	1	2

NOTE BRUTE (0 à 16) : _____

Observations

6. POSITIONNEMENT DE NOMBRES SUR UNE ECHELLE VERTICALE

Lignes marquées

PREMIÈRE PARTIE : PRESENTATION ORALE (Livret de stimuli, pages 16 à 19)

"Sur cette feuille (Montrer p. 16 (6.0) du Livret du stimuli) il y a une ligne droite avec des petits traits. C'est ce qu'on appelle une échelle de nombres. Montre-moi, s'il te plaît, le trait tout en bas qui correspond à zéro. (Attendre la réponse de l'enfant). Maintenant montre-moi le trait tout en haut qui correspond à 100. (Attendre la réponse de l'enfant). Cette échelle de nombres va donc de 0 à 100. (Montrer). Le nombre que je vais te dire correspond à un des traits que tu vois entre 0 (Montrer) et 100 (Montrer). J'aimerais que tu me montres le trait qui correspond à 56. (Si la réponse est incorrecte, montrer le trait qui correspond à 56)".

Présenter les Items 6.1 à 6.3, l'un après l'autre et, à chaque fois, répéter la consigne suivante :

"Sur cette échelle de nombres, qui va de 0 à 100, j'aimerais que tu me montres le trait qui correspond au nombre (86, 48, 5)".

- **COTATION** : 2 points pour chaque réponse correcte ; 0 point pour chaque réponse incorrecte.

Item	Exemple				6.1				6.2				6.3			
Stimulus	56				86				48				5			
Réponse de l'enfant : trait n° (en partant de 0)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Note	Pas de Note				0	2			0	2			0	2		

Note brute Première partie (0 à 6) : _____

DEUXIÈME PARTIE : PRESENTATION ECRITE (Livret de stimuli, pages 20 à 22)

Présenter les Items 6.4 à 6.6, l'un après l'autre, et à chaque fois répéter la consigne suivante :

"Le nombre que tu vois ici (Montrer) correspond à un des traits entre 0 (Montrer) et 100 (Montrer). J'aimerais que tu me montres le trait qui correspond à ce nombre (Montrer 32 ou 93 ou 62)".

- Indiquer la réponse de l'enfant dans le tableau ci-dessous (la réponse correcte est grisée)
- **COTATION** : 2 points pour chaque réponse correcte ; 0 point pour chaque réponse incorrecte.

Item	6.4				6.5				6.6			
Stimulus	32				93				62			
Réponse de l'enfant : trait n° (en partant de 0)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Note	0	2			0	2			0	2		

Note brute Deuxième partie (0 à 6) : _____

NOTE BRUTE TOTALE LIGNES MARQUEES (0 à 12) : _____

Lignes vierges

TROISIÈME PARTIE : PRESENTATION ORALE (Cahier de réponses, page 3)

Présenter le Cahier de réponses page 3 qui contient les items 6.7 à 6.9.

"Ici, il y a une feuille avec trois échelles de nombres, qui vont de 0 à 100. Il n'y a pas de traits sur les lignes. J'aimerais que sur ces lignes tu marques avec ton crayon les positions des nombres que je vais te dire. Sur cette ligne (Montrer la ligne à gauche par rapport à l'enfant) marque la position qui correspond au nombre 53. (Laisser l'enfant marquer la position). Et ici (Montrer la ligne du milieu) la position qui correspond au nombre 27 (Laisser l'enfant marquer la position). Et ici (Montrer la ligne à droite par rapport à l'enfant) la position qui correspond au nombre 76 (Laisser l'enfant marquer la position)".

- **COTATION** : Utiliser la Grille de cotation *Lignes vierges*.

Item	6.7					6.8					6.9				
Stimulus	53					27					76				
Note	0	0.5	1	1.5	2	0	0.5	1	1.5	2	0	0.5	1	1.5	2

Note brute Troisième partie (0 à 6) _____

QUATRIÈME PARTIE : PRESENTATION ECRITE (Cahier de réponses, page 4)

Présenter le Cahier de réponses page 4 qui contient les items 6.10 à 6.12.

"Ici, il y a encore une feuille avec trois échelles de nombres, qui vont de 0 à 100. Il n'y a pas de traits sur les lignes. J'aimerais que sur ces lignes tu marques avec ton crayon les positions des nombres que tu vois ici (Montrer)".

- **COTATION** : Utiliser la Grille de cotation *Lignes vierges*.

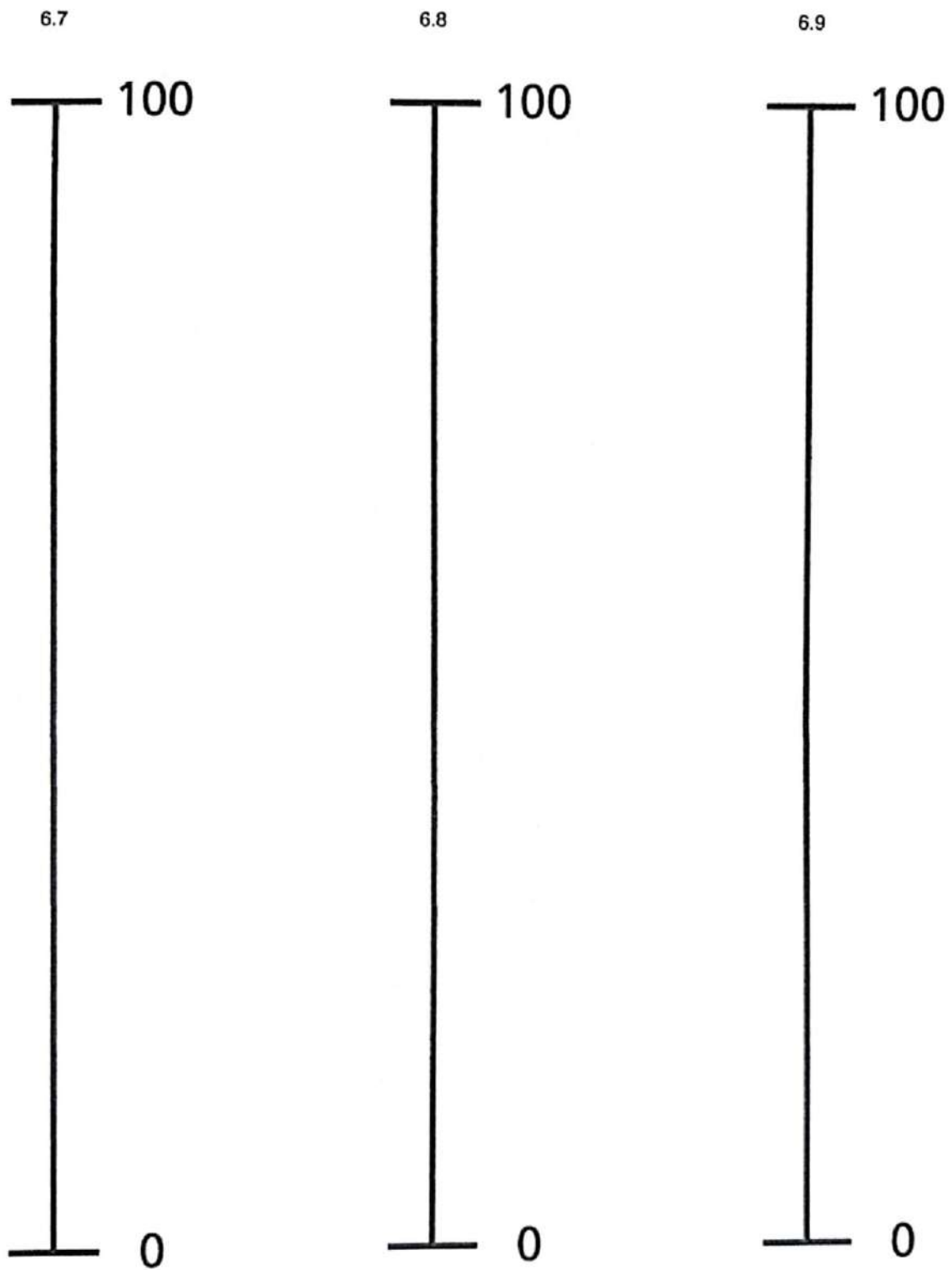
Item	6.10					6.11					6.12				
Stimulus	17					59					83				
Note	0	0.5	1	1.5	2	0	0.5	1	1.5	2	0	0.5	1	1.5	2

Note brute Quatrième partie (0 à 6) _____

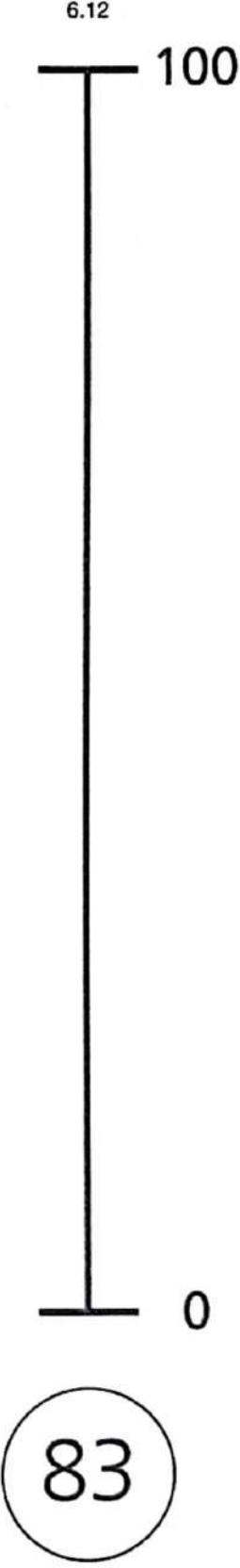
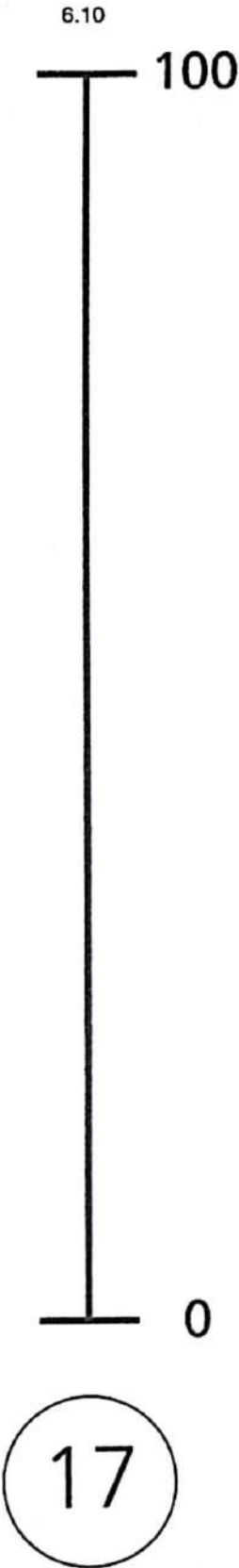
NOTE BRUTE TOTALE POSITIONNEMENT DE NOMBRES SUR UNE ECHELLE VERTICALE (0 à 24) : _____

Observations

6. Positionnement de nombres sur une échelle verticale 6.7 à 6.9



6. Positionnement de nombres sur une échelle verticale 6.10 à 6.12



7. REPETITION DE CHIFFRES

A L'ENDROIT

"Je vais te dire quelques nombres. J'aimerais que tu écoutes en faisant très attention et que tu les répètes tous dans l'ordre, quand je te fais signe. Voici un exemple : 2-3 ; maintenant répète ces nombres."

- Prononcer un nombre par seconde.
- Arrêt après échec aux trois essais d'un même item.
- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- **COTATION** : 1 point par essai correct ; 0 point si incorrect.

Item	Essais	Réponse	Note	
7.1	6 - 3 - 2		0	1
	4 - 1 - 7		0	1
	9 - 5 - 2		0	1
7.2	3 - 8 - 2 - 10		0	1
	7 - 4 - 5 - 8		0	1
	2 - 7 - 3 - 9		0	1
7.3	6 - 8 - 5 - 4 - 7		0	1
	6 - 9 - 2 - 3 - 8		0	1
	3 - 6 - 2 - 9 - 7		0	1
7.4	9 - 5 - 6 - 2 - 7 - 4		0	1
	4 - 10 - 8 - 9 - 3 - 2		0	1
	4 - 9 - 3 - 8 - 6 - 5		0	1

Note brute Répétition de chiffres à l'endroit (0 à 12) : _____

Observations

A REBOURS

"Je vais encore te dire quelques nombres. Cette fois je voudrais que tu les répètes à l'envers. Ecoute bien, voici un exemple : si je te dis 4-9, qu'est ce que tu dois dire ?. Si la réponse est correcte (9-4). Commencer l'épreuve ; sinon, dire : *"Non, la réponse correcte est 9-4. Tu dois répéter les nombres à l'envers. Voici un autre exemple : 2-7, qu'est-ce que tu dois dire?"* Si la réponse est encore incorrecte, donner la réponse correcte, répéter la consigne "à rebours" et commencer l'épreuve.

- Prononcer un nombre par seconde.
- Noter la réussite/échec après le premier et éventuellement le second exemple.
- Arrêt après échec aux trois essais d'un même item.
- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- COTATION : 1 point par essai correct ; 0 point si incorrect.

Item	Essais	Réponse	Note	
Ex.1	4 - 9		-	-
Ex.2	2 - 7		-	-
7.5	3 - 5		0	1
	8 - 2		0	1
	4 - 7		0	1
7.6	5 - 6 - 8		0	1
	7 - 4 - 9		0	1
	9 - 3 - 1		0	1
7.7	6 - 2 - 3 - 9		0	1
	3 - 7 - 4 - 2		0	1
	8 - 3 - 6 - 1		0	1
7.8	6 - 3 - 5 - 1 - 4		0	1
	5 - 2 - 9 - 3 - 7		0	1
	8 - 6 - 2 - 9 - 4		0	1

Note brute Répétition de chiffres à rebours (0 à 12) : _____

NOTE TOTALE RÉPÉTITION DE CHIFFRES (0 à 24) : _____

Observations

8. COMPARAISON DE DEUX NOMBRES PRESENTES ORALEMENT

“Je vais te dire deux nombres et tu dois trouver lequel est le plus grand. Chacune de mes mains tient un nombre. Par exemple, ici je te dis “1” (L’examineur montre sa main gauche en la fermant) et ici je te dis “100” (L’examineur montre sa main droite en la fermant). Le plus grand nombre des deux se trouve ici (Montrer la main droite fermée). Touche la main qui tient le nombre le plus grand. On commence ? A toi maintenant”. Pour les enfants les plus jeunes, ajouter : “s’il y a des nombres que tu ne connais pas, essaye quand même de deviner lequel est le plus grand”.

- Une répétition par item est possible mais les deux nombres doivent être répétés. Dans ce cas, noter X dans la colonne R.
- Entourer la réponse de l’enfant dans la colonne Réponse (la réponse correcte est grisée).
- Noter ce que l’enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- **COTATION** : 2 points pour chaque réponse correcte ; 1 point pour une réponse correcte après répétition ; 0 point pour une réponse incorrecte.

Item.	Stimulus		Réponse		R	Note		
	Main gauche	Main droite						
8.1	51 cinquante et un	49 quarante neuf	G	D		0	1	2
8.2	465 quatre cent soixante-cinq	546 cinq cent quarante-six	G	D		0	1	2
8.3	2009 deux mille neuf	2090 deux mille quatre-vingt-dix	G	D		0	1	2
8.4	108 cent huit	800 huit cents	G	D		0	1	2
8.5	612 six cent douze	389 trois cent quatre-vingt-neuf	G	D		0	1	2
8.6	34601 trente quatre mille six cent un	9678 neuf mille six cent soixante-dix-huit	G	D		0	1	2
8.7	46 quarante-six	64 soixante-quatre	G	D		0	1	2
8.8	1086 mille quatre-vingt-six	322 trois cent vingt-deux	G	D		0	1	2

NOTE BRUTE (0 à 16) : _____

Observations

9. ESTIMATION VISUELLE DE QUANTITES

Livret de stimuli (pages 23 à 26)

"Je vais te montrer des feuilles sur lesquelles il y a des points, des balles de tennis, des verres. J'aimerais que tu me dises combien, à peu près, il y a d'objets dessinés sur chaque feuille. Tu pourras regarder ces feuilles seulement un petit moment et tu n'auras pas le temps de compter les objets un à un. Tu es prêt ? Regarde bien et dis moi combien il y en a, à peu près."

- Noter ce que l'enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- **COTATION** : 1 point si la réponse de l'enfant est comprise dans l'intervalle indiqué pour chaque item ; 0 point si la réponse est en dehors de cet intervalle.

Pour chaque item, retirer le Livret de stimuli de la vue de l'enfant après le temps indiqué.

9.1 : Montrer le Livret de stimuli, item 9.1 (p. 23) pendant 2 secondes et dire :

"Combien y a-t-il de points?"

9.2 : Montrer le Livret de stimuli, item 9.2 (p. 24) pendant 2 secondes et dire :

"Combien y a-t-il de points?"

9.3 : Montrer le Livret de stimuli, item 9.3 (p. 25) pendant 5 secondes et dire :

"Combien y a-t-il de balles ?"

9.4 : Montrer le Livret de stimuli, item 9.4 (p. 26) pendant 5 secondes et dire :

"Combien y a-t-il de verres ?"

9.5 : Fermer le Livret de stimuli et poser la question :

"Y avait-il plus de balles ou plus de verres ?"

Item	Stimulus	Temps de présentation (secondes)	Réponse	Réponse correcte	Note	
9.1	9 points	2		entre 7 et 11 inclus	0	1
9.2	14 points	2		entre 11 et 19 inclus	0	1
9.3	Balles de tennis	5		entre 25 et 80 inclus	0	1
9.4	Verres	5		entre 35 et 125 inclus	0	1
9.5	Y avait-il plus de balles ou plus de verres ?			plus de verres	0	1

NOTE BRUTE (0 à 5) : _____

Observations

10. ESTIMATION QUALITATIVE DE QUANTITES EN CONTEXTE

Montrer la page 27 du Livret de stimuli

“Je vais te dire des quantités de différentes choses et tu me diras si c’est peu, moyen ou beaucoup. Par exemple, deux enfants qui jouent dans une cour de récréation, c’est peu (Insister) ; alors, tu montres le petit cercle, ici (Montrer). Si je dis : 50 enfants pour un anniversaire ça fait ... beaucoup (Insister) ; alors, tu montres le grand cercle, ici (Montrer). Si tu trouves que la quantité que je dis c’est normal ou moyen, alors tu montres le cercle moyen (Montrer). D’accord, tu es prêt ? Ecoute bien... (Enoncer l’item), est-ce que c’est peu, normal-moyen, ou beaucoup ? (A répéter à chaque item)”.

- Noter X dans la case correspondant à la réponse de l’enfant dans la colonne Réponse. La réponse correcte est grisée.
- Noter ce que l’enfant fait et dit dans le cadre Observations.
- COTATION : 1 point par réponse correcte ; 0 point dans tous les autres cas.

Item.	Stimulus	Réponse			Note	
		Peu	Moyen	Beaucoup	0	1
10.1	Deux nuages dans le ciel				0	1
10.2	Huit lampes dans une pièce				0	1
10.3	Deux enfants dans une famille				0	1
10.4	Dix feuilles sur un arbre				0	1
10.5	Quatre professeurs dans la même classe				0	1
10.6	Douze spectateurs à un match de football				0	1
10.7	Quinze mots dans un livre				0	1
10.8	Quarante-six enfants dans la même classe				0	1
10.9	Un ordinateur dans un bureau				0	1
10.10	Quatre réfrigérateurs dans une cuisine				0	1

NOTE BRUTE (0 à 10) : _____

Observations

11. PROBLEMES ARITHMETIQUES PRESENTES ORALEMENT

“Maintenant, je vais te dire quelques petits problèmes. Tu dois essayer de les résoudre comme tu penses. J’aimerais que tu réfléchisses à voix haute, car je suis très curieux(se) et de plus, comme j’aimerais bien savoir comment tu arrives à la solution, je te demanderai toujours comment tu as fait pour trouver la réponse. Tu verras, dans tous les problèmes, on trouve toujours Pierre et Anne qui jouent aux billes.

- Une répétition par problème est possible, mais l’énoncé doit alors être présenté dans sa totalité. Dans ce cas, inscrire X dans la colonne R.
- Indiquer le temps (en secondes) mis par l’enfant pour répondre dans la colonne Temps.
- **COTATION** : 2 points pour chaque réponse correcte (indiquée entre parenthèses après chaque énoncé de problème); 1 point pour chaque réponse correcte après répétition de l’énoncé ; 0 point pour une réponse incorrecte ou non réponse.

11.1. Pierre a 12 billes. Il donne 5 billes à sa copine Anne. Combien de billes a Pierre maintenant ? (7)

Noter tout ce que l’enfant dit et fait : _____

Item	Temps	Réponse	R	Note		
				0	1	2
11.1				0	1	2

11.2. Pierre avait plusieurs billes. Il en a donné 6 à Anne. Il ne lui en reste que 7. Combien en avait-il au départ ? (13)

Noter tout ce que l’enfant dit et fait : _____

Item	Temps	Réponse	R	Note		
				0	1	2
11.2				0	1	2

Annexes

11.3. Pierre a 16 billes. Il en a 4 de plus que Anne. Combien de billes a Anne ? (12)

Noter tout ce que l'enfant dit et fait : _____

Item	Temps	Réponse	R	Note		
11.3				0	1	2

11.4 Anne a 8 billes. Elle donne quelques billes à Pierre. Maintenant Anne a 3 billes. Combien de billes Anne a donné à Pierre ? (5)

Noter tout ce que l'enfant dit et fait : _____

Item	Temps	Réponse	R	Note		
11.4				0	1	2

11.5. Pierre a 4 billes. Anne a 9 billes. Combien de billes de plus que Pierre a Anne ? (5)

Noter tout ce que l'enfant dit et fait : _____

Item	Temps	Réponse	R	Note		
11.5				0	1	2

11.6. Anne a 5 billes. Pierre a 3 billes de moins que Anne. Combien de billes a Pierre ? (2)

Noter tout ce que l'enfant dit et fait : _____

Item	Temps	Réponse	R	Note		
11.6				0	1	2

NOTE BRUTE TOTALE : _____

12. COMPARAISON DE DEUX NOMBRES ECRITS

Utiliser le Cahier de réponses, page 5

“Sur cette feuille il y a 10 lignes et, sur chacune, j’ai écrit deux nombres (Montrer). J’aimerais que tu les compares et que tu entoures celui qui est le plus grand des deux. Tu vois ici (Exemple en haut de la page) tu entourerais... celui-ci (Entourer 100). Alors à toi maintenant”. Pour les plus jeunes, ajouter : “S’il y a des nombres que tu ne connais pas, essaye quand-même de deviner lequel est le plus grand”.

- Noter ce que l’enfant fait et dit dans le cadre *Observations*.
- La réponse correcte est grisée.
- **COTATION** : 1 point pour une réponse correcte ; 0 point pour une réponse incorrecte.

Item	Stimulus		Réponse	Note	
12.1	13	31		0	1
12.2	79	81		0	1
12.3	1007	1070		0	1
12.4	511	298		0	1
12.5	654	546		0	1
12.6	9768	35201		0	1
12.7	96	69		0	1
12.8	201	102		0	1
12.9	347	947		0	1
12.10	1238	11238		0	1

NOTE BRUTE (0 à 10) : _____

Observations

Annexes

12. Comparaison de deux nombres écrits

Exemple : 100 1

13 31

79 81

1007 1070

511 298

654 546

9768 35201

96 69

201 102

347 947

1238 11238

La dyspraxie visuo-spatiale et l'apprentissage du calcul chez les enfants paralysés cérébraux.

MAHFOUD Yasmine & NEMIR Randa

RESUME

La paralysie cérébrale est une lésion cérébrale qui génère des troubles de la régulation du mouvement et de la posture, souvent accompagnés de troubles cognitifs, tels que la dyspraxie visuo-spatiale, et celle-ci a d'importantes répercussions sur les apprentissages scolaires de l'enfant paralysé cérébral, notamment sur l'apprentissage du calcul.

Cette étude descriptive a été réalisée auprès de deux cas paralysés cérébraux, dans le but d'évaluer leurs performances à des épreuves visuo-spatiales, et mathématiques, en se référant à un guide d'entretien ainsi qu'à des tests standardisés, à travers lesquels nous avons pu évaluer l'ensemble des fonctions praxiques, visuo-spatiales et numériques. Les résultats obtenus attestent que les enfants paralysés cérébraux, souffrent d'une dyspraxie visuo-spatiale, altérant leurs apprentissages dans le calcul, touchant particulièrement les activités exigeant des capacités visuo-spatiales et praxiques.

MOTS CLES : Paralysie cérébrale- Dyspraxie visuo-spatiale- Apprentissage du calcul.

ABSTRACT

Cerebral palsy is a brain lesion that generates disorders in the regulation of movement and posture, often accompanied by cognitive disorders such as visuospatial dyspraxia, and this has important implications on the academic learning of the child with cerebral palsy, especially on learning arithmetic.

This descriptive study was carried out on two cerebral paralyzed cases, aiming at assessing their performance in visual-spatial and mathematical tests, by referring to an interview guide as well as to standardized tests, through which we were able to evaluate all the praxic, visuospatial and numerical functions. The results obtained attest that children with cerebral palsy suffer from visuospatial dyspraxia, altering their learning in arithmetic, particularly affecting activities requiring visuospatial and praxic capacities.

KEYWORDS: Cerebral palsy- Visuospatial dyspraxia- Learning arithmetic.