



Université Lille 2
Droit et Santé



Institut d'Orthophonie
Gabriel DECROIX

MEMOIRE

En vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophonie
présenté par :

Camille DANIEL
Geneviève PANOT

soutenu publiquement en juin 2013 :

Elaboration d'un protocole remédiateur visant à entraîner la structure logique élémentaire de sériation.

Utilisation auprès de quelques enfants en difficulté avec cette structure de pensée.

MEMOIRE dirigé par :

Sophie LECROQ, orthophoniste à Tourcoing

Elisabeth MARTIN, orthophoniste au CAMSP de Fouquières-lès-Bethune

Lille – 2013

Remerciements

Nous tenons, tout d'abord, à remercier Mme Sophie Lecroq et Mlle Elisabeth Martin pour avoir accepté de diriger notre mémoire, ainsi que pour l'aide et le soutien qu'elles nous ont apportés tout au long de notre travail.

Nous remercions aussi nos petits patients, ainsi que leurs familles, pour leur aide précieuse et leur engagement.

Nous tenons également à remercier nos maîtres de stage qui nous ont accompagnées lors de la rédaction de ce mémoire et qui nous ont beaucoup transmis.

Enfin, merci à nos familles et amis qui nous ont soutenues durant ces 4 années et sans qui la réalisation de ce mémoire aurait été impossible.

Pour finir, un grand merci aux orthophonistes des enfants suivis sans lesquelles ce mémoire n'aurait été possible.

Résumé :

Aujourd'hui, la rééducation logico-mathématique occupe une place grandissante dans la pratique orthophonique. Le raisonnement logico-mathématique est un domaine vaste de remédiation. De ce fait, ce mémoire s'est intéressé uniquement à la structure de pensée qu'est la sériation, compétence logique indispensable à la construction du nombre.

Ainsi, l'objectif de notre mémoire était d'élaborer un protocole remédiateur visant à entraîner cette structure logique élémentaire. Nous souhaitons avant tout proposer un matériel ludique, qui entraîne un domaine souvent peu apprécié des enfants, sans qu'ils en aient l'impression. Nous avons tenu aussi à réaliser un protocole permettant la création du matériel avec et par l'enfant. Notre travail s'est essentiellement basé sur les connaissances théoriques de J. Piaget et les expériences cliniques de F. Jaulin-Mannoni.

A travers notre protocole, nous avons souhaité aborder la sériation dans sa modalité kinesthésique. Afin de juger de la pertinence de notre protocole, nous l'avons proposé à 5 enfants âgés de 8 ans 1 mois à 10 ans 6 mois, présentant des difficultés dans les tâches de sériation. Grâce à la passation d'un pré-test et d'un post-test, nous avons pu apprécier l'évolution des compétences des enfants.

Les séances proposées aux enfants nous ont permis de tirer certaines constatations et ont enrichi notre expérience clinique dans le domaine logico-mathématique. Des progrès dans la structure de sériation ont été notés chez tous les enfants suivis, particulièrement dans les épreuves visuelles.

Mots-clés :

développement de l'enfant – mathématiques – rééducation – enfant (0-12 ans) – sériation

Abstract :

Today, logical-mathematic rehabilitation occupies a growing place in the speech therapy practice. The logico-mathematic reasoning is a vast area of remedying speech defects. Therefore, this thesis is concerned only in the structure of thought that is seriation, logical skills necessary to build the number.

Thus, the objective of this thesis was to develop a remedial protocol on which to base this logical structure. Which is often an area unappreciated by the children, so we wanted above all, offer them a playful material without them having the feeling. This protocol was developed to create hardware, for use for and by children. Our work is mainly based on the knowledge of J. Piaget and clinical experiences of F. Jaulin-Mannoni.

Throughout our protocol, we wished to study seriation in his kinesthetic modality. To assess the relevance of our protocol, we trialled it with 5 children aged 8 years 1 month to 10 years 6 months, presenting difficulties in the task of seriation. We were able to appreciate the evolution of children's competencies, thanks to a pre-test and a post-test given to these children.

The sessions offered to those children helped us make certain findings and enriched our clinical experience in logical-mathematics. Progress in the structure of seriation were noted in all the children followed, particularly in the visual tests.

Keywords:

development of the child – mathematics – rehabilitation – child (0-12 years old) – seriation

Table des matières

| | |
|---|----------|
| Introduction | 1 |
| Partie théorique | 4 |
| 1. Définition..... | 5 |
| 1.1. Une opération logique élémentaire..... | 5 |
| 1.2. Caractéristiques..... | 6 |
| 1.2.1. L'anti-réflexivité..... | 6 |
| 1.2.2. L'anti-symétrie..... | 6 |
| 1.2.3. La transitivité..... | 6 |
| 1.3. Types de sériation..... | 7 |
| 1.3.1. Typologie selon F. Jaulin-Mannoni..... | 7 |
| 1.3.2. Typologie selon J. Piaget..... | 8 |
| 1.4. Intérêt de la sériation dans les apprentissages et la vie quotidienne..... | 8 |
| 1.4.1.1. Intérêt pour l'acquisition du nombre..... | 8 |
| 1.4.1.2. Domaines dans lesquels intervient la sériation..... | 9 |
| 1.4.1.2.1. Dans les apprentissages logico-mathématiques et la vie quotidienne de l'enfant..... | 9 |
| 1.4.1.2.2. Dans la vie quotidienne de l'adulte..... | 10 |
| 2. Développement de la sériation chez l'enfant..... | 11 |
| 2.1. Les stades de l'intelligence..... | 11 |
| 2.1.1. Le stade sensori-moteur (0 – 2 ans)..... | 11 |
| 2.1.2. Le stade pré-opérateur (2 – 7 ans)..... | 12 |
| 2.1.2.1. Le stade de la pensée symbolique et pré-conceptuelle..... | 12 |
| 2.1.2.2. Le stade de la pensée intuitive..... | 12 |
| 2.1.3. Le stade des opérations concrètes (7 – 11 ans)..... | 13 |
| 2.1.4. Le stade des opérations formelles (11 – 16 ans)..... | 13 |
| 2.2. Développement de la sériation au stade sensori-moteur..... | 14 |
| 2.3. Développement de la sériation aux stades pré-opérateur et opérateur..... | 16 |
| 2.3.1. Développement de la sériation effective..... | 16 |
| 2.3.2. Développement de l'anticipation dans la structure de sériation..... | 17 |
| 2.3.3. Développement de la correspondance sériale..... | 18 |
| 2.4. Facteurs intervenants dans le développement de la sériation..... | 20 |
| 2.4.1. Les schèmes sensori-moteurs..... | 20 |
| 2.4.2. Le langage..... | 20 |
| 2.4.3. Les facteurs perceptifs..... | 21 |
| 2.4.4. La maturation biologique..... | 22 |
| 3. Dysfonctionnements de la sériation..... | 23 |
| 3.1. Généralités sur les troubles logico-mathématiques et les troubles de la sériation..... | 23 |
| 3.2. Types de difficultés observées..... | 24 |
| 3.2.1. Difficultés pouvant être rencontrées à chaque stade de la sériation .. | 24 |
| 3.2.2. Difficultés pouvant être rencontrées dans les différents champs de la sériation..... | 24 |
| 3.2.2.1. Les sériations de type emboîtements, encastements..... | 25 |
| 3.2.2.2. Les sériations spatiales..... | 25 |
| 3.2.2.3. Les sériations relatives à des différences de grandeurs..... | 28 |
| 3.2.2.4. Les sériations temporelles..... | 28 |
| 3.2.3. Difficultés dans la correspondance sériale | 28 |
| 3.3. Origines des troubles de la sériation..... | 29 |
| 3.3.1. Difficultés liées à la mise en place des schèmes sensori-moteurs..... | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.2. Difficultés liées la compréhension des concepts..... | 30 |
| 3.3.3. Difficultés liées à un problème d'appréhension du temps..... | 31 |
| 3.3.4. Difficultés liées à la structuration du langage..... | 31 |
| 3.3.5. Difficultés liées à la structuration de l'espace..... | 31 |
| 3.4. Troubles logico-mathématiques dans des tableaux cliniques spécifiques... | 32 |
| 3.4.1. Troubles logico-mathématiques et dyscalculies..... | 32 |
| 3.4.2. Troubles logico-mathématiques et dyspraxie..... | 32 |
| 3.4.3. Troubles logico-mathématiques et syndromes génétiques..... | 33 |
| 3.4.4. Troubles logico-mathématiques et déficience intellectuelle..... | 34 |
| 4. Rééducation des troubles de la sériation..... | 35 |
| 4.1. Domaines de remédiation de la sériation..... | 35 |
| 4.2. Protocole de remédiation..... | 36 |
| 4.3. Méthodes et techniques..... | 37 |
| 4.3.1. Moyens utilisés pour entraîner la structure de sériation..... | 37 |
| 4.3.2. Techniques facilitant la compréhension de certains concepts..... | 38 |
| Partie pratique..... | 40 |
| 1. Problématique et hypothèses..... | 41 |
| 1.1. Problématique..... | 41 |
| 1.2. Hypothèse..... | 42 |
| 2. Présentation du protocole..... | 43 |
| 2.1. Démarche d'élaboration..... | 43 |
| 2.2. Protocole expérimental..... | 44 |
| 2.2.1. Supports théoriques et principes respectés..... | 44 |
| 2.2.1.1. Le ludisme..... | 44 |
| 2.2.1.2. La construction avec l'enfant..... | 45 |
| 2.2.1.3. La manipulation..... | 45 |
| 2.2.1.4. Le questionnement..... | 46 |
| 2.2.2. Présentation du protocole expérimental..... | 47 |
| 2.2.2.1. Matériel..... | 47 |
| 2.2.2.2. Histoire..... | 47 |
| 2.2.2.3. Activités..... | 50 |
| 2.2.2.3.1. <i>Activité 1 : Rencontre avec les habitants de l'île.....</i> | <i>50</i> |
| 2.2.2.3.2. <i>Activité 2 : Construction des maisons des habitants.....</i> | <i>51</i> |
| 2.2.2.3.3. <i>Activité 3 : Arrivée des habitants dans leur nouvelle maison.....</i> | <i>52</i> |
| 2.2.2.3.4. <i>Activité 4 : Personnalisation des maisons, distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci, invitations à manger....</i> | <i>52</i> |
| 2.2.2.3.5. <i>Activité 5 : Décryptage d'un code et résolution des énigmes.....</i> | <i>54</i> |
| 2.2.2.3.6. <i>Activité 6 : Mise en ligne des joueurs pour l'hymne national.....</i> | <i>60</i> |
| 2.2.2.3.7. <i>Activité 7 : Arrivée et intercalation de nouveaux joueurs.....</i> | <i>60</i> |
| 2.2.2.3.8. <i>Activité 8 : Réalisation d'une photo d'équipe.....</i> | <i>60</i> |
| 2.3. Evaluation..... | 61 |
| 2.3.1. Ligne de base..... | 61 |
| 2.3.1.1. Pré-test..... | 61 |
| 2.3.1.2. Post-test..... | 62 |
| 2.3.2. Grille d'observation..... | 62 |
| 2.3.2.1. <i>Activité 1 : Rencontre avec les habitants de l'île.....</i> | <i>62</i> |
| 2.3.2.2. <i>Activité 2 : Construction des maisons des habitants.....</i> | <i>63</i> |
| 2.3.2.3. <i>Activité 3 : Arrivée des habitants dans leur nouvelle maison.....</i> | <i>64</i> |
| 2.3.2.3.1. <i>Sériation visuelle des maisons.....</i> | <i>64</i> |
| 2.3.2.3.2. <i>Correspondance sériale visuelle.....</i> | <i>65</i> |
| 2.3.2.4. <i>Activité 4 : Personnalisation des maisons, distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci, invitations à manger.....</i> | <i>66</i> |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.2.4.1. <i>Distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci</i> | 66 |
| 2.3.2.4.2. <i>Invitations à manger</i> | 67 |
| 2.3.2.5. <i>Activité 5 : Décryptage d'un code et résolution des énigmes</i> | 68 |
| 2.3.2.6. <i>Activité 6 : Mise en ligne des joueurs pour l'hymne national</i> | 69 |
| 2.3.2.7. <i>Activité 7 : Arrivée et intercalation de nouveaux joueurs</i> | 70 |
| 2.3.2.8. <i>Activité 8 : Réalisation d'une photo d'équipe</i> | 71 |
| 3. <i>Population</i> | 72 |
| 3.1. <i>Critères de sélection</i> | 72 |
| 3.1.1. <i>Critères d'inclusion</i> | 72 |
| 3.1.2. <i>Critères d'exclusion</i> | 72 |
| 3.2. <i>Lieux de prospection</i> | 73 |
| 3.3. <i>Présentation des enfants</i> | 73 |
| 3.3.1. <i>Léa</i> | 73 |
| 3.3.2. <i>Thelma</i> | 74 |
| 3.3.3. <i>Camille</i> | 74 |
| 3.3.4. <i>Calixte</i> | 75 |
| 3.3.5. <i>Eva</i> | 75 |
| 3.4. <i>Modalités des séances</i> | 75 |
| Résultats | 77 |
| 1. <i>Léa</i> | 78 |
| 1.1. <i>Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)</i> | 78 |
| 1.2. <i>Résultats du pré-test</i> | 78 |
| 1.2.1. <i>Sérialisation des bâtons de J. Piaget</i> | 78 |
| 1.2.2. <i>Sérialisation tactile des boules</i> | 78 |
| 1.2.3. <i>Sérialisation visuelle des disques de couleurs</i> | 79 |
| 1.3. <i>Séances</i> | 80 |
| 1.3.1. <i>Tableau de synthèse des différentes séances</i> | 80 |
| 1.3.2. <i>Comportement de Léa lors des séances</i> | 84 |
| 1.4. <i>Résultats du post-test</i> | 84 |
| 1.4.1. <i>Sérialisation des bâtons de J. Piaget</i> | 84 |
| 1.4.2. <i>Sérialisation tactile des boules</i> | 85 |
| 1.4.3. <i>Sérialisation visuelle des disques de couleurs</i> | 85 |
| 1.5. <i>Comparaison pré- et post-test</i> | 86 |
| 2. <i>Thelma</i> | 86 |
| 2.1. <i>Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)</i> | 86 |
| 2.2. <i>Résultats du pré-test</i> | 87 |
| 2.2.1. <i>Sérialisation des bâtons de J. Piaget</i> | 87 |
| 2.2.2. <i>Sérialisation tactile des boules</i> | 87 |
| 2.2.3. <i>Sérialisation visuelle des disques de couleurs</i> | 88 |
| 2.3. <i>Séances</i> | 89 |
| 2.3.1. <i>Tableau de synthèse des différentes séances</i> | 89 |
| 2.3.2. <i>Comportement de Thelma lors des séances</i> | 92 |
| 2.4. <i>Résultats du post-test</i> | 93 |
| 2.4.1. <i>Sérialisation des bâtons de J. Piaget</i> | 93 |
| 2.4.2. <i>Sérialisation tactile des boules</i> | 93 |
| 2.4.3. <i>Sérialisation visuelle des disques de couleurs</i> | 94 |
| 2.5. <i>Comparaison pré- et post-test</i> | 94 |
| 3. <i>Camille</i> | 95 |
| 3.1. <i>Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)</i> | 95 |
| 3.2. <i>Résultats du pré-test</i> | 95 |
| 3.2.1. <i>Sérialisation des bâtons de J. Piaget</i> | 95 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.2.Sériation tactile de boules..... | 96 |
| 3.2.3.Sériation visuelle des disques de couleurs..... | 96 |
| 3.3.Séances..... | 97 |
| 3.3.1.Tableau de synthèse des différentes séances..... | 97 |
| 3.3.2.Comportement de Camille lors des séances..... | 99 |
| 3.4.Résultats du post-test..... | 99 |
| 3.4.1.Sériation des bâtons de J. Piaget..... | 99 |
| 3.4.2.Sériation tactile des boules..... | 100 |
| 3.4.3.Sériation visuelle des disques de couleurs..... | 100 |
| 3.5.Comparaison pré- et post-test..... | 101 |
| 4.Calixte..... | 102 |
| 4.1.Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)..... | 102 |
| 4.2.Résultats du pré-test..... | 102 |
| 4.2.1.Sériation des bâtons de J. Piaget..... | 102 |
| 4.2.2.Sériation tactile des boules..... | 102 |
| 4.2.3.Sériation visuelle des disques de couleurs..... | 103 |
| 4.3.Séances..... | 103 |
| 4.3.1.Tableau de synthèse des différentes séances..... | 103 |
| 4.3.2.Comportement de Calixte lors des séances..... | 105 |
| 4.4.Résultats du post-test..... | 106 |
| 4.4.1.Sériation des bâtons de J. Piaget..... | 106 |
| 4.4.2.Sériation tactile des boules..... | 106 |
| 4.4.3.Sériation visuelle des disques de couleurs..... | 107 |
| 4.5.Comparaison pré- et post-test..... | 107 |
| 5.Eva..... | 108 |
| 5.1.Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)..... | 108 |
| 5.2.Résultats du pré-test..... | 108 |
| 5.2.1.Sériation des bâtons de J. Piaget..... | 108 |
| 5.2.2.Sériation tactile des boules..... | 109 |
| 5.2.3.Sériation visuelle des disques de couleurs..... | 109 |
| 5.3.Séances..... | 110 |
| 5.3.1.Tableau de synthèse des différentes séances..... | 110 |
| 5.3.2.Comportement de Eva lors des séances..... | 112 |
| 5.4.Résultats du post-test..... | 112 |
| 5.4.1.Sériation des bâtons de J. Piaget..... | 112 |
| 5.4.2.Sériation tactile des boules..... | 112 |
| 5.4.3.Sériation visuelle des disques de couleurs..... | 113 |
| 5.5.Comparaison pré- et post-test..... | 113 |
| Discussion..... | 115 |
| 1.Discussion autour de nos résultats..... | 116 |
| 2.Validation ou infirmation de l'hypothèse..... | 118 |
| 3.Discussion autour du protocole expérimental élaboré..... | 119 |
| 3.1.Avantages et limites d'un tel protocole..... | 119 |
| 3.2.Difficultés soulevées dans le contenu du protocole..... | 121 |
| 4.Discussion autour de l'expérimentation..... | 124 |
| 4.1.Difficultés liées à la sélection de notre population..... | 124 |
| 4.2.Difficultés dans la mise en place des séances..... | 125 |
| 4.3.Problèmes relatifs à l'outil d'évaluation..... | 125 |
| 4.4.Points forts et limites de la grille d'observation..... | 126 |
| 4.4.1.Points forts de la grille d'observation..... | 126 |
| 4.4.2.Limites de la grille d'observation..... | 126 |
| 4.5.Modifications apportées à la grille d'observation et adaptations mises en | |

| | |
|--|------------|
| place..... | 127 |
| 5.Apports personnels..... | 128 |
| Conclusion..... | 130 |
| Bibliographie..... | 132 |
| Liste des annexes..... | 135 |
| Annexe n°1 : Protocole..... | 136 |
| Annexe n°2 : Pré-test de Léa : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE..... | 136 |
| Annexe n°3 : Grille d'observation des séances de Léa..... | 136 |
| Annexe n°4 : Pré-test de Thelma : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE..... | 136 |
| Annexe n°5 : Grille d'observation des séances de Thelma..... | 136 |
| Annexe n°6 : Pré-test de Camille : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE..... | 136 |
| Annexe n°7 : Grille d'observation des séances de Camille..... | 136 |
| Annexe n°8 : Pré-test de Calixte : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE..... | 136 |
| Annexe n°9 : Grille d'observation des séances de Calixte..... | 136 |
| Annexe n°10 : Pré-test de Eva : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE..... | 136 |
| Annexe n°11 : Grille d'observation des séances de Eva..... | 136 |

Introduction

*"Les maths, si c'était un animal, ce serait un lion,
parce que les lions, c'est pas chouette et les maths aussi c'est pas chouette.*

*Les maths, si c'était un métier, ce serait dentiste,
parce que les dentistes, ça chipote partout et aussi pour les maths il faut chipoter.*

[...]

*Les maths, si c'était une couleur, ce serait le noir,
parce que le noir, ça fait peur et les maths aussi, ça fait peur.*

[...]

*Les maths, si c'était un objet, ce serait une fourchette,
parce qu'une fourchette, ça a des dents et moi j'ai envie de manger les maths avec
mes dents."*

(C. Van Nieuwenhoven, S. De Vriendt, 2010, p.29)

Très précocement, certains enfants considèrent les mathématiques comme une "bête noire". Le portrait chinois de Zoé en classe de CM2 (ci-dessus) illustre bien cette image négative qu'ont beaucoup d'enfants vis-à-vis des mathématiques. Certains enfants n'investissent donc pas les logico-mathématiques par goût. D'autres enfants développent un rapport négatif à cette matière car ils ont des difficultés dans ce type d'apprentissage.

De ce fait, aujourd'hui, de plus en plus de demandes de rééducation des compétences logico-mathématiques se font auprès des orthophonistes. Ces prises en charge font partie de leur champ de compétences, au même titre que celles des troubles du langage oral ou du langage écrit. Dans la nomenclature des actes orthophoniques, celle-ci se définit en tant que "rééducation des troubles du calcul et du raisonnement logico-mathématique".

Ces difficultés peuvent toucher des aspects différents (classification, sériation, espace, ...). De plus, les troubles logico-mathématiques peuvent se manifester chez des sujets très divers. Des personnes très différentes peuvent présenter un même retard de l'acquisition des structures logiques. De même, des difficultés très hétérogènes peuvent être observées chez des sujets aux profils semblables. Les troubles du développement des activités logiques sont donc très variés.

Du fait de cette diversité, nous avons décidé de cibler notre travail sur une structure fondamentale dans l'élaboration du concept de nombre : la sériation.

Ce mémoire tentera donc, dans un premier temps, de proposer un aperçu de ce qu'est la sériation et de la façon dont elle s'acquiert, mais il cherchera aussi à montrer comment celle-ci peut dysfonctionner.

La sériation a fait l'objet de nombreuses études sur le plan théorique, et plus particulièrement de la part de J. Piaget. Toutefois, des réflexions sur ses aspects pratique et rééducatif ont aussi été menées et cela, essentiellement, par F. Jaulin-Mannoni et, M. Bacquet et B. Guéritte-Hess. Notre mémoire s'appuiera donc fortement sur leurs travaux.

La majorité des écrits traitant de la sériation l'aborde exclusivement dans sa modalité visuelle. De ce constat, est née notre hypothèse : l'entraînement de la sériation ne pourrait-il se faire par voie kinesthésique ?

Partant de cette hypothèse, nous présenterons, dans un deuxième temps, notre matériel : un protocole remédial. Ce protocole se veut avant tout ludique, afin de faire travailler les enfants sur une notion fondamentale à la compréhension de certains concepts mathématiques, sans qu'ils ne s'en rendent compte et surtout sans employer le terme "mathématiques" qui peut rebuter les enfants. De ce fait, nous décrirons, d'abord, la démarche d'élaboration du protocole. Puis, nous exposerons les résultats des séances, résultats analysés selon une grille d'observation qui suit la progression des activités proposées. En effet, il nous a semblé primordial de tester notre protocole auprès d'enfants en difficulté dans les tâches de sériation.

Pour finir, nous présenterons une discussion autour de nos observations, de nos résultats, ainsi que de notre protocole et de notre grille d'observation.

Partie théorique

1. Définition

1.1. Une opération logique élémentaire

Qui dit "sériation", dit "logico-mathématiques".

La sériation est une relation d'ordre, qui fait partie, avec la classification, des opérations logiques élémentaires. Il s'agit d'une opération qui consiste à ranger des éléments selon leurs différences ordonnées. Cette opération n'a donc de sens que dans la mesure où elle considère au minimum 2 éléments.

Ce minimum de 2 éléments qualifie aussi la sériation en tant que relation. Il y a relation quand 2 points de vue au moins sont en jeu. Il existe toutes sortes de relations dans la vie courante, y compris dans le langage.

Exemple :

La phrase "Jean mange la pomme" exprime une relation. Il est alors possible d'exprimer immédiatement la relation inverse : "La pomme est mangée par Jean". Certaines phrases expriment des relations sans que le verbe change : "Jean est le cousin de Paul" – "Paul est le cousin de Jean". (S. Baruk, 2003)

La sériation est, ainsi, un type de relation particulier. Une relation entraîne des comparaisons qui vont permettre les rangements.

Les relations de sériation sous-tendent, de ce fait, la construction de l'aspect ordinal du nombre. L'aspect ordinal du nombre permet donc davantage de se repérer dans la chaîne numérique que de compter une quantité. D'après S. Baruk, un enfant "n'est d'abord sujet de la langue des nombres que dans une signification de repérage" (âge, numéro d'un bus, ...). (1997, p.38)

De plus, selon X. Seron et M. Pesenti (2000), les structures logico-mathématiques, dont fait partie la sériation, sont à la base du développement des capacités arithmétiques (acquisition de l'addition et de la soustraction, ...).

Cette structure de sériation est le produit d'une construction mentale, abstraite, qui s'appréhende au travers d'actions concrètes.

1.2. Caractéristiques

Une relation d'ordre se caractérise par 3 notions :

1.2.1. L'anti-réflexivité

Une relation est réflexive lorsque, quand elle s'applique à un ensemble donné, tout élément de cet ensemble est en relation avec lui-même. Ainsi, la relation étudiée s'applique dans les 2 sens.

Exemple : Soit la relation "est de la même couleur que",

Dans un ensemble d'objets rouges, chaque élément est en relation avec lui-même car il est de la couleur rouge. (F. Jaulin-Mannoni, 1974)

La sériation est toutefois, anti-réflexive car elle se définit par un ordre strict (un élément donné occupera une place précise, et une seule, dans la série et ne sera en relation qu'avec les autres éléments).

Exemple : Soit la relation "est plus grand que",

Un élément ne peut pas être en relation avec lui-même car il ne peut pas être plus grand que lui-même.

S. Baruk (2003) compare cet ordre strict, qu'impose la sériation, à l'ordre alphabétique, qui permet d'ordonner les mots dans un dictionnaire.

1.2.2. L'anti-symétrie

Une relation est anti-symétrique à condition que, dans un ensemble donné, et quels que soient les éléments a et b , si a est en relation avec b , alors b ne peut pas être dans la même relation avec a .

Exemple : Soit la relation "est plus lourd que",

Si b est plus lourd que a , alors il est impossible que a soit plus lourd que b .

1.2.3. La transitivité

Une relation est transitive si, dans un ensemble donné, et quels que soient a , b , et c , la relation existant entre a et b et entre b et c , existe aussi entre a et c .

Exemple : Soit la relation "est plus haut que",

Si a est plus haut que b et que b est plus haut que c , alors a est plus haut que c .

La structure d'ordre qu'est la sériation est donc anti-réflexive, anti-symétrique et transitive.

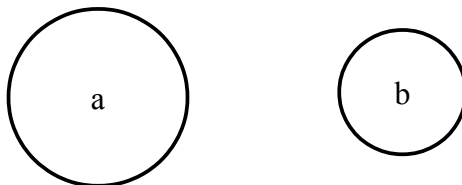
1.3. Types de sériation

Il est important de noter que la sériation peut s'appuyer sur des éléments perceptifs (les éléments à sérier sont perçus visuellement par l'enfant) ou sur des sensations kinesthésiques (les éléments ne peuvent être appréhendés que par le toucher car dissimulés par un cache).

De même, la sériation peut être appréhendée du point de vue purement langagier. C'est le cas par exemple, lorsqu'il est demandé à l'enfant de réaliser une figure d'après consignes.

Exemple : (F. Jaulin-Mannoni, 1974)

Soit la figure suivante :



Il peut être demandé à l'enfant de dessiner un rond plus petit/grand que a. L'enfant peut aussi être amené à effectuer un rond plus petit que a et plus grand que b. Cela va permettre de travailler la coordination de 2 relations.

Toutefois, une sériation qui s'appuie uniquement sur le langage suppose la référence à une réalité connue et partagée de tous les interlocuteurs.

1.3.1. Typologie selon F. Jaulin-Mannoni

Celle-ci a défini 4 types de sériation :

- les sériations de type emboîtements, encastremements

Il s'agit des séries de type gigogne, des gobelets, cercles concentriques, ...

- les sériations spatiales

Ce sont des sériations portées sur le corps propre et qui se définissent selon les 3 axes du corps :

- * l'axe vertical qui définit les relations "plus haut que" et "plus bas que"
- * l'axe droite/gauche
- * l'axe sagittal qui définit les relations "plus près que" et "plus loin que"

- les sériations relatives à des différences de grandeurs

Il s'agit des séries qui s'appuient sur les relations "plus grand que" et "plus petit que".

- les sériations temporelles

Ces dernières font appel aux notions "avant que" et "après que".

1.3.2. Typologie selon J. Piaget

Cet auteur, quant à lui, a distingué 2 sortes de sériation :

- les sériations additives

Une sériation additive est une structure dans laquelle le critère de rangement est un critère unique.

- les sériations multiplicatives

Une sériation multiplicative, quant à elle, s'appuie sur plusieurs critères. Elle porte sur plusieurs sériations à la fois. C'est le cas des correspondances sériales (mise en correspondance d'une série de bonhommes de différentes tailles et d'une série de cannes de longueurs différentes (J. Piaget et A. Szeminska, 1980, p.133)) et des tableaux à double entrée (sériation de feuilles par la taille et par la teinte (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.270 et 271)). Il y a donc multiplication des relations.

Les typologies de F. Jaulin-Mannoni et J. Piaget diffèrent donc : la première se fonde sur les différents domaines dans lesquels existe une structure de sériation, alors que la seconde s'appuie davantage sur la combinaison des relations entreprises lors de la sériation.

1.4. Intérêt de la sériation dans les apprentissages et la vie quotidienne

1.4.1.1. Intérêt pour l'acquisition du nombre

La sériation est une structure fondamentale dans l'élaboration du concept de nombre. J. Piaget définit d'ailleurs le nombre comme la fusion des relations de

classification, qui contribuent à l'inclusion de classe, et des relations de sériation. Elles vont donc permettre à l'enfant d'accéder au concept opératoire du nombre.

Sur le plan numérique, la sériation est présente dans la suite ordonnée des nombres et son acquisition (9 est plus grand que 8, qui est lui-même plus grand que 7, ...). (J. Grégoire et C. Van Nieuwenhoven, 1997)

Selon J. Piaget, une composante logique est donc nécessaire à la mise en place du nombre. La sériation va avoir un rôle primordial dans l'ordonnement des nombres. Selon M. Bacquet et B. Guéritte-Hess (2009, p.36), elle va permettre :

- d'en structurer la succession
- de les comparer 2 à 2
- de les situer dans la suite ordonnée de 0 à l'infini
- de découvrir le procédé qui permet de passer de l'un à l'autre : l'itération

L'aspect ordinal va donc être très important dans la constitution du nombre puisqu'un nombre ne se définit qu'entre celui qui le précède et celui qui le succède. Chaque nombre a, en effet, une place précise qu'il est impossible de changer. Chaque nombre se définit donc en tant qu'il est plus grand que celui qui le précède et plus petit que celui qui le succède.

1.4.1.2. Domaines dans lesquels intervient la sériation

La sériation est une opération mentale que l'on retrouve à tous les âges de la vie. De nombreuses activités, des plus simples aux plus complexes, font appel à cette compétence logique, tant chez l'enfant que chez l'adulte.

1.4.1.2.1. Dans les apprentissages logico-mathématiques et la vie quotidienne de l'enfant

Dans "Les maths à toutes les sauces", B. Guéritte-Hess et al. (2005) ont recensé les tâches dans lesquelles intervient la sériation. Cette dernière permet d'accéder au concept de nombre car l'ordre est un des constituants du nombre.

La sériation est nécessaire notamment :

- à l'école maternelle

Quand l'enfant arrive en maternelle, la notion d'ordre est déjà existante dans sa pensée. La sériation est essentiellement abordée dans l'espace et se limite

à 3-4 éléments. L'enfant emboîte des objets, les range du plus petit au plus grand, ...

- à l'école primaire

L'enfant doit ranger des nombres en ordre croissant ou décroissant, faire des encadrements de nombres à la dizaine ou à l'unité près, mais aussi classer des mots dans l'ordre alphabétique, ...

- au collège

L'enfant doit placer des nombres sur une droite graduée, ranger des fractions et effectuer des encadrements et des approximations.

L'enfant peut également être amené à sérier lors de situations de la vie quotidienne.

Exemple : (B. Guéritte-Hess et al., 2005, p.137)

"Lors d'une photo de classe, les enfants se rangent par ordre de tailles, les plus grands s'installant derrière et les plus petits devant. Cette sériation relative à des différences de grandeurs pose d'ailleurs souvent problème aux jeunes enfants car les plus âgés ne sont pas obligatoirement les plus grands."

1.4.1.2.2. Dans la vie quotidienne de l'adulte

"Les actes de rangement les plus simples sont souvent des sériations." (B. Guéritte-Hess et al., 2005, p.137) Ainsi, la sériation intervient dans les tâches de la vie quotidienne comme : emboîter des casseroles pour économiser de l'espace, ...

Le temps est parfois le critère de sériation.

Exemple : (B. Guéritte-Hess et al, 2005, p.137)

"Dans la file d'attente d'un cinéma, le premier est arrivé avant les autres. La sériation se fait donc par ordre d'arrivée."

Pour se repérer dans la chronologie d'événements, il est aussi nécessaire de sérier dans le temps.

La sériation est une structure de pensée qui se révèle donc, être importante, tant dans l'acquisition du nombre, et la mise en place des compétences logico-mathématiques, que dans la vie quotidienne et future de l'enfant.

2. Développement de la sériation chez l'enfant

Dans cette partie, nous montrerons comment se met en place la structure de sériation chez l'enfant, dès son plus jeune âge.

Nous commencerons par développer succinctement les 4 grands stades de l'intelligence décrits par J. Piaget, puis nous reprendrons ces stades en nous centrant sur la sériation.

2.1. Les stades de l'intelligence

J. Piaget (1977, 2011) a défini 4 grands stades de développement de l'intelligence en s'appuyant sur des critères logiques. Ces 4 stades se succèdent dans le temps et leur ordre d'acquisition est identique chez tous les enfants :

- le stade sensori-moteur
 - le stade pré-opératoire
 - le stade des opérations concrètes
 - le stade des opérations formelles
- } stade opératoire

2.1.1. Le stade sensori-moteur (0 – 2 ans)

C'est une période pré-langagière, pendant laquelle le nouveau-né explore et appréhende son environnement à l'aide de ses 5 sens.

L'enfant n'est pas capable de pensée sans la présence des personnes, des situations ou des objets. Il va alors développer une intelligence fondamentalement "pratique" qui va lui permettre de réaliser certaines actions (trouver des objets cachés, atteindre des objets éloignés, ...) grâce à l'acquisition de schèmes sensori-moteurs et à l'ordonnancement du réel selon des structures temporo-spatiales et de causalité.

C'est un stade où l'action se fait d'abord sur le corps propre, puis directement sur le réel ; stade où l'action est dans un premier temps faite au hasard, puis intentionnellement dans un second temps.

2.1.2. Le stade pré-opératoire (2 – 7 ans)

J. Piaget (1977) a divisé cette période en 2 sous-stades :

2.1.2.1. Le stade de la pensée symbolique et pré-conceptuelle

Pendant cette période, l'enfant va devenir capable de se représenter un objet, une situation ou une personne absente.

Pour cela, il va avoir recours à la fonction symbolique à travers le langage, l'imitation différée, le dessin, le jeu symbolique et l'image mentale. Cette capacité d'évocation, en dehors de la présence de la situation, est essentiellement rendue possible par l'acquisition de l'imitation, qui, en devenant petit à petit différée, va permettre à l'enfant d'intérioriser des actions, des images.

Les signifiants et les signifiés vont alors se différencier. L'enfant devient capable de se représenter un signifié quelconque par l'intermédiaire d'un signifiant (langage, image mentale, ...) qui lui est propre.

Exemple : (J. Piaget, 2011, p.56)

"Quand [une fillette] dit "Panéné pati" (= grand-papa parti) en montrant le chemin qu'il a suivi en la quittant, la représentation s'appuie sur le signifiant différencié constitué par les signes de la langue en voie d'apprentissage."

Toutefois, la pensée est égocentrique.

Ce stade se caractérise aussi par la mise en place des pré-concepts, qui sont les signifiés propres à chaque enfant. Par exemple, le signifiant "chien" va évoquer chez l'enfant un signifié particulier, son propre chien. (J-M. Dolle, 1999, p.153) La représentation mentale de l'enfant est donc symbolique.

2.1.2.2. Le stade de la pensée intuitive

À ce stade, l'enfant devient capable d'agir sur les représentations imagées. Sa pensée ne porte, non plus sur des figures simples, mais sur des ensembles plus larges. Elle se caractérise par des centrations et des décentrations. La pensée de l'enfant oscille entre des points de vue centrés sur lui-même (sans prendre en compte la position de l'autre) et des points de vue centrés sur l'autre (prise en compte de l'autre et de sa pensée).

Cette pensée est, toutefois, dite "intuitive" car elle n'en reste pas moins encore pré-logique et irréversible. Elle n'est pas encore assez mobile pour passer d'une

centration à une autre, sans pour autant oublier ou déformer les centrations précédentes. La pensée ne peut encore se dégager de la perception afin de réaliser une même opération dans tous les sens possibles. (G. Jacques, C. Van Nieuwenhoven, 1997)

2.1.3. Le stade des opérations concrètes (7 – 11 ans)

Cette période se caractérise par la mobilité de la pensée, rendue possible par l'acquisition de la réversibilité de pensée. La réversibilité "caractérise ce qui peut revenir en arrière, ce qui peut se produire en sens inverse." (F. Brin et al., 2004, p.225) Dans la théorie de J. Piaget, "la réversibilité de la pensée est liée à la capacité de la pensée à se décentrer pour envisager mentalement un retour en arrière et annuler la transformation perçue dans le monde physique (en revenant à l'état initial)." (F. Brin et al., 2004, p.225)

C'est lors de ce stade que vont être acquises les structures à caractère infra-logique (temps, espace) et les structures logico-mathématiques (classification, sériation, conservation). La pensée devient alors transitive et réversible, de par la capacité de décentration systématique et rapide et la coordination des différents points de vue en jeu. Cette transivité de la pensée va permettre à l'enfant de faire des inférences et des déductions.

2.1.4. Le stade des opérations formelles (11 – 16 ans)

Ce stade se met en place à l'adolescence et se caractérise, selon J. Piaget, par l'acquisition de schèmes définitifs (passage du concret à l'abstrait, dissociation forme/contenu : capacité de raisonner sur des événements non-constatés, opérations formelles : proportions, doubles systèmes de référence, probabilités, ...). Ce stade est marqué par une capacité de réflexion en dehors du présent et de la présence de concret. L'adolescent devient capable de formuler des hypothèses et d'en déduire des conséquences. La pensée est donc "hypothético-déductive".

Après ce bref rappel sur les différents stades de développement de l'intelligence définis par J. Piaget (1977, 2011), voyons comment la sériation se développe au travers de ces stades.

La sériation étant acquise normalement vers l'âge de 7-8 ans, nous ne développerons que les 3 premiers stades.

2.2. Développement de la sériation au stade sensori-moteur

Peu d'études sur le développement de la sériation avant l'âge de 2 ans ont jusqu'ici été menées. Dans cette optique, H. Sinclair et al. (1982) ont proposé à des enfants de 10 à 24 mois, des objets susceptibles d'amener des actions de sériation. Dans "Les bébés et les choses ou la créativité du développement cognitif", elles ont répertorié et analysé leurs observations.

Vers 11-12 mois, l'activité qui prédomine chez les enfants est l'action de "mettre dans". Cette action témoigne d'une première appréhension des objets en tant que contenu ou contenant et approche initialement l'appréhension des propriétés (formes, dimensions) des objets.

Cette activité peut parfois concerner 2 cubes de tailles différentes. Cela manifeste des tentatives d'emboîtement.

À cet âge, l'enfant va aussi explorer le double caractère d'un cube, en tant que contenant et contenu à la fois. Cette double relation est une première approche de la transitivité de la sériation avec prise de conscience qu'un objet peut être à la fois plus grand qu'un deuxième et plus petit qu'un troisième. Cela amène, de plus, le concept de coordination de 2 relations

Généralement, cette action de "mettre dans" s'accompagne de suite de l'action inverse "sortir de". Cette correspondance immédiate entre 2 actions inverses sera très importante pour la propriété de réversibilité. Cette sorte de réversibilité, qu'est l'inversion, sera acquise au stade des opérations concrètes et en sera un des éléments essentiels. (J. Piaget, 2011)

Dans leurs observations, le caractère itératif, que revêt l'activité "mettre dans", est important pour la formation des relations d'ordre. L'itération est la répétition d'un même processus plusieurs fois (activité de "+1").

Entre 12 et 16-18 mois, sont à noter les premières itérations d'actions, avec des activités de "remplissage". Il arrive que l'enfant cherche à mettre des petits

gobelets dans un plus grand. Ces actions témoignent des premières réalisations d'emboîtages.

Sont aussi à noter dans cette période, les premières actions d'individualisation des objets. L'enfant assigne aux objets une place dans l'espace, mais aussi dans un "ordre temporel" en appuyant dessus à tour de rôle.

Le fait d'individualiser les objets est une première approche de la construction sériale (un, puis encore un, puis encore un, ...).

Entre 16-18 mois et 24 mois, ont lieu les premières activités d'emboîtement. Ainsi, à partir de 16 mois, les bébés réalisent leurs premières combinaisons de 3-4 gobelets. Ils ne prennent pas en compte l'équivalence des différences de grandeurs, et ne sont donc pas aptes à faire des pré-inférences.

À 24 mois, les activités pré-logiques sont très présentes. L'enfant arrive à faire une sériation avec des gobelets selon leurs grandeurs. Il s'agit d'une sériation par emboîtements de gobelets. Les enfants procèdent par essais-erreurs et montrent alors des capacités pré-inférentielles (l'enfant emboîte le gobelet G2 dans G4, puis le retire et cherche le gobelet intermédiaire G3).

Toutefois, à cet âge, l'enfant n'est pas encore capable d'une sériation en ligne. Ces activités sont appelées pré-logiques car elles ont lieu avant l'âge de 6-8 ans et ne s'appuient donc que sur la manipulation et non sur la pensée. De plus, elles sont très semblables à celles présentées par J. Piaget à la période des opérations concrètes.

J. Piaget et B. Inhelder (1991) notent eux aussi que la sériation est déjà présente au stade sensori-moteur à travers des activités de superposition de plots de grandeurs décroissantes. Toutefois, ils précisent que cette sériation est "de forme tâtonnante et non-systématique" et qu'elle n'a lieu que "lorsque les différences entre les éléments à sérier sont perceptivement suffisantes pour apparaître à simple inspection d'ensemble." (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.249)

2.3. Développement de la sériation aux stades pré-opératoire et opératoire

Dans ses livres "La genèse des structures logiques élémentaires" (1991) et "La genèse du nombre chez l'enfant" (1980), J. Piaget a mis en lumière la façon dont les enfants acquièrent la sériation aux stades pré-opératoire et opératoire.

En effet, selon cet auteur, la structure de sériation ne devient opératoire qu'à partir de 7-8 ans.

2.3.1. Développement de la sériation effective

Il a ainsi proposé, à des enfants âgés de 4 à 8 ans, 10 réglettes de 9 à 16,2 cm à sérier, ainsi qu'une autre série de réglettes de dimensions intermédiaires à intercaler après coup.

Il a alors défini 3 grandes périodes :

- échec de la sériation des 10 réglettes initiales

Entre 4 et 5 ans environ, l'enfant échoue à la sériation des 10 réglettes. L'enfant procède alors par couples ou petits ensembles de 3 ou 4 éléments. Toutefois, ces ensembles sont incoordonnables entre eux. L'intercalation des réglettes intermédiaires n'est pas proposée.

- réussite de la sériation par tâtonnements empiriques

Entre 6 et 7 ans environ, l'enfant réussit à sérier les 10 réglettes en procédant par une méthode d'essais-erreurs. Sa pensée procède de proche en proche. L'intercalation des réglettes intermédiaires se fait aussi par tâtonnements empiriques. Il arrive parfois que l'enfant recommence toute la série.

- réussite de la sériation avec une méthode systématique

À partir de 7-8 ans, la sériation des 10 réglettes est effectuée selon une méthode opératoire consistant à rechercher le plus petit élément de tous (ou le plus grand), puis le plus petit (ou le plus grand) des éléments restants, et ainsi de suite. Cette méthode opératoire se caractérise par la transitivité et la réversibilité.

L'intercalation des réglettes intermédiaires se fait, elle aussi, du premier coup, sans tâtonnements.

À ce stade, l'enfant est donc devenu capable d'anticipation car il sait d'avance "qu'en cherchant constamment le plus petit des éléments restants, il construira une série telle que chaque élément sera toujours plus grand que les précédents, et cela sans tâtonnements, ni contradictions." (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.252)

2.3.2. Développement de l'anticipation dans la structure de sériation

Cette question de l'anticipation a été explorée par J. Piaget et B. Inhelder dans leur livre "La genèse des structures logiques élémentaires" (1991), dans lequel ils montrent que l'anticipation, tout comme la sériation effective, suit 3 stades.

Lorsqu'il est demandé à l'enfant d'anticiper la sériation de 10 réglettes colorées par un dessin en couleurs, ou en noir et blanc (si le dessin couleurs est échoué), J. Piaget et B. Inhelder ont observé les réactions suivantes :

- échec de l'anticipation

Entre 4 et 5 ans, l'enfant est incapable d'anticiper par le dessin la sériation effective. Il dessine de petites suites de 2-3 éléments en ordre croissant ou décroissant. Toutefois, ces petites suites ne sont pas coordonnées entre elles. L'anticipation graphique et la sériation effective sont donc au même niveau hiérarchique.

- réalisation d'une anticipation globale

Entre 5 et 6 ans, l'enfant produit un dessin en noir et blanc des 10 éléments à sérier en ordre croissant ou décroissant, ou produit un dessin en couleurs mais les couleurs ne correspondent pas aux couleurs des réglettes sériées. Faute de mobilité de pensée, l'enfant n'arrive pas à coordonner la taille et la couleur des éléments à sérier. Il reste centré sur l'une des deux composantes en négligeant complètement l'autre.

J. Piaget et B. Inhelder parlent de "semi-anticipation" (1991, p.259).

- réussite de l'anticipation

À partir de 7-8 ans, l'enfant devient capable d'anticiper dans les détails la sériation effective. L'anticipation graphique et la sériation réelle sont de nouveau au même niveau hiérarchique.

Une fois la sériation obtenue, l'enfant va pouvoir acquérir les groupements multiplicatifs qui concernent la sériation, à savoir la correspondance sériale et la multiplication sériale.

2.3.3. Développement de la correspondance sériale

Pour explorer la question de la correspondance sériale, J. Piaget et A. Szeminska (1980) ont proposé, à des enfants âgés de 4 à 7 ans, une série de bonshommes identifiables par leur taille et une série de cannes de longueurs différentes. Ils demandaient alors aux enfants de mettre en correspondance les bonshommes et les cannes.

Ce travail de mise en relation de 2 séries peut être résolu à l'aide de 3 méthodes :

- méthode de double sériation

L'enfant réalise la sériation des bonshommes et des cannes, puis met les éléments en correspondance terme à terme.

- méthode de sériation simple avec correspondance

L'enfant série une des 2 collections, puis met directement les éléments de la seconde collection en correspondance avec la série préalablement réalisée.

- méthode de correspondance directe

L'enfant fait d'emblée une correspondance terme à terme, sans entreprendre au préalable de sériation.

Lors de leur expérience, J. Piaget et A. Szeminska (1980) ont observé 3 stades qui correspondent aux stades vus précédemment (ceux de la sériation des baguettes et de l'anticipation) :

- **comparaison globale sans sériation, ni correspondance terme à terme**

Entre 4 et 5-6 ans, l'enfant réalise une correspondance à vue et arbitrairement. Il procède donc, généralement, par la méthode de correspondance directe. Cependant, certains enfants ont recours à la méthode de sériation simple avec correspondance.

Il y a non-conservation de la correspondance si l'ordre d'une série est dérangé et l'enfant n'est alors plus capable de désigner la canne correspondante à un bonhomme déterminé.

- correspondance progressive et intuitive

Entre 5-6 et 7 ans, l'enfant réussit à faire une correspondance terme à terme, mais celle-ci demeure intuitive et perceptive. Il arrive à réaliser celle-ci à l'aide de la méthode de la double sériation.

Si l'ordre intuitif est altéré, l'enfant tente de compter ou a recours à une correspondance terme à terme pour retrouver la canne correspondante à un bonhomme donné. Toutefois, il commet des erreurs systématiques.

- correspondance immédiate et opératoire

À partir de 7 ans, l'enfant réalise correctement la correspondance, sans passer préalablement par la sériation des collections.

L'enfant reconstitue les correspondances si une des séries est altérée en coordonnant l'ordination et la cardination.

J. Piaget et A. Szeminska ne parlent alors plus de "correspondance sériale" mais de "correspondance ordinale". Cette dernière se définit comme une correspondance de nature numérique détachée de toute perception. L'enfant va alors coordonner les aspects ordinal et cardinal des collections. "Le terme n signifie dorénavant pour l'enfant à la fois le n^e rang et une somme cardinale de n ." (1980, p.154)

Concernant la multiplication sériale, nous ne développerons pas sa progression car nous ne l'avons pas traitée dans notre matériel.

Il est important de préciser à tout cela que les âges donnés sont ceux correspondant à la sériation des longueurs. En ce qui concerne la sériation des poids et la sériation tactile, les âges sont légèrement décalés dans le temps. Cela est dû, pour la sériation opératoire tactile, au fait que l'enfant perçoit les objets à sérier tactilement de façon successive, et non de façon simultanée.

Pour la sériation des poids, cela s'explique par le fait que des poids ne peuvent être appréhendés que 2 par 2.

2.4. Facteurs intervenants dans le développement de la sériation

Quels sont les facteurs qui vont permettre à la sériation de se mettre en place ? J. Piaget et B. Inhelder dans "La genèse des structures logiques élémentaires" (1991) ont tenté de répondre à cette question. Ils ont alors, mis en évidence 4 facteurs qui participent à la sériation.

2.4.1. Les schèmes sensori-moteurs

Ce sont les schèmes sensori-moteurs qui seraient à l'origine de la structure de sériation. En effet, bien avant le langage, dès l'âge de 10-11 mois, l'enfant développe des conduites de sériation (par exemple, mettre des cubes les uns dans les autres, faire des tours de cubes). Ces conduites sensori-motrices diffèrent, toutefois, grandement de la sériation opératoire. Elles n'en sont qu'une simple ébauche.

2.4.2. Le langage

Les opérations logico-mathématiques sont inscrites dans le langage usuel. Il existe ainsi, dans le langage, des structures qui marquent la sériation. Ces structures peuvent être nominales ("grand-père", "père", "fils", ...) ou grammaticales (comparatifs, superlatifs : "plus grand/petit que", "le moins/plus rouge", ...).

Toutefois, selon J. Piaget (1972), le langage est "une condition nécessaire de l'achèvement des structures logiques, mais il n'en constitue pas une condition suffisante de formation, et cela encore moins en ce qui concerne les structures logico-mathématiques plus élémentaires." (J. Piaget, 1972, p.110)

Pour lui, le langage est une condition non-suffisante puisque :

- Bien avant l'apparition du langage, au stade sensori-moteur, les bébés présentent des "sériations sensori-motrices", comme par exemple des empilements de plots de grandeur décroissante.

- La formation de la pensée n'est pas liée au développement du langage, puisque celui-ci s'acquiert grâce à l'imitation et à la fonction symbolique. Le langage a donc un rôle dans le développement de la pensée, mais "en tant qu'il constitue l'une des manifestations de la fonction symbolique." (J. Piaget, 1972, p.119)

- L'apprentissage des opérations logico-mathématiques ne peut se faire uniquement par le langage, c'est-à-dire par voie linguistique.

J. Piaget postule, toutefois, que le langage est une condition nécessaire à la formation des structures logiques, car, au stade des opérations formelles, les opérations portent sur des hypothèses et nécessitent donc le langage.

J. Piaget nuance, cependant, ce postulat. En effet, à ce même stade, les opérations formelles mises en place (probabilités, doubles systèmes de référence, proportions, ...) ne peuvent être exprimées à l'aide du simple langage usuel.

D'après J. Piaget, le langage est donc une condition nécessaire, mais non-suffisante à la mise en place des opérations logico-mathématiques, et notamment à la mise en place de la sériation. Le langage, au travers de ces structures, va ainsi permettre à l'enfant d'exprimer la sériation une fois acquise.

2.4.3. Les facteurs perceptifs

Avant l'âge de 7-8 ans, l'enfant s'appuie sur ce qu'il perçoit des éléments pour les sérier. Il n'appréhende les éléments qu'en tant que figures d'ensemble. J. Piaget et B. Inhelder (1991) parlent de "configurations sériales perceptives".

Ces configurations diffèrent de la sériation opératoire. En effet, les premières s'appuient sur le perceptif pour faire des pré-inférences, et ne supposent donc aucune transitivité. Dans celles-ci, les ensembles figuraux créent la sériation. Ainsi, les configurations sériales perceptives "[portent] sur les résultats des transformations ou sur les transformations en tant que déplacements visibles d'éléments, sans intégrer, ni les résultats, ni les transformations en un système unique de composition." (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.19) La sériation opératoire, quant à elle, ne se constitue pas de l'ensemble figural résultant, mais plutôt des manipulations et des transformations effectuées. Elle implique donc la transitivité et la réversibilité.

Ainsi, dans la correspondance sériale des bonshommes et des cannes par exemple, si l'examineur resserre la ligne des cannes sans toucher à celle des bonshommes, l'enfant estime qu'il n'y a plus correspondance entre les 2 sériations.

2.4.4. La maturation biologique

Une place se doit d'être donnée à la maturation biologique dans la mise en place de la sériation. Même si cette constatation est à l'état de simple hypothèse, une transformation des structures nerveuses et leurs coordinations semblent permettre à l'enfant, en grandissant, de développer une pensée de plus en plus mobile et réversible. Cette capacité va permettre à l'enfant de passer du stade où il fabrique plusieurs petites séries de 3-4 éléments incoordonnables entre elles à une sériation réussie.

L'origine de la sériation se trouverait donc, selon J. Piaget (1972), et J. Piaget et B. Inhelder (1991), dans les schèmes sensori-moteurs. Le langage, la maturation biologique et les facteurs perceptifs contribueraient à son développement mais dans une moindre mesure.

Toutefois, l'importance du langage dans la mise en place de la sériation, et plus globalement dans la construction du concept de nombre, a été remise en cause par des nombreux auteurs post-piagétiens.

P. Barouillet et V. Camos (2006), par exemple, considèrent que J. Piaget a largement négligé ce rôle du langage, puisque, selon eux, les premières capacités arithmétiques des enfants concernant l'addition et la soustraction découlent de leurs habiletés de dénombrement, qui elles-mêmes supposent l'acquisition de la chaîne numérique verbale. En effet, pour résoudre des opérations (additions et soustractions) simples, les enfants s'appuieront sur le comptage verbal, renforcé par le pointage manuel.

Exemple : (P. Barouillet, V. Camos, 2006, p.89)

Pour résoudre l'addition "4 + 3", les enfants vont le faire en comptant les 2 nombres en partant de 1. Ils vont donc "[compter] à voix haute 1, 2, 3, 4, puis en poursuivant par un nombre de pas équivalent au second opérande : 5, 6, 7."

Selon S. Baruk (1997), "la langue des nombre fait d'abord partie de la langue tout court, et elle doit avoir du sens." (p.10) La manière première d'exprimer les nombres se fait donc à travers les mots. Ces mots vont permettre d'exprimer, entre autres choses, l'adresse d'une maison, les numéros de téléphone, l'âge, ...

Ainsi, la place accordée au langage par ces auteurs n'est pas la même que celle attribuée par J. Piaget. Selon des auteurs post-piagétiens, le langage aurait donc un rôle à ne pas négliger dans l'acquisition de la notion de nombre et donc dans la mise en place de la structure de sériation.

3. Dysfonctionnements de la sériation

3.1. Généralités sur les troubles logico-mathématiques et les troubles de la sériation

De nombreux enfants, pour des causes diverses et dans des contextes très différents, n'accèdent pas comme les autres aux activités logico-mathématiques fondamentales pour la construction du nombre et de la numération. Ces enfants présentent un retard de ce que J. Piaget appelle les "activités opératoires". Ce déficit dans l'acquisition des structures logiques est fréquent et se traduit par des troubles des apprentissages en mathématiques. Les sériations permettent d'accéder à des concepts fondamentaux. C'est pourquoi des lacunes dans le raisonnement logique, et en particulier au niveau des sériations, peuvent être à l'origine de difficultés scolaires sévères.

Avant d'envisager toute rééducation, il est indispensable de s'interroger sur la nature et l'importance de ce déficit. Ainsi, lorsque l'adulte rencontre un enfant présentant des difficultés en mathématiques, son rôle est d'observer son comportement au travers d'activités de raisonnement logique, afin d'apprécier la manière dont se manifestent ses difficultés. Ces observations, fondées sur la théorie piagétienne, permettront de mettre en exergue des difficultés dans le développement des structures de pensée telles que la sériation et de révéler des concepts non-acquis.

3.2. Types de difficultés observées

3.2.1. Difficultés pouvant être rencontrées à chaque stade de la sériation

Lors du développement des sériations, J. Piaget (1991) distingue 3 stades. Il note dans les deux premiers des erreurs diverses.

Au cours du premier stade, l'enfant échoue à la sériation des éléments proposés. Il procède soit par couples, soit par groupements de 3 ou 4 éléments qu'il sera ensuite incapable de coordonner les uns aux autres.

Au stade suivant, l'enfant réussit la sériation par tâtonnements empiriques. En revanche, l'intercalation d'éléments intermédiaires dans la série oblige souvent l'enfant à la défaire entièrement pour ensuite la reconstituer partiellement avant d'ajouter les nouveaux éléments. Ces erreurs, inhérentes au développement des sériations chez l'enfant tout-venant, sont normales et disparaissent lorsque l'enfant passe d'un stade à l'autre. En revanche, les difficultés peuvent persister quand l'enfant n'évolue pas et reste à un stade inférieur à son âge.

3.2.2. Difficultés pouvant être rencontrées dans les différents champs de la sériation

L'état des lieux des conduites de l'enfant permet de dégager différents types de difficultés selon le domaine et le type de sériation proposés. Les difficultés rencontrées "doivent être observées de 2 points de vue : d'une part celui propre à la structure des sériations, d'autre part celui propre à la nature des domaines à sérier." (F. Jaulin-Mannoni, 1974, p.33)

L'échec à une tâche dans un domaine réel particulier signe l'absence d'inférences propres à ce domaine, mais ne signifie pas l'absence de la structure de sériation elle-même. Chaque domaine pose sa propre problématique. On observe donc une dichotomie entre une efficience dans certains domaines et des lacunes considérables dans d'autres.

Ainsi, un enfant peut, par exemple, sérier dans l'espace mais pas dans le temps, ou inversement.

Les difficultés objectivées dépendent du type d'activité proposé à l'enfant. Ainsi, dans le cas où cette activité est basée sur des manipulations, le langage

n'intervient pas. En revanche, lorsque la sériation part d'une situation verbale, elle fait appel aux compétences langagières de l'enfant.

Dans son expérience, F. Jaulin-Mannoni (1974) soumet diverses tâches à 2 groupes d'enfants : des activités de sériation basées sur le langage pour l'un, et basées sur la manipulation pour l'autre. Ces tâches donnent lieu à des erreurs variées.

Elle distingue 4 types de sériations dans lesquels se dégagent des erreurs spécifiques.

3.2.2.1. Les sériations de type emboîtements, encastrements

Un échec à la sériation d'éléments encastrables comme les œufs "gigognes", les gobelets ou les cubes, peut se traduire par des cas de figure très divers.

F. Jaulin-Mannoni (1974) décrit plusieurs comportements erronés. Soit l'enfant,

- ferme un seul œuf sans prendre en compte les autres
- ferme tous les œufs sans les emboîter les uns dans les autres
- produit un ou plusieurs "couples" ou des groupements d'œufs encastrés

3.2.2.2. Les sériations spatiales

Ce type de relations se distingue des sériations de type encastrements. En effet, dans ces dernières, la façon dont l'enfant s'y centre ou non ne modifie pas les relations en jeu, ce qui n'est pas le cas des relations spatiales, centrées sur le corps propre, qui sont créées, elles, par la centration de l'enfant. (F. Jaulin-Mannoni, 1974, p.91)

Celles-ci peuvent poser des difficultés à l'enfant, notamment si celui-ci ne différencie pas sa droite de sa gauche, auquel cas les sériations basées sur les concepts "droite" et "gauche" n'ont pas de sens pour lui.

Sérier selon l'axe "droite-gauche" est d'autant plus complexe que chaque élément a une position relative quand l'enfant se décentre : il suffit de se déplacer pour qu'un élément A "à droite" devienne "à gauche".

Exemple : Soit la situation suivante :

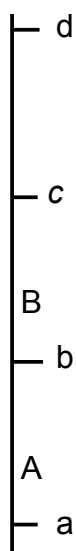


Pour un sujet placé en A', c et d sont "à gauche". Mais cette relation n'est pas absolue puisqu'il suffit au sujet de se déplacer en A" pour que c et d deviennent "à droite".

Pour F. Jaulin-Mannoni, ce domaine de sériation suppose "une décentration qui relativise les notions en jeu en dépassant pour chaque objet le fait d'être absolument "à droite" ou "à gauche". (1974, p.97)

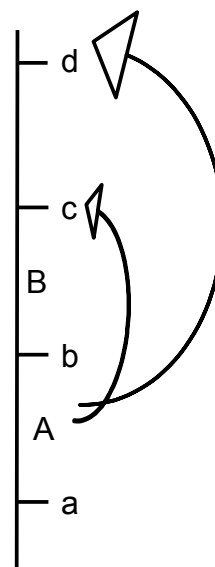
L'enfant peut être gêné dans la sériation d'objets selon l'axe sagittal car les objets "disparaissent" au fur et à mesure de l'avancée de l'enfant sur l'axe et deviennent des objets "derrière lui". De plus, les notions "plus loin" et "plus près" sont complexes du point de vue langagier et peuvent engendrer des confusions. (F. Jaulin-Mannoni, 1974, p.99)

Exemple : Soit la situation suivante :



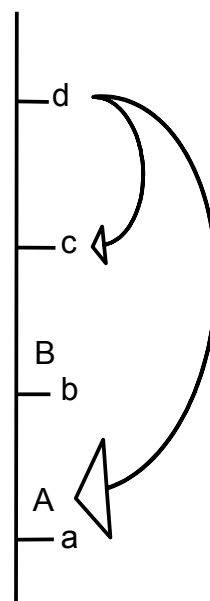
Pour l'enfant placé en A, a est "derrière" lui, et b, c, d sont "devant" lui. S'il se déplace en B, b devient "derrière" lui.

Placé en A, l'enfant peut dire "d est plus loin que c". Dans cette phrase, les distances sont centrées sur l'enfant.



L'enfant peut alors confondre "d est plus loin de moi que c" avec "d est plus loin de moi que de c".

L'enfant dit parfois "d est plus loin de moi que de c". Ici, les distances sont centrées sur l'objet.

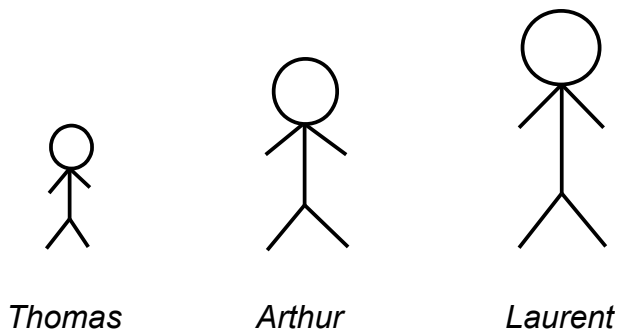


De ce fait, ces 2 axes soulèvent des problèmes complexes lorsque l'enfant n'a pas suffisamment structuré l'espace et quand il n'est pas capable de se décentrer. Dans "Apprentissage des sériations", F. Jaulin-Mannoni (1974) souligne qu'il est rare que ces axes soient employés pour entraîner la sériation. En revanche, parce qu'il s'appuie sur l'espace environnant et non sur le corps propre, l'axe vertical peut être intéressant à proposer à l'enfant.

3.2.2.3. Les sériations relatives à des différences de grandeurs

Dans les relations relatives à des différences de grandeurs, l'utilisation des bonnes formes verbales (utilisation de formules du type "plus grand que" ou "plus petit que"), lors de la comparaison des éléments 2 à 2, pose fréquemment problème aux enfants.

Exemple : Soit la situation suivante :



Certains enfants décrivent la situation de manière incomplète sans relier les termes entre eux, en employant des adjectifs : "Thomas est petit", "Arthur est moyen", "Laurent est grand". Ils ne comparent nullement les termes 2 à 2 et sont incapables de coordonner 2 relations.

3.2.2.4. Les sériations temporelles

Les obstacles rencontrés dans les sériations temporelles rappellent ceux observés dans les relations "droite-gauche", à savoir le caractère relatif des objets lorsque l'enfant se décentre. Lors de la sériation dans le temps, un événement est soit passé, soit à venir.

Pour comparer un élément à tous les autres, l'enfant peut éprouver des difficultés à rester centré sur un seul et même élément.

Des problèmes de compréhension des consignes peuvent aussi faire obstacle à la sériation.

3.2.3. Difficultés dans la correspondance sériale

A l'instar de la sériation "simple", la correspondance sériale soulève des problèmes divers. Lors du premier stade décrit par J. Piaget et B. Inhelder dans "La genèse des structures logiques élémentaires" (1991), il n'y a pas encore de sériations mais des conduites intermédiaires entre classification et sériation.

Les erreurs les plus fréquemment rencontrées sont des alignements verticaux ou horizontaux, des cercles ou encore des empilements : l'enfant procède par collections figurales qui font appel à la perception, mais ne relèvent pas des opérations proprement dites. Ces collections évoluent souvent vers une classification figurale qui porte spontanément sur un seul critère ou sur un mélange des deux.

L'enfant organise parfois les éléments selon une dichotomie entre les "grands" et les "petits" et forme ainsi des classes.

Il est souvent gêné par l'un des deux critères : il tente de sérier selon le premier mais l'autre lui fait obstacle.

Au cours du deuxième stade, 2 cas de figure sont à distinguer :

- l'enfant ne série que selon un critère et, lorsque l'omission du second lui est signalée, il s'organise en sous-classes, sans aucune sériation multiplicative
- l'enfant passe d'une sériation à l'autre, en considérant tantôt un critère tantôt l'autre, sans aucune synthèse multiplicative des deux

De nombreux enfants n'anticipent pas la nécessité d'effectuer une double sériation.

3.3. Origines des troubles de la sériation

Pour F. Jaulin-Mannoni (1973), une insuffisance des activités antérieurement construites (activités sensori-motrices) est souvent à l'origine d'un déficit au niveau des structures opératoires.

Ainsi, il est primordial de cerner les multiples processus antérieurs sur lesquels s'appuie l'apprentissage des sériations.

Certaines structures servent de "point de départ à la construction des sériations." (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.10) Le langage du jeune enfant, par exemple, comporte "peu de [sériations] complètement élaborées." Celles-ci sont suggérées par l'emploi de comparatifs ou de superlatifs.

"Chaque structure se constitue à partir des structures de niveau inférieur qui s'intègrent à elle." (F. Jaulin-Mannoni, 1973, p.109)

J. Piaget et B. Inhelder (1991) tentent de dégager les mécanismes formateurs essentiels de la sériation. Trouver le mécanisme causal de cette dernière et montrer de quelle façon et sous l'influence de quels facteurs elle se construit, permettent d'en expliquer le dysfonctionnement.

3.3.1. Difficultés liées à la mise en place des schèmes sensori-moteurs

Les troubles de la sériation peuvent s'expliquer par des difficultés à organiser les actions. Le développement d'une opération logique, telle que la sériation, se fait à travers diverses activités et s'appuie sur l'acquisition antérieure de schèmes d'actions.

Les structures perceptives et sensori-motrices (schèmes sensori-moteurs) sont des structures cognitives élémentaires qui permettent la perception des relations asymétriques et l'organisation opératoire de ces relations, c'est-à-dire le passage d'une configuration sériale perceptive à une sériation opératoire. Une absence ou un trouble de ces structures est un obstacle à la bonne mise en place de la structure de sériation.

Ainsi, selon J. Piaget et B. Inhelder (1991), la sériation puise ses sources en un système de schèmes sensori-moteurs. Pour eux, les difficultés à sérier s'expliquent par une insuffisance de mobilité réversible, ainsi qu'un manque de méthode basée sur cette réversibilité.

Selon J-M. Dolle (1999), l'absence de réversibilité opératoire entraîne une incapacité à intercaler un nouvel élément dans une série et empêche l'accès à la coordination des points de vue (fait de savoir qu'un élément E d'une série est à la fois plus grand que ceux qui le précèdent ($A < E$, $B < E$, $C < E$, $D < E$) et plus petit que les suivants ($E < F$, $E < G$, ...)).

3.3.2. Difficultés liées la compréhension des concepts

D'autres processus, comme les difficultés à comprendre les concepts, sont parfois à l'origine de dysfonctionnements de la sériation.

L'incompréhension des concepts "haut" et "bas" rend l'enfant inapte à décrire 2 cubes posés l'un sur l'autre en énonçant "A est plus bas que B" et "B est plus haut que A". Ici, les difficultés portent "non sur les activités préparant la sériation, mais sur la compréhension de l'agencement propre au domaine à sérier : le fait d'être "en haut" ou d'être "en bas"." (F. Jaulin-Mannoni, 1973, p.112)

L'incompréhension des concepts "avant" et "après" (ou la confusion des deux) empêche l'enfant de sérier dans le domaine temporel.

3.3.3. Difficultés liées à un problème d'appréhension du temps

D'après F. Jaulin-Mannoni, l'élaboration de la pensée logique nécessite que "le temporel s'articule avec l'atemporel" (1973, p.90) : les actions réversibles se coordonnent pour former une structure.

J. Piaget et B. Inhelder (1991) insistent fortement sur le rôle de la pensée réversible, qui permet la coordination des points de vue, coordination nécessaire au développement de la sériation.

Pour certains enfants, il est impossible d'associer une dimension temporelle à une démarche de raisonnement et donc d'effectuer une sériation.

3.3.4. Difficultés liées à la structuration du langage

Les troubles du langage et/ou de la fonction symbolique ne peuvent expliquer à eux seuls les difficultés en sériation. Pour J. Piaget et B. Inhelder (1991), la pensée est possible grâce au langage et au symbolisme qui sont des conditions nécessaires mais non-suffisantes à l'élaboration des structures logiques. Le langage n'a qu'un rôle "d'accélérateur de développement des sériations non suffisant à leur formation". (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.12)

3.3.5. Difficultés liées à la structuration de l'espace

D'après F. Jaulin-Mannoni (1973), les activités précédant la sériation ne sont pas les seules causes de ces troubles. Les difficultés en sériation peuvent être dues aussi à des difficultés dans l'organisation de l'espace (capacité de se décentrer et faculté à passer d'un point de vue à un autre). Ainsi, la structuration de l'espace soulève d'autres problèmes.

Selon A. Crouail (2008), les troubles de la spatialisation peuvent concerner 2 domaines : les orientations propres (capacité à apprécier la position intrinsèque d'un objet par rapport à une référence absolue) et la topologie (position relative des objets les uns par rapport aux autres).

Pour J. Lacombe (2007), une bonne structuration de l'espace est primordiale pour l'apprentissage des mathématiques et permet "d'utiliser des codes représentant des relations entre des éléments, d'utiliser des signes orientés dans l'espace et de réaliser des comparaisons, des triages, des sériations." (J. Lacombe, 2007, p.98)

Cet inventaire des causes des troubles de la sériation n'est pas exhaustif. D'autres causes, comme un trouble de la conservation, peuvent être à l'origine des difficultés rencontrées chez ces enfants.

3.4. Troubles logico-mathématiques dans des tableaux cliniques spécifiques

Un retard d'acquisition des structures logiques, telle que la sériation, peut se manifester chez des sujets très divers.

3.4.1. Troubles logico-mathématiques et dyscalculies

Pour M. Mazeau, "les dyscalculies constituent, en pratique clinique, un groupe de troubles très hétérogènes" qui ne peuvent pas s'expliquer par un déficit intellectuel ou sensoriel. (2005, p.269) Elle définit différents aspects du nombre : aspects linguistiques, aspects visuo-spatiaux et aspects logiques, qui peuvent être touchés et donner lieu à différents types de dyscalculie : respectivement, dyscalculies linguistiques, dyscalculies visuo-spatiales et dyscalculies logiques.

Ces dyscalculies peuvent être primaires (la dyscalculie va entraîner en amont d'autres troubles) ou secondaires (les troubles dyscalculiques sont dus à d'autres troubles en aval). Dans les dyscalculies visuo-spatiales, les enfants présenteront des difficultés dans toutes les activités nécessitant une appréhension perceptive visuelle, telles les activités de sériation visuelle. Seront aussi à noter chez ces enfants, des difficultés pour lire, construire et utiliser des tableaux à double entrée. Chez ces enfants, "le visuel, le spatial, la manipulation effective d'éléments [les] parasitent gravement." (M. Mazeau, 2005, p.270)

Mais, ce sont surtout dans les dyscalculies logiques que se retrouveront les troubles des structures logiques élémentaires, comme la sériation.

3.4.2. Troubles logico-mathématiques et dyspraxie

"Les enfants dyspraxiques visuo-spatiaux présentent généralement de gros troubles de l'organisation temporelle et spatiale liés à une mauvaise coordination des schèmes psychomoteurs et à une incapacité à accéder à la réversibilité." (F. Jaulin-Mannoni, 1973, p.46) Selon F. Jaulin-Mannoni, la sériation est la structure élémentaire qui génère le plus de difficultés pour ces enfants car la place des actions

et des manipulations y est très importante par rapport au langage. Au lieu de les faciliter, les facteurs perceptifs font obstacle aux actions de l'enfant. L'apprentissage des mathématiques débute par des activités visuo-practo-spatiales où la manipulation est très présente. Les capacités praxiques et les aptitudes de traitement spatial sont donc indispensables. (M. Mazeau, C. Le Lostec, 2010)

Selon M. Mazeau (2005), le visuel, le spatial et la manipulation d'éléments compromettent l'accès aux apprentissages futurs et peuvent perturber les compensations efficaces que ces enfants ont pu mettre en place spontanément.

D'après M. Mazeau et C. Le Lostec (2010), les enfants atteints de dyspraxie visuo-spatiale échouent dans les activités graphiques et/ou manipulatoires comme la sériation de bâchettes de longueur croissante : ils ont de grandes difficultés à aligner les origines, à apprécier les tailles relatives des objets d'autant plus si les différences sont minimales, et à percevoir l'organisation des séries. Ces enfants ne sont donc pas sensibles au leurre perceptif car ils ne le perçoivent pas. De ce fait, ce sont des enfants qui ne vont absolument pas s'appuyer sur le visuel, le figural pour leurs apprentissages. (M. Mazeau, C. Le Lostec, 2010) Toutefois, ces enfants auront plus de facilité à sérier les nombres que les matériels qu'il faut organiser dans l'espace. De plus, ces enfants sont parfois capables de sérier des œufs gigognes dont les proportions sont plus faciles à appréhender. Il est également à noter que les enfants de 7-8 ans, atteints de dyspraxie isolée, savent que les nombres énoncés en premier dans la comptine numérique sont plus petits que les suivants. (M. Mazeau, C. Le Lostec, 2010)

3.4.3. Troubles logico-mathématiques et syndromes génétiques

Certains syndromes, caractérisés par la présence d'une anomalie génétique, sont connus pour être associés à des troubles d'apprentissage en logico-mathématiques.

Des troubles des structures logiques sont retrouvés dans le syndrome de Turner où les difficultés d'apprentissage des mathématiques sont fréquentes, en raison de troubles perceptifs, de l'orientation spatiale, et de manipulation mentale. (J. Léger, D. Zénaty, 2008) Selon M. Carlier et C. Ayoun, "les porteuses du syndrome [de Turner] ont souvent des difficultés dans les apprentissages, en particulier en

mathématiques et dans les tâches visuo-spatiales", difficultés qui ont tendance à perdurer. (2007, p.93)

Dans le syndrome de Williams et Beuren, il est à noter des troubles de la perception visuo-spatiale et des difficultés visuo-constructives qui empêchent l'enfant de se situer, de se représenter l'espace, de sérier des nombres, et qui font obstacle aux manipulations permettant l'apprentissage des mathématiques. Dans "Manuel de psychologie des handicaps", J-A. Rondal et A. Comblain (2001) soulignent les faibles performances dans le domaine spatial des sujets porteurs de ce syndrome.

Les enfants atteints du syndrome du X fragile présentent une déficience intellectuelle de sévérité variable et des troubles des capacités visuo-spatiales, qui peuvent engendrer des difficultés en logico-mathématiques. M. Carlier et C. Ayoun (2007) notent chez ces enfants des difficultés en raisonnement mathématique, mais également une coordination visuo-motrice déficitaire qui s'accompagne d'une faible mémoire visuo-spatiale et de troubles du traitement visuo-spatial.

Ces syndromes s'intègrent le plus souvent à un groupe hétérogène de troubles cognitifs qui comprend parfois une déficience intellectuelle sévère.

3.4.4. Troubles logico-mathématiques et déficience intellectuelle

Une déficience intellectuelle peut priver l'enfant d'un bon développement des structures logiques nécessaires à l'accès au nombre et à la numération.

Selon M. Mazeau (2005), "la déficience mentale est caractérisée par l'insuffisance des fonctions raisonnementales et logiques, à savoir un déficit des capacités de catégorisation, de conceptualisation et de jugement." (p.231)

La gravité des troubles des apprentissages est très différente selon le degré de déficience. D'après A. Danion-Grilliat et C. Bursztein (2011), "un retard mental léger (quotient intellectuel entre 69 et 50) entraîne un ralentissement des acquisitions dans le domaine du repérage spatio-temporel et des premières données mathématiques." (2011, p.153) Pour les personnes atteintes de déficiences intellectuelles moyennes à profondes (quotient intellectuel entre 49 et 20, et inférieur à 20), l'accès aux

apprentissages mathématiques est compromis : les acquisitions sont très retardées et limitées, voire impossibles.

4. Rééducation des troubles de la sériation

La rééducation logico-mathématique est un travail de longue haleine et s'étend généralement sur plusieurs années. Selon F. Jaulin-Mannoni (1973), il est rare que la rééducation de la sériation s'y étende sur plus de quelques semaines. Néanmoins, la durée de la rééducation des structures logiques dépend du rythme de chaque enfant.

4.1. Domaines de remédiation de la sériation

Afin de développer chez l'enfant une structure opératoire telle que la sériation, le choix du domaine, où celle-ci s'exerce, est primordial. En effet, il est nécessaire d'aborder l'apprentissage dans un domaine dans lequel les inférences à celui-ci sont suffisamment construites.

"Apprendre les sériations à partir de "avant"/"après", "plus haut"/"plus bas", "dedans"/"dehors", c'est à la fois semblable (puisqu'il s'agit toujours de sériations) et profondément différent." (F. Jaulin-Mannoni, 1973, p.112)

Les techniques de rééducation proposées seront différentes selon le domaine de la sériation qui pose le plus de problèmes à l'enfant. Ce domaine amènera à des manipulations ou des verbalisations qui faciliteront plus ou moins le transfert d'un système particulier à une structure qui pourra être généralisable, c'est-à-dire applicable à tous les autres domaines. (F. Jaulin-Mannoni, 1973) Cependant, F. Jaulin-Mannoni (1973) précise que certains transferts d'un domaine à un autre peuvent se faire indifféremment dans un sens ou dans l'autre, mais que ce n'est pas toujours le cas. Par exemple, lors de ses expériences, elle note que les notions acquises en sériation temporelle peuvent s'appliquer en sériation de longueurs (bâtons de tailles croissantes), mais que le transfert n'est jamais effectué dans l'autre sens. (F. Jaulin-Mannoni, 1973, p.101)

4.2. Protocole de remédiation

Le développement d'une structure, quelle qu'elle soit, nécessite de l'exercer dans un domaine particulier. Ainsi, que ce soit dans une démarche pédagogique ou rééducative, le premier objectif est de construire, si ce n'est pas déjà le cas, les relations propres à ce domaine.

L'opposition entre les deux relations réciproques, notées R et R-, soulève une question : faut-il les travailler simultanément ou indépendamment ? F. Jaulin-Mannoni prône la construction indépendante de chacune des relations dans un sens différent, avant de les opposer comme réciproques l'une de l'autre. "Pour coordonner deux points de vue, il faut être parfaitement à l'aise en chacun d'eux." (1974, p.33)

F. Jaulin-Mannoni (1974) souligne l'importance de travailler la structure de sériation dans sa totalité. Ainsi, elle propose un protocole permettant d'arpenter les relations en tous sens, protocole dont nous reprendrons ici les grandes lignes :

- comparer 2 à 2
- comparer un à tous
- comparer tous à un
- intercaler un élément intermédiaire
- parcourir la série dans un sens et dans l'autre, avec différents procédés :
 - * le langage : porter un jugement sur une phrase énoncée
 - * l'action : créer des éléments d'après consignes (créer un élément plus grand que le plus grand, ...) avec réaction à des cas impossibles

Dans "Le nombre et la numération – Pratique de rééducation" (1999, p.36 et 37), M. Bacquet et B. Guéritte-Hess reprennent ce protocole, en le complétant. Elles proposent une situation à l'enfant qui consiste en une collection de bâtonnets de tailles croissantes.

L'enfant doit réaliser une sériation, puis analyser la série de différentes manières :

- activités précédemment citées
- comparer un élément intermédiaire, avec coordination des relations
- reconstruire la série dans les 2 sens par la seule analyse stéréognosique, c'est-à-dire sans perception visuelle des éléments (derrière un écran)
- sérier une seconde collection
- mettre en correspondance sériale les 2 séries
- mettre en correspondance des séries inversées
- mettre en correspondance visuelle après dispersion d'une série ou des deux
- entraîner l'ordination

Ce protocole sert de trame de travail de la sériation, mais n'établit en aucun cas un ordre strict à suivre.

4.3. Méthodes et techniques

Toute rééducation, en particulier la rééducation logico-mathématique, nécessite d'adapter le matériel proposé et les demandes faites à l'enfant en fonction des conduites recherchées mais aussi du niveau de l'enfant.

Dans "Pédagogie des structures logiques élémentaires", F. Jaulin-Mannoni (1973) présente diverses techniques destinées à faciliter la compréhension de certaines notions, ou encore permettant d'accéder à des concepts indispensables à l'acquisition de la structure logique de sériation. Elle décrit également les différents moyens de travailler la sériation.

4.3.1. Moyens utilisés pour entraîner la structure de sériation

Le protocole proposé par F. Jaulin-Mannoni (1974), décrit précédemment, permet de développer la sériation en la parcourant dans tous les sens possibles. Cependant, il est important de déterminer par quel moyen se fera cet apprentissage : le langage ou l'action. Cela dépend essentiellement du type de matériel proposé. Dans son expérience, décrite dans "Pédagogie des structures logiques élémentaires", F. Jaulin-Mannoni (1973) propose, à 2 groupes d'enfants, 2 situations différentes portant sur les sériations : l'une partant d'une situation verbale et faisant

donc appel au langage, l'autre basée sur des actions nécessitant des encastremets. (1973, p.24 et suivantes)

Le moyen choisi pour aborder la sériation ne sera pas le même selon les difficultés de l'enfant et l'origine de ses troubles. Ainsi, des techniques verbales seront plus adaptées à un enfant présentant des difficultés visuo-spatiales.

Selon M. Bacquet et B. Guéritte-Hess (1999), "certains enfants, particulièrement les dyspraxiques, ne sont pas aidés par les représentations et relèvent de techniques beaucoup plus verbales." (1999, p.2)

4.3.2. Techniques facilitant la compréhension de certains concepts

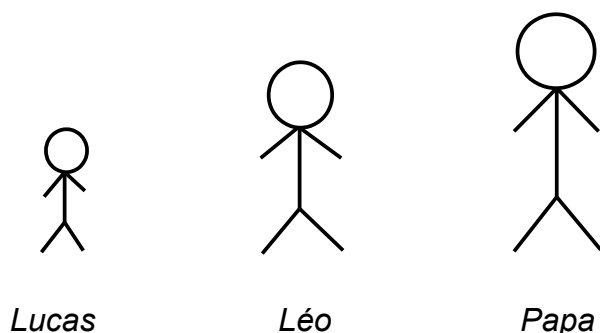
L'incompréhension de certains concepts peut entraver le développement de la sériation. Ainsi, pour une bonne acquisition de cette structure logique, l'accès aux notions en jeu est indispensable. Dans "Pédagogie des structures logiques élémentaires", F. Jaulin-Mannoni (1973) expose quelques techniques favorisant la compréhension des concepts nécessaires pour sérier dans le temps et dans l'espace.

L'adulte peut inciter l'enfant à effectuer des déplacements dans l'espace pour saisir les notions de "haut" et de "bas". Ces déplacements sont proposés à travers des jeux où, tantôt l'enfant, tantôt l'adulte, monte sur une table ou s'accroupit au ras du sol et décrit sa position. Les différences de niveaux sont accentuées au début puis progressivement réduites.

Les sériations temporelles et les concepts "avant"/"après" sont également source de difficultés pour l'enfant. Dans ses expériences, F. Jaulin-Mannoni (1973) propose divers exercices afin de faciliter l'accès à ces notions. Il est possible de travailler tout d'abord sur des séries que l'enfant connaît et qu'il peut aisément réciter. Ainsi, les jours de la semaine ou la suite des nombres peuvent aider l'enfant à saisir ce qui est "avant" et ce qui est "après".

Les sériations relatives à des différences de grandeurs sont parfois difficiles à entraîner en raison des problèmes que peut avoir l'enfant à s'emparer des notions "plus grand/petit". L'adulte peut alors proposer à l'enfant de sérier des bonhommes de tailles différentes qui porteront les prénoms de l'enfant et de son entourage, afin d'aider l'enfant à visualiser qui est "grand" et qui est "petit".

Exemple : Soit la situation suivante, proposée à un enfant prénommé Léo :



Léo saisira plus facilement qui est grand et qui est petit, et sera plus apte à formuler des comparaisons sachant que son papa est plus grand que lui et son frère Lucas est plus petit que lui.

En conclusion, "les sériations constituent une activité mentale d'une très grande importance, l'incapacité de sérier rendant l'enfant à peu près inapte à tout apprentissage scolaire." (F. Jaulin-Mannoni, 1974, p.127)

Ces enfants ont donc besoin d'être pris en charge en orthophonie. C'est pour cela que nous avons souhaité enrichir le matériel déjà existant dans le domaine logico-mathématique, en mettant à disposition des orthophonistes un nouvel outil permettant l'entraînement de la sériation.

Partie pratique

Au commencement de nos recherches et de ce mémoire, nous souhaitions créer un matériel "tout fait" traitant des compétences logico-mathématiques dans leur globalité et visant à l'acquisition du nombre. Ce matériel "clés en main" se voulait ludique, original et rapide d'accès.

Cependant, il nous est vite apparu que le sujet était trop vaste. C'est pourquoi nous avons restreint notre sujet à une compétence logique : la sériation.

Les changements ne se sont pas faits uniquement du point de vue du thème, mais ont concerné également le type de matériel. Ainsi, nous sommes passées d'un matériel de rééducation "clés en main" à un matériel de remédiation construit avec l'enfant selon un protocole.

Nous exposerons, dans un premier temps, notre problématique et notre hypothèse. Puis, nous présenterons notre protocole, sa démarche d'élaboration, ainsi que la grille d'observation. Enfin, nous décrirons notre population et expliquerons nos critères de choix.

1. Problématique et hypothèses

1.1. Problématique

A ce jour, il existe des matériels permettant d'entraîner les structures logico-mathématiques, et particulièrement la sériation. Toutefois, il n'existe que très peu de matériels qui amènent une fabrication complète de celui-ci avec l'enfant.

Les orthophonistes fabriquent, souvent, eux-mêmes le matériel, parfois même en séance avec l'enfant. Celui-ci est très généralement sommaire : allumettes, jetons, pâtes, ...

Ce "bricolage", pas toujours très ludique, restreint le matériel rééducatif et ses possibilités d'utilisation.

Nous avons, ainsi, choisi de créer un matériel de type "bricolage", car c'est ce qui nous semblait le plus convenir à la rééducation logico-mathématique, et plus particulièrement à la sériation. En effet, la rééducation logico-mathématique ne s'appuie pas uniquement sur des matériels "clés en main". Cependant, nous avons inséré cette fabrication dans une histoire, afin de la rendre ludique et ainsi susciter l'intérêt des enfants.

Les logico-mathématiques étant un domaine d'apparition relativement récente, les orthophonistes sont de plus en plus sensibilisés et sollicités pour des rééducations du raisonnement logico-mathématique. En effet, même si la rééducation des difficultés d'apprentissages en mathématiques est inscrite dans la nomenclature des actes orthophoniques depuis 1972 sous les termes "rééducation de la pathologie du calcul", ce n'est qu'en 2002 que cette appellation a été élargie aux termes "rééducation des troubles du calcul et du raisonnement logico-mathématique". Cette désignation se révèle moins restrictive et accorde une place privilégiée, dans la prise en charge des difficultés en mathématiques, à la rééducation des structures logico-mathématiques. C'est aussi pour cela que nous avons choisi de proposer un matériel rééducatif, et ce, afin d'apporter une piste de réflexion sur la prise en charge des troubles de la sériation.

La plupart des matériels existant aborde la structure de sériation dans sa modalité visuelle. J. Piaget et B. Inhelder ont cherché à montrer le rôle de la perception dans le développement de la sériation, et plus particulièrement dans son anticipation. Pour cela, dans "La genèse des structures logiques élémentaires" (1991, p.262 et suivantes), ils ont comparé une même expérience dans sa modalité visuelle et dans sa modalité tactile : sériation de 10 bâtonnets de 10 à 19 cm de hauteur chez des enfants âgés de 4 à 8-9 ans. Ils en ont déduit que cette anticipation est permise par la manipulation des objets et non par leur perception.

1.2. Hypothèse

Fortes de ce constat, de nos recherches et nos observations, nous nous sommes demandées si l'entraînement de la sériation ne pourrait se faire par voie kinesthésique afin de l'aborder dans une autre modalité que la modalité visuelle, et ainsi d'inhiber certaines difficultés engendrées par cette perception visuelle. En effet, la perception n'ayant pas de répercussion, selon J. Piaget et B. Inhelder (1991), dans l'anticipation de la sériation, il en est peut-être de même pour la sériation dans sa globalité.

2. Présentation du protocole

Dans cette partie, nous exposerons le cheminement de notre travail, puis nous présenterons le protocole en tant que tel, en précisant les supports sur lesquels nous nous sommes appuyées et les principes que nous tenions à respecter. Enfin, nous détaillerons les modalités d'évaluation des passations et des enfants.

2.1. Démarche d'élaboration

Après avoir ciblé notre mémoire sur la sériation, nous souhaitons aborder la structure dans sa globalité à travers différentes activités, à savoir :

- sériation tactile
- sériation temporelle
- sériation visuelle "classique"
- correspondance sériale
- ...

Ce choix de plusieurs modules s'appuyait sur la théorie. En effet, selon F. Jaulin-Mannoni (1973), certains transferts d'un domaine à un autre peuvent se faire indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Notre hypothèse initiale était donc que l'entraînement de la sériation dans un domaine pourrait améliorer les compétences de l'enfant dans les autres domaines.

Cependant, cela nous a paru trop ambitieux, car la rééducation logico-mathématique peut être ardue. Une même structure peut être travaillée pendant plusieurs séances de rééducation. Cela aurait donc nécessité plus de temps et plus de moyens. De plus, la remédiation dans un domaine de la sériation ne se limite pas à une seule activité, ni à une seule séance.

Au vu de nos recherches et de nos observations cliniques sur la remédiation dans le domaine logico-mathématique, nous avons choisi d'élaborer un protocole, plutôt qu'un matériel composé de plusieurs modules. Ainsi, cette forme de support répondait également à un des principes que nous voulions respecter : fabrication du matériel dans sa totalité avec l'enfant. De plus, un protocole n'a pas une "règle du jeu" stricte à respecter, mais sert davantage de "trame de travail" : les demandes

faites à l'enfant peuvent être réajustées, les consignes reformulées et l'étayage personnalisé.

Pour la trame narrative de notre protocole, il nous a fallu choisir un thème qui soit connu de tous et ludique. Le football répondait à ces critères, à l'âge de notre population et pouvait autant plaire aux garçons qu'aux filles. De même, ce thème s'intégrait bien aux activités proposées et justifiait les manipulations de l'enfant (notion "d'équipe", déplacements dans un gymnase, ...).

Toutefois, ce thème pouvait être adapté si l'enfant se montrait réticent à celui-ci. Ce fut le cas pour une petite fille qui n'aimait pas le football et qui a proposé, pour remplacer ce thème, le waterpolo.

Notre protocole se compose de plusieurs activités qui vont chacune entraîner une ou plusieurs compétence(s). Les activités suivent une progression et certaines peuvent être proposées simultanément. Elles permettent, par ailleurs, de diversifier les demandes faites à l'enfant.

2.2. Protocole expérimental

2.2.1. Supports théoriques et principes respectés

Notre protocole s'est appuyé fortement sur ceux de F. Jaulin-Mannoni, et M. Bacquet et B. Gëritte-Hess. Même s'il en suit la trame générale, il n'aborde pas toutes les étapes. C'est pourquoi, nous n'exposerons que celles que nous avons choisi de traiter.

Nous allons, maintenant, présenter les 4 principes que nous avons souhaité respecter tout au long de notre protocole.

2.2.1.1. Le ludisme

L'aspect ludique d'une activité est primordial dans la pratique orthophonique. Cette activité doit susciter de la motivation pour que l'enfant ait l'envie de s'y plonger et d'y revenir. Selon C. Van Nieuwenhoven et S. De Vriendt, "un enfant joue son développement, il joue ce qui se développe en lui." (2010, p.93) De plus, ce n'est pas pour apprendre que l'enfant joue. L'enfant apprend en jouant.

Il est à noter, par ailleurs, que l'activité ludique, pour être profitable à l'enfant, doit se situer dans sa "zone proximale de développement" ou "zone prochaine de développement". Ce concept, introduit par L. Vygotski (1997), correspond à la distance entre ce que l'enfant est capable de faire seul et ce qu'il peut faire avec l'aide d'un tiers (adulte). Celui-ci souligne l'importance de prendre en compte le niveau de développement présent de l'enfant ainsi que sa "zone prochaine de développement", afin de déterminer son état de développement. Pour L. Vygotski (1997), l'enfant va d'autant plus progresser et se développer qu'il sera en contact avec des personnes d'un niveau cognitif "supérieur" (enfants, enseignants, ...).

Pour apporter un aspect ludique à notre protocole, nous avons fait le choix de placer celui-ci au centre d'une petite histoire afin d'attiser l'intérêt de l'enfant. L'objectif est ainsi de faire travailler l'enfant sans qu'il en ait réellement conscience et de façon amusante.

2.2.1.2. La construction avec l'enfant

La construction du matériel rééducatif avec et par l'enfant est important car ce temps de fabrication va permettre à sa pensée de s'organiser et de se construire tout au long de la conception. Ainsi, en construisant progressivement le matériel, l'enfant va pouvoir établir des relations et réaliser des comparaisons, étapes nécessaires au développement de la structure de sériation. Cette construction peut prendre du temps, mais ce temps est nécessaire et il ne faut pas le négliger. Chaque enfant évoluant à son rythme, ce temps d'élaboration sera variable.

Selon B. Bideaud et al. (1991, p.19), "l'enfant est acteur, auteur même et constructeur de l'objet."

2.2.1.3. La manipulation

Selon M. Mazeau et C. Le Lostec (2010), manipuler permet à l'enfant d'expérimenter de façon ludique et d'accéder, petit à petit, à l'abstraction et à la conceptualisation.

De même, dans "L'enfant en difficultés d'apprentissage en mathématiques : pistes de diagnostic et supports d'intervention", C. Van Nieuwenhoven et S. De Vriendt (2010) apportent des arguments justifiant l'importance des manipulations en mathématiques. Ainsi, s'appuyer sur la manipulation aide l'enfant à construire des

représentations mentales. Il peut donc visualiser à nouveau dans sa tête l'action qui vient de se produire, mais il peut aussi prendre le temps d'évoquer. Manipuler, déplacer, manier, toucher, actionner ... permettent également de "centrer l'apprentissage sur ce qui est spécifique" (C. Van Nieuwenhoven, S. De Vriendt, 2010, p.61) : l'enfant se concentre sur ce qu'il est en train de réaliser. La manipulation offre à l'adulte qui observe un moyen de suivre le raisonnement, la démarche de la pensée logique de l'enfant.

La manipulation a donc une très grande importance dans la rééducation des sériations. En effet, selon F. Jaulin-Mannoni (1973), celles-ci "relèvent des actions beaucoup plus que du langage." (p.46)

La manipulation et la construction du matériel avec et par l'enfant vont lui permettre de retourner vers des activités sensori-motrices, pré-requis indispensables à la compréhension de la structure de sériation.

2.2.1.4. Le questionnement

Toute rééducation, et en particulier la rééducation logico-mathématique, est basée sur un échange entre l'enfant et l'adulte. Pour C. Van Nieuwenhoven et S. De Vriendt (2010), cet échange est primordial car il permet à l'adulte d'interroger l'enfant sur les différentes stratégies qu'il a mises en œuvre. Il est important d'installer une situation d'interaction où l'adulte va observer les conduites de l'enfant et le questionner sur ses actions et les raisons de sa démarche de raisonnement.

Les questions formulées par l'adulte amènent, ainsi, l'enfant à verbaliser sa procédure mais ne doivent pas induire directement de réponses ou de conduites chez l'enfant. L'adulte va demander "Comment as-tu fait ?", "Pourquoi as-tu procédé ainsi ?" ou encore "Aurais-tu pu faire cela d'une autre façon ?" (C. Van Nieuwenhoven, S. De Vriendt, 2010, p.66). Se questionner fait donc partie des étapes importantes du développement des mathématiques, comme essayer, se tromper, échanger et développer des stratégies. (C. Van Nieuwenhoven, S. De Vriendt, 2010)

Selon ces mêmes auteurs, le questionnement à l'enfant est "la clé de l'apprentissage en général et des mathématiques en particulier." (2010, p.67)

2.2.2. Présentation du protocole expérimental

Nous allons présenter le protocole que nous avons élaboré. Celui-ci a pour thème principal le football. Toutes les activités proposées suivent une trame narrative (histoire racontée à l'enfant).

2.2.2.1. Matériel

L'ensemble du protocole requiert un certain nombre d'outils. Ces derniers seront précisés pour chaque activité dans le protocole.

- pâte à modeler qui durcit en 24 heures
- feutres
- boîte à chaussures de taille moyenne trouée d'un côté pour permettre le passage des mains de l'enfant, et de l'autre pour observer ses manipulations
- feuilles cartonnées
- ciseaux
- ruban adhésif
- feuille de mousse
- emporte-pièces
- scratch autocollant
- post-it

2.2.2.2. Histoire

Pour rendre notre protocole ludique et justifier les manipulations demandées à l'enfant, nous avons imaginé une petite histoire qui s'étale tout au long des activités.

"Pour les vacances, tu décides de partir sur une île mystérieuse que personne ne connaît. Sur cette île, il y a des habitants amusants qui ressemblent à des boules.

*En arrivant, tu rencontres un premier habitant. Peux-tu le fabriquer ?
Tu vois, sur l'île, il y a un gymnase où les habitants aiment jouer au foot. D'ailleurs, ils ont bientôt un match et X est pressé d'y aller. Avant de partir, il te demande d'aller chercher ses amis pour le foot. Peux-tu fabriquer ses copains ?*

Les habitants se sont bien entraînés et le match est fini. Ils se sont tous bien amusés. Chaque habitant doit maintenant rentrer chez lui pour se doucher. Peux-tu fabriquer les maisons des habitants ? Attention, les habitants doivent rentrer "tout juste" par la porte de leur maison, pour que quelqu'un de grand ne puisse pas tout casser dans leur maison.

Mince, l'entraîneur a oublié de dire quelque chose à tous les habitants. Ils doivent tous retourner dans le gymnase. Avant d'y aller, ils te demandent de ranger leurs maisons dans l'ordre pour qu'en rentrant, ils retrouvent plus facilement leur maison.

Ça y est, ils ont fini et ils vont maintenant rentrer chez eux. Ils sont très fatigués et te demandent de les ramener chacun dans leur maison.

Chaque habitant est bien rentré chez lui. Pour les aider à retrouver plus facilement leur maison, ils voudraient mettre une décoration sur le mur de leur maison. Peux-tu les aider ?

Chaque habitant a chez lui un journal de bord où il note tout ce qu'il fait. Peux-tu donner un journal de bord à chaque habitant ?

Mince, tous les journaux se ressemblent. Comment chaque habitant pourrait-il faire pour reconnaître son journal de bord ?

Le lendemain, tous les habitants retournent au gymnase pour jouer au foot. Une fois le match terminé, V veut inviter ses amis à manger chez lui. Peux-tu emmener les amis chez V ?

Le repas est fini et pour remercier V, ses invités décident de laisser leur signature sur son mur.

En rentrant chez eux, chaque invité va écrire sur son journal de bord chez qui il a été manger.

Oh mais ceux qui ne pouvaient pas rentrer chez V sont tristes ! V décide donc d'envoyer un cadeau de consolation aux habitants qui ne pouvaient pas rentrer chez lui.

Aujourd'hui, les habitants retournent au gymnase pour jouer au foot.

Pendant qu'ils jouent, il pleut beaucoup et la pluie a effacé les signatures laissées sur le mur de la maison de V. Quand le soleil revient, un peintre doit venir refaire les signatures mais il ne sait pas quoi peindre. Peux-tu l'aider ?

En rentrant chez lui, W a fait tomber son journal de bord dans l'eau et toutes les décorations se sont effacées. Peux-tu l'aider à refaire ses décorations ?

*Le lendemain, les habitants retournent au gymnase pour un match de foot. Ils emportent leurs journaux de bord avec eux pour se les montrer. Après le match, ils rentrent chez eux. Mince, quelqu'un a oublié son journal de bord !
Peux-tu trouver à qui il est ?*

En rentrant chez lui, après l'entraînement de foot, T s'aperçoit que son sac de cadeaux a été volé ! Peux-tu l'aider à retrouver combien il avait de cadeaux dedans ?

Un beau matin, en se promenant, V découvre un sac de cadeaux. Il te demande de mener l'enquête avec lui pour retrouver le propriétaire de ce sac.

Aujourd'hui, c'est le grand jour. Les habitants de l'île disputent un match contre une redoutable équipe. Avant le coup de sifflet de l'arbitre, les habitants doivent se ranger dans l'ordre pour l'hymne national.

Mais, les joueurs de l'équipe des boules ne sont pas contents. Il manque 2 joueurs dans leur équipe pour pouvoir participer au match. Ils décident alors d'appeler les 2 frères de T. Peux-tu aider les nouveaux arrivants à bien se ranger dans l'ordre ?

Le match est fini. L'équipe des boules a gagné ! Le journal de l'île veut prendre une photo des gagnants, mais pour cela, ils doivent être rangés dans l'ordre. Peux-tu les aider à bien se ranger dans l'ordre ?

Tes vacances sont finies. Tu dis "au revoir" à tes nouveaux amis."

2.2.2.3. Activités

Le tableau I ci-dessous reprend les différentes activités de notre protocole, ainsi que les processus travaillés (cf. protocole complet en Annexe 1).

| Activités | Descriptif | Processus travaillés |
|---|---|--|
| <u>Activité 1</u> : Rencontre avec les habitants de l'île | création d'une série en tactile : les boules | création d'une série en modalité tactile et comparaison 2 à 2 en tactile |
| <u>Activité 2</u> : Construction des maisons des habitants | création d'une série en visuel : les maisons | création d'une seconde série en modalité visuelle |
| <u>Activité 3</u> : Arrivée des habitants dans leur nouvelle maison | - ordonnancement des maisons - mise en correspondance des boules et des maisons | - sériation visuelle - correspondance sériale visuelle maisons/boules |
| <u>Activité 4</u> : Personnalisation des maisons, distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci, invitations à manger | - attribution d'une trace à chaque maison - distribution de son journal de bord à chaque boule - attribution d'une trace aux journaux - invitations tactiles - attribution de traces sur les maisons et sur les journaux de bord - envoi des cadeaux | - correspondance terme à terme visuelle - amorcer la compréhension de ce qu'est la transitivité - construction d'un code - déductions |
| <u>Activité 5</u> : Décryptage d'un code et résolution des énigmes | - lecture de traces - décryptage d'événements en tactile et en visuel | - déductions/capacité de décodage - déductions/coordination des relations/capacité de décodage |
| <u>Activité 6</u> : Mise en ligne des joueurs pour l'hymne national | rangement des boules tactilement | sériation tactile de boules |
| <u>Activité 7</u> : Arrivée et intercalation de nouveaux joueurs | apparition de 2 nouvelles boules à intercaler | intercalation tactile de 2 boules dans la série déjà constituée (une à une extrémité, l'autre à l'intérieur) |
| <u>Activité 8</u> : Réalisation d'une photo d'équipe | rangement des 9 boules visuellement | sériation visuelle de boules |

Tableau I : Récapitulatif des activités de notre protocole

2.2.2.3.1. *Activité 1 : Rencontre avec les habitants de l'île*

Objectifs : - création d'une série en modalité tactile
- comparaison 2 à 2 en modalité tactile

Lors de cette activité, il est demandé à l'enfant de créer un à un les habitants de l'île : des boules de pâte à modeler. La création devant se faire sans perception visuelle, chaque boule créée est déposée dans une boîte (le gymnase). Une fois les

boules dans le gymnase, l'enfant ne pourra plus les percevoir visuellement. Celles-ci ne pourront donc être appréhendées que par le toucher.

Au préalable, il a été précisé à l'enfant que toutes les boules doivent être de tailles différentes, afin que l'enfant soit capable de les différencier et pour que les spectateurs puissent les reconnaître lors des matchs de foot organisés dans le gymnase. Cette demande doit normalement inciter l'enfant à une comparaison 2 à 2 en modalité tactile.

A la fin de l'activité, l'enfant doit avoir fabriqué 7 boules de tailles différentes. Si l'enfant a confectionné plus de 7 boules, car il n'est pas parvenu à faire spontanément de comparaisons 2 à 2 ou que ses comparaisons sont inefficaces pour répondre à la consigne, l'adulte va lui demander de n'en sélectionner que 7 (l'adulte fera en sorte que l'enfant sélectionne des boules qui soient tactilement suffisamment différentes).

2.2.2.3.2. Activité 2 : Construction des maisons des habitants

Objectif : création d'une seconde série en modalité visuelle

Lors de cette activité, l'enfant doit créer une seconde série en modalité visuelle : les maisons des boules. Ces maisons seront sériées dans un second temps selon les dimensions des portes.

L'enfant doit donc trouver seul, un moyen de créer la porte, sachant que la boule devra rentrer "tout juste". Si le critère "tout juste" doit être justifié, une explication peut être fournie à l'enfant : la taille des portes doit être ajustée afin qu'un habitant grand ou gros ne fasse pas de dégâts dans la maison.

Pour réaliser la porte, différents procédés peuvent être employés par l'enfant. Celui-ci peut :

- s'aider de la boule pour reporter le contour de celle-ci
- avoir recours à un objet intermédiaire pour réaliser le contour de la porte
- réajuster petit à petit la taille d'une porte réalisée au hasard en la comparant visuellement à la boule
- tracer au hasard une porte aux dimensions qui conviennent

2.2.2.3.3. Activité 3 : Arrivée des habitants dans leur nouvelle maison

- Objectifs :
- sériation visuelle des maisons
 - correspondance sériale visuelle maisons/boules

Il est d'abord demandé à l'enfant de sérier les maisons en perception visuelle et hors présence des boules, afin de vérifier qu'il a pris conscience de la différence de taille des portes. De plus, cela va amener une aide pour la suite du travail proposé.

Puis, l'enfant devra mettre en correspondance les boules et les maisons.

2.2.2.3.4. Activité 4 : Personnalisation des maisons, distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci, invitations à manger

- Objectifs :
- correspondance terme à terme visuelle boules/journaux de bord
 - amorcer la compréhension de ce qu'est la transitivité
 - construction d'un code servant de base aux déductions futures
 - déductions

Lors des descriptions à venir, nous appellerons :

- "décorations", les traces tactiles placées sur les maisons et dans les journaux de bord
- "signatures", les traces visuelles placées sur les murs des maisons par les boules invitées

L'enfant devra tout d'abord attribuer une décoration en relief à chaque maison. Pour cela, il la fixera avec du scratch autocollant (cela permettra par la suite de faire disparaître ces décorations et, ainsi, de proposer des déductions). Chaque maison aura une décoration différente : étoile, lune, carré, rond, rectangle, cœur et triangle.

L'enfant devra ensuite distribuer à chaque habitant un journal de bord. Pour distinguer le journal de bord de chaque habitant, l'enfant fixera la décoration de la

maison correspondante. Cette décoration ne devra pas être apposée à un endroit précis du journal de bord afin d'éviter un effet mémoire.

Une fois les décorations mises, les habitants vont s'inviter les uns chez les autres. Mais, ils ne pourront être invités que s'ils passent par la porte de leur hôte. Ces invitations se feront dans la modalité tactile : les boules dans la boîte, il sera indiqué tactilement à l'enfant quelle boule sera l'hôte et l'enfant devra alors déterminer les boules invitées en les explorant tactilement. Toutefois, la première série d'invitations pourra se faire en modalité visuelle afin que l'enfant comprenne bien le principe des portes. Pour cela, il faudra jouer l'invitation, c'est-à-dire que les boules devront vraiment aller dans la maison de l'hôte.

Pour remercier leur hôte, les invités laisseront leurs signatures sur son mur (dessins). Ces signatures seront toutes réalisées sur un même post-it collé sur le mur de la maison.

Au préalable, l'enfant aura choisi une signature pour chaque habitant. Une feuille mémoire permettra de recenser toutes les signatures en regard des noms des boules.

De retour chez lui, chaque invité fixera dans son journal de bord (avec du scratch autocollant) la décoration de la maison de son hôte. A nouveau, cette décoration sera apposée à un endroit aléatoire du journal.

Quant aux boules qui n'auront pas pu passer par la porte de l'hôte, elles recevront un cadeau de consolation de sa part (cadeau identique pour toutes les boules "déçues" et choisi par l'enfant). Ces cadeaux seront immédiatement placés, dans chaque maison, dans un sac.

Lors de cette activité, il nous semble judicieux de commencer par une maison intermédiaire. En effet, dans ce cas de figure, l'enfant aura à gérer à la fois des boules qui rentrent par la porte de l'hôte et à la fois des boules qui ne peuvent rentrer. De plus, chaque cas de figure (possibilité de rentrer/de ne pas rentrer par la porte) sera illustré par plusieurs boules. Lors de cette première série d'invitations, l'enfant sera donc confronté aux différentes possibilités qu'il va rencontrer par la suite.

2.2.2.3.5. Activité 5 : Décryptage d'un code et résolution des énigmes

- Objectifs :
- déductions
 - coordination des relations
 - capacité de décodage

L'activité de décodage ne vient pas forcément après l'activité précédente. Elle peut être proposée pendant celle-ci pour vérifier au fur et à mesure si l'enfant se saisit correctement de ce qu'il fait. De même, les déductions devront être réalisées conjointement. Il est à noter qu'il est très important de travailler les déductions dans tous les sens.

Tout d'abord, l'enfant devra déchiffrer des codes et déduire des informations de ces codes : lecture de signatures et lecture des décorations d'un journal de bord. Pour ce faire, les journaux seront donnés en vrac en début de séance (l'adulte les aura mélangés en les rangeant lors de la séance précédente) et il sera demandé à l'enfant de les réattribuer à leurs propriétaires. L'enfant devra donc repérer la décoration de la porte de la plus petite boule pour savoir à qui appartient le journal en question.

Il pourrait en être de même pour les post-it sur lesquels figurent les signatures laissées par les invités. Toutefois, cette tâche comportera une difficulté supplémentaire puisque la signature de la boule habitant la maison concernée ne figure pas sur le post-it. L'enfant devra donc déduire que le post-it en question appartient à la maison de la boule de taille immédiatement supérieure que la plus grande ayant laissé sa signature.

Ce premier travail va permettre de travailler les déductions dans le sens "elle a, donc elle est allée", "elle a, donc elle n'est pas allée".

Il sera aussi demandé à l'enfant de résoudre de petites énigmes. Lors de celles-ci, l'enfant se trouvera confronté à un événement qui l'obligera à faire des inférences, des déductions, parce qu'une ou des information(s) auront été cachées.

Nous allons citer ci-dessous quelques exemples possibles :

- disparition des signatures laissées sur le mur d'une maison (en modalité tactile)

Les boules sont dans la boîte (le gymnase) avec les journaux de bord. L'enfant devra retrouver les signatures disparues en se référant tactilement aux décorations mises dans les journaux de bord. S'il en ressent le besoin, l'enfant pourra sérier les boules dans le gymnase, afin de mettre ensuite en correspondance, par déductions, les journaux de bord et les boules, et ainsi permettre des inférences sur ce que signifie le nombre de décorations dans les journaux de bord (*exemple : 7 décorations dans le journal de bord signifient que le journal appartient à la boule la plus petite*).

De plus, si besoin, une fiche de référence avec les décorations en visuel pourra être fabriquée.

Ainsi, les signatures sont cachées, et les décorations dans les journaux de bord sont perceptibles tactilement, ce qui permet de travailler :

* la mise en relation de 2 codes : les décorations et les signatures, pour inférer sur les signatures manquantes sur le mur de la maison (*exemple : "elle a telles décorations dans son journal de bord, donc elle peut avoir telles signatures sur son mur"*)

* des déductions sur des questions comportant des négations

L'enfant sera amené à faire des inférences sur ce que signifie l'absence de certaines décorations (*exemple : "elle n'a pas dans son journal de bord, donc elle n'est pas allée"*)

- disparition des décorations d'un journal de bord (en modalité visuelle)

L'enfant devra retrouver les décorations disparues en se référant aux signatures laissées sur les murs des maisons.

Les décorations sont cachées, et les signatures sont apparentes, ce qui permet de faire travailler :

* la mise en relation de 2 codes : les signatures et les décorations, pour inférer sur les décorations du journal incomplet (*exemples : "elle a laissé telle signature, donc elle est allée dans telle maison", "elle est allée dans telle maison, donc elle a mis telle décoration dans son journal de bord"*)

- * des déductions sur des questions comportant des négations

L'enfant sera amené à faire des inférences sur la signification de l'absence de certaines signatures (*exemple : "elle n'est pas allée, donc elle n'a pas dans son journal de bord"*)

- perte d'un journal de bord (en modalité tactile)

Un journal de bord a été perdu (oublié dans le gymnase). L'enfant devra retrouver son propriétaire en touchant les décorations de ce journal et en se référant aux signatures des invités laissées sur les murs des maisons.

Les décorations du journal de bord perdu peuvent être étudiées tactilement. Les signatures, quant à elles, sont apparentes.

Cette énigme va permettre de travailler:

- * la mise en relation de 2 codes : les décorations et les signatures, pour faire des inférences sur les maisons dans lesquelles le propriétaire du journal de bord est allé (*exemple : "il y a telles décorations dans le journal de bord, donc son propriétaire est allé dans telles maisons"*)

- * des déductions sur des questions comportant des négations (*exemple : "les maisons ont telles signatures, donc le propriétaire n'est pas telles boules", "il n'y a pas telles décorations dans le journal, donc le propriétaire n'habite pas dans telles maisons", "il n'y a pas telles signatures sur le mur de la maison, donc telles boules n'y sont pas rentrées"*)

- disparition d'un sac de cadeaux (en modalités tactile ou visuelle)

L'enfant va devoir retrouver le nombre de cadeaux de consolation disparus :

- * soit en se référant aux signatures laissées sur les murs des maisons (modalité visuelle)
- * soit en se référant aux décorations des journaux de bord (modalité tactile)
- * soit en se référant uniquement et tactilement aux boules (modalité tactile)

- l'enfant doit se référer aux signatures laissées sur les murs des maisons

Les décorations sont cachées, ainsi que les boules et les autres sacs de cadeaux de consolation, et les signatures sont apparentes, ce qui permet de faire travailler :

* des inférences sur la mise en relation des signatures avec la suite ordonnée des nombres (*exemple : "elle a été dans X maisons, donc elle a laissé X signatures"*)

* des déductions sur des questions comportant des négations

L'enfant sera amené à faire des inférences sur ce que signifie l'absence de certaines signatures (*exemples : "elle n'a pas laissé, donc elle n'est pas allée", "elle n'est pas allée, donc elle a reçu"*)

- l'enfant doit se référer aux décorations des journaux de bord

Les maisons et leurs traces (signatures et cadeaux de consolation) sont cachées, et les décorations et les boules sont perceptibles tactilement, ce qui permet de faire travailler :

* la mise en relation des décorations avec la série des boules en elle-même (*exemple : "elle a telles décorations, donc elle est"*)

L'enfant pourra être amené, s'il en ressent le besoin, à sérier les boules dans le gymnase, afin de mettre ensuite en correspondance, par déductions, les journaux de bord et les boules.

* des déductions sur des questions comportant des négations

L'enfant sera amené à faire des inférences sur ce que signifie l'absence de certaines décorations (*exemple : "elle n'a pas X décorations, donc elle a reçu X cadeaux de consolation"*)

- l'enfant doit se référer uniquement et tactilement aux boules

Les maisons et leurs signatures, ainsi que les décorations sont cachées. Seules les boules sont perceptibles tactilement dans le gymnase, ce qui permet de faire travailler :

* la mise en relation de la série des boules avec la suite ordonnée des nombres (*exemple : "elle se situe, donc elle est"*)

L'enfant pourra être amené à sérier au préalable les boules, afin de comprendre que la boule à qui son sac a été volé, avait reçu des cadeaux de consolation des boules plus petites qu'elle.

* des déductions sur des questions comportant des négations

En effet, la place dans la série ordonnée des boules peut permettre de faire des inférences sur ce que signifie la présence de boules plus grandes/petites (*exemples : "elle est, donc elle n'est pas allée", "elle n'est pas allée, donc elle n'a pas reçu"*)

- perte d'un sac de cadeaux (en modalités tactile et visuelle)

Un sac de cadeaux a été retrouvé dans la rue. Il contient un certain nombre de cadeaux. Pour résoudre cette énigme, l'enfant va devoir retrouver le propriétaire de ce sac, en s'appuyant sur le contenu du sac et :

* soit sur les signatures (en modalité visuelle)

* soit sur les décorations dans les journaux de bord (en modalité tactile)

* soit sur des boules cachées dans le gymnase, uniquement (en modalité tactile)

- L'enfant doit se référer au contenu du sac et aux signatures laissées sur les murs des maisons

Les journaux de bord sont alors cachés. Cette énigme va permettre de travailler :

* la mise en relation du nombre de cadeaux avec les signatures (*exemple : "il y a X cadeaux, donc la boule propriétaire n'a pas pu rentrer chez X autres boules et n'a donc pas laissé sa signature sur X maisons"*)

* des déductions sur la série des maisons (*exemple : "la boule propriétaire a X cadeaux, donc elle habite dans telle maison"*)

* des déductions sur des questions comportant des négations (*exemple : "le sac contient X cadeaux, donc le propriétaire n'a pas pu aller chez X boules"*)

- L'enfant doit s'appuyer sur le contenu du sac et sur les décorations des journaux de bord placés dans le gymnase.

Les signatures sont alors cachées. Cette énigme va permettre de travailler :

* la mise en relation du nombre de cadeaux avec les décorations

(*exemple : "le sac contient X cadeaux, la boule propriétaire n'est donc pas allée dans X maisons, et il manque donc X décorations dans le journal de la boule propriétaire"*)

* des déductions sur les décorations (*exemple : la décoration de la plus petite maison correspond à la maison de la boule propriétaire du sac de cadeaux perdu*)

- L'enfant doit se référer uniquement au contenu du sac et aux boules cachées dans le gymnase.

Les maisons ainsi que les journaux sont alors cachés. Cette énigme va permettre de travailler :

* la mise en relation du nombre de cadeaux avec la série des boules (*exemple : "le sac contient X cadeaux, donc la boule propriétaire n'a pas pu rentrer chez X boules"*)

* des déductions sur des questions comportant des négations

(*exemple : "la boule propriétaire n'est pas allée chez X boules, donc c'est la boule immédiatement plus grande que celles-ci"*)

2.2.2.3.6. Activité 6 : Mise en ligne des joueurs pour l'hymne national

Objectif : sériation tactile des boules

Lors de cette activité, l'enfant devra sérier les boules en modalité tactile. Ces boules sont dans la boîte (le gymnase) et l'enfant ne peut donc les appréhender qu'en modalité tactile, sans aucune possibilité de les voir.

2.2.2.3.7. Activité 7 : Arrivée et intercalation de nouveaux joueurs

Objectif : intercalation tactile de 2 boules dans la série déjà constituée

Il est demandé à l'enfant d'introduire tactilement 2 nouvelles boules dans la série : une boule intermédiaire et une boule à une extrémité. Ces boules auront été au préalable fabriquées par nous-mêmes.

Selon J. Piaget et A. Szeminska (1980), il est plus facile pour l'enfant de 6-7 ans de sérier des bâtons que d'en intercaler de nouveaux dans une série déjà constituée, car "[cela] suppose des opérations de mise en relation beaucoup plus susceptibles d'être remplacées par l'intuition que dans le cas de la construction *de plano* de la série initiale." (J. Piaget et A. Szeminska, 1980, p.171 et 172) L'intercalation d'un élément à une extrémité va permettre d'éliminer la difficulté qu'engendre l'intercalation d'un élément intermédiaire, qui demande la coordination de deux relations "plus petit que" et "plus grand que".

2.2.2.3.8. Activité 8 : Réalisation d'une photo d'équipe

Objectif : sériation visuelle des boules

Après avoir sorti de la boîte les 9 boules dans le désordre, l'enfant devra les sérier visuellement. Cela va permettre d'observer une éventuelle dissociation entre la sériation en modalité tactile et la sériation en modalité visuelle.

2.3. Evaluation

2.3.1. Ligne de base

Nous allons exposer les épreuves qui constituent notre ligne de base.

2.3.1.1. Pré-test

Avant de proposer notre protocole, il nous a semblé important d'évaluer les capacités de sériation de l'enfant, en modalités tactile et visuelle.

Nous avons donc proposé à chaque enfant :

- une épreuve de sériation visuelle des bâtonnets de J. Piaget

Cette épreuve consiste en un matériel composé de 10 bâtonnets échelonnés de 9 cm à 16,2 cm de sorte que la longueur de chacun diffère de 0,8 cm du précédent. Il est demandé à l'enfant de les sérier de sorte à "faire un escalier" en commençant par le plus petit des bâtonnets. (J. Piaget et B. Inhelder, 1991, p.251)

- une épreuve de sériation tactile de boules

Il s'agit ici de sérier 7 boules de pâte à modeler de tailles croissantes. L'enfant devra réaliser cette sériation en modalité tactile seule, c'est-à-dire sans aucune perception visuelle, dans une boîte.

- une épreuve de sériation visuelle de disques

Lors de cette épreuve, il est demandé à l'enfant de sérier visuellement 7 disques de couleurs différentes et de diamètres croissants. Cette épreuve est complexifiée par un leurre visuel : les cercles sont présentés sur des cartes de dimensions identiques qui interdisent donc à l'enfant de comparer les cercles en les superposant. L'intérêt de cette épreuve est d'apprécier un éventuel transfert de la sériation d'un domaine à un autre. En effet, "il est important d'organiser plusieurs activités pour développer la même compétence en vue de l'installer à long terme." (C. Van Nieuwenhoven et S. De Vriendt, 2010, p.61)

2.3.1.2. Post-test

Les mêmes épreuves seront proposées à la fin des passations afin d'apprécier l'évolution ou non des capacités de sériation de l'enfant.

2.3.2. Grille d'observation

Pour faciliter l'analyse des séances des enfants, nous avons élaboré une grille d'observation qualitative. Celle-ci reprend, pour chaque activité, les grands domaines à observer (comportement, manipulations, verbalisations, regard). L'analyse sera donc la même pour tous les enfants. Cette grille a pour but principal une prise de note rapide avec des cases à cocher. Elle facilitera, ainsi l'orientation de notre regard et la conservation des progressions des enfants. Elle permettra, de ce fait, d'avoir une vue d'ensemble des capacités de l'enfant et de ses façons de procéder.

2.3.2.1. Activité 1 : Rencontre avec les habitants de l'île

Objectifs : - création d'une série en modalité tactile : les boules
- comparaison 2 à 2 en modalité tactile

| Domaines | | Commentaires | |
|---------------------|--|---|--|
| Comportement | utilisation tactile des boules déjà existantes (comparaison 2 à 2) | oui, spontanément | |
| | | oui, après aiguillage par des questions | |
| | | non, même après aiguillage par des questions | |
| | réaction face à 2 ou plusieurs boules semblables (en tactile) | l'enfant réagit | |
| | | l'enfant ne réagit pas la 1 ^{ère} fois, mais réagit après aiguillage par des questions | |
| | | l'enfant ne réagit pas | |
| | corrections faites face à 2 ou plusieurs boules semblables | l'enfant enlève de la matière à une boule | |
| | | l'enfant ajoute de la matière à une boule | |
| | | l'enfant modifie la forme de la boule | |
| | | l'enfant crée une nouvelle boule | |

| | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| Manipulations | utilisation des mains lors des comparaisons 2 à 2 | comparaisons avec la main droite uniquement | | |
| | | comparaisons avec la main gauche uniquement | | |
| | | comparaisons avec les 2 mains (une boule dans chaque main) | | |
| | | évolution au fil de la création des boules | | |
| | exploration des boules dans le "gymnase" (boîte) lors des comparaisons 2 à 2 | exploration complète des boules | | |
| | | exploration partielle des boules | | |
| | exploration du "gymnase" (boîte) | exploration complète | | |
| | | exploration partielle | | |
| Verbalisations | nature des termes employés lors de la comparaison 2 à 2 | comparatifs ("plus grand/petit que", ...) | | |
| | | superlatifs ("le plus grand/petit", ...) | | |
| | | adjectifs ("grand", "petit", "gros", ...) | | |
| | | évolution au fil de la création des boules | | |

Tableau II : Grille d'observation de l'activité 1

2.3.2.2. Activité 2 : Construction des maisons des habitants

Objectif : création d'une seconde série en modalité visuelle

| Domaines | | Commentaires | | |
|---------------------|---|--|--|--|
| Comportement | solution utilisée pour construire la porte | utilisation des boules pour report | | |
| | | réalisation des porte au hasard avec si besoin ajustement des portes ou réalisation d'une nouvelle porte | | |
| | | utilisation d'un objet intermédiaire | | |
| Comportement | intérêt pour les boules de pâte lors de la construction des maisons | aucun | | |
| | | visuel | | |
| | | tactile | | |
| | | visuel et tactile | | |
| | | évolution au fil de la construction des maisons | | |

| | | | |
|---------------|--|--|--|
| Regard | l'enfant regarde alternativement les maisons et les boules | | |
| | l'enfant ne regarde que les maisons | | |
| | l'enfant ne regarde que les boules | | |

Tableau III : Grille d'observation de l'activité 2

2.3.2.3. Activité 3 : Arrivée des habitants dans leur nouvelle maison

Objectifs :

- sériation visuelle des maisons
- correspondance sériale visuelle maisons/boules

2.3.2.3.1. Sériation visuelle des maisons

| Domaines | | Commentaires | |
|---|---|---|--|
| Comportement | sériation des maisons en se référant aux portes | réussite de la sériation | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques | |
| | | échec de la sériation | |
| | | capacités à intercaler une ou plusieurs maison(s) | |
| | organisation des maisons en cas d'échec | dichotomie grand/petit | |
| | | groupements de 2 ou 3 éléments correctement sériés | |
| aucune organisation ou construction ludique | | | |
| Manipulations | technique utilisée pour la sériation | recherche du plus petit/grand absolu | |
| | | recherche du "voisin" (maison présentant le plus petit écart avec celle d'avant) | |
| | | insertion (sériation de 2 ou 3 maisons, les autres étant insérées par intercalation dans un second temps) | |
| | | réalisation de déplacements | |
| | | réalisation de comparaisons 2 à 2 des maisons | |

| | | | | |
|-----------------------|---|---|--|--|
| Verbalisations | réactions en cas d'échec | | | |
| | nature des termes employés (lors de la sériation) | comparatifs ("plus grand/petit que", ...) | | |
| | | superlatifs ("le plus grand/petit", ...) | | |
| | | adjectifs ("grand", "petit", "gros", ...) | | |

Tableau IV : Grille d'observation de l'activité 3a

2.3.2.3.2. Correspondance sériale visuelle

| Domaines | | Commentaires | | | |
|----------------------|---|--|--|--|--|
| Comportement | correspondance sériale boules/maisons | réussite de la correspondance sériale | | | |
| | | réussite de la correspondance sériale par tâtonnements empiriques | | | |
| | | échec de la correspondance sériale | | | |
| | résultat en cas d'échec | inversion de 2 maisons mais bonne prise en compte du critère "tout juste" | | | |
| | | plusieurs boules dans une même maison/une maison sans habitant/un habitant sans maison | | | |
| | | pas de prise en compte du critère "tout juste" | | | |
| Manipulations | technique utilisée pour la correspondance sériale | l'enfant série les boules visuellement et effectue une correspondance terme à terme | | | |
| | | l'enfant ne série pas au préalable les boules | l'enfant se fixe sur une maison et essaie d'y faire rentrer toutes les boules | | |
| | | | l'enfant se fixe sur une boule et essaie de la rentrer dans toutes les maisons | | |
| | | aléatoire | | | |

| | | | |
|----------------|------------------------------------|--|--|
| Verbalisations | lors de la correspondance sériale | | |
| | en cas d'échec à la correspondance | | |

Tableau V : Grille d'observation de l'activité 3b

2.3.2.4. Activité 4 : Personnalisation des maisons, distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci, invitations à manger

Objectifs :

- correspondance terme à terme visuelle boules/journaux de bord
- transitivité
- construction d'un code servant de base aux déductions futures
- déductions

2.3.2.4.1. Distribution des journaux de bord et différenciation de ceux-ci

| Domaines | | Commentaires | |
|----------------|---|--|--|
| Comportement | correspondance terme à terme boules/journaux de bord | réussite de la correspondance terme à terme | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques | |
| | | échec de la correspondance terme à terme | |
| | solution pour distinguer les journaux de bord (traces tactiles) | solution trouvée seul | |
| | | solution trouvée après aiguillage par une ou des question(s) | |
| Verbalisations | pendant la correspondance terme à terme | | |
| | pendant l'attribution des traces aux journaux de bord | | |
| | par rapport à la réussite/l'échec | | |

Tableau VI : Grille d'observation de l'activité 4a

2.3.2.4.2. Invitations à manger

| Domaines | | | | Commentaires |
|--|--|---|---|--------------|
| Comportement | procédures utilisées pour les invitations en modalité visuelle | réussite seule avec coordination portes/boules (transitivité) | | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques (l'enfant joue la scène) | avec essai de toutes les boules | |
| | | | avec essai de quelques boules | |
| | | échec à la coordination portes/boules | | |
| | procédures utilisées pour les invitations en modalité tactile | réussite avec recherche des boules plus petites que l'hôte (transitivité) | | |
| | | sériation préalable des boules | | |
| | | comparaison un à tous (la boule hôte est l'invariant) | | |
| | | incapacité de passer par la modalité tactile, et nécessité de passer par le visuel (jouer les scènes) | | |
| | capacité de codage (feuille mémoire) | | | |
| | Manipulations | utilisation des mains lors des invitations en modalité tactile | utilisation de la main droite seulement | |
| utilisation de la main gauche seulement | | | | |
| utilisation des 2 mains | | | | |
| évolution au fil des invitations | | | | |
| exploration des boules dans le "gymnase" (boîte) | | exploration complète des boules | | |
| | | exploration partielle des boules | | |
| exploration du "gymnase" (boîte) | | exploration complète | | |
| | | exploration partielle | | |
| Verbalisations | pendant les invitations | | | |
| | après les invitations | | | |
| | par rapport à la réussite/l'échec | | | |

Tableau VII : Grille d'observation de l'activité 4b

2.3.2.5. Activité 5 : Décryptage d'un code et résolution des énigmes

- Objectifs :
- déductions
 - coordination des relations
 - capacité de décodage

| Domaines | | Commentaires | |
|----------------|---|---|--|
| Comportement | capacité de décodage | capacité à utiliser les traces tactiles | |
| | | capacité à utiliser les traces visuelles | |
| | | incapacité à décoder les traces | |
| | déductions (modalité visuelle) | réussite avec référence spontanée aux traces visuelles (transitivité) | |
| | | réussite après orientation par des questions | |
| | | échec même après orientation par des questions | |
| | déductions (modalité tactile) | réussite avec référence spontanée aux traces tactiles (transitivité) | |
| | | réussite après orientation par des questions | |
| | | échec même après orientation par des questions | |
| Manipulations | besoin d'un retour à la manipulation lors des déductions | | |
| | utilisation des mains lors des déductions impliquant du tactile | utilisation de la main droite seulement | |
| | | utilisation de la main gauche seulement | |
| | | utilisation des 2 mains | |
| | évolution au fil des déductions | | |
| Verbalisations | lors du décodage | | |
| | lors des déductions | comparatifs ("plus grand/petit que", ...) | |
| | | superlatifs ("le plus grand/petit", ...) | |
| | | adjectifs ("grand", "petit", "gros", ...) | |
| autres | | | |

Tableau VIII : Grille d'observation de l'activité 5

2.3.2.6. Activité 6 : Mise en ligne des joueurs pour l'hymne national

Objectif : sériation tactile des boules

| Domaines | | | | Commentaires |
|---------------|---|--|--|--------------|
| Comportement | sériation visuelle des 7 boules | réussite de la sériation | | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques | | |
| | | échec de la sériation | | |
| | | capacités à intercaler une ou plusieurs boule(s) | | |
| | organisation des boules en cas d'échec | dichotomie grand/petit | | |
| | | groupements de 2 ou 3 éléments correctement sériés | | |
| | | omission d'une ou plusieurs boule(s) | | |
| | | aucune organisation ou construction ludique | | |
| Manipulations | technique utilisée pour la sériation | recherche du plus petit/grand absolu | | |
| | | recherche du "voisin" (boule présentant le plus petit écart avec celle d'avant) | | |
| | | insertion (sériation de 2 ou 3 boules, les autres étant insérées par intercalation dans un second temps) | | |
| | | réalisation de comparaisons 2 à 2 des boules | | |
| | utilisation des mains lors de la sériation tactile | utilisation de la main droite seulement | | |
| | | utilisation de la main gauche seulement | | |
| | | utilisation des 2 mains | | |
| | | évolution au fil de la sériation | | |
| | exploration des boules dans le "gymnase" (boîte) lors de la sériation | exploration complète des boules | | |
| | | exploration partielle des boules | | |
| | exploration du "gymnase" (boîte) | exploration complète | | |
| | | exploration partielle | | |

| | | | | |
|-----------------------|---|--|--|--|
| Verbalisations | réactions en cas d'échec | | | |
| | nature des termes employés (lors de la sériation) | comparatifs ("plus grand/petit que", ...) | | |
| | | superlatifs ("le plus grand/petit", ...) | | |
| | | adjectifs ("grand", "petit", "gros", ...) | | |
| | évolution au fil de la sériation | | | |

Tableau IX : Grille d'observation de l'activité 6

2.3.2.7. Activité 7 : Arrivée et intercalation de nouveaux joueurs

Objectif : intercalation tactile de 2 boules dans la série déjà constituée

| Domaines | | | | Commentaires |
|---------------------|---|--|--|--------------|
| Comportement | insertion d'une boule intermédiaire à une extrémité dans une série déjà constituée (en tactile) | réussite de l'intercalation | | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques | | |
| | | échec de l'intercalation | | |
| | insertion d'une boule intermédiaire à l'intérieur d'une série déjà constituée (en tactile) | réussite de l'intercalation | | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques | | |
| | | échec de l'intercalation | | |
| | procédures utilisées par l'enfant | l'enfant recommence entièrement la série | | |
| | | l'enfant compare les éléments 2 à 2 pour effectuer l'intercalation | | |
| | | l'enfant change le sens de la série | | |
| | | insertion (l'enfant recommence une série de 2 ou 3 boules, les autres étant insérées par intercalation dans un second temps) | | |

| | | | | | |
|----------------------|--|---|--|--|--|
| Manipulations | utilisation des mains lors de l'intercalation | utilisation de la main droite seulement | | | |
| | | utilisation de la main gauche seulement | | | |
| | | utilisation des 2 mains | | | |
| | | évolution au cours des intercalations | | | |
| | exploration des boules dans le "gymnase" (boîte) lors des intercalations | exploration complète des boules | | | |
| | | exploration partielle des boules | | | |
| | exploration du "gymnase" (boîte) | exploration complète | | | |
| | | exploration partielle | | | |

Tableau X : Grille d'observation de l'activité 7

2.3.2.8. Activité 8 : Réalisation d'une photo d'équipe

Objectif : sériation visuelle des boules

| Domaines | | Commentaires | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| Comportement | sériation visuelle des 9 boules | réussite de la sériation | | | |
| | | réussite après tâtonnements empiriques | | | |
| | | échec de la sériation | | | |
| | | capacités à intercaler une ou plusieurs boule(s) | | | |
| | organisation des boules en cas d'échec | dichotomie grand/petit | | | |
| | | groupements de 2 ou 3 éléments correctement sériés | | | |
| aucune organisation ou construction ludique | | | | | |
| Manipulations | technique utilisée pour la sériation | recherche du plus petit/grand absolu | | | |
| | | recherche du "voisin" (boule présentant le plus petit écart avec celle d'avant) | | | |
| | | insertion (sériation de 2 ou 3 boules, les autres étant insérées par intercalation dans un second temps) | | | |
| | | réalisation de comparaisons 2 à 2 des boules | | | |

| | | | | |
|-----------------------|---|--|--|--|
| Verbalisations | réactions en cas d'échec | | | |
| | nature des termes employés (lors de la sériation) | comparatifs ("plus grand/petit que", ...) | | |
| | | superlatifs ("le plus grand/petit", ...) | | |
| | | adjectifs ("grand", "petit", "gros", ...) | | |

Tableau XI : Grille d'observation de l'activité 8

3. Population

Dans cette partie, nous détaillerons la façon dont nous avons sélectionné les enfants, ainsi que nos lieux de recrutement. Puis nous présenterons les enfants auxquels nous avons proposé notre protocole, et pour finir, nous exposerons le déroulement des séances.

3.1. Critères de sélection

3.1.1. Critères d'inclusion

La population que nous avons choisi de cibler est une population d'enfants entre 7-8 et 10 ans. Nous avons choisi cette tranche d'âge car, c'est à cet âge que la sériation opératoire est supposée être acquise. Il nous a également semblé important de fixer une limite d'âge supérieure afin de ne pas proposer notre protocole à des enfants trop âgés. En effet, l'histoire, servant de base au protocole, aurait pu ne pas susciter l'intérêt de l'adolescent, voire l'infantiliser. Toutefois, cette tranche d'âge a été élargie à 11 ans pour pouvoir intégrer un enfant de plus à notre mémoire.

Les résultats des enfants aux épreuves de sériation devaient, par ailleurs, être chutés. Ces enfants devaient aussi, être suivis en rééducation orthophonique pour des troubles logico-mathématiques.

3.1.2. Critères d'exclusion

Etait exclus, de notre sélection, tout enfant présentant des troubles de la compréhension orale, des troubles sensoriels et/ou une déficience intellectuelle.

En effet, le protocole, que nous avons élaboré, requiert un niveau de compréhension orale suffisant pour répondre aux consignes proposées. Pour cela, nous avons proposé, initialement, aux enfants sélectionnés, l'E.CO.S.SE. (Epreuve de

Compréhension Syntaxico-Sémantique) de P. Lecocq (1996). Les enfants ne devaient pas obtenir un score inférieur à -2ET à cette épreuve de compréhension orale.

3.2. Lieux de prospection

Pour pouvoir répondre à nos critères d'inclusion et d'exclusion, nous avons contacté de nombreux orthophonistes, spécialisés ou non dans la rééducation logico-mathématiques, des régions lilloise et bordelaise. Cette prospection a soulevé plusieurs problèmes, que nous développerons dans la partie "Discussion". De ce fait, nous avons proposé notre protocole à 5 enfants.

3.3. Présentation des enfants

Dans cette partie, nous présenterons brièvement, les enfants sélectionnés.

3.3.1. Léa

Léa est une petite fille âgée de 9 ans 2 mois lors de la première séance (date de naissance : 14.11.2003). Elle est en classe de CE2, classe qu'elle a doublée. Léa est suivie en orthophonie depuis fin août 2012, la plainte initiale portant sur des difficultés en mathématiques. Léa n'avait jamais fait d'orthophonie auparavant. Le bilan initial effectué a objectivé des troubles logico-mathématiques :

- des compétences en sériation chutées avec, entre autres choses, une non-prise en compte de l'origine
- des capacités de classification tri-dichotomique limitées : Léa arrive à trouver 2 critères de classification mais pas 3
- des difficultés à changer de points de vue
- pas de capacité d'inclusion simple
- des capacités de combinatoire fortement chutées
- un échec à l'épreuve d'espace topologique

La rééducation logico-mathématique de Léa s'est, tout d'abord, axée sur la remédiation de la classification. Aujourd'hui, Léa arrive à avoir un début de réflexion sur les classes. Elle commence à coordonner 2 relations, à passer d'un code à un autre, à transférer le résultat d'une variable à une autre. L'inclusion simple est en cours d'acquisition.

Léa est une enfant très compliant, qui se montre volontaire et se prête facilement à tout ce qui lui est proposé.

3.3.2. Thelma

Thelma est une petite fille âgée de 8 ans 1 mois au début des séances (date de naissance : 27.12.2004). Elle est actuellement en classe de CE2. Elle bénéficie d'un suivi orthophonique pour des difficultés en mathématiques depuis qu'elle est en CP.

Thelma est au premier abord une petite fille réservée à qui il faut un temps d'adaptation, mais elle a su se montrer intéressée par les activités proposées et a progressivement pris de l'assurance.

3.3.3. Camille

Camille est une petite fille âgée de 8 ans 7 mois lors de la première séance (date de naissance : 3.08.2004). Elle est en classe de CE2. Camille est suivie en orthophonie depuis fin octobre 2011, la plainte initiale portant sur des difficultés de raisonnement et des difficultés en mathématiques. Camille avait déjà été suivie en orthophonie pour des troubles du langage écrit. En petite section de maternelle déjà, la maîtresse relevait des difficultés à traiter les algorithmes, ainsi que des problèmes d'espace.

Le bilan logico-mathématique effectué a mis en évidence :

- des capacités de conservation intuitive, mais avec une impossibilité de rétroaction
- des capacités sur les équivalences chutées lors d'un transvasement, mais une correspondance terme à terme possible
- une sériation des bâtons de J. Piaget construite, mais sans capacité de réversibilité
- des capacités d'intercalation possibles, mais appuyées sur la perception
- pas de conservation de la sériation
- des capacités de classification tri-dichotomique chutées : Camille ne trouve qu'un critère de classification et n'arrive pas à changer de point de vue
- pas de capacités d'inclusion
- une maîtrise des opérations mathématiques d'addition et de soustraction

La rééducation logico-mathématique s'est axée principalement sur l'inclusion. Actuellement, Camille commence à gérer la partie d'un tout.

Camille est une petite fille dynamique, très enjouée et curieuse, qui a de nombreuses activités extra-scolaires (équitation, couture, catéchisme).

Camille est une enfant qui a du mal à appliquer des acquisitions à des domaines non-entraînés (elle est beaucoup dans le "copier-coller"). Son orthophoniste note par ailleurs que Camille digresse beaucoup, lors des séances, sur de l'acquis (équitation, ...), et a un besoin constant d'explications.

3.3.4. Calixte

Calixte est un petit garçon âgé de 8 ans 4 mois lors de la première séance (date de naissance : 31.10.2004). Il est en classe de CE2. Calixte est suivi par une orthophoniste depuis fin février 2013 pour des difficultés en mathématiques.

3.3.5. Eva

Eva a 10 ans 6 mois au début des séances (date de naissance : 29.08.2002). Elle est en classe de CM2. Elle bénéficie d'un suivi orthophonique pour des difficultés en mathématiques depuis fin février 2013.

Lors du bilan du raisonnement logico-mathématique, Eva dit ne pas aimer les mathématiques parce qu'elle ne comprend pas. Sa maman décrit Eva comme une petite fille qui demande toujours de l'aide.

Le bilan logico-mathématique révèle des difficultés, et notamment :

- une lenteur importante et des difficultés d'organisation en combinatoire
- des compétences en sériation très chutées : non-prise en compte de l'origine, incapacité à coordonner 2 relations

3.4. Modalités des séances

Idéalement, nous souhaitons proposer un minimum de 10 séances à chaque enfant, à raison d'une séance par semaine de 30 minutes.

Toutefois, la prospection des enfants nous ayant posé quelques difficultés, ce minimum de 10 séances n'a été réalisé que pour Léa. Pour les autres enfants, le nombre de séances a varié entre 4 et 9 séances.

Les séances ont donc été proposées au rythme d'une par semaine, pendant le temps scolaire et parfois même pendant les vacances.

Les séances se sont déroulées dans des endroits variés. Léa a été suivie au cabinet de son orthophoniste dans un bureau libre, alors que Camille a été suivie au domicile de sa grand-mère, et Thelma, Calixte et Eva au domicile de leurs parents. Le suivi au cabinet a permis d'avoir un lieu idéal à la rééducation, ce qui n'a pas toujours été le cas à domicile (présence des parents dans la maison, intervention de la petite sœur, ...). Toutefois, les familles ont été conciliantes et ont facilité au maximum le bon déroulement de chaque séance (pièce isolée, éclairage convenable, grand espace de travail permettant de disposer tout le matériel, ...).

Les séances proposées se sont déroulées parallèlement aux séances d'orthophonie "normales" des enfants. En effet, il nous paraissait peu convenable d'effectuer nos séances lors de ces séances pendant un temps relativement long. Cependant, nous nous étions assurées que, pendant ce laps de temps, les orthophonistes ne travailleraient pas la structure de sériation.

Il est aussi à noter que chaque séance a été filmée afin d'avoir une analyse la plus fine possible.

Résultats

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats des différents enfants suivis.

1. Léa

1.1. Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)

Lors de cette épreuve, Léa commet 15 erreurs, ce qui la situe à -1,79 ET des enfants de sa classe d'âge. (cf. feuilles de passation en Annexe 2) Ce résultat n'est pas pathologique. Il a donc été possible de proposer notre protocole à Léa.

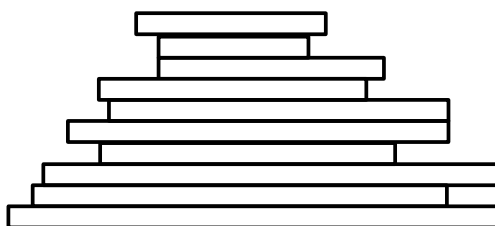
Parmi les erreurs de Léa, sont à noter une faiblesse des structures suivantes :

- phrases avec prépositions spatiales
- passives renversables et non-renversables
- relatives en "que"
- relatives complexes

1.2. Résultats du pré-test

1.2.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

La sériation des bâtons est échouée. Léa série les bâtons verticalement, sans aucune prise en compte de l'origine. Léa n'est pas capable d'intercaler un bâton. Le comportement de Léa la situe au stade 1 de la sériation effective défini par J. Piaget : échec de la sériation.



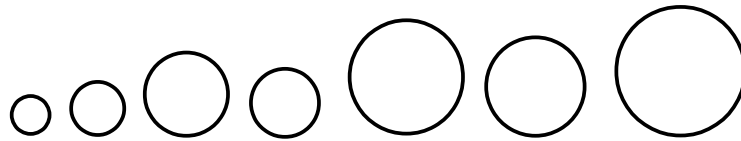
1.2.2. Sériation tactile des boules

Pour réaliser sa sériation, Léa recherche systématiquement le plus petit absolu. L'exploration est faite avec les 2 mains. L'exploration de la boîte n'est toutefois que partielle. C'est pour cela que Léa considère la boule 2 comme la plus petite ("c'est elle la première"), avant de percevoir qu'il y en avait une plus petite.

Lors de sa sériation, Léa réalise plusieurs inversions.

Léa met beaucoup de temps à effectuer cette sériation. A chaque fois, elle touche toutes les boules et fait des comparaisons pour trouver la plus petite de toutes.

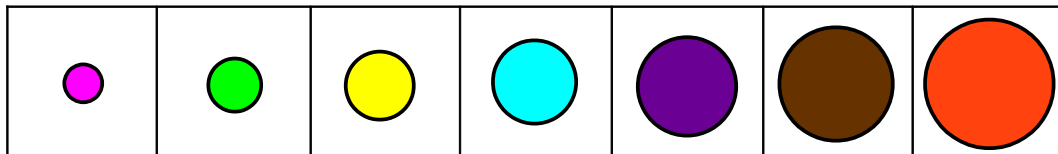
La sériation obtenue est la suivante :



1.2.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Léa commence par étaler tous les cercles sur la table, puis procède à la sériation par la recherche systématique du plus petit absolu. Sa sériation se fait, toutefois, par tâtonnement : Léa ressent le besoin de comparer les cercles 3 et 4 en les superposant, et effectue une comparaison visuelle pour les 3 derniers cercles. Léa met beaucoup de temps à réaliser cette sériation.

La sériation ainsi obtenue est la suivante :



Ces différentes épreuves semblent montrer chez Léa une faiblesse dans la structure de sériation.

1.3. Séances

10 séances ont été proposées à Léa.

1.3.1. Tableau de synthèse des différentes séances

Les différentes séances de Léa ont été analysées avec la grille d'observation. (cf. grille d'observation complète en Annexe 3) Le tableau XII ci-dessous va résumer ces séances.

| | objectifs ciblés | comportements observés | | adaptations | |
|----------|---|---|--|---|---|
| | | comportement logique ou pré-logique | comportement langagier | lors de la séance | pour les séances à venir |
| Séance 1 | comparaison tactile 2 à 2 | pas de comparaison tactile 2 à 2 spontanée comparaison tactile 2 à 2 sans stratégie pour effectuer toutes les comparaisons possibles | adjectifs ("tout petite", "énorme", ...) dichotomie gros/pas gros quelques comparatifs mais sans référence ("plus petite", "plus grande", ...) | questions pour amener la comparaison tactile des boules | amener à des comparaisons tactiles 2 à 2 et observer les verbalisations |
| Séance 2 | comparaison tactile 2 à 2 | pas de comparaison tactile spontanée | comparatifs sans référent ("plus grosse", "plus grand", ...) | | amener à un comportement de report pour réaliser les portes |
| | création d'une série en modalité visuelle | porte réalisée par hasard pas de référence visuelle avec la boule | pour ajuster la porte : "il faut la faire plus petite" | rappel de la consigne "la boule doit rentrer tout juste par sa porte" | |
| Séance 3 | création d'une série en modalité visuelle | stratégie spontanée de report ajustements pas toujours efficaces | pour qualifier les portes ("trop petite", "trop grande", ...) | | |

| | | | | | |
|----------|---|--|--|--|--|
| Séance 4 | sérialisation visuelle des maisons | réussie par tâtonnements empiriques : recherche du plus grand absolu et comparaisons | "c'est la première car c'est la plus grande" | | |
| | correspondance sériale visuelle | pas de sérialisation préalable des boules correspondance sériale visuelle opératoire avec recherche systématique du plus grand absolu | | | |
| Séance 5 | correspondance terme à terme journaux/boules | correspondance réussie | | | |
| | invitations en modalité visuelle | pas de transitivité (Léa essaie de faire rentrer toutes les boules) | "elle rentre"/"elle ne rentre pas" "les autres ne rentrent pas, parce que la porte, elle est trop petite" | les maisons sont sériées | amener la transitivité lors des déductions |
| | construction d'un code servant de base aux déductions futures | code trouvé avec l'aide d'un questionnement | | justifications pour avoir un code uniquement fait de symboles | permettre un bon décodage des codes |
| | déduction "elle est, donc elle habite" | réussie par tâtonnements empiriques | | nécessité de jouer la scène pour faire rentrer 3 boules chez elles | amener Léa à ne plus jouer les scènes |
| | capacité de décodage | décodage des journaux et des dessins réussi au travers de l'histoire pas de véritable compréhension des codes | | | |

| | | | | | |
|----------|--|--|--|--|---|
| Séance 6 | déductions "il a, donc elle est" /"il a, donc elle habite" | ré-attribution des journaux de bord effectuée par élimination ré-attribution des post-it avec aide des journaux et questionnement | | maisons sériées en ordre inverse de la sériation réalisée par Léa ré-explication des codes des post-it et des journaux aide par le questionnement | amener une compréhension des traces (exemple : le journal appartient à la boule habitant dans la maison la plus petite parmi celles indiquée sur le journal de bord) obliger Léa à changer de point de vue |
| | capacité de décodage | pas de compréhension des traces tactiles | | | |
| | invitations en modalité tactile | Léa se réfère uniquement aux maisons : transitivité présente | "eux ils peuvent rentrer mais les 2 là ils sont trop grands" | | |
| | comparaison un à tous | réussie | comparatifs avec référents exprimés ("en touchant avec Pinou, elle est plus petite") | aide par le questionnement | |
| Séance 7 | invitations en modalité tactile | références uniquement aux maisons : transitivité présente pas de correspondance sériale tactile boules/maisons | "il peut aller manger chez tout le monde sauf chez le \triangle car lui il est plus petit parce que son trou (porte) est plus petit que les autres" quelques superlatifs ("la plus grosse", "le plus petit", ...) | maisons non-sériées rappel des significations des traces (tactiles et visuelles) nécessité de jouer la scène pour retrouver la maison de la boule hôte | obliger Léa à changer de point de vue en supprimant les maisons amener Léa à effectuer une correspondance sériale tactile boules/maisons |
| | capacité de décodage | recherche du journal de bord d'une maison donnée réussie | | | |
| | correspondance sériale tactile | réussie pour les extrémités | | | |

| | | | | | |
|----------|--------------------------------------|--|---|--|--|
| Séance 8 | invitations en modalité tactile | transitivité présente réussie par questionnement | "les autres peuvent rentrer car ils sont plus petits que lui" "personne ne peut rentrer chez lui car c'est le plus petit" | hors présence des maisons rappel des significations des traces | amener une compréhension des traces (exemple : le journal appartient à la boule habitant dans la maison la plus petite parmi celles indiquée sur le journal de bord) amener Léa à effectuer une correspondance sériale tactile boules/maisons |
| | capacité de décodage | pas de compréhension des traces tactiles | "ce journal n'est pas fini car il n'y a qu'un symbole" | rappel des significations des traces | |
| | comparaison un à tous | réussie | comparatifs avec référent exprimé | | |
| Séance 9 | déduction "elle a, donc elle habite" | ré-attribution des post-it réussie avec appui sur la cardinalité : compréhension du code des post-it | superlatifs ("le plus petit", "le plus grand", ...) comparatifs avec référent ("c'est un petit peu plus le plus grand que les 2", ...) | maisons non-sériées | amener la compréhension du code des journaux de bord faire des déductions hors présence des maisons |
| | déduction "il a, donc elle est" | perte d'un journal de bord : pas de compréhension du code des journaux de bord | superlatif ("la plus grosse", ...) | aide par la représentation mentale et le questionnement besoin de rejouer la scène pour vérifier que B6 rentre bien par la porte de sa maison | |
| | déduction "elle est, donc elle a" | disparition des traces d'un journal de bord : déduction réussie | "c'est le deuxième plus petit. Tout le monde peut rentrer chez lui sauf le plus petit" | | |

| | | | | | |
|------------------|---|--|---|---|---|
| Séance 10 | déduction "il a, donc elle est"/ "il n'a pas, donc elle est" | attribuer les journaux aux boules début de compréhension du code des journaux de bord pas de coordination des relations : Léa raisonne sans problème sur 1, 2, 6 ou 7 traces, mais semble perdue quand il y a 3 traces | "il a été manger nulle part parce qu'il est le plus grand" "c'est au plus petit car le plus petit peut rentrer chez tout le monde" | les boules sont dans le gymnase et les maisons non-sériées sont disponibles passage parfois nécessaire par la représentation mentale nécessité de rejouer certaines invitations | améliorer la compréhension du code des journaux de bord amener la coordination des relations |
| | correspondance sériale tactile | retrouver les propriétaires de 3 maisons intermédiaires consécutives réussite par tâtonnements, sans sériation préalable des maisons ou des boules pas de coordination des relations | | nécessité de jouer la scène | |

Tableau XII : Tableau de synthèse des séances de Léa

1.3.2. Comportement de Léa lors des séances

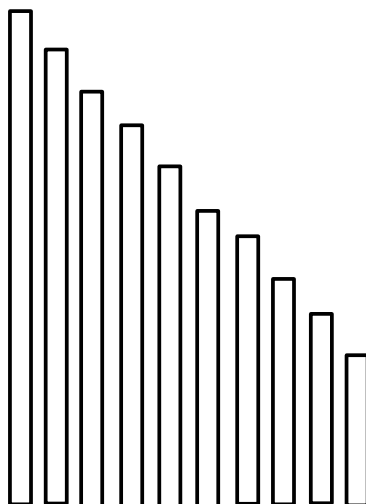
Léa est une petite fille très volontaire, mais qui a besoin de se sentir encouragée et soutenue. Elle s'est prêtée à toutes les activités qui lui ont été proposées, et cherchait très sérieusement à répondre à nos demandes. Aux dires de sa maman, elle a apprécié les séances et souhaitait continuer même après la dernière séance. La plupart des séances étaient ponctuées de "C'est déjà fini ?".

1.4. Résultats du post-test

1.4.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

Léa commence par prendre 3 bâtons au hasard et les place côte à côte sans tenir compte de l'origine. Puis, elle prend un 4^{ème} bâton, le compare aux 3 bâtons précédemment posés pour l'intercaler, en alignant les bases. A partir de ce moment-là, Léa prendra l'origine en compte pour placer les bâtons restants. Léa procède de

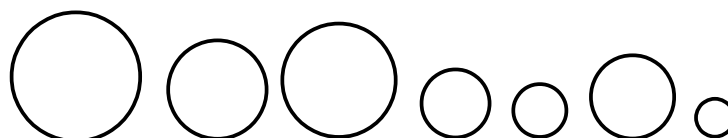
la même façon pour le 5^{ème} bâton que pour le 4^{ème}. Concernant les 5 bâtons restants, Léa va rechercher systématiquement le "voisin" du plus petit bâton posé. Léa réussit donc la sériation des bâtons de J. Piaget par tâtonnements empiriques.



1.4.2. Sériation tactile des boules

La sériation tactile des boules est échouée. Pour réaliser sa sériation, Léa recherche systématiquement le plus grand absolu. Léa sélectionne chacune des boules sans jamais les prendre dans ses mains. Elle les choisit en se basant uniquement sur leur hauteur, comme si elle prenait en compte leur base.

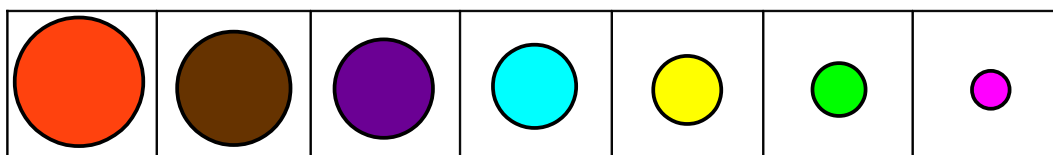
La sériation ainsi obtenue est la suivante :



1.4.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

La sériation visuelle des disques de couleurs est réussie. Léa recherche systématiquement le plus grand absolu et présente des capacités à intercaler.

La sériation obtenue est la suivante :



1.5. Comparaison pré- et post-test

| | Pré-test | Post-test |
|--|---|---|
| sériation des bâtons de J. Piaget | <ul style="list-style-type: none"> - échouée - pas de prise en compte de l'origine - pas de capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par comparaisons et recherche du "voisin" - prise en compte de l'origine - capacités d'intercalation par comparaisons 2 à 2 |
| sériation tactile des boules | <ul style="list-style-type: none"> - échouée - recherche systématique du plus petit absolu | <ul style="list-style-type: none"> - échouée - recherche systématique du plus grand absolu |
| sériation visuelle des cercles de couleurs | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - recherche systématique du plus petit absolu - quelques comparaisons visuelles nécessaires - pas de capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie sans hésitations par une méthode systématique - recherche systématique du plus grand absolu - capacités d'intercalation |

Tableau XIII : Tableau de synthèse des pré- et post-tests de Léa

A la vue de ce tableau, une évolution de la sériation chez Léa est à constater. Cette évolution se manifeste surtout dans les épreuves visuelles.

Dans le post-test, la sériation des bâtons de J. Piaget est réussie par tâtonnements empiriques à travers des stratégies (comparaisons, recherche du "voisin" du plus petit bâton posé). Léa prend en compte l'origine, ce qui n'était pas du tout le cas lors du pré-test. Léa semble capable d'intercaler des bâtons en procédant à des comparaisons 2 à 2. Léa semble maintenant au stade 2 de la sériation effective défini par J. Piaget : réussite de la sériation par tâtonnements empiriques.

La sériation visuelle des cercles de couleurs est, au post-test, réussie par une méthode opératoire et réfléchie, alors qu'elle l'était par tâtonnements empiriques lors du pré-test. De plus, Léa est devenue capable d'intercaler des cercles.

Il n'y a pas eu d'évolution toutefois en ce qui concerne la sériation tactile des boules.

2. Thelma

2.1. Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)

Thelma a effectué un nombre total de 13 erreurs sur 92 items, ce qui la situe à -0,59 ET des enfants de 8 ans. (cf. feuilles de passation en Annexe 4) Ce score, dans la norme, nous permet de proposer notre protocole à Thelma.

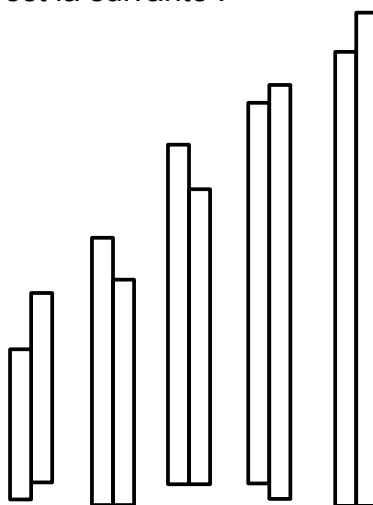
Ses erreurs de désignation révèlent des difficultés dans la compréhension des phrases passives (exemple : "le cheval est poursuivi par l'homme"), dans celle des adjectifs ordinaux (confusion entre le nombre ordinal et le nombre cardinal), et des marqueurs spatiaux.

2.2. Résultats du pré-test

2.2.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

La sériation des 10 bâtonnets est échouée. Thelma effectue de nombreux tâtonnements empiriques. Thelma accole les bâtons par couples en choisissant un bâton au hasard et en recherchant son voisin le plus proche. Ces couples sont ensuite organisés en 2 groupes : les "petits"/les "grands", puis rangés du plus petit au plus grand. Les bâtons sont organisés par couples, verticalement, sans aucune base commune. Le comportement de Thelma la situe au stade 1 de la sériation effective défini par J. Piaget : échec de la sériation.

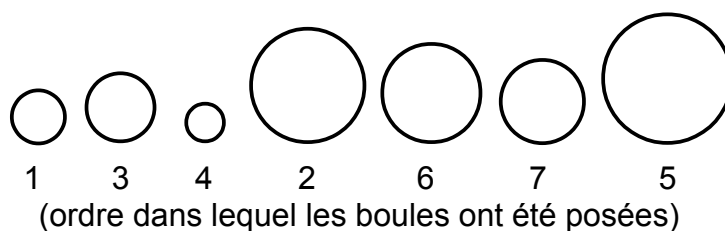
La sériation ainsi obtenue est la suivante :



2.2.2. Sériation tactile des boules

Pour effectuer sa sériation, Thelma compare 2 à 2 les boules. Elle commence par 2 boules choisies au hasard qu'elle met de côté : la petite puis la grande de gauche à droite. Elle prend ensuite une 3^{ème} boule qu'elle compare à la grande et l'intercale à sa gauche car "elle est petite", sans prendre en compte la petite qu'elle a posée en premier. Elle procède ainsi avec toutes les autres boules : en comparant chacune des boules à la plus grande ayant été posée.

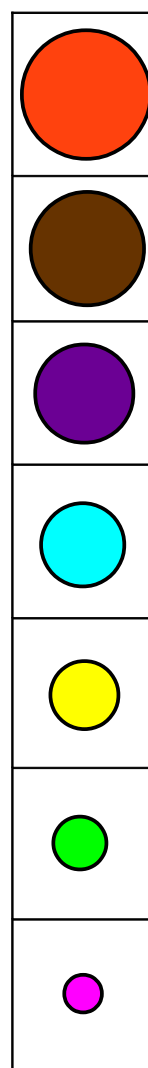
La sériation finale réalisée est la suivante :



2.2.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Thelma a correctement sérié les 7 disques de couleur. Cette tâche lui a demandé beaucoup moins de temps et d'efforts que la sériation des bâtons et des boules.

Les disques ont été organisés verticalement : du plus petit (en bas) au plus grand (en haut). Thelma commence par le plus petit puis effectue de nombreuses comparaisons 2 à 2 et des intercalations.



Ces différentes épreuves semblent montrer chez Thelma une faiblesse dans la structure de sériation.

2.3. Séances


Il a été proposé à Thelma 9 séances de remédiation.

2.3.1. Tableau de synthèse des différentes séances

Les différentes séances de Thelma ont été analysées avec la grille d'observation (cf. grille d'observation complète en Annexe 5). Le tableau XIV ci-dessous va résumer ces séances.

| | objectifs ciblés | comportements observés | | adaptations | |
|----------|---|--|---|--|---|
| | | comportement logique ou pré-logique | comportement langagier | lors de la séance | pour les séances à venir |
| Séance 1 | comparaison tactile 2 à 2 | pas de comparaison 2 à 2 spontanée | adjectifs ("grand", ...) | reformulation de la demande | reprendre la fabrication de la maison réalisée pour observer les stratégies employées et leur évolution |
| | création d'une série en modalité visuelle | capacité de report | adjectifs | aide par le questionnement pour susciter de l'intérêt pour la boule suggestion de stratégie par le questionnement | |
| Séance 2 | création d'une série en modalité visuelle | capacité de report | | | demander une correspondance sériale boules/maisons non sériées |
| | sérialisation visuelle des maisons | organisation figurative, puis sérialisation | justification esthétique de la disposition des maisons "en ronde" | précision de la demande justifications supplémentaires | |
| | correspondance sériale visuelle | pas de sérialisation préalable des boules correspondance sériale visuelle effectuée par tâtonnements empiriques | | | |

| | | | | | |
|----------|---|--|---|--|---|
| Séance 3 | correspondance sériale visuelle | <p>pas de sériation préalable des boules et/ou des maisons</p> <p>correspondance sériale visuelle effectuée par tâtonnements empiriques</p> <p>capacité d'intercaler</p> | | ni les boules, ni les maisons ne sont sériées | amener à la transitivité lors des invitations en modalité tactile |
| | correspondance terme à terme journaux/boules | réussie | | | |
| | invitations en modalité visuelle | pas de transitivité (essai des boules légèrement plus petites et légèrement plus grandes que la boule-hôte) | <p>"lui il rentre"/"lui il rentre pas"</p> <p>"il est trop gros"</p> | reformulation de la demande nécessaire | |
| Séance 4 | invitations en modalité tactile | transitivité présente : sélection des boules plus petites que la boule hôte | | <p>reformulation de la consigne</p> <p>invitations avec et hors présence des maisons</p> | |
| | comparaison un à tous | réussie | comparatifs avec référent exprimé ("lui il est plus petit que lui") | | |
| | construction d'un code servant aux déductions futures | code non trouvé spontanément | pour distinguer les journaux : "marquer leur nom"/"leur mettre à leur taille" | <p>aiguillage par questionnement</p> <p>justification nécessaire pour fixer les symboles</p> | |

| | | | | | |
|----------|--|--|--|--|---|
| Séance 5 | capacité de décodage | compréhension de la feuille mémoire difficile | | rappeler la signification des traces | faciliter l'utilisation de la feuille mémoire |
| | déductions "il a, donc elle est" /"il a, donc elle habite" | ré-attribution des journaux de bord difficile, dû au fait que chaque habitant a aussi la trace de sa maison ré-attribution des post-it difficile et facilitée par le questionnement | "un  , alors c'est à Zut, parce qu'il est allé manger chez Turlututu" "là y a rien dessus, alors c'est la maison de Turlututu" | rappeler la signification des traces aiguillage par des questions nécessaires | demander à nouveau de ré-attribuer les journaux de bord améliorer la compréhension des codes |
| Séance 6 | déductions "il a, donc elle est" /"elle est, donc elle a" | ré-attribution des journaux de bord réussie grâce au questionnement perte des dessins sur un mur : déduction réussie | | nécessité d'une feuille de référence avec les symboles tactiles en visuel rappeler la signification des traces aider à organiser la pensée en faisant verbaliser | |
| | capacité de décodage | compréhension des codes meilleure | | aider à organiser la pensée en faisant verbaliser | |
| Séance 7 | déduction "il a, donc elle est" | perte d'un sac de cadeaux de consolation déduction réussie grâce au questionnement | "il n'est pas allé dans 2 maisons" "c'est à Plouf car il n'est pas allé chez 4 copains" | lecture des traces en début de séances | |
| | déduction "elle est, donc elle a" | disparition d'un sac de cadeaux déduction réussie grâce au questionnements | "Plac n'est pas allé chez Plic, Tac et Tic parce qu'il est trop grand" | les maisons sont disponibles | |

| | | | | | |
|----------|-----------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| Séance 8 | déduction "il a, donc elle est" | ré-attribution des journaux de bord réussie | | lecture de traces en début de séance | |
| | déduction "elle est, donc elle a" | disparition d'un sac de cadeaux déduction réussie | "j'ai cherché où les portes ne sont pas à sa taille" | les maisons sont disponibles | |
| Séance 9 | sérialisation tactile des boules | réussie | superlatifs "je les range du plus petit au plus grand" | | |
| | intercalation tactile de 2 boules | intercalation d'une boule intermédiaire réussie intercalation d'une boule à une extrémité réussie | | | |
| | sérialisation visuelle des boules | réussie | | | |

Tableau XIV : Tableau de synthèse des séances de Thelma

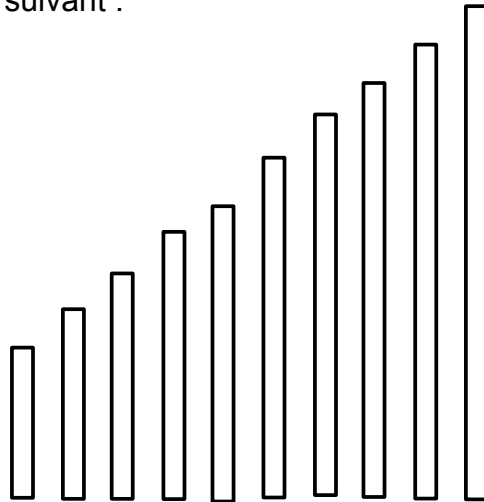
2.3.2. Comportement de Thelma lors des séances

Le comportement de Thelma a beaucoup évolué au fil des séances. C'est une petite fille qui, au premier abord, semble réservée et peu sûre d'elle. Lors de la première séance, elle a paru mal à l'aise sachant qu'elle était filmée. Thelma a, petit à petit, pris confiance en elle. Elle s'est montrée curieuse, enthousiaste et parfois bavarde. Aux dires de ses parents et au vu de son comportement, elle a semblé apprécier les séances qui se terminaient souvent par un "Oh, c'est déjà fini ?".

2.4. Résultats du post-test

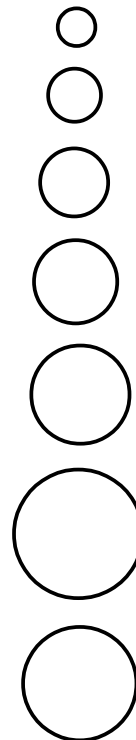
2.4.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

La sériation des bâtons demande beaucoup de temps à Thelma. Elle commence par rechercher le plus petit absolu qu'elle pose à sa gauche. Ensuite, Thelma compare les bâtons 2 à 2 à la recherche du "voisin" le plus proche du plus petit bâton posé. Elle commet une inversion directe qu'elle corrige une fois sa sériation achevée. Le résultat obtenu est le suivant :



2.4.2. Sériation tactile des boules

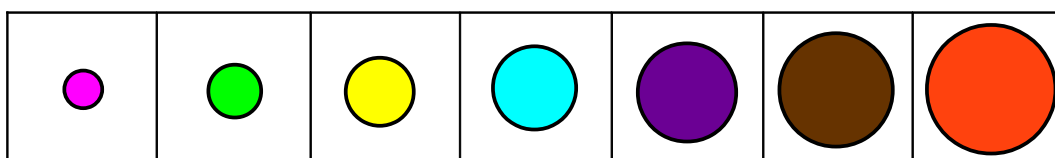
Thelma série les boules rapidement. Elle commence par comparer 2 boules, pose la petite au fond de la boîte et la grande vers elle-même. Elle choisit ensuite une 3^{ème} boule qu'elle intercale. Elle procède de la même façon avec les autres boules. En intercalant, elle commet une inversion directe.



2.4.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Thelma série les disques du plus petit au plus grand. Elle étale d'abord tous les disques et recherche le plus petit absolu. Elle recherche ensuite systématiquement le "voisin" le plus proche du plus petit disque posé. Thelma a ressenti le besoin de comparer 2 disques.

La sériation obtenue est la suivante :



2.5. Comparaison pré- et post-test

| | Pré-test | Post-test |
|--|--|---|
| sériation des bâtons de J. Piaget | <ul style="list-style-type: none"> - échouée - pas de prise en compte de l'origine - pas de capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par recherche du "voisin" et comparaisons 2 à 2 - prise en compte de l'origine |
| sériation tactile des boules | <ul style="list-style-type: none"> - échouée - pas de capacité d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par comparaisons et intercalations - capacité d'intercalation |
| sériation visuelle des cercles de couleurs | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - recherche systématique du plus petit absolu, puis comparaisons 2 à 2 - capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par recherche du "voisin" et comparaisons 2 à 2 - capacités d'intercalation |

Tableau XV : Tableau de synthèse des pré- et post-tests de Thelma

Globalement, nous pouvons constater une évolution de la sériation chez Thelma. Au post-test, la sériation visuelle des bâtons de J. Piaget est réussie avec une prise en compte de l'origine, ce qui n'était pas le cas lors du pré-test. Thelma semble également plus à l'aise dans la sériation tactile lors du post-test et parvient en effet à sérier tactilement les boules.

Il y a peu d'évolution à noter concernant la sériation visuelle des disques de couleur. Thelma semble, à présent, au stade 2 de la sériation effective décrit par J. Piaget : sériation réussie par tâtonnements empiriques.

3. Camille

3.1. Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)

Camille se trompe sur 16 items, ce qui la situe à -1,10 ET des enfants de sa classe d'âge (cf. feuilles de passation en Annexe 6). Ce score n'étant pas considéré comme pathologique, notre protocole a pu être proposé à Camille.

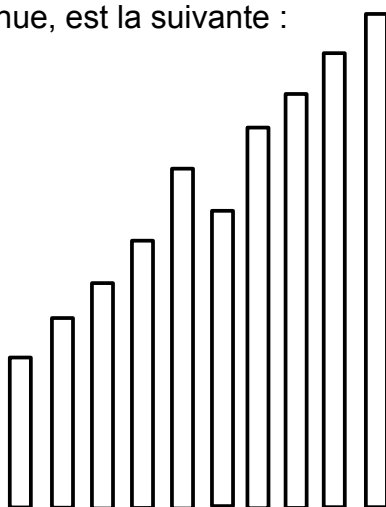
Parmi ses erreurs de désignation, Camille montre une faiblesse des structures concernant les adjectifs ordinaux et les relatives complexes. Ses difficultés portant sur les adjectifs ordinaux peuvent être mises en relation avec ses difficultés au niveau de la structure logique élémentaire de sériation.

3.2. Résultats du pré-test

3.2.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

Camille a sérié les bâtons en les plaçant sur leur base, verticalement. Cette façon de procéder permet d'éliminer la difficulté qu'est la prise en compte de l'origine. Elle dit qu'elle va les ranger du "plus grand au plus petit". Elle commence par comparer 2 bâtons et place le plus petit avant le plus grand. Puis, elle prend un 3^{ème} bâton, le compare au plus grand et l'intercale. Elle procède ainsi pour chaque bâton. Lors de sa sériation, Camille commet une inversion directe. Le comportement de Camille la situe au stade 2 de la sériation effective défini par J. Piaget : réussite de la sériation par tâtonnements empiriques.

La sériation, ainsi obtenue, est la suivante :



Puis, Camille "couche" les bâtons en faisant bien attention à aligner les bases et corrige son inversion.

Cette façon de procéder montre que Camille est capable d'intercaler, mais n'a pas encore atteint le stade opératoire en ce qui concerne la sériation.

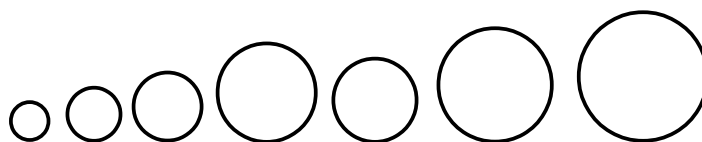
3.2.2. Sériation tactile de boules

Pour réaliser sa sériation, Camille recherche systématiquement le plus petit absolu. L'exploration est faite avec les 2 mains et Camille explore bien toute la boîte pour n'oublier aucune boule.

Lors de sa sériation, Camille commet une inversion directe.

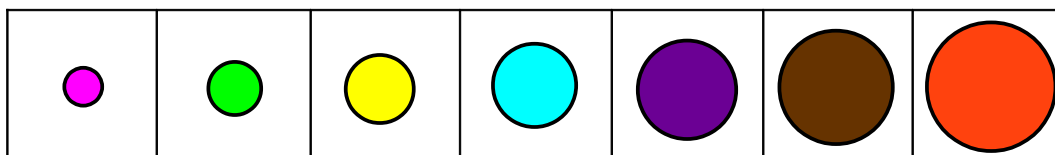
Les 2 dernières boules ont été sériées après plusieurs comparaisons 2 à 2.

La sériation obtenue est la suivante :



3.2.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Camille réalise cette épreuve très facilement et très rapidement. Elle étale tous les disques sur la table et recherche systématiquement le plus petit absolu. Ses choix sont francs et directs.



Ces différentes épreuves semblent montrer chez Camille une faiblesse dans la structure de sériation.

3.3. Séances

Il a été proposé à Camille 4 séances de remédiation.

3.3.1. Tableau de synthèse des différentes séances

Les différentes séances de Camille ont été analysées avec la grille d'observation (cf. grille d'observation complète en Annexe 7). Le tableau XVI ci-dessous va résumer ces séances.

| | objectifs ciblés | comportements observés | | adaptations | |
|-----------------|---|---|--|--|--|
| | | comportement logique ou pré-logique | comportement langagier | lors de la séance | pour les séances à venir |
| Séance 1 | comparaison tactile 2 à 2 | aucune comparaison 2 à 2 spontanée ou après aiguillages | adjectifs ("petit", "moyen", ...) quelques superlatifs ("le plus grand", "la plus grosse", ...) | questions pour amener la comparaison tactile des boules rappel de la consigne "les boules ne sont pas grandes pareil" | amener à une exploration tactile des boules amener à des comparaisons tactiles 2 à 2 et observer les verbalisations |
| Séance 2 | comparaison tactile 2 à 2 | pas de comparaison tactile spontanée pas de stratégie pour effectuer toutes les comparaisons possibles pas de perception tactile des ressemblances entre 2 boules | adjectifs ("petit", "moyen petit", "grand", ...) | | amener à un comportement de report pour réaliser les portes amener à une perception tactile des ressemblances |
| | création d'une série en modalité visuelle | capacité de report après tâtonnements empiriques et aiguillages par des mises en scène | | rappel de la consigne "la boule doit rentrer tout juste par sa porte" | |

| | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|
| Séance 3 | déduction "elle est, donc elle est" | <p>réussite par tâtonnements empiriques</p> <p>sélection des boules à tester par la taille, avec possibilité d'auto-corrections</p> | <p>"là, il faut le tout petit"</p> <p>"ça rentre pas, il faut une encore plus petit"</p> | <p>nécessité de rejouer la scène pour retrouver les habitants des 2 maisons fabriquées la séance précédente</p> |
| | création d'une série en modalité visuelle | <p>capacité de report pas toujours optimale</p> <p>ajustements pas toujours efficaces</p> | <p>comparatifs avec référent exprimé ("un plus gros que les autres")</p> <p>adjectifs ("toute petite", ...)</p> <p>superlatifs ("le plus grand", ...)</p> | |
| | comparaison tactile 2 à 2 | <p>prise de conscience que 2 boules sont identiques lors de la construction des maisons</p> <p>pas de comparaison tactile spontanée pour refaire un joueur</p> <p>se réfère à la plus grande porte construite pour ajuster la boule car veut fabriquer la plus grosse boule de toutes</p> | <p>"ils sont de la même taille"</p> <p>comparatifs sans référent exprimé ("un plus gros", "un plus grand en taille", ...)</p> | <p>nécessité de jouer la scène (tenter de faire rentrer chaque boule dans chaque maison fabriquée) pour faire prendre conscience de la ressemblance tactile de 2 boules</p> |

| | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| Séance 4 | Sérialisation visuelle des maisons | sérialisation effectuée par comparaisons 2 à 2 et recherche du plus grand absolu une inversion | "je range du plus petit au plus grand" | | |
| | Correspondance sériale tactile | correspondance réussie dans l'ensemble (une inversion) et sans comparaisons pas de sérialisation tactile préalable des boules | superlatifs ("la plus grande boule", ...) comparatifs avec référent exprimé et début de sérialisation ("c'est un peu le plus petit, c'est juste après le grand", "elle est plus petite que celle d'avant", "c'est un petit, plus petit que Enrent", ...) | nécessité de jouer certaines scènes | |

Tableau XVI : Tableau de synthèse des séances de Camille

3.3.2. Comportement de Camille lors des séances

Camille est une petite fille très vive et très sociable. La relation de confiance s'est installée de ce fait très rapidement. Lors des différentes séances proposées, Camille s'est montrée très intéressée par tout ce qui lui était présenté. Elle a posé beaucoup de questions qui ont nécessité d'enrichir l'histoire sur plusieurs points. Les séances étaient, par ailleurs, ponctuées de "j'aime bien ça".

Camille avait, toutefois, tendance à commenter énormément tout ce qui était fait. Par exemple, lorsque la pâte à modeler lui a été présentée, elle a répliqué "j'ai de l'argile moi aussi", "on dirait du papier mâché". Il était donc, parfois, nécessaire de la recentrer sur l'activité. De plus, Camille a effectué beaucoup de digressions lors des séances. Ce comportement se révèle être le même que lors de ses séances d'orthophonie, pendant lesquelles son orthophoniste note de nombreuses digressions sur de l'acquis (besoin de s'appuyer sur ce qu'elle connaît ?).

3.4. Résultats du post-test

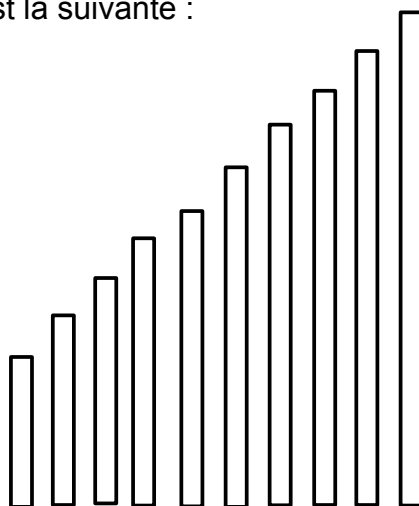
3.4.1. Sérialisation des bâtons de J. Piaget

La sérialisation des bâtons de J. Piaget est effectuée à l'aide d'une méthode systématique et opératoire avec recherche du plus petit absolu. Camille commence

par aligner les bâtons sur la table en ajustant les origines. Puis, elle choisit le plus petit absolu systématiquement sans hésitations et sans erreurs.

L'intercalation d'un bâton est réalisée et réussie par comparaisons. Le comportement de Camille la situe donc au stade 3 de la sériation effective défini par J. Piaget : réussite de la sériation avec une méthode systématique.

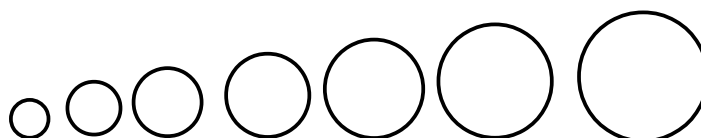
La sériation obtenue est la suivante :



3.4.2. Sériation tactile des boules

La sériation tactile des boules est réussie par des comparaisons 2 à 2 et recherche systématique du plus grand absolu.

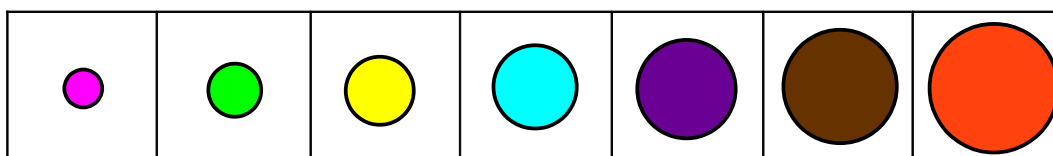
La sériation obtenue est la suivante :



3.4.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Pour réaliser sa sériation, Camille commence par une dichotomie grand/petit. Puis, elle série chacun des groupes, pour ensuite les coordonner.

La sériation obtenue est la suivante :



3.5. Comparaison pré- et post-test

| | Pré-test | Post-test |
|--|--|---|
| sérialisation des bâtons de J. Piaget | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par comparaisons et recherche du "voisin" - capacités d'intercalation par tâtonnements | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par une méthode opératoire et systématique - recherche du plus petit absolu - capacités d'intercalation par tâtonnements |
| sérialisation tactile des boules | <ul style="list-style-type: none"> - sérialisation effectuée par comparaisons 2 à 2 - une inversion - recherche systématique du plus petit absolu | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par comparaisons 2 à 2 - recherche systématique du plus grand absolu |
| sérialisation visuelle des cercles de couleurs | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par une méthode systématique, sans hésitations - recherche systématique du plus petit absolu | <ul style="list-style-type: none"> - réussie sans hésitations par une méthode systématique - dichotomie grand/petit, sérialisation au sein de chacun des groupes, puis coordination des 2 sérialisations effectuées |

Tableau XVII : Tableau de synthèse des pré- et post-tests de Camille

A la vue de ce tableau, une évolution de la sérialisation chez Camille est à constater. Cette évolution se manifeste à la fois dans les épreuves visuelles et dans l'épreuve tactile.

Dans le post-test, la sérialisation des bâtons de J. Piaget est réussie par une méthode opératoire et systématique. Camille sélectionne, sans hésitation et méthodiquement, le plus petit des bâtons de tous. Tout comme lors du pré-test, Camille réussit à intercaler et procède par des comparaisons. Camille semble maintenant au stade 3 de la sérialisation effective défini par J. Piaget : réussite de la sérialisation par une méthode systématique.

A la sérialisation tactile des boules, est aussi à constater une évolution, puisque Camille réussit sa sérialisation grâce à des comparaisons 2 à 2, ce qui n'avait pas été totalement le cas lors du pré-test (une inversion directe). Toutefois, sa sérialisation est toujours effectuée par tâtonnements empiriques.

La sérialisation visuelle des cercles de couleurs est, au post-test, réussie par une méthode opératoire et réfléchie, tout comme lors du pré-test. Camille est capable de coordonner 2 séries préalablement sériées.

4. Calixte

4.1. Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)

A l'épreuve de désignation, Calixte commet un total de 5 erreurs sur 92 items qui le situe à +0,77 ET des enfants de sa tranche d'âge (cf. feuilles des passation en Annexe 8). Ce score subnormal nous permet de proposer notre protocole à Calixte.

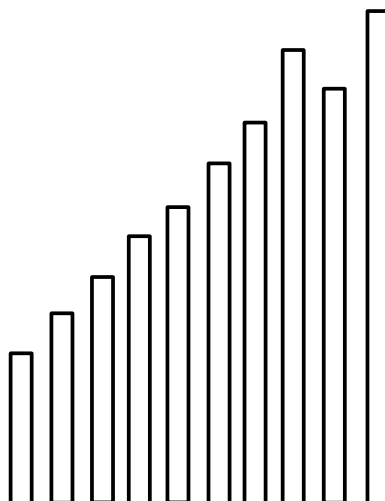
4.2. Résultats du pré-test

4.2.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

Calixte effectue sa sériation très rapidement, sans hésitation. Il commence par rechercher le plus petit absolu et le pose. Puis il choisit 2 bâtons au hasard, les compare et pose le petit avant le grand. Il procède ainsi pour tous les bâtons. En intercalant, il commet une inversion directe.

Calixte série les bâtons du plus petit au plus grand, de gauche à droite en tenant compte de la base. Le comportement de Calixte le situe au stade 2 de la sériation effective défini par J. Piaget : réussite de la sériation par tâtonnements empiriques.

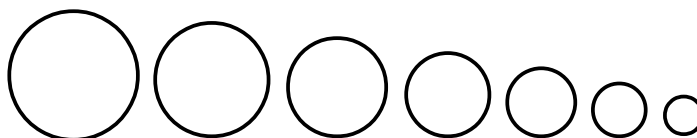
Il a été obtenu la sériation suivante :



4.2.2. Sériation tactile des boules

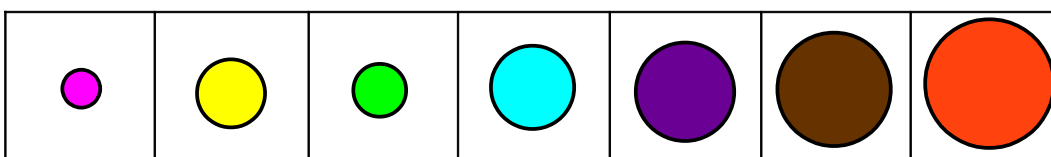
Pour réaliser sa sériation, Calixte explore toute la boîte à l'aide de ses 2 mains. Il compare toutes les boules et recherche ainsi la plus petite absolue à chaque fois. Il range les boules de la plus petite à la plus grande, de droite à gauche.

La sériation finale réalisée est la suivante :



4.2.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

La sériation des 7 disques de couleur est effectuée rapidement. Calixte commence par rechercher le plus petit absolu, qu'il pose à sa gauche. Il compare ensuite tous les disques 2 à 2 et pose le petit puis le grand. Il procède ensuite à de nombreux déplacements et intercalations qui lui font commettre une inversion.



Ces différentes épreuves semblent montrer chez Calixte une légère faiblesse dans la structure de sériation.

4.3. Séances

Il a été proposé à Calixte 4 séances de remédiation.

4.3.1. Tableau de synthèse des différentes séances

Les différentes séances de Calixte ont été analysées avec la grille d'observation (cf. grille d'observation complète en Annexe 9). Le tableau XVIII ci-dessous va résumer ces séances.

| | objectifs ciblés | comportements observés | | adaptations | |
|----------|---------------------------|---|---|---|---|
| | | Comportement logique ou pré-logique | Comportement langagier | Lors de la séance | Pour les séances à venir |
| Séance 1 | comparaison tactile 2 à 2 | comparaison tactile après aiguillage par des questions coordination de 2 relations | comparatifs avec référent exprimé ("une copine plus petite que Coco", "plus grosse que Lolo", ...) adjectifs ("un très grand", ...) ("il est plus petit que Coco, plus grand que Lili") | rappeler de ne pas regarder dans la boîte ou de la soulever | veiller à ce qu'il ne regarde pas dans la boîte |

| | | | | | |
|-----------------|---|--|---|---|--|
| Séance 2 | création d'une série en modalité visuelle | capacité de report après tâtonnements empiriques | adjectifs ("toute petit", "un peu gros", ...) | | demander une correspondance sériale boules/maisons non-sériées |
| | sériation visuelle des maisons | réussie | superlatifs ("d'abord on met la plus petite maison, puis les 3 plus petites et les 3 plus grandes") | | |
| | correspondance sériale visuelle | réussie sans sériation préalable des boules | superlatifs ("j'ai fait du plus petit au plus grand", ...) | | |
| Séance 3 | correspondance sériale visuelle | réussie | | ni les boules, ni les maisons ne sont sériées | |
| | correspondance terme à terme journaux/boules | réussie | | | |
| | construction d'un code servant de base aux déductions futures | code trouvé grâce au questionnement | | | |
| | invitations en modalité visuelle | transitivité présente | "Coco ne peut pas rentrer parce qu'il est plus grand que Rox" | | |

| | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|--|--|--|---|
| Séance 4 | invitation en modalité visuelle | transitivité présente | "Eux ils peuvent pas parce qu'ils sont trop grands" | | proposer des invitations en modalité visuelle puis tactile, hors présence des maisons |
| | invitation en modalité tactile | transitivité présente Calixte a besoin de se référer systématiquement aux maisons | | nécessité de plusieurs justifications pour expliquer le principe des invitations : boules plus petites que la boule-hôte | |
| | comparaison un à tous | réussie | | | |
| | capacité de décodage | décodage des dessins et des journaux réussi bonne compréhension de la signification des codes | "On colle un <input type="checkbox"/> parce que Lou il a un <input type="checkbox"/> sur sa maison." | | |

Tableau XVIII : Tableau de synthèse des séances de Calixte

4.3.2. Comportement de Calixte lors des séances

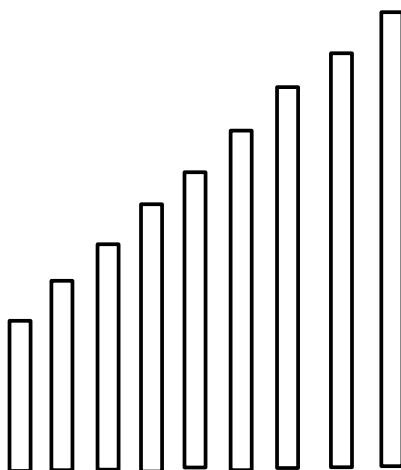
Calixte est un petit garçon très vif et intelligent. Il s'est montré relativement intéressé par les activités qui lui ont été proposées. Cependant, il a souvent été nécessaire de le recadrer. Ainsi, en particulier lors de la première séance, Calixte s'est levé plusieurs fois pour aller chercher des objets dans sa chambre. Par exemple, lors de la fabrication de la série des boules, il s'est éclipsé et est revenu avec une paire de ciseaux pour "leur faire des trous pour les yeux". Il semblait vite lassé par une activité répétitive comme la fabrication des boules en pâte à modeler et signalait plusieurs fois que "C'est long !". Néanmoins, Calixte a semblé apprécier l'aspect ludique du travail que nous lui proposons. Ainsi, lors d'une séance il remarque : "moi je me rend pas compte que je travaille".

4.4. Résultats du post-test

4.4.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

Pour réaliser sa sériation, Calixte commence par accoler tous les bâtons dans un ordre aléatoire en alignant leur origine pour "d'abord les comparer à leur taille". Il recherche ensuite, systématiquement, le plus petit absolu et effectue des déplacements en tenant toujours compte de la base.

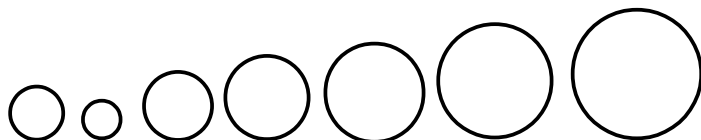
La sériation obtenue est la suivante :



4.4.2. Sériation tactile des boules

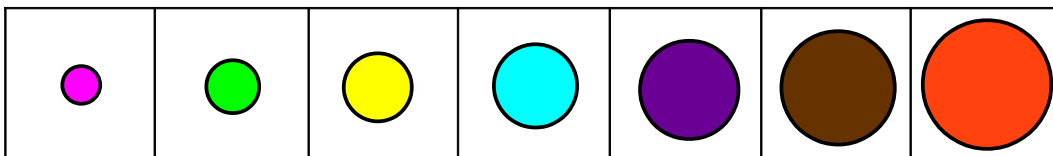
Calixte utilise ses 2 mains pour sérier les 7 boules. Tout d'abord, il les explore toutes et prend les 2 plus petites dans ses mains qu'il pose à gauche de la boîte. Il pose la plus petite à droite et la seconde à gauche ce qui lui fait commettre une inversion directe. En effet, il procède ensuite à des comparaisons 2 à 2 à la recherche de la plus petite absolue. Il dispose ainsi les 5 autres boules de la plus petite à la plus grande, de gauche à droite.

Le résultat obtenu est le suivant :



4.4.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Calixte effectue la sériation des disques rapidement, sans aucune difficulté. Il les étale devant lui et les série du plus petit au plus grand en recherchant à chaque fois le plus petit absolu.



4.5. Comparaison pré- et post-test

| | Pré-test | Post-test |
|--|---|--|
| sériation des bâtons de J. Piaget | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - une inversion directe - prise en compte de l'origine - capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie - prise en compte de l'origine - recherche du plus petit absolu - capacités d'intercalation |
| sériation tactile des boules | <ul style="list-style-type: none"> - réussie - recherche systématique du plus petit absolu | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - une inversion directe - recherche systématique du plus petit absolu par comparaisons 2 à 2 |
| sériation visuelle des cercles de couleurs | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - une inversion directe - recherche systématique du plus petit absolu, puis comparaisons 2 à 2 - capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie - recherche systématique du plus petit absolu |

Tableau XIX : Tableau de synthèse des pré- et post-tests de Calixte

Ce tableau met en évidence une évolution des compétences de Calixte dans la structure de sériation avec des progrès plus nets dans la modalité visuelle. En effet, les sériations des bâtons et des disques sont réussies avec une méthode systématique (la recherche du plus petit absolu) alors qu'elles l'étaient par tâtonnements empiriques lors du pré-test.

Il n'y a pas d'évolution concernant la sériation tactile des boules réussie lors des 2 tests, mais qui semble encore fragile.

5. Eva

5.1. Résultats à l'épreuve de compréhension orale (E.CO.S.SE)

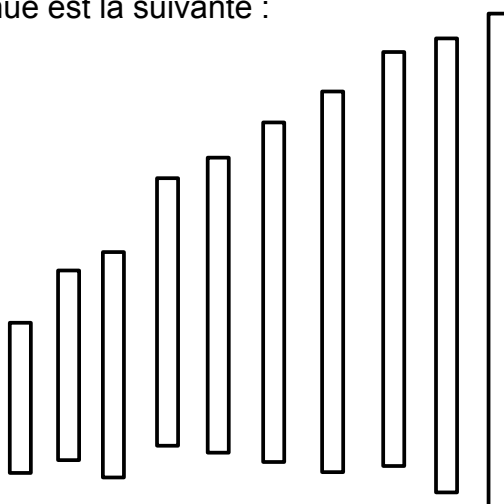
Eva a effectué un nombre total de 12 erreurs sur 92 items qui la situe à -0,42 ET des enfants de sa tranche d'âge (cf. feuilles de passation en Annexe 10). Ce score dans la norme nous permet de proposer notre protocole à Eva. Ses erreurs de désignation mettent en relief des difficultés dans la compréhension des phrases négatives (exemple : "le crayon n'est ni long ni rouge"), des adjectifs ordinaux (confusion nombre ordinal et nombre cardinal) et des phrases relatives complexes (exemple : "le monsieur regarde la vache que poursuit le chat").

5.2. Résultats du pré-test

5.2.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

La sériation des 10 bâtons demande beaucoup de temps. Eva réalise de nombreux tâtonnements. Elle commence par regarder tous les bâtons. Elle prend 2 bâtons qu'elle compare, et pose le petit avant le grand. Elle saisit un 3^{ème} bâton qu'elle compare au plus grand et intercale. Elle procède ainsi pour tous les bâtons : en comparant 2 à 2, puis en intercalant. Les bâtons sont alignés selon une forme montante, cependant l'origine n'est pas respectée. Le comportement d'Eva la situe au stade 1 de la sériation effective de J. Piaget : échec de la sériation.

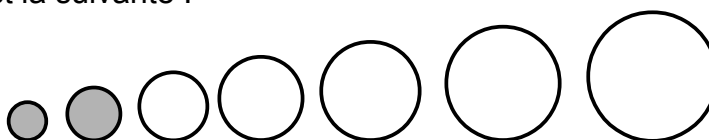
La sériation ainsi obtenue est la suivante :



5.2.2. Sériation tactile des boules

Eva a sérié les 7 boules en n'utilisant que sa main gauche. Elle a procédé à une exploration incomplète de la boîte, ainsi elle n'a pas pris en compte les 2 plus petites boules dans sa sériation initiale. A chaque fois, Eva recherche la plus petite absolue. Elle pose les boules de la plus petite à la plus grande, dans le fond de la boîte. Elle est ensuite capable d'intercaler les 2 boules oubliées (en gris).

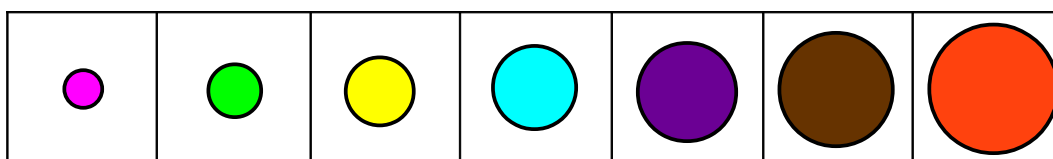
La sériation obtenue est la suivante :



5.2.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

La sériation visuelle des 7 disques ne pose pas de difficultés à Eva qui y parvient rapidement. Eva recherche systématiquement le plus petit absolu. Elle dispose ses disques de gauche à droite, du plus petit au plus grand.

Voici la sériation obtenue :



Ces différentes épreuves semblent montrer chez Eva une faiblesse dans la structure de sériation.

5.3. Séances

Il a été proposé à Eva 4 séances de remédiation.

5.3.1. Tableau de synthèse des différentes séances

Les différentes séances de Eva ont été analysées avec la grille d'observation (cf. grille d'observation complète en Annexe 11). Le tableau XX ci-dessous va résumer ces séances.

| | objectifs ciblés | comportements observés | | adaptations | |
|----------|---|--|---|--|---|
| | | comportement logique ou pré-logique | comportement langagier | lors de la séance | pour les séances à venir |
| Séance 1 | comparaison tactile 2 à 2 | aucune comparaison 2 à 2 spontanée puis, comparaison tactile 2 à 2 de quelques boules | adjectifs ("tout petit", "gros", ...) dichotomie petit/gros | questions pour amener la comparaison tactile 2 à 2 des boules rappel de la consigne "les boules ne sont pas grandes pareil" | amener à une exploration complète du gymnase amener à se référer à la boule ou à un comportement de report |
| | création d'une série en modalité visuelle | aucun intérêt spontané visuel ou tactile pour la boule | comparatifs sans référent ("elle est plus grande") | explication de la notion "tout juste" | |
| Séance 2 | création d'une série en modalité visuelle | passage spontané par le report pour réaliser les autres portes | comparatifs sans référent ("plus petite", ...) "je peux voir au milieu pour tracer autour ?" | | demander une seconde sériation visuelle des maisons |
| | sériation visuelle des maisons | sériation opératoire avec recherche systématique du plus petit absolu | superlatifs ("du plus petit au plus grand", ...) | | |

| | | | | | |
|----------|---|--|--|---|---|
| Séance 3 | correspondance sériale visuelle | réussie avec intercalations efficaces pas de sériation préalable des boules | "c'est sûr que c'est cette maison parce que le trou est le plus gros" | sériation préalable des maisons | demander une correspondance sériale boules/maisons non-sériées |
| | correspondance terme à terme journaux/boules | réussie | | | |
| | construction d'un code servant de base aux déductions futures | code trouvé | "il faudrait marquer leur nom, ou alors le symbole, on le mettra sur les journaux" | | |
| Séance 4 | correspondance sériale visuelle | réussie avec sériation préalable des maisons | | maisons non-sériées | permettre un meilleur décodage des codes amener la transitivity amener Eva à ne plus avoir besoin de jouer les scènes |
| | invitations en modalité visuelle | transitivité présente | "On invite tout le monde chez Grogro parce que les autres ils peuvent tous passer puisque c'est le plus gros." | maisons non-sériées | |
| | construction d'un code servant de base aux déductions futures | code trouvé à l'aide d'un questionnement mais avec difficulté | | | |
| | capacité de décodage | compréhension des codes difficile | | ré-explication de la signification des codes nécessaire | |
| | invitations en modalité tactile | pas de transitivity (Eva tente de faire rentrer quelques boules) | "Il ne peut pas rentrer, il est trop gros." | maisons non-sériées nécessité de jouer la scène | |

Tableau XX : Tableau de synthèse des séances d'Eva

5.3.2. Comportement de Eva lors des séances

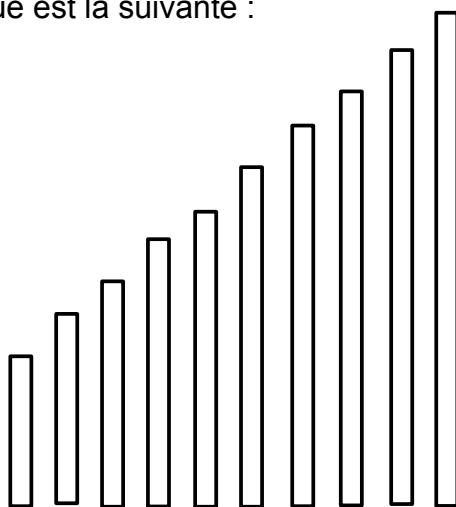
Eva est une petite fille vive qui a su montrer une grande curiosité et de la motivation. Très enthousiaste, elle a semblé apprécier les activités proposées et a d'ailleurs répété de nombreux "cool" ou encore "j'aime bien ce jeu". Par ailleurs, Eva est une enfant posée et attentive, ce qui a permis le déroulement des activités dans d'excellentes conditions.

5.4. Résultats du post-test

5.4.1. Sériation des bâtons de J. Piaget

Pour sérier ses bâtons, Eva procède d'abord par tâtonnements empiriques. Elle commence par prendre 2 bâtons au hasard qu'elle accole en alignant les origines. Elle saisit un 3^{ème} bâton qu'elle compare aux 2 déjà posés et l'intercale. Elle compare ensuite les bâtons restants 2 à 2 et les pose par couple, le grand à droite, le petit à gauche, en prenant soin d'aligner les origines. Puis Eva rapproche les couples et les intercale. Eva a sérié les bâtons du plus grand au plus petit (de droite à gauche).

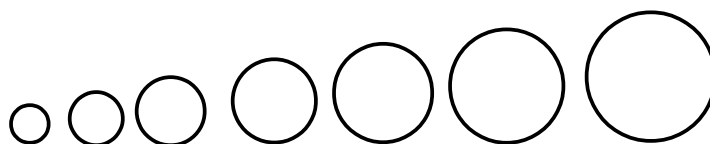
La sériation obtenue est la suivante :



5.4.2. Sériation tactile des boules

Pour réaliser sa sériation, Eva commence par comparer 2 boules choisies au hasard qu'elle pose côte à côte, la plus grosse à droite, l'autre à gauche. Elle série ensuite les autres boules en les comparant 2 à 2 et en les intercalant. Pour la première comparaison, Eva ressent le besoin de vérifier visuellement les différences entre les 2 boules.

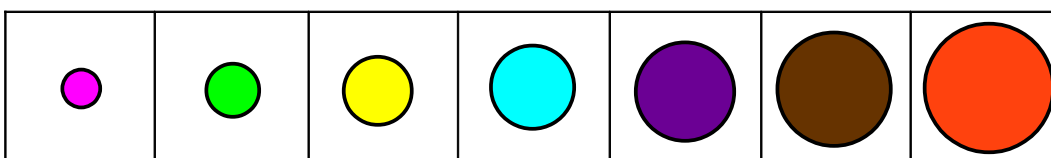
La sériation finale est la suivante :



5.4.3. Sériation visuelle des disques de couleurs

Eva série les disques rapidement. Elle annonce qu'elle va "les ranger du plus petit au plus grand". Elle commence par les étaler devant elle, puis recherche le plus petit absolu qu'elle pose à gauche. Elle procède la même façon pour les 6 autres disques.

La sériation obtenue est la suivante :



5.5. Comparaison pré- et post-test

| | Pré-test | Post-test |
|--|---|--|
| sériation des bâtons de J. Piaget | <ul style="list-style-type: none"> - échouée - pas de prise en compte de l'origine - capacités d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - prise en compte de l'origine - capacités d'intercalation |
| sériation tactile des boules | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - capacité d'intercalation | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par tâtonnements empiriques - capacité d'intercalation |
| sériation visuelle des cercles de couleurs | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par une méthode opératoire - recherche systématique du plus petit absolu | <ul style="list-style-type: none"> - réussie par une méthode opératoire - recherche systématique du plus petit absolu |

Tableau XXI : Tableau de synthèse des pré- et post-tests de Eva

Ce tableau nous permet de constater une évolution chez Eva. Ses compétences en sériation se sont globalement améliorées. Pour la sériation visuelle des bâtons, Eva a tenu compte de l'origine, ce qui n'était pas le cas lors du pré-test.

Au pré-test, Eva semblait être plus à l'aise dans les sériations ne nécessitant pas la prise en compte de l'origine.

Il n'y a cependant pas d'évolution en ce qui concerne la sériation tactile des boules. Celle-ci est réussie, lors des 2 tests, par tâtonnements empiriques : Eva a mis en place des stratégies (comparaisons 2 à 2) pour réaliser sa sériation mais celle-ci n'est pas encore opératoire.

La sériation d'Eva n'est pas encore opératoire. Eva semble être au stade 2 de la sériation effective défini par J. Piaget : réussite de la sériation par tâtonnements empiriques.

Discussion

Cette partie du mémoire a pour objectifs d'analyser le matériel créé, ainsi que sa mise en place auprès d'enfants. Nous soulèverons les points positifs de notre travail, mais nous exposerons aussi les difficultés rencontrées, ainsi que les limites de tout ce qui a été entrepris.

Tout d'abord, notons que, lors de la sélection de notre sujet : la sériation, nous nous sommes trouvées confrontées à l'existence d'un matériel traitant de ce même sujet "Mission sériation" édité dans le mémoire "Elaboration et expérimentation d'un support de rééducation visant à participer à la mise en place de la structure logique élémentaire de sériation". (M. Gauchon, M. Ravot, 2009) Toutefois, notre mémoire diffère grandement de celui-ci sur plusieurs aspects :

- exploration de la modalité tactile dans la sériation
- création d'un protocole et non d'un matériel "clés en main"
- fabrication du matériel avec l'enfant

1. Discussion autour de nos résultats

Faisons tout d'abord le point sur les résultats que nous avons obtenus lors de nos séances.

Tout d'abord, il est à noter que dans l'ensemble les enfants semblent avoir progressé dans leurs réflexions autour de la sériation. Globalement, une évolution est à remarquer surtout dans la modalité visuelle. Les différents enfants sont semble-t-il tous passés d'un stade à un autre, en ce qui concerne la sériation effective des bâtons de J. Piaget. En ce qui concerne la sériation des boules en modalité tactile, aucune évolution significative n'a été notée.

Toutefois, il est à noter que ces résultats sont à nuancer, et cela pour diverses raisons.

De nos séances, nous pouvons tirer des constatations et des observations cliniques. Toutefois, celles-ci ne permettent en rien des conclusions. En effet, notre population étant restreinte et hétérogène, effectuer des généralisations autour des différentes passations était difficile.

De même, les exigences temporelles et organisationnelles d'un tel mémoire ne nous ont pas permis de présenter entièrement notre protocole aux enfants. Cela

se traduit essentiellement par un nombre limité de séances effectuées. De plus, une activité ne pouvait se faire en une séance. En effet, selon les réussites et les échecs de l'enfant, il était parfois nécessaire d'insister sur un point pendant 2, voire 3 séances. Selon F. Jaulin-Mannoni (1973), il est primordial de travailler une notion dans tous les sens, afin d'en permettre l'acquisition. Ainsi, notre protocole demandait un nombre de séances supérieur à 10 (nombre de séances choisi initialement), ce qui a rarement été possible.

Nos résultats sont aussi à relativiser du fait de l'évaluation proposée. Les outils d'évaluation du pré- et post-tests ne sont en aucun cas des outils standardisés permettant une analyse à la fois quantitative et qualitative. Les épreuves que nous avons proposées aux enfants n'apportaient, quant à elles, qu'une analyse qualitative, nous permettant d'apprécier cliniquement les comportements des enfants.

Nos comparaisons pré- et post-tests sont aussi à pondérer car le laps de temps entre les 2 évaluations a été très court. En effet, pour estimer l'impact d'une rééducation, il est généralement recommandé de faire les pré- et post-tests à, minimum, 6 mois d'intervalle. Cela n'a pas été réalisable lors de notre expérimentation. De plus, il aurait été intéressant de proposer notre post-test à distance (quelques semaines après la dernière séance), afin de voir si les acquisitions mises en place à court terme l'étaient aussi à moyen terme. De même, cela aurait peut-être permis d'évaluer si, des concepts qui ne nous semblaient pas intégrés à court terme, l'étaient à moyen terme.

Pour évaluer l'impact d'une rééducation, il est recommandé de proposer, lors des pré- et post-tests, une épreuve ne testant pas la structure ciblée, afin d'évaluer l'évolution spontanée de l'enfant dans les apprentissages. Nous souhaitions initialement proposer une telle épreuve mais nous avons été en difficulté quant à son choix. Fallait-il une épreuve testant une autre structure logico-mathématique ou une épreuve évaluant une compétence complètement autre ? Nous avons finalement choisi de ne pas proposer une telle épreuve, sa nécessité nous semblant, en définitive, plus adaptée à un contexte neurologique (récupération spontanée).

Tout au long des séances, nous nous sommes demandé si, au même titre que la dissociation visuel/auditif, il n'existait pas une dissociation visuel/tactile. De la sorte, certains enfants paraissaient être un peu hermétiques à la modalité tactile du

protocole, non parce que cela ne les intéressait pas, mais parce que le visuel semblait sur-investi par rapport au tactile. Ainsi, une des enfants ne percevait pas tactilement que 2 boules étaient semblables, quand bien même, ces boules étaient placées dans chacune de ses mains. Notre protocole ne semble donc pas convenir à tous les enfants. Ce constat pourrait expliquer l'amélioration des compétences notée dans les épreuves visuelles et l'évolution moindre dans les épreuves en modalité tactile.

En conclusion, les résultats de notre expérimentation permettent principalement des constatations et des observations cliniques. Sans avoir pu observer immédiatement de nettes progressions en modalité tactile et de réussite au niveau opératoire aux épreuves du post-test en modalité visuelle, il est possible que l'expérimentation de notre protocole ait éveillé des réflexions qui feront leur chemin, et permettront aux enfants d'aller plus avant dans la structure de sériation.

2. Validation ou infirmation de l'hypothèse

Cherchons maintenant à savoir si notre hypothèse de départ se valide ou s'infirmes au vu de nos séances et de nos observations. Nous nous étions demandé, initialement, s'il était possible d'entraîner la structure de sériation par voie kinesthésique, afin d'inhiber certaines difficultés engendrées par la perception visuelle.

A la suite de nos séances, nous ne sommes en moyen ni de l'infirmes, ni de la valider, du fait du nombre restreint de patients. Toutefois, ayant pu constater une certaine progression des enfants dans les épreuves de sériation visuelle, cela semble montrer que le travail de la sériation en modalité kinesthésique est réalisable et a eu un impact tacite sur la structure de la sériation en modalité visuelle.

Certes, l'évolution des compétences dans la structure de sériation en modalité tactile est moindre. Toutefois, si le travail de la sériation dans cette modalité a eu un impact relatif sur la sériation en modalité visuelle, nous pouvons estimer que notre hypothèse de départ est partiellement validée.

Par ailleurs, il pourrait être intéressant de prolonger ce travail et de proposer conjointement, une rééducation de la sériation dans une modalité visuelle avec une

population témoin et une rééducation de la sériation en modalité tactile, afin de comprendre les transferts d'une modalité à une autre et les apports propres à chacune d'entre elles. Cela permettrait ainsi de voir si cette remédiation de la sériation centrée sur le tactile aurait des répercussions sur les capacités de sériation en modalité visuelle.

3. Discussion autour du protocole expérimental élaboré

Dans cette partie, nous allons développer notre ressenti vis-à-vis de notre protocole, mais aussi celui des enfants. Nous exposerons aussi les difficultés rencontrées, ainsi que quelques propositions de prolongement.

3.1. Avantages et limites d'un tel protocole

Globalement, notre protocole a été très bien accueilli par les enfants. L'intégration des activités dans une histoire dont l'enfant est le héros a mis l'enfant à l'aise et en situation de jeu. Les enfants ont apprécié l'histoire autour du protocole, la manipulation, ainsi que le petit côté mystérieux de la boîte.

Tout cela a, ainsi, permis de faire travailler, de façon amusante et ludique, une structure de pensée pas toujours très appréciée des enfants. Nous avons, de ce fait, réussi un des objectifs de notre protocole, à savoir proposer un matériel remédiateur ludique, suscitant l'intérêt de l'enfant, ainsi que sa motivation à y revenir.

Le protocole, que nous avons élaboré, se définit avant tout comme une trame de travail. En effet, la rééducation logico-mathématique dans son approche piagétienne, tout comme n'importe quelle rééducation, nécessite une remise en cause constante du travail proposé à l'enfant. Le déroulement de chaque séance modifiera donc ce qui sera proposé à l'enfant la séance suivante.

De ce fait, il nous a paru essentiel d'élaborer un matériel suffisamment "malléable" pour s'adapter à ce constat. Ce protocole laisse ainsi une certaine liberté au rééducateur, qui peut à tout moment, s'il sent que l'enfant en a besoin, revenir sur une étape ou en approfondir une autre, ou encore en passer une. De même

certaines demandes peuvent être faites à l'enfant lors d'une activité, alors que cette même demande n'était prévue que quelques activités plus loin.

Cette flexibilité laissée au rééducateur demande, cependant, de sa part une certaine capacité à s'adapter, à imaginer une histoire pour justifier l'approfondissement de tel ou tel point par exemple. Notre expérience clinique débutante ne nous a pas toujours permis de fournir à l'enfant les adaptations adéquates à chaque séance. Il n'a pas toujours été facile d'aiguiller l'enfant dans son raisonnement sans risquer d'induire directement le comportement logique ou langagier attendu. Nous avons appris progressivement à poser des questions permettant à l'enfant d'organiser sa pensée sans trop l'aider. En effet, il est à noter qu'une observation clinique rigoureuse est indispensable pour apprécier le niveau de raisonnement de l'enfant, ses verbalisations seules ne reflétant pas toujours ses compétences logiques.

De plus, tout au long des passations, il n'a donc pas toujours été très simple de ne pas rentrer dans des demandes systématiques.

Exemple :

Lors de l'activité 4, activité où il est demandé à l'enfant de coder les invitations (traces dans les journaux de bord et traces sur les murs des maisons), il était important de ne pas effectuer toutes les traces en même temps. Pour permettre au mieux la mobilité de pensée, il était nécessaire, tantôt de faire les traces dans les journaux de bord, et tantôt les traces sur les murs des maisons.

Ce besoin de "jongler" entre ces 2 codes ne nous était pas apparu important au premier abord. Toutefois, il se révèle indispensable pour permettre à l'enfant de maîtriser ces codes, et ainsi, pouvoir par la suite amener l'enfant à effectuer des raisonnements dessus.

Il était donc important de varier au maximum les demandes faites à l'enfant, pour éviter qu'il ne s'installe dans des routines, permettre le passage aisé et fréquent d'un code à l'autre pour amener une meilleure compréhension des différents symboles présents sur le matériel et ainsi faciliter par la suite les déductions demandées. Cela permettra un travail de la sériation dans tous les sens.

Tout au long de nos séances, nous avons donc fait des "entorses" à ce protocole. Ces "entorses" étaient faites pour diverses raisons :

- approfondissement d'un point

Exemples :

Dans l'activité 3, il est demandé une correspondance sériale visuelle des boules et des maisons, les maisons ayant été préalablement sériées par l'enfant. Si celle-ci était réussie, que ce soit par tâtonnements empiriques ou par une méthode opératoire, il paraissait intéressant de proposer la même activité, mais cette fois sans que les maisons ou les boules ne soient sériées.

De même, il pouvait être intéressant de proposer cette même correspondance sériale, en maintenant les boules dans le gymnase. Il était alors demandé à l'enfant de déterminer tactilement le lieu d'habitation de telle ou telle boule.

- adaptation du protocole et de certaines activités

Exemple :

Lors de l'activité 3, une sériation visuelle des maisons est demandée à l'enfant. Initialement, cette sériation devait être maintenue pour les activités suivantes. Toutefois, il paraissait intéressant de présenter les maisons non-sériées afin de voir comment l'enfant allait s'en débrouiller. Cette demande de sériation visuelle des maisons ne nous a donc parue finalement pas tellement nécessaire au bon déroulement des activités.

3.2. Difficultés soulevées dans le contenu du protocole

Quelques points du protocole ont soulevé des questions et des difficultés tout au long de son application.

Tout d'abord, le problème de la forme des habitants (des boules) a été soulevé. Cette forme avait été choisie, initialement, car elle nous paraissait la plus appropriée à un travail kinesthésique. En effet, il est plus simple d'évaluer une boule en la tenant dans la main qu'un cube ou toute autre forme.

Toutefois, ce choix a entraîné quelques difficultés :

- une non-prise en compte de l'origine, de la base, qui est indispensable à la sériation

En effet, pour comparer 2 boules, il est nécessaire d'en tenir une dans chaque main afin d'évaluer la place qu'elles occupent et, de ce fait, pouvoir déterminer quelle boule est la plus grande/petite des 2.

Cette critique est, cependant, à nuancer. En effet, un enfant a eu, par exemple, pour comportement lors d'une comparaison 2 à 2, de placer tactilement les boules côte à côte et d'évaluer ensuite de manière kinesthésique la hauteur de chaque boule afin de déterminer laquelle est la plus grande/petite des 2. De même, concernant la construction des portes des maisons, il était demandé à l'enfant de tenir compte de l'origine pour pouvoir anticiper la hauteur des portes. Dans l'ensemble, les enfants ont réalisé les portes en bas des feuilles présentées, en considérant la base inférieure de la feuille comme le seuil de la porte.

- une incapacité à réaliser des boules "parfaites"

Lors de la création des maisons, il est arrivé que certaines boules rentrent "tout juste" par leur porte dans une orientation précise, mais ne rentrent plus si elles étaient un tant soit peu tournées.

De même, il était difficile d'avoir une progression régulière des boules. Les différences de taille pouvaient parfois être grandes entre 2 boules se suivant.

Par ailleurs, pour que l'enfant maîtrise au mieux les 2 codages proposés (traces tactiles dans les journaux de bord et dessins laissés sur les murs des maisons), il aurait été intéressant que ces 2 codes ne se trouvent pas au même endroit. Or, pour des raisons pratiques, nous avons choisi de placer les journaux de bord dans les maisons, car il était difficile de fixer les journaux aux boules, sans entraver les perceptions tactiles. Tout cela a constitué une difficulté pour l'enfant à la bonne maîtrise des différents codes présents.

De même, mettre la trace sur la boule tactile et non sur la maison aurait permis une meilleure compréhension de ceux-ci. Toutefois, cela était difficile car cela aurait empêché l'appréciation kinesthésique des boules.

Enfin, il nous est apparu que les traces tactiles dans les journaux de bord n'étaient pas indispensables. Les déductions autour des traces tactiles dans un journal de bord n'allaient en rien entraîner la sériation. Il serait donc possible de "dessiner" les traces dans les journaux de bord et de faire des déductions autour de ces traces en imposant que les boules soient dans le gymnase et ne puissent en sortir.

Notre protocole s'est donc vu adapté tout au long des séances. Toutefois, celui-ci ne constitue que le début d'une réflexion qui pourrait s'étendre sur plus de temps. De même, le protocole pourrait être proposé à davantage de patients.

De plus, il ouvre à certains prolongements :

- fabriquer des habitants en forme de cube

Chaque habitant différencierait par la hauteur (la base resterait identique). Cela permettrait :

- * de prendre en compte l'origine lors des comparaisons 2 à 2
- * de supprimer le problème d'une forme "parfaite"
- * de placer les traces tactiles sur les boules
- * de pouvoir y attacher les journaux de bord

- fabriquer des habitants en forme de rectangle

A l'issue du protocole, il pourrait être intéressant de demander à l'enfant de fabriquer des "cousins" des boules. Ces "cousins" seraient de forme rectangulaire. Cela permettrait de s'assurer que l'origine est bien gérée. Il est alors possible que ce travail soit beaucoup plus aisé et rapide à mener avec l'enfant, et permette de retravailler avec un matériel tenant compte de l'origine (en modalité visuelle si le besoin s'en fait ressentir).

- créer une poche "dans" chaque habitant

Cela permettrait d'y placer le journal de bord qui, ainsi, ne quitterait plus la boule. De cette sorte, dans la poche, pourraient aussi se trouver les cadeaux de consolation. Cela pourrait être réalisé en effectuant une encoche dans chaque boule.

- demander à l'enfant d'intercaler 2 maisons supplémentaires afin de voir si les déductions effectuées se sont transférées à ces maisons
- introduire un boule identique à une autre avec une justification dans l'histoire et ainsi voir si les déductions se font à partir des traces déjà réalisées ou s'il faut tout rejouer pour accéder aux déductions

4. Discussion autour de l'expérimentation

L'expérimentation de notre protocole nous a permis de réfléchir à la sélection de notre population, à l'outil d'évaluation utilisé, ainsi qu'aux séances elles-mêmes et à l'outil d'analyse employé. Nous exposerons, ici, les problèmes que nous avons rencontrés lors du recrutement des enfants. Par ailleurs, nous présenterons les difficultés liées au pré-test, les points positifs et négatifs de notre grille d'observation et les modifications que nous avons dû lui apporter.

Il est à noter tout d'abord que nous n'avons pu proposer notre protocole en entier par manque de temps. Les séances se sont, toutefois, poursuivies après la rédaction de ce mémoire.

4.1. Difficultés liées à la sélection de notre population

La prospection des enfants pour l'expérimentation de notre protocole a soulevé divers problèmes. Tout d'abord, les critères de sélection que nous avons préalablement définis, ont fortement restreint le nombre de patients.

Ainsi, la tranche d'âge déterminée (7-8 à 10 ans) a d'emblée éliminé la possibilité de présenter notre protocole à des adolescents présentant des troubles logico-mathématiques et plus précisément des difficultés en sériation.

De nombreux orthophonistes ont jugé les modalités des séances trop difficiles à mettre en place : absence d'un bureau libre pour recevoir l'enfant chaque semaine, nécessité de ne pas travailler la sériation en séance habituelle avec l'enfant durant le temps de l'expérimentation du protocole, ...

Pour certaines familles, ces modalités ont souvent représenté une contrainte et ont motivé leur refus de s'engager en raison, notamment, de leur indisponibilité pour amener leur enfant au cabinet une deuxième (voire troisième) fois dans la semaine. De plus, certains parents ont refusé ces séances par crainte qu'elles ne constituent

une surcharge de travail pour leur enfant bénéficiant déjà d'un suivi orthophonique et participant à de nombreuses activités extra-scolaires.

4.2. Difficultés dans la mise en place des séances

Nos différences de localisation ne nous ont pas permis d'accompagner toutes deux chaque enfant. Notre présence commune aurait permis de compléter mutuellement nos observations, de partager nos regards cliniques et nos réflexions ainsi que de faciliter les adaptations proposées à chaque enfant.

Les séances de remédiation ont soulevé d'autres problèmes liés au comportement et au caractère de chaque enfant. Certains ont eu des difficultés à rester concentrés et ont eu besoin d'être recadrés à plusieurs reprises. D'autres ont nécessité au début de la remédiation d'être stimulés et mis en confiance.

4.3. Problèmes relatifs à l'outil d'évaluation

Les épreuves de sériation visuelle des bâtons de J. Piaget, des disques de couleur et de sériation tactile de boules proposées aux enfants n'appartiennent pas à des tests standardisés. C'est pourquoi les résultats obtenus relèvent de nos seules observations cliniques et sont uniquement qualitatifs.

De plus, notre "jeune" regard clinique et notre peu d'expérience en logico-mathématiques nous empêchaient une observation exhaustive des conduites de l'enfant. L'évaluation de la sériation de chaque enfant ne se veut donc pas suffisamment objective. Ainsi, elle ne nous permet pas de déterminer avec précision ses compétences logiques mais seulement de les apprécier de façon subjective.

Ces épreuves ont été choisies afin d'observer certains critères et leur évolution lors de la comparaison avec le post-test, réalisé à la fin des séances. Nous souhaitons, en effet, apprécier et comparer les conduites de chaque enfant lors des 2 épreuves de sériation visuelle : la sériation des bâtons nécessitant de prendre en compte l'origine et la sériation des disques qui, au contraire, ne requiert pas la prise en compte de la base. Par ailleurs, nous voulions observer les compétences de l'enfant en sériation tactile de boules avant de commencer à travailler cette structure dans la modalité kinesthésique à travers notre protocole. Il nous a également semblé intéressant de noter si l'enfant paraissait plus à l'aise dans l'une des 2 modalités.

4.4. Points forts et limites de la grille d'observation

4.4.1. Points forts de la grille d'observation

La grille d'observation a servi de support à nos observations tout au long des séances proposées aux enfants. En effet, cette grille regroupe, pour chaque activité, les critères précis à noter. Les cases à cocher offrent une utilisation simple en permettant une prise de note rapide.

Notre grille d'observation présente de façon non-exhaustive et pour chacun des critères à observer, les différentes conduites que l'enfant a pu avoir. Ainsi, elle fournit à l'adulte un moyen d'apprécier le niveau opératoire de l'enfant. Elle a permis d'orienter notre regard en indiquant précisément ce qu'il était pertinent et intéressant d'observer. En outre, cette grille a été d'une grande aide pour diriger nos adaptations lors d'une séance et/ou pour les séances à venir. Elle a permis de repérer les échecs, les difficultés de l'enfant et de réajuster certaines demandes.

Chaque domaine observé (comportement, manipulations, verbalisations, regard) a pu ainsi être rigoureusement analysé de la même façon pour chaque enfant, ce qui a facilité la rédaction des résultats et leur analyse.

4.4.2. Limites de la grille d'observation

Bien qu'elle se veuille rapide d'utilisation, notre grille d'observation reste non-exhaustive. Ainsi, lors des séances, il aurait certainement été pertinent d'observer de nombreuses autres conduites. Notre "jeune" regard clinique nous a, ici, encore empêché de prêter attention à certains comportements que d'aucuns auraient jugés intéressants. De plus, les critères précis que nous avons listés pour guider nos observations pourraient avoir fait obstacle à une observation plus globale qui, elle, nous aurait peut-être permis de remarquer d'autres comportements chez l'enfant.

Les nombreuses cases à cocher de notre grille ne nous ont pas permis de tout noter lors de la séance. C'est la raison pour laquelle, filmer les séances nous a été d'une grande aide. Le visionnage des films après chaque séance a facilité le repérage de conduites qui nous avaient échappé et cela nous a offert la possibilité de compléter nos premières observations.

Notre grille d'observation rend compte le plus souvent des résultats des manipulations et du comportement de l'enfant mais ne permet pas de décrire ses tâtonnements qui sont autant, voire plus importants, que le résultat final.

Pour chaque activité, notre grille présente des cases à cocher pour chaque type de demandes faites à l'enfant. Cependant, la grille ne permet pas de noter les différences dans les compétences logiques ou langagières de l'enfant, quand nous avons adapté, répété ou varié les demandes. Elle ne permet pas de mettre en relief l'évolution de l'enfant à travers une même activité. De même, pour l'activité 5, par exemple, qui consiste à décrypter un code et résoudre des énigmes, la grille ne permet pas d'analyser de façon détaillée chaque type de déduction proposée à l'enfant et de mettre ainsi en exergue ses facilités ou difficultés dans tel ou tel type et telle ou telle modalité (visuelle ou tactile).

Exemple :

Lors de l'activité 3, nous demandons à l'enfant de réaliser une correspondance sériale visuelle des maisons, sériées préalablement, et des boules. Dans certains cas, cette correspondance sériale a été demandée une seconde fois d'une façon différente : sans sérier les maisons au préalable, ... La grille n'offre pas la possibilité de comparer les différentes correspondances sériales réalisées.

4.5. Modifications apportées à la grille d'observation et adaptations mises en place

Notre grille d'observation initiale a subi de nombreuses transformations. En effet, pour faciliter son utilisation, nous avons dû, tout d'abord, regrouper les critères dans des grands domaines à observer. Par la suite, certains de ces domaines ont été supprimés, d'autres enrichis. Ces modifications ont été faites progressivement, au fil des séances. Ainsi, nous nous sommes aperçues, à chaque activité que nous avons proposée aux enfants, que certains critères n'étaient pas pertinents ou pas suffisamment développés.

Exemple :

Nous avons initialement décidé, systématiquement pour chaque activité, de prêter attention à l'utilisation des mains de l'enfant. Nous avons réalisé que cette observation n'était pas pertinente pour certaines activités, notamment l'activité 2 consistant à construire une deuxième série (les maisons).

Nous avons également souhaité enrichir certains critères pour faciliter la lecture de la grille d'observation, en les illustrant par des exemples (ex : comparatifs

("plus grand/petit que, ...")) ou en en précisant les termes (ex : recherche du "voisin" (porte présentant le plus petit écart avec celle d'avant), capacité de codage (feuille mémoire)).

5. Apports personnels

Ces nombreux mois de recherches et de travail de lecture ont été pour nous l'occasion d'enrichir nos connaissances théoriques dans le domaine des logico-mathématiques. Ces notions, souvent complexes à assimiler, ne constituent qu'une infime partie de ce domaine et nécessiteraient d'être approfondies.

La création de notre protocole et sa proposition à des enfants en difficultés dans la structure de pensée qu'est la sériation, nous ont permis de vivre nos premières expériences cliniques dans le domaine logico-mathématique. Ainsi, nous avons pu nous confronter aux 2 rôles d'une orthophoniste : l'évaluation et la remédiation.

Par ailleurs, ces expériences nous ont offert un aperçu de notre pratique future en tant qu'orthophoniste. En effet, nous avons suivi nos patients régulièrement en préparant chaque séance.

Il nous a été possible de partager nos objectifs avec les familles, ainsi que l'avancée de notre travail. Nous avons eu la chance de pouvoir échanger avec les orthophonistes de ces enfants au sujet des activités que nous leur proposons. Leurs points de vue et remarques nous ont été d'une grande aide et ont guidé nos adaptations lors des séances.

Nous avons ainsi été confrontées à des situations que nous rencontrerons dans notre pratique future. Nous avons dû développer des savoir-être avec les enfants, à savoir, s'adapter constamment au rythme, aux compétences et au comportement de notre patient.

Ces expériences nous ont permis, par ailleurs, de développer notre regard clinique. A travers les activités proposées à chaque enfant, nous avons appris à observer ses conduites qu'elles soient langagières, logiques ou pré-logiques, à en faire une analyse et à nous adapter.

Lors des séances, nous avons été confrontées à diverses situations qui nous ont parfois mises en difficulté mais aussi aidées à développer nos capacités d'adaptations indispensables pour notre futur exercice. Ainsi, nous avons dû sans cesse remettre en question nos comportements et nos aiguillages pour réajuster en

permanence la rééducation et cela, dans le but de faire progresser l'enfant au maximum.

Tout le travail entrepris ne constitue donc qu'une ébauche de réflexion autour de la prise en charge de la structure logique élémentaire de sériation, et cela principalement dans une approche kinesthésique.

Au vu de nos résultats et de l'évolution relative dans les tâches visuelles de sériation de nos patients, il nous semblerait intéressant d'enrichir ce sujet, en le proposant à davantage d'enfants.

De même, il serait intéressant de proposer parallèlement une prise en charge de la sériation dans sa modalité visuelle avec une population de référence et une remédiation de la sériation en modalité tactile.

De plus, ce protocole, une fois remanié, pourrait éventuellement servir de point de départ à une évaluation de la structure de sériation dans chacune des 2 modalités.

Cette exploration de la rééducation de la sériation dans sa modalité tactile ouvre, par ailleurs, des perspectives en ce qui concerne la prise en charge des enfants dyspraxiques. En effet, ces enfants dyspraxiques ont des difficultés à s'appuyer, pour leurs apprentissages, sur le versant visuel. La gestion des informations visuo-spatiales nécessaires dans l'entraînement de la structure de sériation pourrait peut-être être facilitée pour ces enfants grâce à l'aspect kinesthésique de ce protocole. En effet, pour des enfants ayant des difficultés avec l'espace, il semble important de ne pas charger visuellement la remédiation. La remédiation de la sériation, sans approche visuelle exclusive, permettrait peut-être à ces enfants de se sentir plus à l'aise avec cette structure logique.

Conclusion

Les logico-mathématiques sont un vaste domaine de remédiation. C'est pourquoi nous avons souhaité cibler notre travail sur la structure logique de sériation, un des piliers de la construction du nombre chez l'enfant.

Notre objectif était de créer un outil de remédiation de la sériation qui pourrait s'inclure dans une rééducation logico-mathématique. Ainsi, en nous basant sur la théorie piagétienne ainsi que sur les expériences cliniques de F. Jaulin-Mannoni, nous avons élaboré un protocole visant à entraîner la sériation de façon ludique et selon une approche kinesthésique.

Par ailleurs, nous avons tenu à ce qu'il permette la construction du matériel avec et par l'enfant.

Afin de juger de la pertinence de notre protocole, nous l'avons proposé à 5 enfants âgés de 8 ans 1 mois à 10 ans 6 mois présentant des difficultés dans les tâches de sériation. Une comparaison des pré- et post-tests a globalement mis en évidence une évolution de la sériation chez chacun d'eux. Néanmoins, en raison de l'hétérogénéité des profils des enfants et de leur petit nombre, nous n'avons pu tirer aucune conclusion des résultats obtenus.

L'intérêt d'un tel protocole est qu'il est modulable et peut s'adapter aisément à chaque enfant, ce que nous avons d'ailleurs pu constater lors de nos séances. Il offre une certaine liberté au rééducateur qui peut, selon les difficultés et besoins de l'enfant, approfondir une étape, répéter une demande ou tout simplement passer une activité.

Pour ouvrir sur de nouvelles perspectives de recherche, il nous semblerait pertinent d'apporter des modifications à ce protocole, puis de le proposer à des enfants présentant des difficultés en sériation et dans les tâches visuo-spatiales, comme les enfants dyspraxiques visuo-spatiaux. De plus, il pourrait être intéressant non seulement d'évaluer les écarts de performances dans les tâches de sériation en modalités visuelle et tactile, mais également d'observer si l'entraînement de la sériation dans la modalité tactile peut avoir un impact sur les compétences de l'enfant en modalité visuelle.

Bibliographie

- BACQUET M., GUERITTE-HESS B. (2009). *Le nombre et la numération. Pratique de rééducation*. Montreuil : Editions du Papyrus.
- BAROUILLET P. (2006). "L'émergence des outils arithmétiques". In : BAROUILLET P., CAMOS V. *La cognition mathématique chez l'enfant*. Marseille : Solal, 87-115.
- BARUK S. (1997). *Comptes pour petits et grands. Pour un apprentissage du nombre et de la numération, fondé sur la langue et le sens*. Paris : Magnard.
- BARUK S. (2003). *Comptes pour petits et grands. Volume 2 : Pour un apprentissage des opérations, des calculs, et des problèmes, fondé sur la langue et le sens*. Paris : Magnard.
- BIDEAUD J., MELJAC C., FISCHER J-P. (1991). *Les chemins du nombre*. Lille : Presses universitaires de Lille
- BRIN F., COURRIER C., LEDERLE E., MASY V. (2004). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Ortho Editions.
- CARLIER M., AYOUN C. (2007). *Déficiences intellectuelles et intégration sociale*. Wavre : Mardaga.
- CROUAIL A. (2008). *Réduquer dyscalculie et dyspraxie – méthode pratique pour l'enseignement des mathématiques*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson.
- DANION-GRILLIAT A., BURSZTEJN C. (2011). *Psychiatrie de l'enfant*. Paris : Lavoisier.
- DOLLE J-M. (1999). *Pour comprendre Jean Piaget*. Paris : Dunod.
- GAUCHON M., RAVOT M. (2009). *Elaboration et expérimentation d'un support de rééducation visant à participer à la mise en place de la structure logique élémentaire de sériation*. Mémoire pour l'obtention du certificat de capacité d'orthophoniste. Université Claude Bernard Lyon.
- GUERITTE-HESS B., CAUSSE-MERGUI I., ROMMIER M.-C. (2005). *Les maths à toutes les sauces - pour aider les enfants à apprivoiser les systèmes numérique et métrique*. Paris : Le Pommier.
- JACQUES G., VAN NIEUWENHOVEN C. (1997). "La construction du concept du nombre chez l'enfant. Le modèle piagétien est-il toujours actuel ?" In : MELJAC C., VOYAZOPOULOS R., HATWELL Y. *Piaget après Piaget. Evolution des modèles, richesse des pratiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage, 43-62.
- JAULIN-MANNONI F. (1973). *Pédagogie des structures logiques élémentaires*. Paris : ESF.
- JAULIN-MANNONI F. (1974). *Apprentissage des sériations*. Paris : ESF.
- LACOMBE J. (2007). *Le développement de l'enfant de la naissance à 7 ans – approche théorique et activités corporelles*. Bruxelles : De Boeck.

- LECOCQ P. (1996). L'E.C.O.S.SE. une épreuve de compréhension syntaxico-sémantique. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion.
- LEGER J., ZENATY D. (2008). *Syndrome de Turner – Protocole national de diagnostic et de soins*. Haute Autorité de Santé
- MAZEAU M. (2005). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages – du symptôme à la rééducation*. Paris : Masson.
- MAZEAU M., LE LOSTEC C. (2010). *L'enfant dyspraxique et les apprentissages*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.
- PIAGET J. (1972). *Problèmes de psychologie génétique. L'enfant et la réalité*. Paris : Denoël-Gonthier.
- PIAGET J. (1977). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- PIAGET J., SZEMINSKA A. (1980). *La genèse du nombre chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- PIAGET J., INHELDER B. (1991). *La genèse des structures logiques élémentaires*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- PIAGET J., INHELDER B. (2011). *La psychologie de l'enfant*. Paris : Quadrige.
- RONDAL J-A., COMBLAIN A. (2001). *Manuel de psychologie des handicaps – Sémiologie et principes de remédiation*. Sprimont : Mardaga
- SINCLAIR H., STAMBAK M., LEZINE I., RAYNA S. (1982). *Les bébés et les choses ou la créativité du développement cognitif*. Paris : Presses Universitaires de France.
- SERON X., PESENTI M. (2000). "Le calcul et ses troubles chez l'enfant". In : RONDAL J-A., SERON X. *Troubles du langage. Bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Sprimont : Mardaga, 797-820.
- VAN NIEUWENHOVEN C., DE VRIENDT S. (2010). *L'enfant en difficulté d'apprentissage en mathématiques : pistes de diagnostic et supports d'intervention*. Marseille : Solal.
- VYGOTSKI L. (1997). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.

Liste des annexes

Liste des annexes :

Annexe n°1 : Protocole.

Annexe n°2 : Pré-test de Léa : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE.

Annexe n°3 : Grille d'observation des séances de Léa.

Annexe n°4 : Pré-test de Thelma : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE.

Annexe n°5 : Grille d'observation des séances de Thelma.

Annexe n°6 : Pré-test de Camille : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE.

Annexe n°7 : Grille d'observation des séances de Camille.

Annexe n°8 : Pré-test de Calixte : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE.

Annexe n°9 : Grille d'observation des séances de Calixte.

Annexe n°10 : Pré-test de Eva : feuilles de passation de l'E.CO.S.SE.

Annexe n°11 : Grille d'observation des séances de Eva.