



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 :

Emilie CHAUVIERE - Emilie MARTIN

soutenu publiquement en juin 2013 :

« Espace jardin » :
Construction d'un matériel visant à développer la
représentation de l'espace chez l'enfant de 6 à 12 ans

MEMOIRE dirigé par :

Sylvie MEVEL-PEZET, Orthophoniste en libéral, Coudekerque Branche

Martine LEVAL-MUNIER, Orthophoniste en libéral, Montgeron

Lille – 2013

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier nos maîtres de mémoire, Mme Leval-Munier et Mme Mevel-Pezet, qui nous ont guidées dans la création de notre matériel et tout au long de nos recherches. Nous remercions aussi particulièrement Mme Salleron, pour son aide rapide et efficace pour la réalisation de nos statistiques.

Nous remercions les orthophonistes qui nous ont accueillies et présenté leurs patients ainsi que les enfants eux-mêmes pour leur spontanéité, leur participation enthousiaste tout au long des séances.

Nous tenons également à remercier nos deux traductrices attitrées, ainsi que toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidées et écoutées pendant toute cette année.

Résumé :

Développer sa propre représentation de l'espace, s'y repérer ou s'y orienter peuvent être des tâches complexes pour certains enfants. Ces difficultés sont isolées ou accompagnées d'autres troubles. Elles s'observent relativement souvent dans des pathologies rencontrées en orthophonie, telles que les différents troubles « dys », mais aussi la surdité ou l'autisme. De plus, elles peuvent s'exprimer à divers degrés.

Cependant, il n'existe que peu d'outils pour prendre en charge ce type de trouble. Ce mémoire a donc pour objectif de proposer un matériel riche et ludique permettant d'aborder les notions spatiales dans le cadre d'une rééducation orthophonique. Il expose les données théoriques concernant le développement de la représentation de l'espace, les différents éléments à prendre en compte en évoquant l'espace et les travaux actuels sur la prise en charge des difficultés d'ordre spatial. Il décrit la démarche que nous avons suivie pour créer notre outil et le matériel lui-même. On y trouve aussi le mode d'évaluation adopté pour objectiver une éventuelle efficacité de l'utilisation du jeu auprès d'enfants scolarisés et âgés de 6 à 12 ans.

Mots-clés :

Orthophonie – Développement – Espace – Rééducation – Enfant (de 0 à 12 ans)

Abstract :

Represent its own space and develop it, get your bearings or turn towards there can be really difficult for some children. These wrong representations can be isolated or completed by other disorders. They are noticed relatively often in pathologies met in speech therapy, as the different disorders « dys », but also deafness or autism. Furthermore, there is different levels of pathologies.

However, only a few tools take care about this kind of disorder. This essay aims to propose a rich and fun equipment to take up space's notions with a speech therapy remediation. Theoretical elements about development of space's representation, the different elements to take into account approaching space and contemporary works about space difficulties, are treated. It describes the approach we have followed to create our tool and the equipment itself. There is also the way of

evaluation adopted to show a potential efficacy of game's use for 6 to 12 years old schooled children.

Keywords :

Speech therapy – Development – Space – Reeducation – Child (from 0 to 12 years)

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	4
1.L'espace	5
1.1.Les termes définissant l'espace	5
1.2.L'espace, un objet à construire	6
1.3.L'espace, un objet structuré	7
1.4.La représentation de l'espace chez l'enfant	9
1.4.1.Stade de l'intelligence sensori-motrice (0 à 2 ans)	9
1.4.2. Stade de l'intelligence pré-opératoire (2 ans à 6-7 ans)	12
1.4.3. Stade des opérations concrètes (7-8 ans à 11-12 ans)	15
1.4.4.Stade des opérations formelles (à partir de 11-12 ans)	16
1.4.5. Points de vue alternatifs à la théorie piagétienne	16
1.5.L'espace et la mémoire	17
1.5.1.Implication du calepin visuo-spatial introduit par Baddeley (1986)	17
1.5.2.Approche neuroanatomique du lien entre la mémoire et l'espace	19
1.5.2.1.Les différentes représentations de l'espace dans notre cerveau	20
1.5.2.2.Rôle de la mémorisation dans la représentation de l'espace et rôle du traitement de l'espace dans le processus de mémorisation	20
2.Conséquences d'un trouble des notions spatiales	23
2.1.Trouble de l'occupation de l'espace	23
2.2.Trouble de la situation spatiale	24
2.2.1.Trouble de la perception de la situation spatiale	24
2.2.2.Trouble de la mémoire des situations spatiales	25
2.2.3.Trouble de la connaissance des termes spatiaux	25
2.3.Trouble de l'orientation spatiale	26
2.3.1. Trouble de la perception des orientations	26
2.3.2. Trouble de la mémoire des orientations	27
2.3.3.Trouble de la connaissance des termes d'orientation	27
2.4.Trouble de l'organisation spatiale	28
2.5.Trouble de la compréhension des relations spatiales	29
2.6.Troubles associés engendrant des troubles des notions spatiales	29
2.6.1.Troubles moteurs	29
2.6.2.Troubles auditifs	30
2.6.3.Troubles visuels	30
3.Rééducation des troubles des notions spatiales	32
3.1.Rééducation	32
3.1.1.Trois étapes pour accéder à la représentation de l'espace	32
3.1.2.Rôles de la manipulation et de l'action	33
3.1.3.Travaux de Jaulin-Mannoni	33
3.1.4.Utilisation du langage oral dans la rééducation des notions spatiales	36
3.2.Matériel de rééducation	36
3.2.1.Jeux de construction	36
3.2.2.Jeux introduisant le vocabulaire topologique	37
3.2.3.Jeux de repérage visuo-spatial	37
3.2.4.Jeux de logique spatiale	38
4.But et hypothèses	39
Sujets, matériel et méthode	40
1.Sujets	41
1.1.Critères d'inclusion	41
1.1.1.Age et niveau scolaire	41

1.1.2.Suivi orthophonique.....	41
1.1.3.Résultats à l'évaluation initiale.....	42
1.2.Critères d'exclusion.....	42
1.2.1.Age et niveau scolaire.....	42
1.2.2. Résultats à l'évaluation initiale.....	42
1.2.3.Absence de suivi orthophonique.....	42
1.2.4.Autres troubles.....	42
1.3.Population définitive	43
2.Méthode.....	44
2.1.Principes.....	44
2.2.Evaluation initiale.....	44
2.3.Utilisation du matériel créé.....	45
2.4.Evaluation finale.....	45
3.Matériel : « Espace jardin ».....	46
3.1.Présentation générale.....	46
3.2.Séance 1 : Découvre le jardin magique.....	48
3.2.1.Niveau 1 : Missions dans le jardin.....	49
3.2.2.Niveau 2 : Enquête dans le jardin.....	51
3.3.Séance 2 : Joue dans le jardin magique.....	52
3.3.1.Niveau 1 : Visite le jardin.....	52
3.3.2.Niveau 2 : Range le jardin.....	53
3.4.Séance 3 : Oriente-toi dans le jardin magique	53
3.4.1.Niveau 1 : Trouve ta place.....	53
3.4.2.Niveau 2 : Trouve ta place.....	54
3.4.3.Niveau 3 : Dis-moi où est ma place.....	55
3.5.Séance 4 : Souviens-toi du jardin magique.....	56
3.5.1.Niveau 1 : Suis-moi dans le jardin.....	56
3.5.2.Niveau 2 : Sous le jardin, il y a.....	57
3.5.3.Niveau 3 : Méli-mélo dans le jardin.....	58
Résultats.....	60
1. Résultats statistiques.....	61
1.1.Comparaison des groupes à l'inclusion.....	62
1.2.Comparaison des progrès entre les groupes.....	63
1.3.Significativité de la progression de chaque groupe pour les variables binaires.....	64
1.4.Significativité de la différence de progression entre les deux groupes pour les variables numériques.....	65
1.5.Conclusion de l'analyse statistique.....	66
2.Présentation d'un cas clinique.....	67
2.1.Passation 1.....	67
2.2.Utilisation du matériel.....	68
2.2.1. Séance 1 : Découvre le jardin magique.....	68
2.2.2. Séance 2 : Joue dans le jardin magique.....	69
2.2.3. Séance 3 : Oriente-toi dans le jardin magique.....	69
2.2.4. Séance 4 : Souviens-toi du jardin magique.....	70
2.3.Passation 2.....	70
2.4.Conclusion du cas clinique.....	71
Discussion.....	73
1.Rappel des résultats	74
2.Critiques méthodologiques	74
2.1.Partie théorique	74
2.2.Organisation pratique.....	75

2.2.1.Organisation générale.....	75
2.2.2.Choix des épreuves d'évaluation.....	76
2.3.Matériel créé.....	77
2.3.1.Conception du matériel	77
2.3.2.Utilisation du matériel	79
2.3.2.1.Séance 1 : Découvre le jardin magique.....	80
2.3.2.2.Séance 2 : Joue dans le jardin magique.....	81
2.3.2.3.Séance 3 : Oriente-toi dans le jardin magique.....	81
2.3.2.4.Séance 4 : Souviens-toi du jardin magique.....	82
3.Discussion des résultats et validation des hypothèses.....	83
4.La prise en charge des notions spatiales en orthophonie.....	85
Conclusion.....	87
Bibliographie.....	90
Liste des annexes.....	94
Annexe n°1 : Tests utilisés lors des deux évaluations.....	95
Annexe n°2 : Livret de consignes.....	95
Annexe n°3 : Présentation du matériel de base.....	95
Annexe n°4 : Photographies de quelques réalisations de « Missions dans le jardin ».....	95
Annexe n°5 : Tableau récapitulatif des sujets et de leurs résultats.....	95
Annexe n°6 : Cas clinique.....	95

Introduction

Lors de nos différents stages réalisés dans le cadre de notre formation d'orthophoniste, nous avons rencontré plusieurs patients en difficulté dans leur rapport à l'espace. Nous avons été étonnées quant à la diversité des pathologies dans lesquelles ce type de troubles pouvait être présent. Lors de nos échanges avec nos maîtres de stage, nous avons constaté un manque de matériel adapté à la prise en charge de ces difficultés. C'est ainsi que le projet de création d'un matériel visant à développer la représentation de l'espace chez l'enfant est né.

De façon générale, on peut dire que l'espace est un concept abstrait, créé par l'homme. On ne peut ni le sentir, ni le toucher ou le prendre : l'espace n'est pas comme un objet que l'on peut voir. Brin *et al.* (2004) définissent l'espace comme étant « à la fois l'étendue indéfinie qui contient et entoure les objets et, grâce à ce que nos sens en connaissent, la représentation de cette étendue » (p.96). Comment appréhender et parler d'un sujet si peu tangible ? Il a fallu créer des termes pour diviser l'espace en différentes parties afin de le définir plus précisément et le plus justement possible.

D'ailleurs, lorsque l'on aborde ce thème en société, des idées très différentes peuvent être évoquées. Certains pensent immédiatement au sens de l'orientation, à leurs déplacements quotidiens dans la ville, à leur travail... D'autres, dans une vision plus statique, font référence à des surfaces délimitées physiquement (le jardin par la haie) ou par des fonctions (l'espace repas et l'espace détente dans le salon). Parler de l'écriture peut aussi être une bonne façon d'aborder les notions spatiales. Elle se fait dans un espace limité, l'espace feuille, et surtout elle est orientée de la gauche vers la droite. De plus, certaines lettres ne sont dissociables que par leur orientation (par exemple, gauche/droite pour « b » et « d », haut/bas pour « b » et « p »). L'espace peut être évoqué à une échelle plus importante. En géographie, on étudie l'organisation de l'espace terrestre qui a été divisé par des frontières en divers territoires. Ces limites ont été créées pour des raisons historiques, politiques, économiques et naturelles (fleuves, montagnes...).

L'espace, ce qu'on en perçoit, ce qu'on en fait, est différent selon l'âge que l'on a. La représentation de l'espace évolue au cours du temps et est différente à chaque stade de développement de l'enfant. Il est important de pouvoir évaluer à quelle étape se situe un enfant par rapport à cette évolution.

Il existe différents types de troubles des notions spatiales, en raison de la diversité des domaines liés à l'espace. Cependant, peu de personnes se sont intéressées à la rééducation de ces troubles mais il existe quelques ouvrages auxquels nous ferons référence. Nous nous sommes appuyées sur ces recherches ainsi que sur le développement normal de la représentation spatiale chez l'enfant afin de créer notre outil « Espace jardin ». Nous avons sélectionné plusieurs objectifs de rééducation : la perception, l'orientation et l'organisation spatiales, le passage d'un système à deux dimensions à un système à trois dimensions, la compréhension des rapports projectifs et la mémoire spatiale, engendrant la mentalisation et la représentation de l'espace.

Dans une première partie, nous décrirons ce que la littérature apporte concernant l'espace et le développement de la représentation spatiale. Nous aborderons les différents troubles des notions spatiales ainsi que les techniques de rééducation existantes.

Dans une deuxième partie, nous présenterons notre matériel et la manière dont nous l'avons construit et utilisé. Nous détaillerons également les étapes nous ayant permis de mettre en relief l'éventuelle efficacité de cet outil auprès d'enfants âgés de 6 à 12 ans.

Une troisième partie livrera les résultats de notre recherche. Les tests réalisés après l'utilisation de notre matériel objectiveront alors une possible amélioration des capacités des sujets dans le domaine spatial.

Pour finir, nous exposerons les problèmes rencontrés lors de notre étude et les solutions que nous pourrions proposer afin d'améliorer l'outil créé.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. L'espace

1.1. Les termes définissant l'espace

L'espace peut être défini au moyen de plusieurs termes comme nous l'avons évoqué. De Lièvre et Staes (2000), ont décrit plusieurs notions relatives à l'espace, telles que l'occupation et la connaissance de l'espace, l'orientation et l'organisation spatiales, ainsi que la compréhension de l'espace.

Occuper l'espace, c'est l'explorer pour en percevoir tous les détails (forme, dimensions, etc.). Nous pouvons alors nous limiter à une partie de l'espace donné ou, au contraire, l'occuper entièrement. L'exploration consiste à se déplacer dans cet espace, à l'observer, à agir en son sein afin de le comprendre.

Pour les auteurs, connaître l'espace c'est être capable, premièrement, de percevoir sa place dans l'environnement et la place des objets par rapport à soi et par rapport à d'autres objets : c'est ce qu'ils nomment la perception des notions spatiales. Deuxièmement, c'est pouvoir mémoriser ce que nous avons perçu de l'espace : c'est ce qui est appelé la mémoire des notions spatiales. Et enfin, connaître l'espace implique de pouvoir en parler et de maîtriser les termes spatiaux. Ainsi, on pourra percevoir l'espace, le mémoriser, puis en parler.

De même, l'orientation spatiale, c'est-à-dire l'orientation de son corps et des objets dans l'espace, se scinde en trois parties : la perception et la mémoire des orientations, ainsi que la connaissance des termes d'orientation, ces derniers correspondant souvent à des verbes comme « monter », « avancer », « se tourner », etc... Houzel (2006), pour sa part, définit l'orientation spatiale comme suit : « un espace est dit orientable si un repère dont on déplace l'origine garde toujours la même orientation respective de ses axes, les uns par rapport aux autres. » Ceci correspond en fait à l'orientation statique. Par exemple, si nous déplaçons une chaise, le dossier restera toujours derrière l'assise. Ainsi, nous pourrions nous placer devant ou derrière la chaise, quel que soit son emplacement dans l'espace, même si la chaise n'est pas en mouvement. En outre, des espaces non orientables lorsqu'ils sont statiques peuvent le devenir lorsqu'ils se mettent en mouvement. On parle alors d'orientation dynamique qui indique une direction à suivre. Ainsi, un ballon totalement uniforme n'est pas orientable s'il ne bouge pas car nous ne pourrions pas définir

l'avant et l'arrière de celui-ci. En revanche, s'il se déplace, il devient un objet orienté vers un point. Même si l'avant et l'arrière du ballon ne pourront toujours pas être donnés, il sera possible de se placer devant ou derrière celui-ci.

Organiser son espace, c'est additionner les différentes perceptions spatiales et les différentes orientations perçues afin de pouvoir agir dans cet espace et le modifier. Cette organisation est personnelle et est reliée au corps, aux expériences passées et à la manière de penser de chacun. Par exemple, ranger une pièce ou mettre le couvert sur la table font appel à des capacités d'organisation spatiale.

La compréhension des relations spatiales consiste à repérer les liens logiques existant entre différentes situations. Il peut alors s'agir de liens de symétrie, de rythme, d'addition ou de soustraction de grandeurs, de quantités et de rotation d'éléments.

Chacun de ces aspects peut être perturbé et mettre en difficulté l'enfant. Nous présenterons ultérieurement les moyens pouvant être mis en place pour intervenir sur ces troubles afin d'expliquer notre démarche de création de matériel.

L'espace est une notion complexe et sa représentation évolue au cours du développement de l'enfant. L'espace est donc un objet à construire et à structurer.

1.2. L'espace, un objet à construire

Olivier et Varvarais (2004) expliquent donc que l'espace est un objet à construire. En effet, nous ne réussissons à bâtir l'espace que par ce qu'il contient et en référence à nous-mêmes. Jaricot (2006) suggère que c'est à partir de nos expériences corporelles que nous pouvons occuper l'espace. Pour le nourrisson, la première référence à l'espace est d'habiter son corps. « Pour le bébé, les étapes de son développement postural constituent le socle des représentations spatiales en construction. » (Jaricot, 2006).

La coordination de nos actions et de nos perceptions permet d'établir des liens entre les lieux, les objets et ce que l'on en fait. Et ainsi, en transformant ce qui nous entoure, nous nous créons des repères qui nous aident à construire l'espace (Olivier et Varvarais, 2004).

L'image du corps est essentielle à la notion d'espace car c'est elle qui permet au cerveau de créer cette notion (Lesage, 2006). L'activité corporelle permet à l'enfant de découvrir, investir, s'appropriier les lieux, créer sa propre conscience de

l'espace. Elle permet également d'accompagner et de faciliter la difficile construction spatiale par des situations vécues. Celles-ci sont transposées en d'autres lieux, de plus en plus élargis et de moins en moins connus, et sont représentées gestuellement, verbalement, graphiquement. Elles sont codées (Olivier et Varvarais, 2004).

Nous recevons différents types de perceptions pouvant être visuelles, auditives, tactiles, proprioceptives ou vestibulaires. Elles nous apportent des informations variées sur notre environnement et sur notre corps. De cette manière l'espace se construit et nous percevons les différentes situations, orientations spatiales et les déplacements spatiaux des objets, des personnes et de notre corps (De Lièvre et Staes, 2000).

Alegria *et al.* (1983) insistent eux aussi sur l'importance du lien que va faire l'enfant entre les informations visuelles d'objets, leur distance et les informations kinesthésiques reçues au toucher de ces objets. C'est à partir de ces expériences que les notions d'espace vont se développer. Pour eux, il existerait chez le jeune enfant des espaces différents (visuel, kinesthésique, auditif) qui seraient ensuite assemblés en un espace commun suite aux multiples interactions avec son environnement.

Nous comprenons donc, au travers de ces différents points de vue, que les déplacements du corps et les diverses perceptions réalisés par l'enfant au cours de son développement participent à la construction de la représentation de l'espace. S'il s'avère qu'un enfant est en difficulté dans ce domaine, il faudra alors repasser par certaines de ces étapes. Ainsi, « l'espace n'est pas structuré de lui-même ; c'est nous qui le structurons grâce aux renseignements fournis par notre action et notre perception » (Piaget et Inhelder, 1948).

1.3. L'espace, un objet structuré

Nous structurons l'espace en percevant l'orientation de ce qui nous entoure par rapport à notre corps, puis par rapport aux objets immobiles ou en mouvement. (De Lièvre et Staes, 2000). Ainsi, nous percevons les relations existant entre les objets et nous, et les relations entre les objets eux-mêmes (Tasset, 1972, cité par De Lièvre et Staes, 2000).

Pour Piaget et Inhelder (1948), structurer l'espace, c'est « arriver à percevoir les relations des choses entre elles, son propre déplacement par rapport aux choses ».

« Afin d'acquérir la structuration spatiale, l'enfant devra pouvoir :

- situer des objets par rapport à lui
- se situer par rapport à des objets
- se situer par rapport aux autres
- se situer dans des milieux divers
- construire des itinéraires, les reconnaître, les mémoriser, les reproduire
- se donner des repères
- se représenter des actions dans leur espace
- guider des actions par le geste, le verbe, le balisage, le codage
- comprendre des représentations spatiales telles que des maquettes, des plans simples
- mettre en relation des représentations et des espaces réels, les confronter
- coder des espaces
- élaborer des plans simples, les utiliser
- se déplacer rapidement et efficacement dans des espaces variés »

(Olivier et Varvarais, 2004, p.3)

Parmi ces capacités utiles à la structuration de l'espace, certaines, absentes dans des pathologies rencontrées en orthophonie, auront une place importante dans notre matériel de rééducation. Il serait intéressant de savoir de quelle manière les enfants acquièrent ces notions. Olivier et Varvarais (2004) expliquent que pour cela, l'enfant s'imprègne de son environnement afin de se créer des repères. Il sélectionne les informations qui l'intéressent et cherche à les comprendre pour les exploiter au mieux.

Lesage (2006) ajoute que le sujet se repère à sa structure et à la structure de l'espace environnant pour se déplacer. Le mouvement actif a donc un pouvoir de structuration de l'espace. Les enfants atteints d'infirmité motrice cérébrale présentent d'ailleurs des troubles moteurs et oculo-moteurs ayant des conséquences sur cette structuration. Il faut alors leur apporter différentes expériences sensori-motrices et

verbaliser leurs déplacements afin de pallier leur manque d'expérimentation (Feuillerat, 2006).

Il faut donc commencer par un travail d'appropriation corporelle de l'espace.

L'espace est donc un ensemble qui se construit et se structure au cours de l'évolution de l'enfant. Il nous paraît alors important de décrire, étape par étape, le développement normal de la représentation de l'espace, principalement décrit par Piaget. Cela permettra d'avoir des repères auxquels se référer lorsque nous aborderons la pathologie.

1.4. La représentation de l'espace chez l'enfant

Selon Piaget et Inhelder (1948), le développement de la représentation spatiale suit de très près celui de l'intelligence et se divise de la même manière en quatre stades. Néanmoins, nous ne décrivons que le versant spatial de chacun d'eux. La construction des notions spatiales chez l'enfant passe par différents types d'espace (De Lièvre et Staes, 2000), chacun de ces espaces coïncidant avec un stade de développement décrit par Piaget.

1.4.1. Stade de l'intelligence sensori-motrice (0 à 2 ans)

Le premier stade de développement est celui de l'intelligence sensori-motrice, dans lequel se situent les enfants de 0 à 2 ans. Pour Piaget, c'est à ce moment que se fait la construction de l'espace proche, dit perceptif, lié aux aspects corporels. Ce niveau perceptif constituera un socle sur lequel se développera la représentation de l'espace. « La perception de l'espace comporte une construction progressive et n'est pas donnée toute faite dès les débuts de l'évolution mentale. » (Piaget et Inhelder, 1948, p.16). A cet âge, il s'agit plutôt d'une intelligence pratique s'appuyant sur la perception et les schémas moteurs dont l'enfant dispose. Il perçoit l'espace par ses actions et ses déplacements et en fonction des relations qu'il a avec les objets, les lieux, les personnes. Ces relations sont alors vécues selon des rapports topologiques, que nous allons définir (Piaget et Inhelder, 1948).

Le rapport topologique le plus élémentaire est celui du voisinage, qui est lié à la proximité des éléments perçus. Lorsque l'on demande à un enfant de rassembler des

éléments ensemble, les plus jeunes assembleront les éléments les plus proches physiquement, sans prendre en compte des rapports tels que la ressemblance ou la symétrie. Le comportement d'utiliser en priorité les perceptions de proximité pour organiser l'espace est donc le marqueur d'une étape première.

Il existe également le rapport spatial de séparation; celui-ci permet de distinguer deux éléments proches, deux éléments voisins qui pourraient se confondre. Piaget et Inhelder (1948) illustrent cela par la dissociation d'un objet du mur contre lequel il est posé. Au cours de son développement, l'enfant sépare de mieux en mieux les éléments proches, grâce à un affinage de ses perceptions. Quant aux rapports de voisinage, ils sont moins utilisés mais sont plus précis et il est alors possible d'assembler des éléments qui sont physiquement plus éloignés.

Parmi les rapports topologiques, on peut aussi nommer le rapport d'ordre qui est dépendant des rapports de voisinage et de séparation. Des éléments ordonnés sont des éléments proches (en lien avec le rapport de voisinage) et différenciés les uns des autres (en lien avec le rapport de séparation) : on parle de succession spatiale. Les rapports d'ordre sont à considérer dans l'espace et dans le temps, comme par exemple dans la succession d'événements liés au repas chez le nourrisson : « la vision d'une porte qui s'ouvre, d'une figure qui apparaît et d'un certain nombre de mouvements annonciateurs du repas forment une suite de perceptions ordonnées dans l'espace comme dans le temps, en liaison avec les habitudes de la succion. » (p. 19). C'est à partir de ces rapports que se construira ultérieurement la symétrie. On pourra proposer à des enfants plus âgés des exercices de symétrie afin d'évaluer où ils en sont dans la compréhension plus fine de ces rapports d'ordre.

Le rapport d'enveloppement est aussi appelé rapport d'entourage. Celui-ci donne la possibilité de percevoir qu'un élément se situe entre deux autres, lorsque l'on est dans une situation à une dimension. Dans un ensemble ordonné ABC, l'élément B sera perçu comme entouré par A et C. Dans un système à deux dimensions, les rapports d'enveloppement correspondent aux rapports d'intériorité et d'extériorité d'un point dans ou en dehors d'une figure close. Par exemple, ils perçoivent que le nez est au milieu du visage. En revanche, le rapport d'enveloppement en trois dimensions est plus difficilement perçu par les plus jeunes. Percevoir qu'un objet est dans une boîte ou enfiler un anneau autour d'une tige demandent la maîtrise de ce rapport d'enveloppement, dans un système à trois

dimensions. Les enfants qui ne sont pas encore à cette étape appliquent simplement l'anneau contre la tige, pour réaliser cet acte d'enveloppement, comme s'ils étaient dans un système à deux dimensions.

Houzel (2006) explique que l'espace des autistes est bidimensionnel : ils ne perçoivent pas les profondeurs et ne font pas vraiment de relation entre l'intérieur et l'extérieur d'une boîte. Cela confirme que pour comprendre ce type de relations, il faut comprendre le rapport d'enveloppement dans un système à trois dimensions. Nous rappelons que l'autisme fait partie des troubles envahissants du développement. C'est un trouble neurodéveloppemental affectant de façon sévère le développement, et en particulier la communication et le comportement de la personne (Brin *et al*, 2004).

L'enfant intègre également des rapports de continuité qui dépendent de la finesse des seuils de sensibilité et de l'évolution des rapports de voisinage et de séparation. En effet, la perception de la continuité demande de percevoir que des éléments proches et identiques constituent une globalité spatiale qui pourra être dissociée des autres éléments qui l'entourent.

Les rapports topologiques peuvent être assimilés tardivement chez les enfants handicapés moteurs. Feuillerat (2006) explique que c'est l'association de troubles neuro-visuels et de troubles cognitifs (présents dans cette pathologie) qui peut provoquer ce retard et qui aura alors des répercussions sur le développement du raisonnement logico-mathématique.

Dans une période plus avancée du stade de l'intelligence sensori-motrice, les enfants sont capables d'associer la perception visuelle et la préhension, et surtout ils peuvent coordonner des actions. L'image qu'ils ont de l'espace évolue et se précise, ce qui leur permet d'analyser les objets et les formes en liant ce qu'ils en perçoivent visuellement et kinesthésiquement.

La permanence de l'objet débute alors vers la fin de la première année de vie. L'enfant comprend qu'un objet continue d'exister, même en l'absence de celui-ci, c'est-à-dire qu'il peut rechercher un objet qu'il ne voit pas et l'évoquer mentalement. Cette acquisition entraîne le développement de l'espace euclidien, où l'enfant prend conscience que les objets conservent les mêmes dimensions (même forme et même grandeur), quel que soit le lieu où ils se trouvent. L'espace projectif apparaît aussi et l'enfant prend alors en compte les différents points de vue que l'on peut avoir d'un

objet, quelle que soit la distance qui le sépare de lui, bien qu'il ne perçoive pas tous ces angles de vue en même temps. « Vers 8-10 mois, (...) on assiste à des séries d'explorations, portant sur le déplacement des objets, la reconnaissance de leurs formes et même la mise en relation des perspectives. » (Piaget et Inhelder, 1948, p.22).

A deux ans, l'enfant ne se limite plus à analyser les objets par rapport à lui, mais peut évaluer les rapports existant entre les objets en expérimentant ce qui l'entoure. L'imitation différée, dont il fait une démonstration parfois étonnante dans le jeu, atteste qu'il a la possibilité de se créer une image mentale, ce qui lui permet d'accéder à la fonction symbolique et donc au langage et à la représentation de l'espace. Cette représentation de l'espace n'est à cet âge que primitive. Elle se développera et s'affinera avec le temps.

Pour De Lièvre et Staes (2000), l'enfant entre 0 et 3 mois ne fait que subir les déplacements imposés par son entourage : ses perceptions se limitent à ce qui l'entoure sans qu'il ne puisse agir pour explorer son environnement. C'est ce qu'ils appellent l'espace subi. La perception de l'espace est alors restreinte en raison de l'immaturation des centres nerveux sensoriels, de la motricité et de l'intelligence. Certains lieux sont familiers à l'enfant, mais il n'existe pas, pour lui, de liens entre eux.

Puis, entre 3 mois et 3 ans, on parle d'espace vécu. L'enfant se déplace dans l'environnement et le manipule sans toutefois l'analyser. Il agit en fonction de ses désirs sur les objets et sur son corps qu'il commence à mieux connaître. L'espace vécu marque la transition entre la fin du stade sensori-moteur et le début du stade de l'intelligence pré-opératoire.

1.4.2. Stade de l'intelligence pré-opératoire (2 ans à 6-7 ans)

Pendant cette période, l'enfant va reconstruire en pensée et en représentation ce qu'il a acquis lors du stade de l'intelligence sensori-motrice. Un début de décentration est alors observé. L'enfant se situe désormais comme un objet banal dans le monde extérieur. La fonction symbolique se consolide, permettant, peu à peu, à l'enfant, une représentation des objets ou des événements sans qu'ils ne soient réellement présents. On observe le développement de l'imitation différée, la représentation, la réalisation d'actes fictifs, l'image mentale, le jeu symbolique, le

langage, le dessin qui joueront un rôle dans le développement de l'espace. Ces compétences apparaissent déjà vers la fin du stade précédent, mais dans une forme plus primaire. Elles vont maintenant s'épanouir.

Néanmoins, l'égoïsme est encore très présent dans la pensée de l'enfant, qui ne peut se détacher de son propre point de vue. La pensée n'est pas encore réversible : elle est intuitive et ne possède ni avant ni après.

Les représentations de l'espace se construisent mais restent relativement limitées en raison de l'imaturité de l'activité sensorielle et perceptive. Ces représentations sont encore statiques et égoïstes.

Chaque rapport topologique va se développer et permettre d'autres acquisitions. Ainsi, le rapport d'ordre évolue. Au début, la correspondance par ressemblance d'éléments est possible, mais sans respect de l'ordre. Piaget et Inhelder (1948) l'illustrent en demandant à des enfants de réaliser la même suite de perles de couleur que sur un modèle. Les plus jeunes, ayant moins de 4 ans, se contentent de prendre les perles des bonnes couleurs mais sans les remettre dans le bon ordre. Il est possible qu'ils produisent des paires de couleurs en utilisant les rapports de voisinage. Puis, grâce à la correspondance visuelle, l'ordre pourra être respecté, vers 4-5 ans. A la fin du stade, vers 6-7 ans, l'ordre pourra même être inversé sur demande. Les auteurs notent « l'importance de la motricité et de l'action effective dans l'élaboration de la pensée intuitive et de la représentation spatiale imagée » (Piaget et Inhelder, 1948, p.121). Ici, l'action aide l'enfant à conserver un sens d'orientation pendant la réalisation du collier de perles et peut ainsi le reproduire dans le sens du modèle ou dans le sens inverse.

Nous avons vu précédemment que les rapports d'enveloppement permettaient la compréhension de la notion « entre » et des relations d'intériorité et d'extériorité. Piaget et Inhelder (1948) ont observé ces rapports à partir d'une activité de nœuds. Ils ont présenté deux ficelles nouées, comportant le même nœud plus ou moins serré à des enfants. Le nœud de la ficelle 1 était serré alors que celui de la ficelle 2 l'était beaucoup moins. Ils ont alors constaté que les enfants se situant au début du stade étaient sensibles au leurre perceptif et considéraient les nœuds comme différents. En réalité, les enfants de cet âge ne perçoivent pas encore les objets dans un système à trois dimensions. Au contraire, les enfants se rapprochant de la fin du stade comprenaient que, dans chacun des nœuds (serré et élargi), la ficelle effectuait la

même boucle et l'extrémité de la ficelle avait emprunté le même chemin en passant à l'intérieur de cette boucle. Ils percevaient alors que ces deux nœuds étaient identiques, bien que visuellement différents. Pour cela, il est indispensable d'utiliser les rapports d'enveloppement dans un système à trois dimensions. Les auteurs concluent ainsi que c'est entre 2 ans et 6-7 ans qu'a lieu le passage d'un système à une dimension ou deux dimensions à un système à trois dimensions par une opération d'enveloppements successifs. Il s'agit d'une ébauche de la notion de conservation de l'objet.

A ce stade, l'espace projectif se développe, c'est-à-dire que, peu à peu, les rapports spatiaux existant entre les objets se construisent. La coordination de plusieurs points de vue devient alors possible et permet la découverte de la droite projective : au stade précédent, l'enfant reconnaissait une droite seulement grâce aux rapports de voisinage mais ne pouvait pas en construire. On ne parlait pas de réelle droite projective. Au stade de l'intelligence pré-opératoire, ce n'est qu'à partir de l'âge de 4 ans que les enfants commencent à pouvoir construire une droite projective. Ces derniers doivent alors s'appuyer sur un repère visuel tel que le rebord d'une table pour réussir à élaborer la droite en alignant des points. Puis, ils pourront utiliser le principe de la visée, afin de vérifier si l'alignement est correct. Pour cela, ils doivent comprendre qu'une droite peut prendre l'allure d'un point selon l'angle de vue que l'on en a. « La construction de la droite projective suppose (...) une différenciation et une coordination progressives des points de vue, autrement dit des perspectives. » (Piaget et Inhelder, 1948, p.203).

Une confusion entre le point de vue de l'enfant et celui de quelqu'un d'autre peut exister avant 4 ans. Cependant, si celle-ci persiste, il faudra s'en préoccuper car cela pourrait avoir des répercussions sur le développement de l'enfant.

De 3 à 7 ans, l'enfant compare ses différentes expériences spatiales dans un espace dit perçu. Il vit l'espace de façon égocentrique, par rapport à lui-même. Les rapports topologiques ne seront également compris qu'en référence à lui-même. Ainsi, l'enfant se constitue un système de coordonnées relatif à la structure du corps propre (De Lièvre et Staes, 2000).

1.4.3. Stade des opérations concrètes (7-8 ans à 11-12 ans)

Le stade des opérations concrètes (7-8 ans à 11-12 ans) est caractérisé par l'acquisition de la réversibilité de la pensée, ce qui signifie que l'enfant peut alors annuler par la pensée une opération qu'il a réalisée pour revenir à l'état initial. Ceci a pour principale conséquence de supprimer la confusion entre le point de vue de l'enfant et celui des autres. Ainsi, il peut différencier et coordonner des points de vue distincts.

Durant ce stade, l'enfant acquiert les notions de conservations physiques (poids, volume, substance) et de conservations spatiales.

La notion de point a permis à Piaget et Inhelder (1948) de voir que le rapport de continuité reste une notion qui n'est abordée que superficiellement par les enfants. Pendant longtemps, ils ne se fient qu'à ce qu'ils perçoivent. Ainsi, ce n'est que vers 7-8 ans qu'ils commencent à avoir une intuition de ce qu'est le continu et de la façon dont on peut le fractionner. Ils comprennent alors qu'un morceau de sucre qui fond dans de l'eau se transforme en fait en de multiples particules non visibles mais qui existent et qui ne peuvent pas être fractionnées. De même, le point est une partie infime d'un ensemble qui a été divisé au maximum. Lorsqu'on demande à des enfants de moins de 11 ans de diviser une droite pour obtenir un point le plus petit possible, ils s'arrêtent à ce qui est faisable physiquement. Et si on les interroge sur la possibilité de la diviser encore, cette fois-ci mentalement, ils répondent qu'il n'existe pas de point plus petit. Ils peuvent rapprocher ces points pour reformer la droite, mais elle n'est plus considérée comme continue. Piaget et Inhelder (1948) parlent d'une « rupture de voisinage et même de discontinuité irréductible » causées par la séparation.

Pour De Lièvre et Staes (2000), il y a une vraie scissure à l'âge de 7 ans. Avant, l'enfant mémorise et verbalise des situations et des orientations spatiales. Il organise son espace en fonction de ses besoins, mais est limité à l'espace topologique. Après 7 ans, l'enfant accède à l'espace représentatif, appelé espace conçu. La perspective est alors possible, tout comme une décentration de sa perception de l'espace et une vision de l'espace beaucoup moins égocentrique. L'enfant accède alors au stade des rapports projectifs.

1.4.4. Stade des opérations formelles (à partir de 11-12 ans)

Le stade des opérations formelles est également ce que l'on appelle le stade euclidien. Celui-ci est marqué par l'apparition de la pensée formelle, se basant sur un matériel symbolique : le langage ou les mathématiques par exemple. La pensée procède alors de façon hypothético-déductive.

A cette période, l'enfant prend en compte les trois dimensions de l'espace et commence à accéder au raisonnement géométrique. Il peut faire la synthèse des rapports topologiques afin d'accéder à la notion de point et de continu. Ainsi, il peut faire la séparation intellectuelle des points voisins et des opérations de partition, sans avoir recours à la perception. L'exercice consistant à diviser une droite pour obtenir un point le plus petit possible, ne se limite alors plus à ce qui est possible visuellement. Les enfants adhèrent alors à l'idée d'un point ultime et indivisible qui existe, même s'ils ne le perçoivent pas. La réversibilité de la pensée leur permet d'admettre qu'une droite est continue bien qu'elle soit composée de multiples points voisins.

1.4.5. Points de vue alternatifs à la théorie piagétienne

La description de Piaget du développement de l'enfant est la plus précise et la plus complète que nous ayons trouvée dans la littérature. Cependant, il lui est reproché de ne pas assez prendre en compte l'importance de l'environnement. En effet, les environnements physique, social et culturel ont un impact sur les expériences de l'enfant, qui aura un développement intellectuel propre, en lien avec les interactions qu'il a eues avec son milieu. Il en est de même avec le développement de la représentation de l'espace qui variera en fonction de ce qui entoure cet enfant en évolution. Les travaux de Vayer *et al.* (1991) ont ainsi montré que le développement de l'enfant est beaucoup plus harmonieux lorsque le milieu est riche en stimuli et adapté aux situations. Ceci est donc à considérer lorsque l'on cherche à déterminer les causes d'un éventuel retard de développement des notions spatiales chez un enfant.

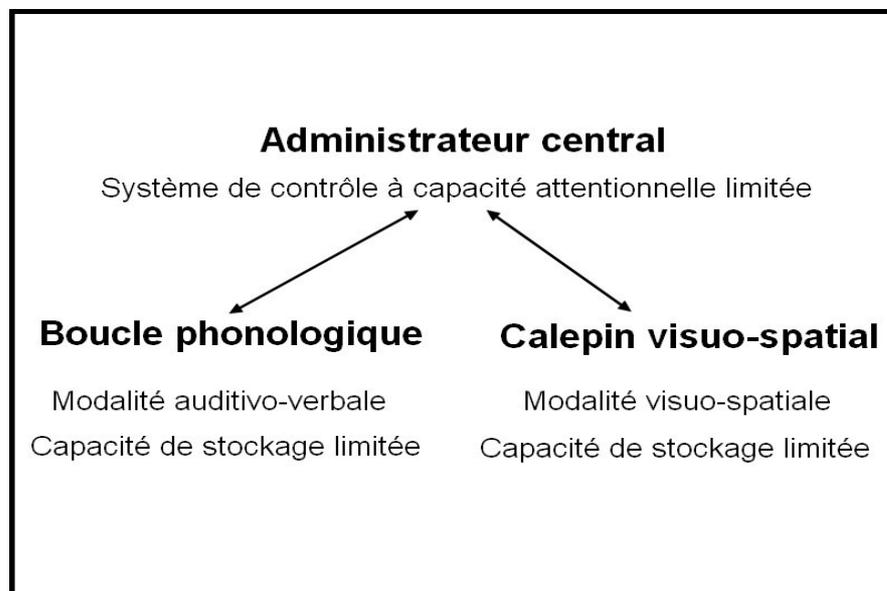
Pêcheux (Pêcheux, 1990, citée par Massas, 2006) démontre les limites de la théorie de Piaget. Elle remet en cause l'évolution stricte par stades de la représentation spatiale chez l'enfant. Notons néanmoins que Piaget n'a pas présenté ce développement de manière aussi catégorique, et qu'il parle aussi de possibles retours en arrière, mais moins importants que Pêcheux.

Tout d'abord, pour cette dernière, nous n'utiliserions que très peu les capacités que Piaget décrit lors du dernier stade dans les situations spatiales courantes (séparation intellectuelle des points voisins et des opérations de partition). De plus, certaines situations nouvelles entraînent une régression normale à un stade inférieur, et se réalisent sans utiliser les dernières acquisitions, bien qu'elles seraient plus appropriées. Ainsi, dans une situation spatiale nouvelle, nous utiliserions plus facilement les rapports topologiques que les rapports projectifs. (Massas, 2006) "L'enfant utilisera des compétences différentes selon l'espace à appréhender." (Massas, 2006, p.22). Il faut pour cela qu'il soit capable d'analyser la situation afin de mettre en œuvre les moyens les plus adaptés.

1.5. L'espace et la mémoire

1.5.1. Implication du calepin visuo-spatial introduit par Baddeley (1986)

En 1986, Baddeley propose un modèle permettant d'expliquer le fonctionnement de la mémoire de travail.



Modèle à composants multiples (Baddeley, 1986)

Ce modèle est actuellement le plus répandu pour expliquer le maintien à court terme de l'information. Il est constitué de trois composantes : l'administrateur centrale, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Ceux-ci ont pour buts la rétention temporaire et la manipulation de l'information.

- L'administrateur central supervise le fonctionnement de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial.

- La boucle phonologique stocke de façon temporaire une information verbale (unités de parole vues ou entendues). Elle est constituée d'un stock phonologique et d'un processus de récapitulation articulatoire.

- Le calepin visuo-spatial stocke de façon temporaire de l'information visuo-spatiale.

Ces différentes composantes jouent un rôle dans diverses activités de la vie quotidienne, comme le raisonnement, la compréhension du langage, l'apprentissage du vocabulaire et la lecture.

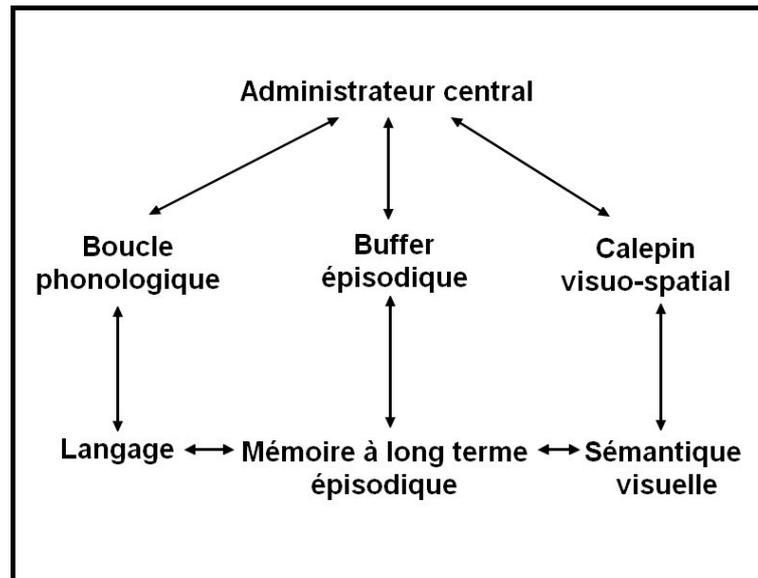
Le calepin visuo-spatial est directement lié à la notion d'espace, c'est pourquoi nous le détaillons plus amplement. Il est impliqué dans la manipulation des images mentales. Il existe une dissociation au sein de ce registre visuo-spatial, amenant à la distinction entre deux sous-systèmes (Baddeley, 1992, Logie et Marchetti, 1991, cités par Roulin et Monnier, 1994) :

- une composante visuelle, permettant de stocker les informations visuelles à court terme, sensible à l'interférence

- une composante spatiale, impliquée dans la planification de déplacements dans l'espace.

Par ailleurs, tout comme la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial est constitué d'un registre passif de stockage et un processus de rafraîchissement des données (Baddeley et Hitch, 1974). Ce dernier permet une réintroduction de l'information dans le stock visuel. Il joue un rôle dans la planification et la réalisation de mouvements, orientés vers une cible ou non.

Plus récemment, en 2000, Baddeley propose un nouveau modèle de la mémoire de travail, expliquant comment celle-ci est liée à la mémoire à long terme.



Modèle actualisé de la mémoire de travail (Baddeley, 2000)

Nous retrouvons, comme dans le modèle de 1986, l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Baddeley ajoute le buffer épisodique. Celui-ci permet de stocker temporairement des informations de modalités différentes. Il représente une étape intermédiaire entre les systèmes auxiliaires (boucle phonologique et calepin visuo-spatial) et la mémoire à long terme. Tout comme la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial, le buffer épisodique est supervisé par l'administrateur central. Il est impliqué dans l'encodage et la récupération d'informations en mémoire épisodique à long terme. La boucle phonologique est en lien avec la mémoire épisodique à long terme par le biais du langage. De même, le registre visuo-spatial est en lien avec la mémoire épisodique à long terme au travers de la mémoire sémantique visuelle.

Une atteinte de la mémoire de travail pourrait donc avoir des conséquences sur les notions spatiales, et inversement : des difficultés spatiales pourraient entraîner un déficit du calepin visuo-spatial.

1.5.2. Approche neuroanatomique du lien entre la mémoire et l'espace

Gomez, en 2011, doctorante en psychologie cognitive au Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (LPNC), s'interroge sur le rôle de notre repérage dans l'espace sur la mémorisation.

1.5.2.1. Les différentes représentations de l'espace dans notre cerveau

Nous utilisons différents référentiels en fonction de l'action à effectuer.

Le référentiel égocentré est directement lié au corps du sujet. Les systèmes perceptifs, comme les récepteurs sensoriels rapportant l'information sur l'orientation des yeux et de la tête, indiquent la direction et la distance de l'objet observé. Le cortex pariétal traite les informations spatiales de l'environnement proche du sujet et les garde en mémoire peu de temps. Ce référentiel ne peut pas être utilisé lorsque l'observateur est en mouvement.

A l'inverse, le référentiel allocentré correspond à une représentation de l'espace traitant uniquement les rapports des objets entre eux. Le corps n'intervient plus dans l'analyse du positionnement des objets et cette représentation est indépendante du positionnement du sujet, qui peut être mouvement. Ce sont alors des cartes topographiques statiques, créées à partir d'indices visuels et de distances, que nous mémorisons. Le cortex cingulaire postérieur et le lobe temporal médian seraient responsables de ce référentiel et de la mémorisation des informations perçues. Pour cela, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance sur l'environnement étudié.

Le référentiel égocentré avec mise à jour automatique permet de traiter l'information spatiale d'un lieu non connu, ou peu connu par le sujet, lorsque celui-ci se déplace, et ceci de manière automatique. Les informations sur la localisation du sujet dans l'environnement sont actualisées automatiquement au cours de ses déplacements et se combinent avec les informations sur ce qui l'entoure. Cette fonction serait assurée par le lobe temporal médian (Philbeck *et al.*, 2004 ; Worsley *et al.*, 2001), l'hippocampe et les structures associées (Jeffery *et al.*, 1997), qui permettent d'intégrer de nouveaux trajets.

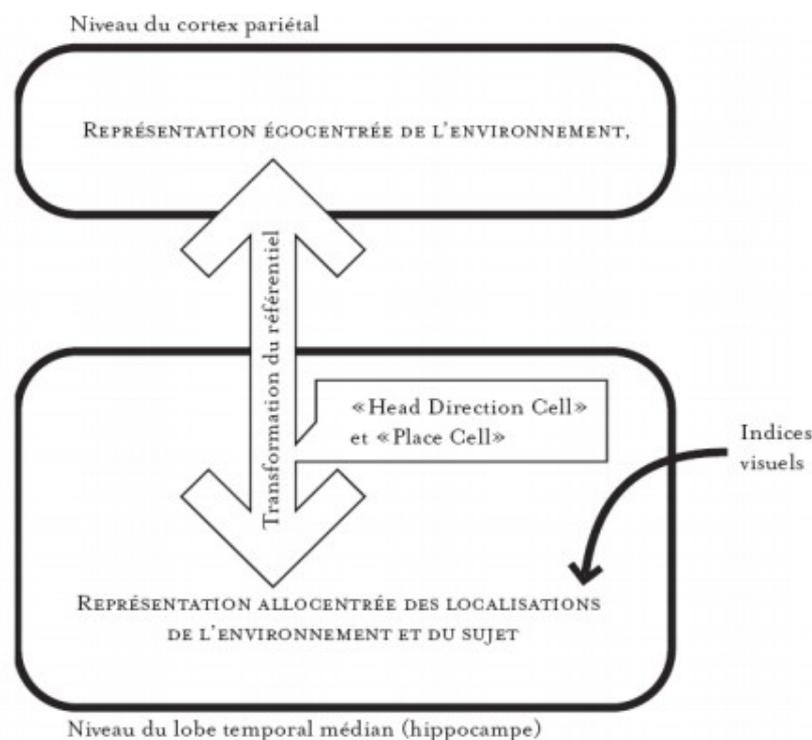
1.5.2.2. Rôle de la mémorisation dans la représentation de l'espace et rôle du traitement de l'espace dans le processus de mémorisation

La mémoire épisodique nous permet de stocker des événements de la vie quotidienne en les replaçant dans leur contexte temporel et spatial (Dumont *et al.*, 2001). Le référentiel utilisé serait alors le référentiel allocentré. En effet, le référentiel égocentré ne permet pas de déplacements du sujet lors de la perception de l'information. Le rappel de ce qui avait été perçu nécessiterait alors de se trouver

dans le même environnement, ce qui est rare. C'est au niveau de l'hippocampe qu'un lien entre les fonctions spatiales et la mémoire épisodique se crée. O'Keefe et Nadel (1978) décrivent le rôle du référentiel allocentré de l'espace dans la mémorisation de souvenirs. Les éléments non spatiaux du souvenir sont stockés au niveau du cortex pariétal, alors que les informations spatiales, issues du référentiel allocentré, sont stockées au niveau de l'hippocampe. Ces éléments seraient alors réunies lors de la récupération de l'information.

Burgess, en 2002, approfondit ce point de vue en supposant que l'hippocampe transforme les informations spatiales mémorisées dans un référentiel égocentré en une représentation allocentrée. Lors de la récupération des informations, le processus inverse permettra le rappel du contexte égocentré et allocentré.

Le rôle de transformation du référentiel de l'hippocampe nous permet donc de nous représenter l'espace librement, sans contrainte dans le choix du référentiel. Ainsi, il semblerait que la mémorisation n'ait pas d'impact sur la représentation de l'espace.



Modèle du fonctionnement conjoint de la mémoire épisodique et du traitement spatial (Burgess, 2002)

Dans sa thèse, Gomez (2011) étudie la différence d'influence de l'utilisation d'un référentiel allocentré à celle d'un référentiel égocentré avec mise à jour automatique sur l'encodage d'un événement. L'auteur observe l'activation de zones cérébrales lors du rappel de mots appris en favorisant un encodage allocentré et en favorisant un encodage égocentré avec mise à jour automatique. Des activations supplémentaires ont été constatées lorsque les mots avaient été appris dans un contexte égocentré avec mise à jour automatique. Le traitement de l'espace a donc un rôle dans le processus de mémorisation, puisque la récupération n'implique pas les mêmes zones cérébrales en fonction du référentiel utilisé lors de l'apprentissage.

Nous avons vu que la notion d'espace englobait plusieurs structures, que l'enfant découvre progressivement. Selon leur pathologie, le développement des nombreux composants de la notion d'espace peut mettre en difficulté les enfants. Chaque élément peut être atteint. Nous les présenterons en lien avec les pathologies rencontrées et nous illustrerons à l'aide d'exemples les conséquences que peuvent avoir ces troubles sur la vie quotidienne des enfants, afin de bien comprendre ce que mettent en jeu des difficultés dans les notions spatiales et l'importance de les repérer et de les prendre en charge.

2. Conséquences d'un trouble des notions spatiales

Les conséquences des troubles spatiaux sont différentes selon le domaine touché. En effet, De Lièvre et Staes (2000) décrivent dans leur ouvrage les retentissements engendrés par l'atteinte de chaque composant de l'espace évoqué précédemment. Lorsque nous n'avons pas précisé la référence, c'est qu'il s'agit de l'ouvrage de De Lièvre et Staes. Nous constatons des difficultés à différents niveaux dans des pathologies diverses rencontrées en orthophonie.

2.1. Trouble de l'occupation de l'espace

L'occupation de l'espace peut être perturbée, générant alors une inadaptation de l'enfant à son environnement spatial. Sa plus grande difficulté sera de rester dans un espace défini, sans en sortir, ou d'utiliser tout l'espace qui lui est donné. Cela se traduira partout, autant à la maison qu'en classe, au niveau corporel ou au niveau de l'organisation des objets de son environnement. On observe également cette occupation pathologique au niveau d'un espace plus réduit, tel que l'espace feuille, comme en écriture ou en dessin. En effet, l'apprentissage de l'écriture requiert une occupation de l'espace efficace : il faut progressivement limiter l'espace graphique à l'espace réduit entre les deux lignes parallèles. L'enfant dysgraphique présente des difficultés de repérage sur la feuille et sur les lignes, de par une occupation pathologique de l'espace. La dysgraphie est un trouble du langage écrit affectant le geste graphique et l'aspect formel de l'écriture (Brin *et al*, 2004).

Houzel (2006) décrit le rapport particulier qu'ont les enfants autistes envers l'espace. Il insiste sur le rapport entre l'espace et l'action : toute action s'effectue dans un espace donné, se construisant à travers les différentes perceptions actives de l'enfant. Mais l'enfant autiste se contente des mêmes sensations, en explorant sans but précis les mêmes éléments, et ainsi s'enferme dans un espace que l'auteur décrit comme étant circulaire. Il n'occupe l'espace que partiellement et ne bénéficie pas de toutes les informations que son environnement pourrait lui fournir.

2.2. Trouble de la situation spatiale

Lorsque c'est la connaissance des notions spatiales qui est atteinte, on peut alors rencontrer des difficultés au niveau de la perception et de la mémoire des notions spatiales, ainsi qu'au niveau de la connaissance des termes spatiaux : on parle plus généralement d'un trouble de la situation spatiale.

2.2.1. Trouble de la perception de la situation spatiale

Un sujet percevant mal les notions spatiales réalise des erreurs de placement, ceci en lien avec une mauvaise perception des distances. Il ne parvient pas à se positionner correctement, que ce soit sur consigne verbale ou en imitation. On observe cela chez les enfants handicapés moteurs présentant une association de troubles neuro-visuels et cognitifs pouvant engendrer un retard plus ou moins important dans l'acquisition des notions spatiales. Ils ont alors des difficultés à évaluer leur propre position par rapport à un axe de référence et à situer les objets les uns par rapport aux autres (Feuillerat, 2006).

Par ailleurs, lorsque nous nous restreignons à l'espace feuille, la mise en page d'un texte ou l'organisation d'un dessin en copie sont perturbées, tout comme la reproduction de lettres. L'accès à la lecture nécessite la perception et la discrimination des situations spatiales afin de discriminer des formes et des lettres proches les unes des autres comme a/o, n/m... Pour copier une lettre, l'enfant doit percevoir correctement les droites, les ronds, les courbes d'où la nécessité d'une perception correcte. Les sujets dyslexiques sont particulièrement en difficulté lorsqu'il s'agit de reconnaître, de discriminer et de recopier des lettres proches visuellement (De Lièvre et Staes, 2000). Le terme « dyslexique » désigne ici les sujets présentant une dyslexie développementale, qui est un trouble spécifique et persistant de l'apprentissage de la lecture (Brin *et al*, 2004). Les sujets dysgraphiques se retrouvent eux aussi en difficulté dans la discrimination des situations spatiales, et donc dans l'écriture de lettres proches telles que le « l » et le « e » en cursif. L'appréciation des distances leur est difficile, ce qui les gêne à conserver une grandeur des tracés constante et à distinguer les éléments qui vont plus haut ou plus bas que la moyenne. L'évaluation de la distance à laisser entre chaque mot pour obtenir des intervalles réguliers est délicate, tout comme l'appréciation de la distance disponible en fin de ligne pour savoir s'il reste assez de

place pour y écrire un mot. Il est possible de détecter une mauvaise perception des notions spatiales en demandant à l'enfant de ranger des objets par ordre de grandeur, de trier des volumes ou des formes et en évaluant son graphisme.

2.2.2. Trouble de la mémoire des situations spatiales

Des troubles de la mémoire des notions spatiales peuvent perturber le comportement général de l'enfant, qui sera alors perçu comme non précautionneux de ses affaires. En mathématiques, ces enfants mélangent les colonnes quand il s'agit de poser une opération, quelle qu'elle soit. Mazeau (2005) décrit ce type de troubles chez les enfants dyscalculiques, qui alignent souvent mal les chiffres lors de la pose d'une opération mathématique. La dyscalculie est un concept qui rend compte à la fois d'un « dysfonctionnement dans les domaines de la logique, de la construction des nombres et des opérations sur ces nombres, de difficultés de structuration du raisonnement et de l'utilisation des outils logiques et mathématiques » (Brin *et al*, 2004, p.78).

En graphisme, les enfants présentant de telles difficultés ont du mal à fixer la grandeur des lettres, et en lecture ils substituent des graphèmes visuellement proches. C'est ainsi que des troubles de la mémoire des situations spatiales sont présents dans le cadre de la dyslexie (Brazeau-Ward, 2000). Dans la dysgraphie, les enfants mémorisant difficilement les situations spatiales, ne parviennent pas à mémoriser chaque tracé et ne peuvent pas reproduire les chiffres et les lettres de manière correcte.

2.2.3. Trouble de la connaissance des termes spatiaux

Lorsque la connaissance des termes spatiaux est atteinte, l'enfant ne peut pas se diriger sur consigne verbale. Il mettra beaucoup de temps à acquérir les termes gauche-droite. Tout ce qui en découle au niveau scolaire pourra donc poser problème et il faudra trouver un autre moyen que le verbal pour transmettre à l'enfant le vocabulaire spatial. Parmi ces enfants, les sujets dyslexiques sont proportionnellement les plus nombreux : apprendre le vocabulaire topologique (gauche/droite, dessus/dessous...) est une tâche complexe pour eux. Borel-Maisonny (1985) ajoute que la difficile acquisition des termes spatiaux est due à l'incompréhension des rapports topologiques, mais aussi à un accès déficitaire au

schéma corporel. Nous pouvons également citer le rôle de l'égoцентризм de ces enfants en lien à ces difficultés. La différenciation et la reconnaissance de la droite, de la gauche, du haut et du bas, que ce soit sur leur corps ou sur autrui, est alors difficile pour ces enfants, ce qui ne leur permet pas une bonne acquisition du vocabulaire spatial.

2.3. Trouble de l'orientation spatiale

Le terme d'orientation spatiale introduit trois notions que sont la perception et la mémoire des orientations ainsi que la connaissance des termes d'orientation, chacune d'elles pouvant être touchée.

2.3.1. Trouble de la perception des orientations

Un trouble de la perception des orientations entraîne des confusions dans toutes les activités comportant des éléments orientés les uns par rapport aux autres. Ainsi, l'écriture, la lecture, le graphisme (de lettres et de chiffres), la pose d'opérations seront perturbés par des erreurs de type inversions et confusions visuelles.

On retrouve ces difficultés dans tous les troubles des apprentissages. Dans la dyscalculie, on constate des difficultés d'orientation des chiffres (écriture en miroir) et des signes « + / x », « < / > », engendrant une gêne dans la lecture et l'écriture de grands nombres en chiffres arabes. Des erreurs dans les épreuves de symétrie, notamment en géométrie, sont aussi observées (Mazeau, 2005). En mathématiques, « il a été convenu que les unités isolées se situent à droite et que les regroupements successifs en différentes bases s'orienteraient vers la gauche. » (Bacquet et Guéritte-Hess, 1996, p.79, cité par Crouail, 2008). Cela suggère qu'un minimum d'orientation est donc nécessaire afin de résoudre et de poser correctement une opération. Koppel (1992) parle d'ailleurs d'une utilisation abusive du sens de lecture gauche-droite en calcul, souvent présente chez les dyscalculiques.

Le langage écrit est composé d'éléments orientés placés dans un ordre précis sur l'axe syntagmatique. Celui-ci symbolise la chaîne sonore, son déroulement linéaire. Il est composé d'un enchaînement de signes linguistiques selon un ordre dépendant des règles de la langue (Saussure, 1969). Les capacités d'orientation seront donc déterminantes dans l'acquisition de la lecture (Akiki, 1988). Les

dyslexiques rencontreront donc des difficultés d'orientation entraînant des inversions de graphèmes et de mots, mais aussi des confusions visuelles telles que b/d. Néanmoins, les troubles spatiaux des dyslexiques ne se limitent pas à cela. En effet, des difficultés d'orientation empêchent la différenciation des points cardinaux pour lire une carte (Brazeau-Ward, 2000).

Des troubles de l'orientation ou de la représentation spatiale peuvent provoquer une dysgraphie chez l'enfant. La discrimination visuelle des orientations spatiales permet de copier des signes d'orientation inverse tels que « n/u » (Borel-Maisonny, 1985). On retrouve aussi, dans la dyspraxie, une écriture de droite à gauche ou en miroir et des interversions de lettres à l'intérieur des mots (Mazeau, 2005). Ces troubles peuvent s'étendre à d'autres compétences comme l'apprentissage et la différenciation des drapeaux, que ce soit pour l'ordre des couleurs ou leur orientation (Mazeau et Le Lostec, 2010).

2.3.2. Trouble de la mémoire des orientations

Lorsque la mémoire des orientations est atteinte, nous observerons ces difficultés en copie, avec des inversions dans l'ordre des chiffres et des lettres, ainsi que des oublis de stratégies dans les opérations et les conversions (De quel côté commencer l'opération ? Dans quel sens décaler la virgule?). Ce sont des enfants pouvant se perdre sur un trajet déjà exécuté plusieurs fois.

La mémorisation des orientations permet à l'enfant d'apprendre les différences spatiales entre les lettres et d'acquérir l'automatisation de l'orientation de la gauche vers la droite. Ceci mettra particulièrement en difficulté les dyslexiques. Quant aux dysgraphiques, leurs difficultés d'orientation spatiale les perturbent dans le suivi du sens graphique lors de la succession des tracés.

2.3.3. Trouble de la connaissance des termes d'orientation

La connaissance des termes d'orientation permet de pouvoir expliquer un chemin à autrui et permet de comprendre les indications et descriptions d'une situation, d'un dessin, d'une scène. De ce fait, ces différentes compétences ne sont pas réalisables lorsque la connaissance des termes d'orientation est instable. Les dyslexiques sont d'ailleurs en difficulté lorsqu'il s'agit de comprendre et d'utiliser les termes gauche/droite, dessus/dessous, etc. (Brazeau-Ward, 2000).

2.4. Trouble de l'organisation spatiale

Un trouble de l'organisation spatiale ne permet plus à l'enfant de réaliser la synthèse de ses perceptions de la situation des objets et de leur orientation spatiale.

Tout d'abord, c'est l'organisation générale dans la vie quotidienne qui est atteinte. Ainsi, au niveau corporel, il est difficile de mettre en place une stratégie spatiale pour se déplacer et se démarquer dans certains sports. Par ailleurs, dans l'environnement proche de l'enfant, il lui est compliqué de ranger une pièce, son cartable et ses cahiers. Au niveau perceptif, la perspective n'est pas acquise. Le changement de taille d'un objet en fonction de sa distance n'est donc pas assimilé.

Dans la scolarité, plusieurs compétences nécessitent des capacités d'organisation spatiale. On peut citer la résolution de problèmes et d'opérations, l'utilisation de tableaux, de cadres, de flèches, d'obliques et de plans. La compréhension de la réversibilité gauche/droite est une condition nécessaire à la réalisation de ces activités.

On constate que, dans diverses pathologies, des troubles de l'organisation spatiale perturbent la vie de ces personnes. Feuillerat (2006) retrace les difficultés des enfants handicapés moteurs : elle présente leur gêne dans la localisation de leur position dans l'espace réel sur un plan. De même, Mazeau (2005) explique que l'utilisation de tableaux à double entrée, de schémas et de graphiques est compromise chez les dyscalculiques. Pour les dyslexiques, l'organisation spatiale est compliquée, notamment pour organiser leur espace physique. Un manque d'organisation est souvent constaté et s'accompagne de pertes et/ou d'oublis d'objets (Brazeau-Ward, 2000). Les difficultés d'organisation de l'espace s'observent aussi dans la dyspraxie. Cette pathologie est diagnostiquée lorsqu'une difficulté à exécuter des mouvements volontaires coordonnés se manifeste chez l'enfant et/ou l'adulte, et dont les causes ne sont pas toujours bien identifiées. Ce trouble est caractérisé par des difficultés majeures dans les activités de construction (Brin *et al.*, 2004). Les troubles de l'organisation de l'espace sont davantage présents dans la dyspraxie visuo-spatiale. Dans cette pathologie, c'est souvent un déficit de la stratégie du regard qui est en cause (Habib *et al.*, 2011). Leurs difficultés s'étendent dans la rédaction de textes. En effet, hiérarchiser et organiser des idées ayant un sens et suivant un plan logique est une tâche complexe pour eux (Mazeau et Le Lostec, 2010).

2.5. Trouble de la compréhension des relations spatiales

Un enfant présentant un trouble de la compréhension des relations spatiales n'établit pas de liens entre différents trajets habituels de sa vie quotidienne. Il a des difficultés à relier des lieux, des trajets entre eux et à trouver des points communs entre des objets, des nombres et des lettres. D'autre part, en tant qu'élève, il ne parvient pas à traduire un problème mathématique en opération arithmétique. Il lui est en fait difficile d'établir un lien entre les différentes opérations et leur signification sémantique. Mazeau (1999) utilise les recherches de Bideau *et al.* (1991) et de Fayol (1990) pour définir la notion de nombre. Celui-ci est à comprendre sur un versant logique, un versant linguistique et un versant spatial. Il faut donc être capable d'établir des liens entre les différents versants du nombre afin de le comprendre (Mazeau, 1999).

Ce manque de liaison entre divers éléments empêche aussi le transfert des compétences d'un domaine à un autre.

2.6. Troubles associés engendrant des troubles des notions spatiales

2.6.1. Troubles moteurs

Nous avons vu que les activités motrices avaient un rôle important dans la construction de la représentation de l'espace. Feuillerat (2006) illustre cela en présentant les troubles de l'organisation spatiale chez les enfants handicapés moteurs. Leurs difficultés motrices et oculomotrices limitent la surface de l'espace qu'ils peuvent explorer. On peut observer un retard dans l'acquisition des repères topologiques et des rapports projectifs. Ainsi, apporter différentes expériences sensori-motrices aux enfants qui ne peuvent expérimenter seuls l'environnement, et verbaliser les déplacements de ces enfants, les aideront à structurer l'espace malgré leur handicap moteur.

Le toucher apporte des informations nécessaires à l'appréhension de l'espace. Son champ perceptif est très restreint mais permet une perception de contact (Hatwell, 2006).

2.6.2. Troubles auditifs

L'audition joue un rôle dans l'appréhension de l'espace. Elle identifie moins bien la nature des objets que la vision mais permet une perception à distance (Hatwell, 2006). D'autre part, la perception de l'écho et de la résonance des sons permet la localisation de la source sonore.

Ainsi, des troubles auditifs limitent la perception des distances et la localisation de la source sonore, réduisant le nombre d'informations de l'espace environnant. La construction de la représentation de l'espace peut alors être erronée. En comparaison avec les normo-entendants, certaines données perceptives pourront manquer aux personnes présentant des troubles auditifs. La construction de leur représentation de l'espace pourra être différente.

Une atteinte de l'oreille interne peut associer des troubles auditifs et des troubles de l'équilibre. Les informations fournies par le système vestibulaire, au travers des canaux semi-circulaires et des otolithes mesurant les mouvements de tête, servent de référentiel à notre perception de l'espace. Elles jouent donc un rôle important dans la mémorisation d'un trajet (Berthoz, 2009). Clément *et al.*, 2009, montrent le rôle des otolithes dans les troubles spatiaux que rencontrent les astronautes. En effet, l'absence de gravité annihile le fonctionnement des otolithes dans les canaux semi-circulaires de l'oreille interne et les astronautes, privés de certaines informations perceptives, ont des difficultés d'ordre spatial, notamment pour tracer des lignes verticales et horizontales.

2.6.3. Troubles visuels

La vision possède un rôle très important dans la spatialité puisque c'est la modalité perceptive la plus performante dans le domaine spatial (Hatwell, 2006). En effet, la vision offre un vaste champ perceptif permettant d'appréhender simultanément un espace proche et lointain. La vision est un atout par rapport aux autres modalités perceptives car elle permet un traitement rapide et surtout, une discrimination fine des éléments perçus. Elle intervient aussi dans le contrôle des mouvements orientés vers les objets.

Un trouble de la perception visuelle peut provoquer un retard dans les apprentissages des notions spatiales. Cependant, Hatwell (2006) explique que 10 à 20% des aveugles précoces se comportent comme des voyants et ne manifestent pas de difficultés spatiales. Cela montre que la vision n'est pas le seul élément

permettant d'accéder à la spatialité. Comme nous l'avons vu, le toucher et l'audition interviennent également dans l'appréhension de l'espace et peuvent compenser ce déficit.

Alegria *et al.* (1983) ajoutent que des différences de développement sont observées entre les enfants nés avec une cécité et les personnes devenues aveugles. « Des expériences visuelles précoces sont importantes dans la construction de l'espace » (Alegria *et al.*, 1983). Le lien entre la vue et l'action est essentiel dans le développement des notions spatiales. C'est ce lien qui fait défaut aux personnes nées avec une cécité. Celles-ci devront créer d'autres liens afin de développer leur représentation de l'espace.

Coello *et al.* (2005) présentent l'une des causes des difficultés des dyslexiques, à savoir une inégalité dans la prise d'informations à gauche et à droite du point de fixation visuelle. Ceci entraîne une difficulté à reconnaître visuellement les mots et à faire les traitements spatiaux nécessaires à l'établissement du lien entre le contenu sémantique et la reproduction graphique des mots.

Dans la dyspraxie, les yeux ne se placent pas correctement pour explorer l'espace au mieux, entraînant ainsi des troubles spatiaux. L'organisation du regard est déficiente et nuit au décodage de certaines informations visuelles et/ou spatiales (Habib *et al.*, 2011). Des difficultés à analyser visuellement les relations entre les différents éléments d'une figure, les longueurs et la prise en compte des éléments obliques (diagonales) sont aussi présentes. Enfin, produire et interpréter des frises chronologiques sont des exercices compliqués pour les dyspraxiques puisqu'ils nécessitent un bon repérage visuo-spatial (Mazeau et Le Lostec, 2010).

Nous retrouvons donc des troubles des notions spatiales dans de nombreuses pathologies. Ces troubles peuvent être multiples et ont des conséquences sur la vie scolaire et la vie quotidienne de nombreux enfants. De ce fait, il est important de trouver des moyens pour intervenir sur ces difficultés et aider ces enfants au quotidien.

3. Rééducation des troubles des notions spatiales

Lors de la rééducation, il faudra se rappeler l'importance des perceptions qu'a reçues l'enfant lors de son développement, et le rôle du corps dans la construction de la représentation de l'espace. Afin de comprendre les enjeux et les difficultés à créer un matériel original et efficace pour développer la représentation de l'espace chez l'enfant en orthophonie, nous présenterons les différentes méthodes d'intervention orthophonique qui ont été proposées dans la littérature et les principaux matériels existant dans ce domaine.

3.1. Rééducation

3.1.1. Trois étapes pour accéder à la représentation de l'espace

De Lièvre et Staes (2000) introduisent trois niveaux successifs dans la rééducation de l'espace, quel que soit l'objectif de travail.

Le premier niveau est corporel : il touche au vécu et aux déplacements du sujet. La rééducation débute alors par un travail sensori-moteur.

Le deuxième niveau est basé sur la manipulation, c'est-à-dire les actions que doit réaliser le sujet sur son environnement pour comprendre l'espace. Il faut permettre à l'enfant d'agir sur cet environnement et d'en percevoir les conséquences.

Pour finir, dans un niveau plus abstrait, le sujet doit être capable de se représenter l'espace, sans avoir recours ni à la perception de l'environnement, ni à l'action sur ce dernier. Il faut alors proposer un travail de mentalisation où le sujet ne peut pas s'aider d'objets concrets qu'il pourrait percevoir ou sur lesquels il pourrait agir. Des jeux de mémorisation peuvent donc être un bon moyen d'obliger l'enfant à intérioriser ce qu'il perçoit pour le restituer ultérieurement.

L'importance de maintenir cette progression au sein de la rééducation est d'ailleurs décrite dans la majorité des ouvrages traitant ce sujet. Boule (1979, cité par Massas, 2006), présente l'ordre dans lequel l'espace pourrait être appréhendé : « La situation la plus aisément saisie est celle qui fait intervenir physiquement les enfants, leur position dans un espace défini, leurs mouvements. Par la suite, il serait intéressant de faire intervenir une décentration qui reste en rapport étroit avec la

situation vécue, par le moyen d'une maquette par exemple, ou de poupées. A la fin, on ferait appel à des représentations externes construites par les enfants eux-mêmes soit par des dessins, soit des descriptions »

3.1.2. Rôles de la manipulation et de l'action

Bellicha et Grison (1998) affirment qu'en manipulant des formes planes ou en volume, l'enfant se repère mieux dans l'espace et se construit peu à peu des représentations. Les enfants doivent appréhender eux-mêmes l'espace d'une façon globale.

Pour remédier aux troubles de la structuration spatiale et temporelle rencontrés dans la dyslexie, De Maistre propose des exercices d'orientation par rapport au corps propre de l'enfant ainsi que des exercices concernant le schéma corporel (De Maistre, 1970, citée par Rousseau, 2004).

Cependant, Pêcheux (1990) reste plus nuancée quant au rôle de l'action : « La réalisation d'un mouvement fournit des indications sur ses caractéristiques spatiales, mais son efficacité immédiate est à distinguer de l'élaboration d'une représentation de cette spatialisation, et peut le freiner. » Pour elle, l'action, à cause de son efficacité, empêche parfois de construire une représentation de l'espace.

Mazeau (1996) note aussi que les dyspraxiques sont peut-être trop en difficulté pour avoir recours à la manipulation, à l'expérimentation manuelle d'objets concrets. Elle conseille d'utiliser au maximum l'explicitation orale pour chaque notion à découvrir.

3.1.3. Travaux de Jaulin-Mannoni

Jaulin-Mannoni, orthophoniste et co-fondatrice du GEPALM (Groupe d'Etudes de la Psychopathologie des Activités Logico-Mathématiques), donne quelques pistes pour la rééducation des difficultés des notions spatiales dans son ouvrage « La Rééducation du raisonnement mathématique » (1965).

Celle-ci insiste sur l'importance d'utiliser un matériel concret, au sein de cette rééducation, qui sera davantage à la portée de l'enfant que la parole. Elle précise qu'il est important de bien évaluer les difficultés du patient, de tenter d'en trouver la

cause, et surtout d'analyser chaque composant de l'espace afin d'avoir un profil précis de ses compétences et de ses troubles dans ce domaine.

L'espace étant un vaste champ de compétences, comme nous l'avons vu, Jaulin-Mannoni ne propose pas de méthode de rééducation pour toutes ses composantes. Elle aborde principalement quatre notions : l'espace perçu, la coordination spatiale, les figures géométriques et l'espace abstrait.

L'auteur explique que la constitution de l'espace perçu peut poser problème en raison de plusieurs difficultés comme une mauvaise représentation des directions, une mauvaise analyse des rapports topologiques et des relations entre les objets, une perception erronée des dimensions ou une inversion des relations d'ordre (présente chez certains sujets dyslexiques). L'auteur propose alors des exercices concrets d'imitation de mouvements, de déplacements dans l'espace. L'enfant ne doit pas être dans l'imitation pure et doit reproduire le mouvement « comme il le perçoit » (Jaulin-Mannoni, 1965, p.25). Elle crée une progression avec une reproduction immédiate du mouvement, puis à une certaine distance. Il est également possible de jouer sur la position du rééducateur par rapport à l'enfant. Le rééducateur demande à l'enfant de réaliser les mêmes mouvements que lui, en se positionnant à côté de lui, puis en face. Jaulin-Mannoni explique « qu'il s'agit de créer un système de coordonnées, et non pour le moment d'enseigner les mots. Ces derniers n'ont pas à être présentés tant qu'ils n'ont aucune signification réelle pour l'enfant. » (Jaulin-Mannoni, 1965, p.27). Elle utilise aussi des exercices d'imitation avec des objets ou d'imitation de gestes et de reproductions de traits. Un autre moyen est la production de dessins en copiant une représentation d'objets en une ou plusieurs dimensions.

Ensuite, l'auteur explique que la coordination spatiale demande la capacité de percevoir mentalement un objet quel que soit le point de vue que l'on en aurait en se plaçant en « observateur non situé » (Jaulin-Mannoni, 1965, p.30). Pour cela, il faut savoir que chacun de nous est orienté et que les objets le sont aussi. Il faut donc être capable de faire abstraction de son orientation propre pour pouvoir imaginer l'objet sous chaque angle de vue. De la notion de coordination spatiale découlent les notions de direction, de distance et d'angle. Ainsi, faire un travail sur la perception des distances peut permettre d'une certaine manière d'aborder la coordination spatiale. Les premières expériences de la distance correspondent aux premiers

déplacements en direction d'un objet. On peut alors penser que des exercices d'appréciation des distances peuvent être bénéfiques, en demandant par exemple aux patients d'anticiper le chemin à emprunter pour aller à un point donné.

Les figures géométriques sont des structures spatiales contenues dans un espace global. Elles doivent être perçues comme étant identiques, quelles que soient leur position dans l'espace et leurs dimensions. Pour cela, les figures géométriques doivent continuer à être présentes mentalement sans qu'elles ne le soient physiquement. Jaulin-Mannoni propose des exercices de mémoire visuelle, basés sur la représentation mentale d'un dessin ou d'une construction. Après observation et mise en représentation mentale, on peut demander à l'enfant de reconnaître ce qu'il a mémorisé ou de le reproduire. L'étape suivante serait que l'enfant construise une représentation mentale à partir de descriptions données à l'oral et qu'il puisse les restituer à l'écrit. On retrouve ici le stade de la mentalisation qui est essentiel pour De Lièvre et Staes. Mais, avant ce travail de mentalisation, il faut que l'enfant puisse percevoir une figure au sein d'un ensemble. Jaulin-Mannoni affirme que pour cela, il est nécessaire de mettre « en œuvre des processus d'association et de dissociation permettant à une figure particulière d'être perçue comme se détachant sur un fond » (Jaulin-Mannoni, 1965, p.53). Elle propose alors des exercices avec des figures entremêlées de différentes couleurs pour faciliter la reproduction de chacune des figures séparément. Puis, l'enfant doit exécuter le même exercice mais à partir de figures entremêlées sans distinction de couleur.

La rééducation se poursuit alors dans un espace abstrait tel qu'un système à trois dimensions dans lequel on retrouve les mêmes difficultés que pour les figures géométriques mais, cette fois, pour les volumes ou les cubes d'une construction. Les enfants sont alors incapables de donner le nombre d'éléments présents dans une construction et se contentent souvent d'en compter les cubes apparents. Pour réussir à prendre en compte les éléments non visibles, l'enfant doit pouvoir suivre des yeux des déplacements d'objets dans un espace en trois dimensions, puis il doit être capable d'imaginer ces déplacements, que ce soit « par translation, rotation, symétrie et décentration » (Jaulin-Mannoni, 1965, p.48). Il est intéressant de proposer à ces enfants des situations dans lesquelles ils pourront expérimenter les déplacements eux-mêmes, puis sur des objets, pour qu'enfin ils puissent les mentaliser et les imaginer sans support visuel. A ce moment, ils pourront alors accéder à la géométrie

spatiale en trois dimensions, et donc comprendre comment se construisent un cube, un cône, une pyramide, et des constructions plus complexes.

3.1.4. Utilisation du langage oral dans la rééducation des notions spatiales

Il est essentiel de bien définir les difficultés de l'enfant afin d'utiliser la rééducation la plus adaptée à sa pathologie, en prenant en compte les troubles associés à cette pathologie. Certaines rééducations ne seront, dans un premier temps, pas du tout axées sur le langage comme l'a présenté Jaulin-Mannoni, alors que pour d'autres on ne pourra se passer d'utiliser le langage au vu des difficultés associées, comme dans la dyspraxie. Pourtant, toute rééducation fera appel, à un moment donné, au langage afin de mettre des mots sur les actions et les concepts travaillés en séance.

3.2. Matériel de rééducation

La littérature étant peu abondante dans le domaine de la rééducation des notions spatiales, il est intéressant d'analyser le matériel de rééducation existant dans ce domaine afin de comprendre sur quel principe il est basé et quels objectifs sont proposés. En observant les différents jeux du commerce traditionnel et spécialisé en orthophonie, on relève quatre types de matériel ayant chacun des objectifs différents :

3.2.1. Jeux de construction

La catégorie de jeux la plus présente dans le commerce est celle des jeux de construction. Il en existe de différents types avec du matériel de différentes tailles et matières. Les plus basiques se présentent avec des cubes ou d'autres formes à assembler selon son imagination ou avec des modèles pour réaliser une structure. La difficulté dépendra alors du modèle, qu'il soit une photo, un dessin en trois dimensions ou en deux dimensions. On trouve aussi des jeux qui proposent un matériel plus construit avec parfois un thème rendant le jeu ludique mais moins libre. Il en existe des plus élaborés avec une règle du jeu et une progression en fonction de l'âge ou des possibilités de l'enfant. La progression débute par la reproduction de la figure sur le modèle, puis dans une grille à côté du modèle, ensuite sans la grille.

Dans le niveau supérieur, la reproduction se fait à partir d'un modèle réduit, ou même à partir d'un code.

De manière générale, les jeux de construction permettent d'aborder la discrimination visuelle et le tri des objets, la situation des objets les uns par rapport aux autres, le passage du plan à une construction en volume. La perspective peut aussi être abordée lorsque les modèles le permettent. Pour construire la figure, il faut comprendre les rapports de profondeur entre deux éléments.

3.2.2. Jeux introduisant le vocabulaire topologique

Les jeux du commerce et les jeux plus spécialisés comportent toute une gamme destinée aux termes topologiques (dans, sur, dessus, dessous, entre....). Certains jeux de mémoire, de lotos, de 7 familles sont composés d'images amenant à employer ces termes topologiques. Dans les matériaux plus spécifiques à la rééducation orthophonique, il existe des jeux proposant de nombreuses activités qui ont pour objectifs de présenter et d'apprendre à utiliser ces prépositions qui sont directement liées aux notions spatiales.

« La chambre de Léa » (Clairret-Colaruotolo, 2007) permet aussi de travailler les termes spatiaux en expression et en réception. En effet, on peut demander au patient de ranger la chambre de Léa comme nous le lui expliquons. Ainsi, il faudra mettre le ballon rouge dans le coffre par exemple. Il est aussi possible de demander au patient de décrire la chambre de Léa comme il la voit sur l'image, afin que l'on puisse à notre tour la ranger de la même manière sur le support à compléter. Cette fois-ci, ce sera donc au patient d'utiliser les bons termes pour que l'on puisse ranger les objets à leur emplacement. Lors de ce jeu, l'enfant s'imprègne de nos formulations et acquiert du vocabulaire topologique. Il faut cependant veiller à ce que ce vocabulaire puisse être transposé dans la vie quotidienne par l'enfant. De plus, toutes les prépositions ne peuvent pas être abordées par ce jeu.

3.2.3. Jeux de repérage visuo-spatial

Il existe également des jeux visuo-spatiaux, des jeux d'exploration visuelle qui permettent d'aborder le versant de la perception spatiale ainsi que le repérage dans l'espace. On pourra alors citer les jeux de barrage, de recherche visuelle, de recherche d'objets dans une image complexe, de complétion d'images, de puzzles...

3.2.4. Jeux de logique spatiale

Enfin, on retrouve dans le commerce des jeux liant logique et espace, les plus classiques étant les labyrinthes, du plus simple au plus complexe. Le jeu de plateau « labyrinthe » utilise le principe des labyrinthes classiques et a les mêmes objectifs pédagogiques, mais demande en plus aux participants d'être stratégiques et d'anticiper les déplacements spatiaux des pièces amovibles, bien qu'il y ait également une part de chance. Les jeux de Tetris, comme d'autres plus spécifiques, sont des jeux de réflexion alliant stratégie, orientation spatiale et déplacements dans l'espace. Certains, encore plus complets, proposent une progression et sont particulièrement adaptés au cadre d'une rééducation orthophonique.

4. But et hypothèses

Il existe des troubles des notions spatiales dans diverses pathologies rencontrées en orthophonie. Nous pouvons donc penser que cet aspect est à prendre en compte dans nos rééducations. Comme nous l'avons vu, il existe peu de matériel dans ce domaine, c'est pourquoi nous tenterons de compléter ce qui existe déjà. Ainsi, en se référant aux différentes recherches théoriques sur le sujet, nous avons sélectionné divers objectifs de rééducation peu abordés dans les matériels existants pour créer notre outil.

Le but de notre mémoire est donc la construction de ce matériel et l'utilisation de celui-ci auprès d'enfants en difficulté dans le domaine spatial. Nous évaluerons si l'utilisation du matériel construit aide ces enfants à améliorer leurs compétences dans l'espace. Pour cela, nous comparerons deux groupes d'enfants, l'un utilisant l'outil créé, l'autre non.

Notre hypothèse est que le groupe recevant les séances de rééducation à l'aide de notre matériel, nommé le groupe test, s'améliorera davantage par rapport au groupe d'enfants bénéficiant uniquement de leur rééducation orthophonique habituelle, nommé le groupe témoin.

Pour vérifier notre hypothèse, nous utiliserons des évaluations déjà existantes. Lors d'une première session, nous sélectionnerons en conséquence les sujets en difficulté dans les tests. Les deux groupes seront constitués de façon homogène afin de pouvoir les comparer. Enfin, la deuxième session d'évaluation permettra de faire la différence entre les résultats des sujets tests et des sujets témoins. Des analyses statistiques seront réalisées afin d'objectiver la significativité de cette différence.

Sujets, matériel et méthode

1. Sujets

Pour sélectionner les sujets de notre étude, nous avons utilisé les stades de développement de Piaget afin de choisir nos critères d'inclusion et d'exclusion. Il nous a semblé pertinent de s'intéresser aux enfants se situant dans le stade des opérations concrètes. En effet, l'enfant raisonne en se basant sur sa propre expérience et a encore besoin de la manipulation pour arriver à des conclusions. Il peut coordonner différents points de vue et accède à la réversibilité de la pensée (Piaget et Inhelder, 1948).

1.1. Critères d'inclusion

1.1.1. Age et niveau scolaire

Le choix de l'âge s'est aussi fait en fonction des tests dont nous disposions afin d'évaluer les notions spatiales. Au début, nous avons limité notre étude à des enfants scolarisés du CP au CM1, car l'un des tests utilisés, l'EDA (Billard et Touzin, 2011) n'est étalonné que pour les enfants de ces niveaux scolaires. Cependant, nous avons également testé des enfants plus âgés (jusqu'en 6ème). Si les scores obtenus se révélaient faibles, et auraient été considérés comme pathologiques pour des enfants de niveau scolaire inférieur, nous supposons qu'ils le seraient d'autant plus pour des sujets plus âgés. De ce fait, nous avons décidé d'inclure tout de même ces enfants dans notre étude, en émettant une réserve sur les résultats constatés. Les enfants participant sont donc âgés de 6 à 12 ans.

1.1.2. Suivi orthophonique

Les enfants sélectionnés pour notre étude devaient obligatoirement être suivis en orthophonie. Cependant, la pathologie n'est pas entrée en compte dans nos critères. En effet, l'élément principal était que le patient présente des difficultés au niveau des notions spatiales, quelle que soit sa pathologie.

1.1.3. Résultats à l'évaluation initiale

Parmi les enfants testés initialement, ceux sélectionnés pour notre étude sont ceux ayant eu au moins deux scores :

- pathologiques : inférieurs à -2 écarts-types
- ou très faibles : entre -1,5 et -2 écarts-types.

1.2. Critères d'exclusion

1.2.1. Age et niveau scolaire

Les enfants de moins de 6 ans et plus de 12 ans, ou dans une classe inférieure au CP ou supérieure à la 6ème ne font pas partie de la population cible de notre étude.

1.2.2. Résultats à l'évaluation initiale

Les enfants n'ayant pas de résultats pathologiques à l'évaluation initiale sont exclus de notre étude. De plus, si un enfant a un résultat pathologique à une seule épreuve, il n'est pas retenu pour faire partie de la population de notre étude.

1.2.3. Absence de suivi orthophonique

Les enfants dont la rééducation orthophonique ne s'étend pas jusqu'à la fin de notre étude (de septembre à fin février) ne peuvent pas faire partie de la population cible. En effet, pour certains enfants, leur orthophoniste pensait que la prise en charge ne se poursuivrait pas jusqu'à la fin de notre étude et nous ne les avons donc pas inclus dans notre population cible. Cependant, deux des enfants ayant réalisé la première évaluation ont déménagé quelques semaines plus tard : nous avons alors dû les exclure de notre population.

1.2.4. Autres troubles

Nous avons exclu de notre population les sujets présentant une déficience intellectuelle, des troubles psychiques et psychiatriques majeurs, une surdité, d'importants troubles visuels, une infirmité motrice cérébrale (IMC), des troubles envahissants du développement. Nous n'avons pas inclus ces patients dans notre étude. Il est cependant possible d'adapter le matériel pour ces sujets.

1.3. Population définitive

Nous avons contacté plus de 70 orthophonistes différents de notre région afin de pouvoir tester un maximum d'enfants susceptibles d'avoir des difficultés concernant les notions spatiales. Nous avons alors testé 47 enfants pour lesquels leur orthophoniste soupçonnait parfois des troubles de type spatial. 14 enfants n'étaient pas pathologiques. Notre population finale est donc constituée de 33 enfants. Nous avons partagé ces sujets en deux groupes les plus homogènes possibles (en fonction de l'âge, du sexe, de la classe, de leur orthophoniste). Le groupe test utilisant le jeu, est constitué de 16 enfants, et le groupe témoin ne faisant que les deux évaluations (initiale et finale), est composé de 17 enfants.

	Age						
	6 ans	7 ans	8 ans	9 ans	10 ans	11 ans	12 ans
Tests	1	2	6	3	2	2	0
Témoins	1	1	6	3	3	2	1

	Classe					
	CP	CE1	CE2	CM1	CM2	6ème
Tests	1	2	6	3	4	1
Témoins	1	2	5	3	4	2

	Lieu du cabinet d'orthophonie					Sexe	
	Boussy	Brunoy	Epinay	Montgeron	Vigneux	Garçon	Fille
Tests	2	2	3	1	8	11	5
Témoins	3	2	3	0	9	9	8

Répartition des sujets entre les groupes tests et témoins

2. Méthode

2.1. Principes

Notre but était de créer un matériel permettant un travail des notions spatiales chez les enfants de 6 à 12 ans. Il nous a paru judicieux de tester un certain nombre d'enfants avant et après l'utilisation de notre matériel créé, afin de voir si celui-ci a une influence ou non sur l'évolution des enfants. Toutes les étapes de notre étude (les deux passations des tests et les quatre séances d'utilisation du jeu) sont réalisées au sein de cabinets d'orthophonie de la région parisienne (Brunoy (91), Epinay-sous-Sénart (91), Montgeron (91), Vigneux-sur-Seine (91), Boussy-Saint-Antoine (91)).

Ainsi, la moitié des enfants sélectionnés fera partie du groupe test et participera aux 4 séances de rééducation et aux évaluations initiales et finales. L'autre moitié ne participera qu'aux évaluations initiales et finales. On pourra comparer l'évolution du groupe test et l'évolution du groupe témoin.

2.2. Evaluation initiale

Courant septembre, nous avons testé des enfants, selon les critères de sélection développés précédemment.

Pour cette évaluation, se déroulant sur une seule séance d'environ 30 minutes, nous avons utilisé 4 épreuves différentes (décrites plus précisément en Annexe 1, A3 à A6), réalisées successivement dans cet ordre :

- l'épreuve de planification de l'EDA (Évaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages) : elle a pour but d'objectiver les capacités de planification de l'enfant, au travers d'un labyrinthe (Billard et Touzin, 2011)
- l'épreuve de praxies constructives de l'EDA, ayant pour objectif l'évaluation des praxies constructives de l'enfant par la construction de figures à l'aide de cubes à partir d'un modèle représentant la trois dimensions (Billard et Touzin, 2011)
- l'épreuve des prismes de Guéritte-Hess, permettant d'objectiver les capacités de passage d'un système à deux dimensions à un système à trois dimensions, ainsi que la compréhension des notions spatiales et de la symétrie, par la

réalisation d'une construction en trois dimensions à partir d'un plan (Bacquet et Guéritte-Hess, 1996)

- la figure de Rey, permettant d'explorer les capacités d'analyse perceptive et de mémoire visuelle (Rey, 1960, Wallon et Mesmin, 2009).

2.3. Utilisation du matériel créé

Les enfants constituant le groupe test participent aux séances de rééducation, alors que ceux appartenant au groupe témoin n'y participent pas.

Chaque séance est individuelle et dure environ 30 minutes. Elle est animée par l'une d'entre nous, tout en suivant des règles du jeu établies ensemble afin que chaque enfant reçoive les mêmes consignes et conseils. Nous avons divisé notre jeu en quatre phases afin de les répartir sur quatre séances. En raison du contexte du mémoire, elles sont espacées d'environ un mois (octobre, novembre, décembre, janvier). Tous les enfants utilisent toutes les étapes que propose le matériel, mais au vu du temps imparti à chaque séance, un enfant ne réalise pas tous les items de chaque étape.

Nous avons élaboré des fiches d'observation pour faciliter l'évaluation qualitative et objectiver l'évolution des enfants à chaque séance.

2.4. Evaluation finale

Les deux groupes passent les mêmes épreuves que lors du test initial et dans le même ordre, une seconde fois, fin février. Cela nous permet alors de constater les éventuels progrès réalisés chez ces enfants et d'analyser si le matériel créé a un rôle ou non dans cette évolution.

3. Matériel : « Espace jardin »

3.1. Présentation générale

Il n'existe que très peu de matériel visant à rééduquer les difficultés spatiales en orthophonie. Les matériels existant ciblent, comme nous l'avons développé précédemment, la construction, le vocabulaire topologique, le repérage visuo-spatial ou la logique spatiale. Généralement, ils ne font pas intervenir le corps propre de l'enfant, mais uniquement une projection sur un plateau. A partir de ces constatations, nous avons décidé de créer un outil pour tenter de réduire les difficultés concernant les notions spatiales chez les enfants suivis en orthophonie. Pour la création de ce matériel, nous nous sommes appuyées sur le développement de la représentation de l'espace d'après Piaget et Inhelder (1948), sur les différents aspects de l'espace décrits par De Lièvre et Staes (2000), mais aussi sur les observations de Jaulin-Mannoni (1965) concernant de possibles axes de rééducation.

Nous avons essayé de faire en sorte que l'enfant utilise un matériel concret, qu'il puisse imiter des mouvements et des déplacements dans l'espace. Il doit pouvoir produire et non pas seulement exécuter une action selon une consigne.

Pour la conception du matériel, nous avons établi quelques critères auxquels un outil de rééducation pour enfants doit répondre. Ce matériel devait être facile à manipuler, ludique et accessible aux enfants. Nous voulions créer un univers attractif et motivant. Nous devons aussi rester réalistes quant à l'élaboration concrète, mais aussi artisanale, de l'outil. De ce fait, le matériel comporte quelques défauts que nous exposerons en discussion.

Nous avons centré notre outil sur plusieurs objectifs que sont :

- la perception spatiale
- l'orientation
- l'organisation de l'espace
- la décentration
- le changement de point de vue
- le passage d'un système à deux dimensions à un système à trois dimensions

- la mentalisation de l'espace au travers de la mémorisation spatiale. En effet, la mise en représentation mentale est importante. L'enfant doit pouvoir reconnaître ou reproduire ce qu'il a mémorisé, en particulier par le biais de la mémoire visuelle.

Notre jeu créé, « Espace jardin », est constitué de deux supports : un grand et un petit jardins. Ceux-ci sont identiques, seule la taille varie. Le petit jardin mesure 14,5 x 14,5 cm, et le grand jardin, 28,5 x 28,5 cm.

Le grand jardin permet à l'enfant de se déplacer, physiquement, dessus, d'imiter et de reproduire les mouvements et positions tels qu'il les perçoit. Une manipulation directe de l'espace est alors possible. Il est important que, dans un premier temps, le sujet puisse s'approprier l'action pour la comprendre et la réaliser.

Le petit jardin permet une décentration de l'enfant, la perception d'un point de vue différent du sien et ainsi l'intériorisation et la mentalisation de l'action. Deux personnages permettent cette décentration. Nous pouvons mettre en lien les déplacements des personnages et ceux de l'enfant sur le grand jardin.

Ces outils rendent possible la comparaison de deux objets identiques mais à des échelles différentes, et permettent donc d'aborder la notion d'agrandissement et de rétrécissement. Notre matériel permet, en plus d'une projection sur un plateau, de relier cette projection à des déplacements réels du corps dans l'espace.

Les jardins sont composés de neuf cases amovibles, correspondant à des lieux différents : la piscine, la balançoire, le potager, les fleurs, la maison, l'arbre, la niche, la table et le terrain de football.

Les cases constituant les jardins (petit et grand) sont recto-verso : d'un côté, on ne trouve que le dessin du lieu du jardin (piscine, balançoire...), de l'autre, les chemins qui permettent d'aller d'un lieu à un autre sont apparents. Certains sont horizontaux et verticaux (chemins en pierres) et les autres sont en diagonales (planches en bois). En plaçant ces cases les unes à côté des autres, des passages se créent entre les lieux. En modifiant l'emplacement des cases, il est possible de créer de multiples chemins différents, mais aussi des impasses.

On utilise le côté sans chemins pour des exercices de positionnement et d'orientation dans l'espace. La mémorisation se fait d'abord sans les chemins, puis un travail avec le jardin côté chemins est proposé. Ce dernier est plus complexe

visuellement et permet d'introduire des leurres perceptifs. Le jardin avec les chemins est aussi utilisé comme un plateau de jeu sur lequel on se déplace avec un pion.



Les différents éléments du petit et du grand jardins permettent de créer de nombreuses configurations spatiales. Ainsi, cet outil peut être adapté aux difficultés de l'enfant et peut permettre à l'orthophoniste une utilisation relativement libre. Il est possible d'imaginer d'autres activités que celles que nous avons inventées et que nous allons présenter. Il est également possible de ne pas utiliser les items les plus simples pour les enfants les plus âgés et/ou les plus performants.

Le matériel principal est donc composé des deux jardins, des deux personnages, mais aussi d'un coffre et de pièces d'or et d'argent dont nous nous servons comme récompense dans la plupart des activités. Ce matériel est présenté en Annexe 3 (A19).

Le matériel est constitué de plusieurs jeux, que nous avons répartis sur les quatre séances dont nous disposons. Chacun d'eux possède des objectifs différents. Le livret de consignes fourni avec le matériel du jeu est présenté en Annexe 2 (de A7 à A18).

3.2. Séance 1 : Découvre le jardin magique

Lors de cette première séance, nous présenterons à l'enfant uniquement le jardin avec les chemins, afin qu'il se familiarise avec ce matériel plus complexe que le jardin sans les chemins.

3.2.1. Niveau 1 : Missions dans le jardin

Cette première étape a pour objectif principal l'appropriation du matériel. Elle permet également de développer l'organisation spatiale et la construction d'itinéraires, ainsi que de comprendre l'importance de l'orientation.

Le jeu consiste en la réalisation de plusieurs missions, lues par l'orthophoniste. Il faut par exemple créer le plus long chemin en modifiant le jardin ou bien créer des impasses pour isoler le plus de lieux possibles. L'enfant doit alors changer les cases de place et/ou les tourner pour respecter la consigne. C'est par la manipulation du matériel et l'observation des conséquences de ses actions que l'enfant améliore les compétences ciblées.

La réalisation des missions n'est pas chronométrée afin de laisser le temps de manipulation nécessaire à chaque enfant. La première mission est d'ailleurs souvent plus longue que les autres car l'enfant est dans la découverte et l'expérimentation du matériel.

Il existe également des « missions bonus », avec des consignes plus contraignantes comme créer un jardin avec 8 pierres grises entre la maison et la piscine.

L'enfant réalise les missions sur le grand jardin et l'orthophoniste, sur le petit. A chaque défi, celui l'ayant le mieux réalisé remporte une pièce d'or. Le gagnant est celui qui a le plus de pièces d'or.

Lors de cette étape, la manipulation du matériel débute et l'enfant apprend ce qu'il est possible de faire ou non avec le jardin. L'une des seules obligations est que le jardin doit toujours conserver une forme carrée, avec 3 lignes et 3 colonnes de cases. Cela oblige l'enfant à mettre sa pensée en mouvement, puisqu'il ne peut pas se contenter de juxtaposer les cases.

Les 5 premières missions sont :

- « Crée le plus long chemin en modifiant le jardin »: pour cela l'enfant doit voir qu'en utilisant les diagonales le chemin sera plus long, et il doit veiller à faire le moins d'impasses possible afin d'augmenter les possibilités de passage
- « Crée des impasses pour isoler le plus de lieux possible »: l'astuce est de voir que certaines cases ont davantage de chemins et qu'en les mettant dans les coins du jardin, il sera plus facile de faire plus d'impasses

- « Crée un jardin où l'on peut aller dans tous les lieux »: il existe plusieurs solutions et il est intéressant de montrer à l'enfant que même s'il a rempli la mission, il y avait d'autres solutions
- « Crée le plus long chemin sans utiliser les diagonales (en ne marchant que sur les pierres grises) »: une case n'a pas de chemin en pierres, il faut donc la placer judicieusement pour ne pas bloquer trop de lieux du jardin
- « Crée le plus long chemin en n'utilisant que les diagonales (planches en bois) »: comme lors de la mission précédente, une case ne comporte pas de diagonales et la mettre à certains emplacements limite la longueur du chemin.

Les 5 missions bonus sont :

- « Crée un chemin avec 12 planches entre le terrain de foot et la table »: cela permet d'observer le fonctionnement de l'enfant, s'il doit procéder par essais-erreurs ou s'il anticipe et trouve rapidement la solution. Cela peut prendre beaucoup de temps pour certains enfants, mais il est important de les laisser développer leurs propres stratégies. Il est possible de les guider verbalement lorsque l'activité semble insurmontable pour eux.
- « Crée un jardin où l'on est coincé dans la niche » : comme dans les autres missions, celle-ci oblige l'enfant à observer les cases du jardin, les chemins qui entourent la niche. A partir des observations faites par l'enfant, celui-ci doit pouvoir associer les lieux du jardin judicieusement. Certains placeront la niche dans un coin pour réduire les possibilités de passages, alors que d'autres placeront les cases autour de la niche en les orientant de façon à ne pas créer de passages.
- « Crée un jardin où l'on peut faire tout le tour, sans passer par la case centrale, ici le potager. » : il faut prendre en compte deux consignes. La première est qu'il faut créer un chemin pour faire le tour du jardin. La deuxième consigne consiste à isoler le potager. L'enfant doit se servir des missions réalisées précédemment pour associer les stratégies mises en place pour des missions similaires.
- « Crée un jardin où la maison, les fleurs, l'arbre et la table sont isolés des autres lieux, mais liés tous ensemble par un chemin. » : encore une fois, la double consigne restreint les possibilités et l'enfant ne doit oublier aucun élément de la mission pour réussir.
- « Crée un jardin avec 8 pierres grises entre la maison et la piscine »: comme dans la première mission bonus, il faut compter les pierres entre deux éléments du jardin

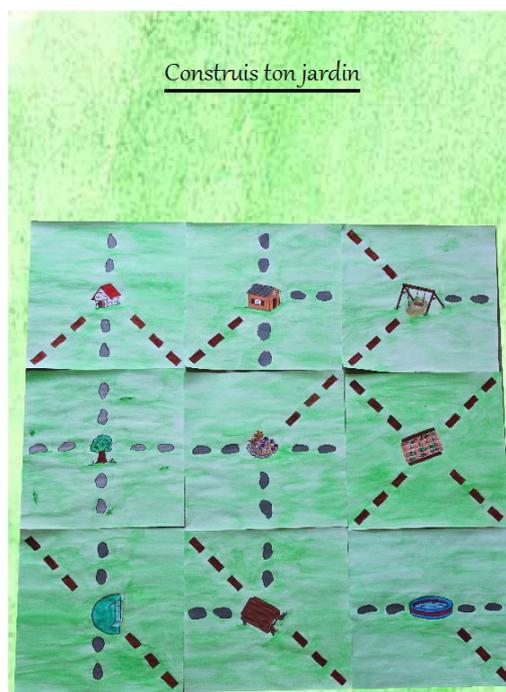
et introduire un lieu du jardin entre la maison et la piscine pour obtenir le bon nombre de pierres grises entre ces deux lieux.

Après avoir réalisé l'ensemble des missions, l'enfant a normalement pris possession du matériel et il ne sera pas forcément nécessaire de réexpliquer à chaque fois le fonctionnement des jardins. Des réalisations possibles de quelques missions sont proposées en Annexe 4 (A20 et A21).

3.2.2. Niveau 2 : Enquête dans le jardin

Le jeu a pour objectifs le développement de l'organisation spatiale, la compréhension des relations spatiales ainsi que la reproduction avec agrandissement, à partir de photos.

La photo d'une configuration du jardin est montrée à l'enfant, qui doit reproduire ce dernier à l'identique avec le petit jardin. Des photos d'autres configurations lui sont ensuite présentées. Il doit alors dire ce qui est différent du jardin qu'il a devant lui et faire les modifications nécessaires pour obtenir le même.



Il existe trois niveaux de cartes différents, avec des modifications de plus en plus complexes à effectuer :

- le premier niveau (cartes n°1 à 5) nécessite des échanges simples de cases
- le deuxième niveau (cartes n°6 à 8) implique un changement de place d'une ligne entière (colonne ou diagonale), qui n'est pas toujours repéré par l'enfant.

L'utilisation de plusieurs cartes de ce niveau permet à l'enfant d'aborder la situation non plus case par case, mais en prenant en compte les lignes dans leur globalité. C'est là que la compréhension des relations spatiales intervient, il est parfois nécessaire de suggérer qu'un ensemble de cases a été modifié de la même manière.

- le troisième niveau (cartes n°9 et 10) associe une rotation et un changement de place d'une ou plusieurs cases.

3.3. Séance 2 : Joue dans le jardin magique

3.3.1. Niveau 1 : Visite le jardin

Ce jeu a pour objectifs la planification et l'organisation spatiales ainsi que la compréhension de plan simple. Le petit jardin, avec chemins, sert de plateau de jeu.

Chaque joueur pioche une carte symbolisant un lieu du jardin, appelée carte « Visite le jardin ». Le but est d'atteindre cet emplacement le plus rapidement possible, au rythme du dé. Pour débiter la partie, chaque joueur place son pion sur le lieu de son choix. A chaque lancer de dé, le joueur peut, s'il le souhaite, inverser deux cases placées côte à côte ou tourner la case de son choix, l'obligeant ainsi à anticiper l'itinéraire.

Une fois l'emplacement atteint, le joueur le gagne et en pioche un autre. Le gagnant est celui ayant atteint le plus de lieux différents dans le jardin.



Au cours du jeu, l'enfant doit visualiser le chemin à prendre entre son pion et le lieu ciblé. Il doit planifier ses déplacements et les réajuster en fonction des modifications apportées au plateau par les autres joueurs. Afin d'atteindre le plus rapidement possible son objectif, le patient doit organiser son espace en modifiant stratégiquement le jardin.

3.3.2. Niveau 2 : Range le jardin

Ce jeu a pour objectifs la planification et l'organisation spatiales, la compréhension de plan simple ainsi que la construction d'itinéraires. Des objets (fournis dans le matériel) sont répartis sur les chemins du jardin. Le but est de ranger le maximum d'objets dans le jardin, sur les emplacements indiqués par les cartes « Visite le jardin » piochées.

Le principe est le même que celui de l'étape précédente. En plus de devoir se rendre au lieu désigné par la carte « Visite le jardin » piochée, chaque joueur doit auparavant récupérer l'objet indiqué par la carte « Range le jardin » qu'il aura piochée. Lorsque son pion passe sur l'objet, l'enfant le colle au dos de son personnage. Il doit avoir une stratégie plus élaborée et se construire mentalement un itinéraire. A chaque lancer de dé, le joueur peut, s'il le souhaite, inverser deux cases placées côte à côte ou tourner la case de son choix.

Une fois l'emplacement atteint, l'objet y est placé. Le joueur gagne la carte « Visite le jardin » et la carte « Range le jardin » est remise dans la pioche. Le gagnant est celui qui a collecté le plus de cartes « Visite le jardin ».



Lors de ces deux derniers niveaux, l'enfant peut s'imprégner de nos stratégies et s'en servir pour développer les siennes. Il observe les conséquences d'un changement d'orientation sur le jardin, doit adapter son itinéraire et changer de stratégie au cours du jeu.

3.4. Séance 3 : Oriente-toi dans le jardin magique

3.4.1. Niveau 1 : Trouve ta place

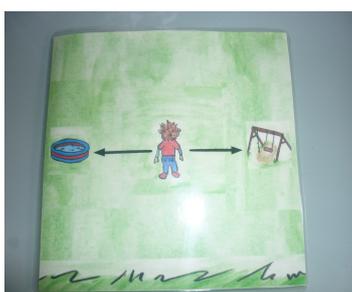
Cette étape possède de nombreux objectifs : se situer par rapport à des objets, situer des objets par rapport à soi-même, la décentration de sa perception de l'espace, la perception des orientations spatiales ainsi que la compréhension des relations spatiales.

Le but du jeu est de gagner le maximum de pièces pour remplir le coffre. Deux pièces d'or sont placées sous chaque case du grand jardin (sans chemins) et deux pièces d'argent, sous le petit jardin (sans chemins). Pour gagner les pièces, l'enfant pioche une carte « Oriente-toi dans le jardin – Niveau 1 ». Pour les cartes n°1 à 9, il doit se placer et s'orienter correctement sur le grand jardin. Pour les cartes n°10 à 18, il doit placer un personnage sur le petit jardin. Si c'est correct, il gagne la pièce cachée sous l'emplacement ciblé. Une grille de correction est fournie dans le matériel.

Nous ne sommes plus dans un objectif de déplacement, mais dans celui d'un positionnement. Les chemins ont donc été supprimés dans cette étape pour éviter la multiplication d'informations visuelles inutiles et pour marquer ce changement de fonctionnement par rapport à l'étape précédente.

Les neuf premières cartes sont réalisées sur le grand jardin, permettant ainsi une meilleure appréhension de l'espace et des différentes positions du corps, en se mettant debout sur la bonne case. Les neuf dernières cartes sont réalisées sur le petit jardin impliquant ainsi la décentration et le changement de point de vue, puisque l'enfant doit s'imaginer à la place du personnage qu'il pose sur le petit jardin.

Après avoir fini de jouer sur le grand jardin, on vide le coffre de pièces et on le remplit une seconde fois en jouant sur le petit jardin.



3.4.2. Niveau 2 : Trouve ta place

Cette étape a les mêmes objectifs que la précédente, en ajoutant la prise en compte d'indices négatifs. Le but du jeu est, ici aussi, de remporter le maximum de pièces afin de remplir le coffre.

Le déroulement du jeu est exactement le même que celui du niveau précédent. La différence réside dans la constitution des cartes : en effet, elles contiennent des indices négatifs, avec des lieux ne devant pas se trouver dans une direction donnée. On utilise les cartes « Oriente-toi dans le jardin – Niveau 2 »

Nous avons utilisé le symbole de la croix pour indiquer que l'indice est négatif. Par exemple, si la balançoire est barrée par une croix, cela signifie qu'elle ne doit pas être à cet endroit par rapport à l'enfant sur le grand jardin ou par rapport au bonhomme sur le petit jardin. Elle peut cependant se trouver ailleurs dans le jardin. Cette symbolisation signifie également qu'il peut y avoir un autre lieu à cet endroit (la niche ou la piscine par exemple). Les croix simples signifient qu'il n'y a pas de jardin à cet endroit, on est donc sur une case en bordure de jardin. Une grille de correction est également fournie dans le matériel.



La progression du premier niveau est conservée, l'activité débute donc sur le grand jardin et se poursuit sur le petit jardin avec le personnage. On laisse à l'enfant la possibilité de s'aider du grand jardin lorsqu'il doit placer le personnage sur le petit. C'est au travers de ces comparaisons entre le grand et le petit jardins que la décentration s'élabore.

3.4.3. Niveau 3 : Dis-moi où est ma place

Dans ce jeu, les objectifs des niveaux 1 et 2 sont abordés ainsi que : le passage d'un système à trois dimensions à un système à deux dimensions, la prise en compte des trois dimensions de l'espace et le fait de guider des actions par le codage. Le but du jeu est de remplir le coffre de pièces d'or et d'argent, mais l'orthophoniste et l'enfant jouent ensemble. Les pièces d'or sont réparties sous le grand jardin et les pièces d'argent sous le petit jardin.

A cette étape, l'un des joueurs choisit une position et une orientation en posant le personnage sur le petit jardin : il doit les faire deviner à l'autre joueur. Pour cela, il remplit la carte à compléter avec les flèches, les croix et les différents symboles des lieux du jardin. Le joueur code la position du personnage, dans un système à trois dimensions, sur la carte à compléter qui est dans un système à deux dimensions.

Le second joueur se positionne alors en fonction de ces indications, la carte complétée par le premier joueur est alors utilisée de la même manière que les cartes des niveaux 1 et 2.



Pour gagner deux pièces, le second joueur doit être bien placé et bien orienté sur le grand jardin. La pièce d'or et la pièce d'argent placées sous le deuxième joueur et sous le personnage sont mises dans le coffre. Si le joueur est mal placé mais que les indications étaient exactes, une seule pièce est alors remportée, celle du petit jardin. Les rôles sont ensuite inversés.

L'enfant doit d'abord se décentrer afin de prendre le point de vue du personnage placé sur le petit jardin. Puis, il doit anticiper la réflexion de l'autre joueur pour trouver le bon emplacement. Enfin, il doit imaginer le point de vue de l'autre pour lui donner suffisamment d'indices sur la situation et l'orientation spatiales.

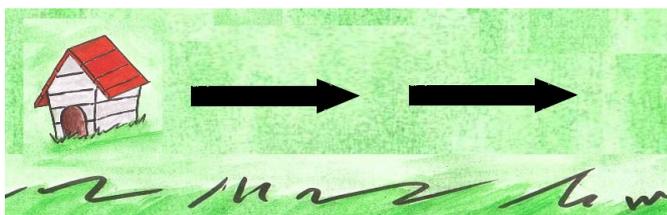
3.5. Séance 4 : Souviens-toi du jardin magique

3.5.1. Niveau 1 : Suis-moi dans le jardin

Ce jeu a pour objectifs l'appréhension de l'espace, la mémorisation et la reproduction d'itinéraires, la perception et la mémorisation des relations d'ordre.

Le but du jeu est de gagner le maximum de pièces en empruntant le chemin qui mènera l'enfant au bon endroit.

Dans cette étape, l'enfant suit les déplacements de l'orthophoniste sur le grand jardin (sans chemins), à l'aide des itinéraires indiqués dans le carnet « Suis-moi dans le jardin ». S'il arrive à la bonne destination, il peut alors gagner une pièce, placée sous la case. Après avoir effectué quelques parcours, l'enfant suit ensuite l'orthophoniste dans ses déplacements, mais avec une ou deux cases de décalage. Pour terminer, l'enfant reproduit de mémoire les itinéraires effectués par l'orthophoniste une fois que ce dernier est arrivé à destination.



Le carnet « Suis-moi dans le jardin » propose des itinéraires de longueur croissante sollicitant un empan mnésique de plus en plus long.

Cette étape s'appuie sur la réflexion de Jaulin-Mannoni (1965) qui propose des exercices concrets d'imitation de déplacements dans l'espace, avec une reproduction immédiate puis à une certaine distance. Cela permet à l'enfant de se créer un système de coordonnées.

Quand l'enfant mémorise l'itinéraire que l'orthophoniste effectue, il doit le mettre en mémoire et donc se le représenter mentalement. C'est ainsi que l'on peut parler de mentalisation d'un espace, de déplacements dans cet espace et de relation d'ordre.

3.5.2. Niveau 2 : Sous le jardin, il y a...

Les objectifs visés pour cette étape sont le développement de la mémoire spatiale visuelle, la mémoire des situations spatiales, ainsi que la représentation mentale de l'espace.

Le but du jeu est de récupérer, de mémoire, le maximum d'objets. Ces derniers sont cachés sous le grand jardin (sans chemins) par l'orthophoniste. Les cartes « Sous le jardin, il y a.. » sont placées au même endroit sur les cases du petit jardin (sans chemins), par l'enfant. Il mémorise alors l'emplacement de chaque objet en observant le petit jardin. Le temps de mémorisation est laissé libre à l'orthophoniste, qui l'adaptera à chaque enfant. Ensuite, les cartes « Sous le jardin, il y a... » sont

ramassées et constituent une pioche. Chacun son tour, les joueurs prennent une carte et doivent retrouver l'emplacement de l'objet indiqué par la carte pour pouvoir le remporter.



Lorsque l'enfant place les cartes sur le petit jardin avant l'apprentissage, il commence déjà à mémoriser leur emplacement. La manipulation concrète et active facilite la mémorisation.

3.5.3. Niveau 3 : Méli-mélo dans le jardin

Les objectifs de cette étape sont la perception et la mémorisation des situations et orientations spatiales, la situation d'objets par rapport à d'autres objets, ainsi que l'organisation spatiale.

Le but du jeu est de gagner le plus de pièces d'or et d'argent en reproduisant le jardin de la même façon que sur la photo piochée.

L'enfant réalise l'activité en copie, en conservant la place des objets et l'orientation des cases pour gagner une pièce d'argent. Une fois toutes les photos reproduites avec le modèle, l'enfant recommence, de mémoire, pour pouvoir remporter une pièce d'or.

La différenciation entre les pièces d'argent et d'or permet de comparer les réussites entre les reproductions du jardin avec modèle et de mémoire.

Les photos correspondent à un enchevêtrement de certaines cases et objets du jardin. Les cases sont superposées et nous n'en apercevons parfois qu'une partie. Des objets peuvent aussi cacher le dessin de l'emplacement. L'enfant doit déduire, à partir des chemins, de quelle case il s'agit.

De cette manière, que ce soit en copie ou de mémoire, il faut d'abord un temps d'analyse de la photo afin de sélectionner les bons éléments du jardin. Dans un

second temps, c'est la disposition de ces éléments les uns à côté des autres et les uns sur les autres qu'il va falloir percevoir et ensuite reproduire.



Exemple de planche « Méli-mélo dans le jardin »

Résultats

Après avoir utilisé le matériel que nous venons de présenter avec les 16 enfants constituant le groupe test, nous avons évalué de nouveau l'ensemble des sujets de l'étude. Suite à cela, nous avons soumis nos résultats à des analyses statistiques.

Nous rappelons que les épreuves de planification et de praxies constructives sont issues de l'EDA (Billard et Touzin, 2011). L'épreuve des prismes a été créée par Guéritte-Hess (Bacquet et Guéritte-Hess, 1996). Enfin, la figure de Rey correspond à l'épreuve de la figure complexe de Rey (Rey, 1960, Wallon et Mesmin, 2009).

Un tableau récapitulatif des sujets et de leurs résultats aux deux évaluations est présenté en Annexe 5 (A22 – A23).

1. Résultats statistiques

L'analyse statistique des résultats quant à l'efficacité du matériel repose sur différentes données à étudier :

- les variables qualitatives sont décrites en termes de fréquence et de pourcentage
- les variables quantitatives sont décrites par la médiane, la moyenne et l'étendue.

Plusieurs tests statistiques ont été utilisés pour la comparaison des divers paramètres de notre étude :

- la comparaison des paramètres qualitatifs à l'inclusion a été effectuée par des tests du Chi-deux et du Fisher Exact
- la comparaison des paramètres quantitatifs à l'inclusion a été effectuée par des tests de Wilcoxon pour échantillons indépendants
- la comparaison de l'évolution des paramètres qualitatifs dans chacun des groupes a été réalisée par des tests de Mac Némar
- la comparaison de l'évolution des paramètres numériques entre les groupes a été réalisée par une analyse de la covariance afin d'ajuster les résultats sur les valeurs à l'inclusion.

Les analyses ont été réalisées par le logiciel SAS, version 9.3 et le niveau de significativité a été fixé à 5%.

1.1. Comparaison des groupes à l'inclusion

Avant d'étudier, pour chaque épreuve, les résultats des deux groupes et avant de comparer leur évolution, il faut vérifier que les deux groupes sont comparables à l'inclusion. S'il n'y a pas de différence significative entre les résultats des deux groupes lors de la première évaluation, alors ils sont comparables.

Nom de la variable	Descriptif de la variable : <u>témoins</u>	Descriptif de la variable : <u>tests</u>	Valeur de p
Planification	-0,6 Ect	-0,8 Ect	0,9
Praxies temps A	-2,36 Ect	-1,68 Ect	0,49
Praxies temps B	-0,84 Ect	-0,9 Ect	0,59
Praxies score	-0,83 Ect	-0,25 Ect	0,16
Prismes copie	29,41%	37,50%	0,62
Prismes symétrie droite	0,00%	6,25%	/
Prismes symétrie bas	0,00%	0,00%	/
Rey - Copie	-1,55 Ect	-1,38 Ect	0,8
Rey - Reproduction	-0,93 Ect	-0,74 Ect	0,69

Comparaison à l'inclusion des groupes témoin et test

Ce tableau présente, pour chaque épreuve, la comparaison des résultats entre les deux groupes à la première évaluation.

On retrouve dans la première colonne le nom de chaque variable, c'est-à-dire le nom de chaque paramètre évalué dans les diverses épreuves. Pour chacun de ces paramètres sont renseignés la moyenne des résultats (en écarts-types : Ect) pour les variables numériques et le pourcentage de réussite pour les variables binaires. Ce sont les descriptifs de la variable pour les sujets témoins et les sujets tests qui reprennent cela.

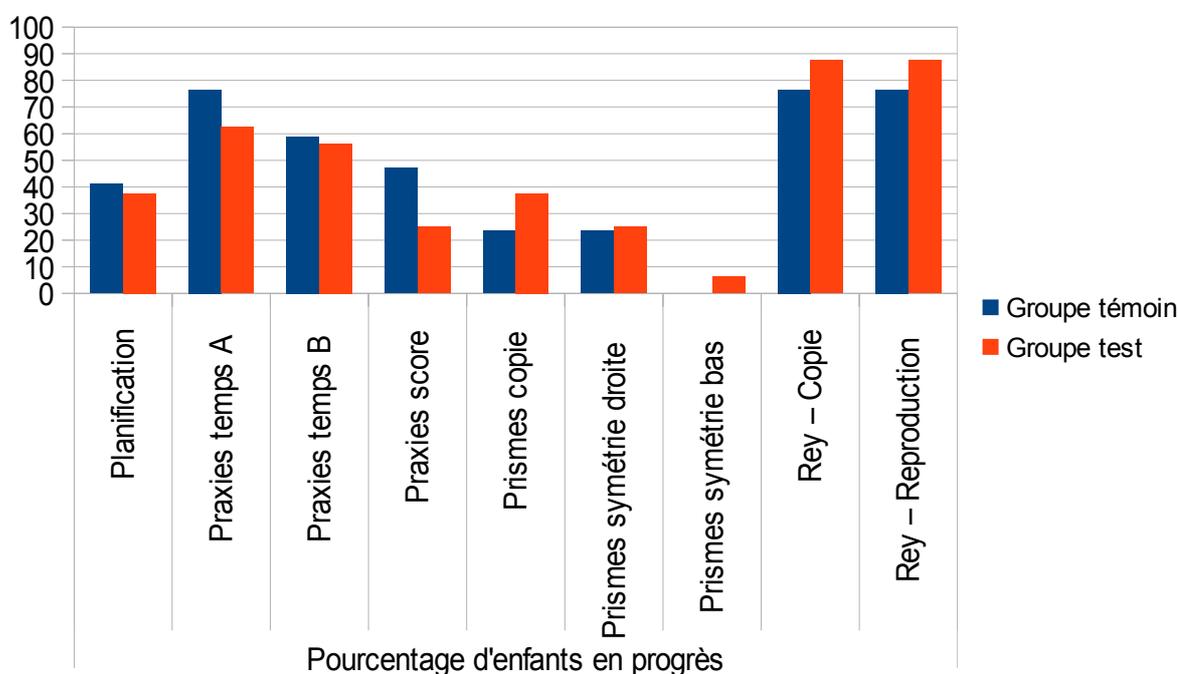
Enfin, la dernière colonne indique la valeur de p :

- si $p \leq 0,05$, il y a une différence significative entre les deux groupes
- si $p > 0,05$, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes.

Lorsqu'aucune valeur de p n'est donnée dans ce tableau, c'est que celle-ci n'a pas pu être calculée en raison du très faible taux de réussite à l'épreuve.

Ici, toutes les valeurs de p sont supérieures à 0,05, il n'existe donc pas de différence significative entre les deux groupes pour ces épreuves lors de la première évaluation. Les deux groupes sont comparables à l'inclusion.

1.2. Comparaison des progrès entre les groupes



Ce diagramme décrit, pour chaque épreuve, le pourcentage d'enfants de chaque groupe ayant progressé entre la première et la seconde évaluation.

On observe alors pour chaque paramètre quel groupe a réalisé la meilleure progression. Le groupe témoin a mieux progressé pour les épreuves de planification et de praxies constructives : pour quatre des neuf paramètres, davantage d'enfants du groupe témoin ont progressé. Pour sa part, le groupe test a mieux progressé pour l'épreuve des prismes de Guéritte-Hess et la figure de Rey : pour cinq des neuf paramètres, davantage d'enfants du groupe test ont progressé.

1.3. Significativité de la progression de chaque groupe pour les variables binaires

Les statistiques permettent de déterminer si la progression de chaque groupe est significative. Ainsi, si elle ne l'est que pour un seul des deux groupes, nous pourrions dire que celui-ci a significativement mieux progressé que l'autre.

Nom de la variable	Groupe témoin			Groupe test		
	Descriptif de la variable Temps 1	Descriptif de la variable Temps 2	P	Descriptif de la variable Temps 1	Descriptif de la variable Temps 2	P
Prismes copie	29,41%	52,94%	0,05	37,50%	68,75%	0,06
Prismes symétrie droite	0,00%	23,53%	0,05	6,25%	31,25%	0,05
Prismes symétrie bas	0,00%	0,00%	/	0,00%	6,25%	0,32

Comparaison de la significativité de la progression pour les variables binaires

Ce tableau est un rappel des résultats pour les variables binaires. Il présente les pourcentages d'enfants ayant réussi les épreuves des prismes de Guéritte-Hess lors des deux évaluations pour les groupes témoin et test. La valeur p nous renseigne quant à la significativité de la progression des résultats, pour chaque groupe et chaque paramètre, entre les temps 1 et 2.

Pour plus de lisibilité du tableau, nous avons établi un code couleur :

- si $p \leq 0,05$, il y a une différence significative entre les deux groupes
→ la valeur est indiquée en rouge
- si $p > 0,05$, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes
→ la valeur est indiquée en bleu.

Pour la copie des prismes, chez les sujets témoins, la différence est significative ($p = 0,05$), alors que chez les sujets tests, elle ne l'est pas ($p = 0,06$). On ne peut donc pas dire que l'utilisation de notre matériel ait eu un impact sur les performances du groupe test par rapport à celles du groupe témoin.

Concernant la réalisation de la figure de Guéritte-Hess par symétrie vers la droite, l'amélioration est significative pour les deux groupes ($p = 0,05$). On ne peut donc pas conclure que l'utilisation de notre outil soit à l'origine de la progression du groupe test.

La réalisation de la figure par symétrie vers le bas s'est révélée difficile pour les deux groupes et aucune amélioration significative n'a été observée entre les deux évaluations.

En conclusion, en ce qui concerne les variables binaires, aucune influence des quatre séances de rééducation proposées aux sujets tests n'a été objectivée statistiquement.

1.4. Significativité de la différence de progression entre les deux groupes pour les variables numériques

Les statistiques permettent de déterminer si la différence de progression entre les deux groupes est significative pour les variables numériques. Si $p \leq 0,05$ pour un paramètre, cela signifie que l'un des deux groupes s'est davantage amélioré que l'autre, et surtout que cela est significatif.

Nom de la variable	Groupe témoin		Groupe test		P
	Descriptif de la variable Temps 1	Descriptif de la variable Temps 2	Descriptif de la variable Temps 1	Descriptif de la variable Temps 2	
Planification	-0,6 Ect	-0,26 Ect	-0,8 Ect	-0,24 Ect	0,86
Praxies temps A	-2,36 Ect	-1,2 Ect	-1,68 Ect	-0,61 Ect	0,57
Praxies temps B	-0,84 Ect	-0,07 Ect	-0,9 Ect	-0,59 Ect	0,14
Praxies score	-0,83 Ect	-0,18 Ect	-0,25 Ect	-0,16 Ect	0,78
Rey - Copie	-1,55 Ect	-0,7 Ect	-1,38 Ect	-0,27 Ect	0,24
Rey - Reproduction	-0,93 Ect	-0,24 Ect	-0,74 Ect	0 Ect	0,52

Comparaison des valeurs numériques entre les deux évaluations

Ce tableau présente la moyenne des résultats pour chaque groupe et chaque paramètre au temps 1 et au temps 2. Les différentes valeurs de p ici obtenues sont toutes supérieures à 0,05. La différence d'amélioration entre les deux groupes n'est donc pas significative. L'utilisation de notre matériel, dans les conditions présentées précédemment, n'a pas permis au groupe test de progresser de façon plus importante que le groupe témoin.

1.5. Conclusion de l'analyse statistique

Dans un premier temps, nous avons montré que les deux groupes établis étaient comparables pour notre étude puisque leurs résultats à la première évaluation étaient assez similaires.

De manière qualitative, des différences de progression sont observées entre les deux groupes. En effet, il y a plus de sujets témoins qui se sont améliorés dans les épreuves de planification et de praxies constructives que de sujets tests. A l'inverse, davantage de sujets tests ont progressé dans les épreuves des prismes de Guéritte-Hess et de la figure de Rey.

Cependant, les statistiques montrent que les différences observées ne sont pas significatives. Les observations précédentes ne sont donc pas validées statistiquement. L'amélioration est identique entre les deux groupes.

Ainsi, l'efficacité de l'utilisation de notre matériel dans les conditions de notre étude n'a pu être démontrée.

2. Présentation d'un cas clinique

Max a 10 ans lorsque nous le recevons dans le cadre de notre étude. Il est actuellement en classe de CM1. Il est suivi en orthophonie depuis juin 2009, à la fin de son premier CP. Le premier bilan a mis en évidence un retard dans l'apprentissage de la lecture : Max est en effet non lecteur à la fin du CP, classe qu'il a, de ce fait, redoublé. Aucune difficulté logico-mathématique n'a été relevée. Il est actuellement suivi pour une dyslexie et une dysorthographe majeures.

Max est un enfant agréable qui montre de la bonne volonté lors de la première passation. Le contact est facile à établir et il ne semble pas impressionné par les épreuves. Il reste volontaire pendant toute l'étude et vient aux séances avec plaisir.

2.1. Passation 1

Lors de l'épreuve de planification, Max prend le temps d'observer le labyrinthe avant de commencer l'épreuve et ne fait aucune erreur. Il perd cependant du temps en agissant de cette façon mais ses résultats sont dans la norme des CM1 (-0,4 écarts-types).

La réalisation des constructions de cubes à partir d'un modèle représentant un système à trois dimensions, évaluée par l'épreuve des praxies constructives, est réussie, mais Max met trop de temps pour la première construction. Son score est de 0,93 écarts-types (Ect). Le premier temps le situe à -6,68 Ect et le second temps à -0,69 Ect.

Lors de l'épreuve de Guéritte-Hess, Max parvient à construire la figure en trois dimensions à partir du plan. Cependant, les symétries ne sont pas réussies et Max reproduit la même figure, légèrement inclinée.

Enfin, l'épreuve de la figure de Rey place Max dans la norme basse pour la copie avec modèle (-1,78 Ect) et la reproduction de mémoire (-1,28 Ect). Le type de fonctionnement de Max correspond à une type 4 pour la réalisation en copie et de mémoire. Max juxtapose les détails un à un, sans vision d'ensemble.

La feuille de passation des épreuves, le labyrinthe et les copie et reproduction de la figure de Rey de Max sont présentés en Annexe 6 (A24 à A31).

2.2. Utilisation du matériel

2.2.1. Séance 1 : Découvre le jardin magique

Lors de la première séance, Max doit réaliser la 4ème mission : « Crée le plus long chemin sans utiliser les diagonales (en ne marchant que sur les pierres grises). ». Il utilise toutes les pierres grises existantes et crée donc le chemin le plus long qu'il est possible de réaliser avec le jeu.

Pour la mission bonus, il doit « créer un jardin où la maison, les fleurs, l'arbre et la table sont isolés des autres lieux, mais liés tous ensemble par un chemin. ». Max commence par mettre les quatre lieux côte à côte. Il ne lui reste ensuite plus qu'à les réorganiser et faire pivoter certains d'entre eux pour que le passage soit possible.

Max s'approprie rapidement le matériel, même si nous devons lui rappeler à plusieurs reprises qu'il a aussi la possibilité de tourner les cases pour modifier le jardin. Pour le moment, Max fonctionne plus par essais-erreurs et nous devons verbaliser les différentes étapes existantes pour l'aider à s'organiser dans les tâches spatiales.

Max construit sans difficulté le même jardin que sur la carte « Construis ton jardin ! ». L'emplacement et l'orientation de chaque case sont respectés.

Pour la première comparaison de jardins, Max explique et modifie correctement le jardin.

Pour la carte du niveau 2, toutes les cases ont été modifiées. Max procède colonne par colonne, sans voir qu'il s'agit à chaque fois de la même modification. Nous lui montrons, en remettant le jardin comme sur la carte « Construis ton jardin ! », que c'est toute la ligne du bas qui a été déplacée en haut du jardin (carte n°7).

Enfin, pour le niveau 3, il doit refaire la carte n°10. Il explique sans difficulté les modifications à effectuer.

Max peut donc reproduire le jardin à partir de photos à une échelle réduite, comme le laissaient présager ses résultats à l'évaluation où il a réussi les deux épreuves de constructions (praxies constructives et prismes), quel que soit le modèle. Cependant, c'est l'organisation spatiale qui se met en place pour ce sujet dans ce jeu. Nous insistons sur les relations spatiales que Max ne perçoit pas

toujours, comme lors de la comparaison avec la carte n°7. Il serait intéressant d'avoir plus de temps pour insister sur les cartes de ce niveau.

2.2.2. Séance 2 : Joue dans le jardin magique

Lors de la deuxième séance, nous réalisons « Joue dans le jardin magique ! ». Max comprend bien la consigne et entre facilement dans la dynamique du jeu. Il utilise à bon escient les rotations et les échanges de cases pour arriver plus rapidement à l'emplacement souhaité. Il planifie donc son action et anticipe les modifications à apporter au jardin pour arriver à destination. Le déplacement sur le jeu à l'aide du dé ne pose pas de problème au sujet.

La double consigne du deuxième niveau « Range le jardin ! » est bien intégrée. Max affine sa stratégie pendant ce jeu et prend en compte les déplacements de son adversaire. En plus de planifier ses déplacements, il tente de ralentir l'avancée des autres en modifiant le jardin. Cependant, il ne perçoit pas que, quelquefois, les modifications qu'il effectue n'auront pas de réelles conséquences sur le jeu de son concurrent.

2.2.3. Séance 3 : Oriente-toi dans le jardin magique

Pour les cartes de niveau 1, Max parvient sans difficulté à se placer sur le jardin. Il réalise les cartes 18 et 1 sur le grand jardin, et les cartes 2 et 3 sur le petit jardin. La décentration est donc possible.

Pour les cartes de niveau 2, contenant des indices négatifs, Max est moins sûr de lui. Il exécute les cartes 1 et 2 sur le grand jardin et les cartes 3 et 4 sur le petit. Il se perd entre les diagonales et les lignes pour la réalisation de la carte 2. Il pense s'être bien placé par rapport au terrain de football se trouvant sur sa gauche, mais celui-ci devrait se trouver en diagonale à gauche. Les autres cartes sont réussies même si Max est plus en difficulté lorsqu'il manipule le personnage sur le petit jardin. La prise en compte des indices négatifs n'a pas réellement mis en difficulté Max.

Pour le troisième niveau, « Dis-moi où est ma place », Max comprend la consigne mais manque de précision. Il prend en compte les trois dimensions de l'espace et peut passer du plan à un système à trois dimensions. Cependant, il commet des erreurs et ne donne pas assez d'indices. A chaque fois, plusieurs emplacements sont possibles. Il ne prend pas en compte tous les possibles et est

donc en difficulté quand il faut guider des actions par le codage. En verbalisant les différentes étapes pour réussir l'exercice, Max parvient à créer une carte suffisamment complète.

2.2.4. Séance 4 : Souviens-toi du jardin magique

La dernière séance est axée sur la mémoire spatiale que nous avons évaluée avec la reproduction de mémoire de la figure de Rey. Max était en difficulté, ce travail peut donc lui permettre d'améliorer cette mémoire.

Le premier niveau, « Suis-moi dans le jardin ! », permet d'agrandir l'empan mnésique de déplacements. Max exécute l'exercice sans difficulté jusqu'à un empan de 4. Il serait intéressant de poursuivre l'exercice avec des empan plus importants.

Le deuxième niveau, « Sous le jardin, il y a... » fait intervenir la mémoire visuo-spatiale. Max est inquiet lorsque la consigne lui est donnée et cela lui semble impossible. Un temps de mémorisation assez long lui est accordé. Il place lui-même les objets sous le jardin afin de faciliter un apprentissage apparemment difficile et inquiétant pour lui. Au final, il ne commet qu'une seule erreur sur les quatre objets à retrouver de mémoire.

L'exercice « Méli-mélo dans le jardin ! » est réussi, que ce soit avec le modèle ou sans le modèle. Max est un peu lent, mais il utilise ce temps pour analyser la situation des objets les uns par rapport aux autres et percevoir la subtilité des photos présentées.

2.3. Passation 2

Lors de la deuxième passation de l'évaluation, Max observe le labyrinthe avant de tracer le chemin de l'épreuve de planification. Il est plus rapide que lors de l'évaluation initiale et ne fait pas d'erreur.

L'épreuve des praxies constructives est toujours réussie et Max met moins de temps qu'en septembre.

La construction de prismes en copie est réussie et plus rapide que la première fois. Max est maintenant capable d'effectuer la construction en symétrie par rapport au modèle, lorsque l'axe de symétrie est vertical. Quand l'axe de symétrie est horizontal, le sujet confond cela avec une symétrie centrale. Il se sent en difficulté et construit la figure comme sur le modèle pour ensuite la faire pivoter. Sa stratégie de

résolution est visible et nous permet de voir cette confusion entre symétrie centrale et symétrie axiale (avec axe horizontal).

Enfin, la figure de Rey est l'épreuve dans laquelle Max a le plus progressé. Il avait des difficultés sévères à recopier cette figure complexe et mélangeait les différents éléments qui la composent. La copie est maintenant plus précise et plus ordonnée, situant ainsi Max dans la norme des enfants de son âge. La reproduction de mémoire, très pauvre en septembre, s'est enrichie. Max restitue davantage d'éléments et surtout, la structure principale du modèle est mieux respectée. En effet, la copie de la figure correspond à un type 4 de fonctionnement, mais sa production de mémoire se rapproche d'un type 2. Max débute par le losange et le grand triangle accolé au rectangle, puis achève la réalisation du rectangle principal pour ensuite le compléter par les autres éléments (voir Annexe 6 : A26 et A30).

2.4. Conclusion du cas clinique

PLANIFICATION		PRAXIES CONSTRUCTIVES					
score Ect		temps (Ect) A		temps (Ect) B		score total (Ect)	
score Ect 1	score Ect 2	temps A1	temps A2	temps B1	temps B2	score total 1	score total 2
-0,4	0,26	-6,68	-0,41	-0,69	-0,48	0,93	0,92

PRISMES					
copie (0 échec 1 réussite)		symétrie droite		symétrie bas	
copie 1	copie 2	sym D 1	sym D 2	sym bas 1	sym bas 2
1	1	0	1	0	0

FIGURE DE REY			
score copie (Ect)		score reproduction (Ect)	
score copie 1	score copie 2	score reproduction 1	score reproduction 2
-1,78	0,66	-1,28	0,07

Comparaison des résultats des passations 1 et 2 de Max

Dans ce tableau apparaissent les résultats de Max lors de la première et de seconde passation des évaluations, pour chaque épreuve. Ainsi, il est facile d'observer les progrès de Max et de voir dans quels domaines ils sont plus importants. Nous pouvons donc conclure que Max a nettement progressé. Certaines

notions, abordées au sein du matériel « Espace jardin », se sont construites, alors que d'autres restent à approfondir.

Discussion

1. Rappel des résultats

En réalisant une étude longitudinale, nous avons pu mettre en évidence une amélioration des résultats pour les deux groupes entre les deux évaluations dans la plupart des épreuves.

L'analyse transversale a montré que le groupe témoin avait mieux progressé que le groupe test dans certaines épreuves, mais l'inverse a aussi été observé. Néanmoins, l'analyse statistique a prouvé que ces différences d'amélioration n'étaient pas significatives.

On ne peut pas conclure que notre matériel soit à l'origine de l'évolution des sujets tests, qui ont progressé de la même manière que les sujets témoins.

2. Critiques méthodologiques

2.1. Partie théorique

Piaget et Inhelder (1948) ont décrit de façon très précise le développement de la représentation de l'espace chez l'enfant. A part eux, peu d'auteurs se sont intéressés à cette question. C'est la raison pour laquelle nous n'avons pas pu exposer plus de points de vue sur le sujet.

Il existe peu de recherches et documentations concernant les conséquences des difficultés spatiales au quotidien. Nous avons principalement utilisé l'ouvrage de De Lièvre et Staes (2000) pour répondre à cette partie mais avons été limitées dans notre choix.

De même, l'une des seules références que nous ayons trouvée sur la prise en charge de ces difficultés est l'ouvrage de Jaulin-Mannoni (1965). Ainsi, nous nous sommes aussi appuyées sur le développement normal de la représentation de l'espace chez l'enfant et la description des troubles des notions spatiales pour créer notre matériel.

Pourtant, comme nous l'avons décrit, les difficultés spatiales sont bien présentes dans plusieurs pathologies que l'on rencontre en orthophonie. Des recherches plus approfondies sur ce sujet seraient utiles à la profession.

2.2. Organisation pratique

2.2.1. Organisation générale

L'idée de tester un nombre relativement important d'enfants s'inscrit dans la volonté de résultats concrets et rigoureux quant à l'éventuelle évolution de ces sujets. Ainsi, la démarche initiale était de créer deux groupes de patients pathologiques au niveau des notions spatiales. Un premier test servirait à mettre en relief leurs difficultés. Un des deux groupes utiliserait par la suite le matériel créé. Enfin, tous les sujets seraient de nouveaux testés, avec les mêmes épreuves, afin de comparer leur évolution.

Nous voulions débiter les tests dès juin 2012, mais la durée des vacances d'été aurait pu constituer un biais dans les résultats. C'est pourquoi nous avons réalisé les premiers tests en septembre 2012. Afin de respecter le délai théorique des 6 mois entre deux passations de tests identiques, nous voulions effectuer la deuxième série de tests en mars 2013. Cependant, les vacances scolaires se trouvaient à cette période et nous ne pouvions pas retarder la date, afin de conserver un temps raisonnable d'analyse des résultats. Nous avons donc testé les enfants une seconde fois fin février 2013, laissant un délai de 5 mois et demi entre la première et la seconde évaluation.

Pour trouver notre population, nous avons cherché dans la bibliographie les pathologies parmi lesquelles nous pouvions rencontrer des difficultés d'ordre spatial. Nous avons découvert que celles-ci pouvaient être présentes dans de nombreuses pathologies rencontrées en orthophonie. Comme il n'y a pas que dans le domaine logico-mathématique que l'on trouve des troubles spatiaux, nous avons ouvert notre étude à tous les patients se situant dans les critères définis auparavant, sans prendre en compte la pathologie pour laquelle ils étaient suivis en orthophonie.

Pour rencontrer les 16 sujets tests, nous avons besoin de 15 jours. Les passations n'étant pas le seul travail à effectuer pour notre mémoire, nous avons décidé d'espacer chaque séance d'environ un mois. Ainsi, nous ne pouvions réaliser que quatre séances par enfant pour tester notre outil. Il a fallu s'adapter à ce temps réduit et, même si chaque enfant a joué à toutes les étapes de notre matériel, nous avons réparti les items entre les sujets. Par exemple, tous les enfants ont fait le jeu

des missions, toutes les missions ont été testées mais chaque enfant n'a réalisé que 3 ou 4 missions, en fonction du temps disponible, alors que c'est un matériel qui demanderait un temps de manipulation et de recherches d'idées plus important.

2.2.2. Choix des épreuves d'évaluation

Diverses difficultés ont été rencontrées concernant les évaluations initiale et finale. En effet, il n'existe pas de tests évaluant uniquement les notions spatiales telles qu'elles nous intéressent, c'est-à-dire l'orientation, l'organisation spatiale, la situation spatiale, etc. Trouver des tests correspondant à tous les âges des sujets de notre étude s'est révélé être une tâche complexe. Nous avons finalement opté pour un ensemble d'épreuves plutôt qu'un test unique. Comme tous les matériels d'évaluation, ceux que nous avons sélectionnés présentent quelques imperfections.

Les deux épreuves de l'EDA que nous avons utilisées (Billard et Touzin, 2011) ne contiennent que peu d'items. De ce fait, les scores obtenus sont à relativiser. De plus, les épreuves que nous avons choisies sont étalonnées uniquement pour les enfants scolarisés du CP au CM1. Nous avons tout de même ouvert notre étude aux CM2 et 6ème qui ont obtenu des scores faibles en utilisant la cotation des CM1. En effet, en étant sous la norme des CM1, nous avons supposé que ces enfants de CM2 et 6ème le seraient d'autant plus avec une cotation correspondant à leur niveau scolaire.

L'épreuve de Guéritte-Hess (Bacquet et Guéritte-Hess, 1996) permet principalement une évaluation qualitative en observant les stratégies utilisées par l'enfant. L'appréciation de l'évolution de chaque enfant et la comparaison entre les deux groupes sont alors moins précises que pour les autres épreuves. Nous avons utilisé un système binaire pour rendre compte des résultats à chaque étape de ce test : celle-ci est réussie ou échouée, sans possibilité d'intermédiaire.

La figure de Rey (Rey, 1960, Wallon et Mesmin, 2009) permet d'explorer les capacités d'analyse perceptive et de mémoire visuelle. L'étalonnage est précis concernant la copie, la reproduction et la vitesse de production. Cependant, les difficultés graphiques peuvent influencer les résultats. Notre objectif n'est pas d'évaluer le graphisme mais nous devons prendre en compte les difficultés de

certaines enfants, comme les dyspraxiques, dans ce domaine et nuancer leurs résultats.

De plus, nous avons pris la décision de ne pas exploiter les temps de production des enfants. La rapidité ou la lenteur de production ne semble pas donner une réelle indication sur les compétences des sujets. Dans la cotation utilisée dans ce mémoire, un temps élevé place les enfants parmi les sujets les plus performants. Pourtant, une bonne réalisation lente n'est pas forcément positive et peut refléter un fonctionnement de copie, en terme à terme, sans vision d'ensemble. Ces enfants juxtaposent les éléments les uns à côté des autres, ce que ne font pas les sujets les plus performants. Par ailleurs, dans la cotation utilisée, un temps court place les enfants parmi les sujets les moins performants, car leur précipitation met en relief leurs difficultés. Cependant, certains sujets sont rapides et efficaces, car ils ont acquis toutes les compétences nécessaires à la réalisation de cette épreuve, et ne devraient pas être considérés comme moins performants.

L'analyse du type de réalisation de la figure, en reproduction et de mémoire, permet de mettre en relief certains modes de fonctionnements pathologiques. Nous ne l'avons pas incluse dans l'étude statistique car c'est une donnée difficile à exploiter. Nous avons tout de même observé le type de fonctionnement de chaque enfant et nous avons présenté celui de Max, dans l'étude de cas clinique.

2.3. Matériel créé

2.3.1. Conception du matériel

Nous voulions créer un matériel de rééducation dans le domaine logico-mathématique. Après discussions avec nos maîtres de stage, un manque d'outils destinés aux notions spatiales a été constaté. Nous avons commencé nos recherches théoriques sur le sujet et avons été étonnées du peu d'ouvrages existants. Nous avons entrepris la lecture de « La représentation de l'espace chez l'enfant » (Piaget et Inhelder, 1948) et nous avons pensé concevoir un matériel sur les rapports topologiques. Cependant, en étudiant les jeux existant dans le commerce, nous avons pris conscience qu'il y avait déjà des outils ciblant cela.

Nous avons donc poursuivi nos recherches dans le domaine spatial et nous avons découvert une notion centrale dans nos lectures : le rôle du corps dans le développement de la représentation de l'espace et la prise en charge des difficultés

pouvant en découler. Cette étude a abouti à la création d'un matériel visant à développer l'orientation spatiale et la perception du corps dans l'espace mais cela semblait insuffisant et nous avons approfondi nos recherches afin que notre outil soit plus complet.

La réalisation artisanale du matériel a engendré quelques défauts si l'outil avait été créé par des professionnels. Nous notons notamment que certains lieux du jardin étaient difficilement représentables vus du dessus, comme l'arbre, la niche, la balançoire. D'autres lieux étaient difficilement représentables vus de face, tels que le terrain de foot, la piscine, le potager. Des dessinateurs professionnels auraient certainement pu uniformiser le point de vue des lieux du jardin, ce qui nous paraît essentiel dans un jeu abordant l'espace. Nous voulions réaliser l'intégralité des dessins vus du dessus afin que la rotation des cases n'engendre pas d'incohérence comme un arbre ayant le tronc au-dessus de ses branches, à l'envers.

De plus, la conception du jardin en trois dimensions aurait pu être intéressante dans le développement de la représentation spatiale de l'enfant mais s'est révélée difficilement réalisable.

Comme nous l'avons évoqué, l'aspect ludique est important. Nous proposons d'étoffer l'histoire du jeu afin d'avoir davantage de cohésion entre chaque activité. Ainsi, le grand et le petit jardins sont la propriété du gardien et de la gardienne (les deux personnages). Ces derniers ont besoin de l'aide de l'enfant pour gérer ce jardin capricieux et lui donnent les consignes de chaque jeu. Ils peuvent le récompenser au moyen de pièces d'or et d'argent à ranger dans le coffre. Libre à l'orthophoniste d'utiliser ou non les pièces, en fonction de l'âge de l'enfant et de l'intérêt qu'il porte à ces récompenses. Lors de notre étude, certains sujets étaient très motivés par l'envie de remplir le coffre alors que d'autres se contentaient de leur réussite et délaissaient cette récompense. Un livret amélioré a été conçu et est fourni avec le matériel afin de présenter plus précisément l'histoire.

Nous pouvons classer les différentes activités de notre matériel en deux types : les premières se situent dans la découverte d'une notion, ici l'espace, tandis que les secondes se placent davantage dans le domaine de l'entraînement de cette notion. Ce type de matériel ne peut pas suffire à intervenir sur une notion et il est important d'inclure, par la suite, des activités de transfert afin que les acquis réalisés puissent s'étendre à la vie quotidienne. Cet aspect n'étant pas l'objet de notre mémoire et par

manque de temps, notre outil ne propose pas de telles activités. Une extension du jeu « Espace jardin » pourrait être créée dans cet objectif.

2.3.2. Utilisation du matériel

Un usage plus régulier que celui que nous avons eu de notre matériel nous semble plus approprié, ainsi qu'une augmentation du nombre de séances. Nous n'avons pu en effectuer que quatre, ce qui nous semble insuffisant. Maintenant que le matériel est créé, il pourrait être intéressant que l'expérimentation de ce matériel soit poursuivie afin de tester de façon plus approfondie le jeu et constater son éventuelle incidence. Les résultats auraient peut-être été plus significatifs avec une utilisation plus intensive de l'outil.

Au lieu d'effectuer une séance de 30 minutes une fois par mois, il paraît plus judicieux d'utiliser une partie du jeu sur un temps plus court, mais plus régulièrement (toutes les semaines ou tous les 15 jours par exemple).

De plus, le contexte du mémoire nous a obligées à n'utiliser, à chaque séance, qu'une petite partie de tous les exercices proposés. L'outil présentant une réelle progression avec des niveaux plus complexes que d'autres, il faudrait rester plus de temps sur un exercice. Cela permettrait que la notion travaillée soit assimilée, avant de passer à un niveau supérieur.

Le matériel présente surtout une grande mobilité d'utilisation car il permet de créer de nombreux cas possibles ou impossibles, ce qui diffère d'un apprentissage « plaqué ». Pour exploiter cette richesse, il est nécessaire d'avoir un temps d'utilisation plus long.

Il est également possible de n'utiliser que les étapes ayant pour objectifs les points qui mettent en difficulté le patient. Lors de notre étude, nous avons évalué et suivi des enfants qui présentaient des profils très différents au niveau de leurs compétences spatiales. Pourtant, nous avons réalisé exactement les mêmes exercices avec chacun d'eux, dans le but de tester l'intégralité du matériel.

Au fur et à mesure de l'utilisation de notre outil avec les sujets, nous nous sommes rendu compte de modifications qu'il serait judicieux d'effectuer. Ce que nous avons présenté auparavant est le jeu tel que nous l'avons utilisé. Nous pouvons noter qu'il est plus pertinent que les séances initiales et finales restent dans cette position, mais les séances intermédiaires peuvent être interverties. En effet, la

première séance permet, en plus de ses objectifs rééducatifs, une découverte et une appropriation du matériel et de son fonctionnement. La dernière séance étant une étape de mémorisation et de conceptualisation, elle serait moins profitable aux enfants en la présentant avant le travail plus corporel et plus concret des séances 2 et 3.

Après chaque séance de test du matériel, nous avons noté quelques critiques qualitatives à son sujet que nous allons exposer. Celles-ci ont donné lieu à la création d'un deuxième livret de consignes présentant le jeu avec les modifications proposées ci-après.

2.3.2.1. Séance 1 : Découvre le jardin magique

Lors de cette étape, les enfants découvrent le matériel et son fonctionnement. Souligner davantage l'imaginaire du jeu leur permettrait de mieux comprendre le but de celui-ci.

Le jardin doit conserver une forme carrée tout au long du jeu, ce qui était difficile à comprendre pour certains sujets. Nous pensons donc insister sur ce point, dans la règle du jeu, pour que les utilisateurs soient attentifs à la difficulté qu'ont certains enfants à prendre en compte l'invariabilité de la forme générale du jardin.

Concernant le niveau 1 (« Missions dans le jardin »), les missions bonus ont été créées pour introduire des contraintes plus importantes dans les missions. Après utilisation du matériel, nous nous sommes rendu compte que la différence était parfois fine. Il serait plus judicieux de trier les missions par difficultés afin que les missions bonus correspondent à des missions plus complexes. Ainsi, l'enfant devra réussir toutes les missions avant d'accéder aux missions bonus. Une meilleure répartition est donc à faire entre les missions « normales » et les missions bonus.

De plus, il est possible de proposer à l'enfant d'inventer, à son tour, des consignes. Celui-ci doit se représenter les actions qu'il faudra réaliser pour remplir la mission qu'il aura créée, et anticiper les difficultés que l'autre joueur pourrait rencontrer.

Pour le niveau 2 (« Enquête dans le jardin »), il pourrait être intéressant d'ajouter une étape au cours de laquelle l'enfant choisirait une photo et la décrirait à l'orthophoniste qui devrait réaliser le jardin en suivant les consignes de l'enfant.

2.3.2.2. Séance 2 : Joue dans le jardin magique

Selon les enfants, le temps dont nous disposions pour cette étape était parfois insuffisant, et nous aurions aimé poursuivre la séance pour que ceux-ci puissent manipuler plus longuement le matériel. Cependant, nous étions limitées dans le nombre de séances et nous ne pouvions pas prendre plus de 30 minutes pour celle-ci. Dans un contexte de rééducation, l'orthophoniste peut prendre le temps nécessaire et ainsi utiliser de façon plus approfondie les différents jeux.

Nous avons encore une fois remarqué qu'il fallait particulièrement insister sur la forme carrée du jardin. En effet, certains enfants tournaient les cases dont les chemins étaient en diagonale pour que cela devienne des chemins horizontaux et verticaux. Conserver la forme carrée du jardin complexifie la tâche à réaliser et l'enfant doit pouvoir faire une analyse plus fine du tout. Cela diffère d'un fonctionnement en successif où il peut traiter chaque partie en tâtonnant, sans vision d'ensemble. Il est important d'insister sur la forme du jardin afin d'obliger l'enfant à adopter une vision plus globale.

Pour le niveau 2 « Range le jardin », l'enfant doit remettre dans la pioche l'objet qu'il vient de ranger et peut avoir à le ranger de nouveau lors de la partie. Ceci n'est pas tout à fait cohérent et peut être incompris par certains enfants. Nous proposons donc de d'ajouter trois objets, afin d'avoir autant d'objets que de lieux.

2.3.2.3. Séance 3 : Oriente-toi dans le jardin magique

Pour le 3ème niveau (« Dis-moi où est ma place »), plusieurs enfants ont spontanément placé le personnage sur la case du milieu (le potager) pour pouvoir remplir entièrement la carte. En plaçant le personnage à cet endroit, le sujet n'a aucun travail d'orientation à effectuer et il a juste besoin de faire correspondre les objets aux emplacements tels qu'il les voit. Il faudrait lui interdire de placer le pion sur cette case. L'enfant doit imaginer le point de vue du personnage pour remplir la carte. Il serait intéressant de réaliser cette étape à 3 : une personne place le personnage, une personne remplit la carte et une troisième se positionne en fonction des indications données. Nous pouvons aussi ajouter qu'il est difficile de cacher le personnage et le petit jardin au joueur qui doit se placer au seul moyen de la carte compléter.

2.3.2.4. Séance 4 : Souviens-toi du jardin magique

Concernant le niveau 1 (« Suis-moi dans le jardin »), les empan prévus au départ nous semblent insuffisants. En effet, les trajets les plus courts ont tous été réalisés sans erreur. Lorsque l'empan est plus long, des difficultés apparaissent. Il serait intéressant de prévoir des empan de 5 et de 6, en suivant la même progression. Ainsi, le matériel permettrait un travail plus intense de mémorisation.

Pour le niveau 2, « Sous le jardin, il y a... », nous n'avons pas pris en compte dans ce jeu, lors de l'utilisation du matériel, la différence d'empan existant entre les enfants de notre population : l'empan mnésique d'un enfant de 6 ans n'est pas le même que celui d'un enfant de 12 ans. Cet écart est pourtant réel et il nous semble que c'est à l'orthophoniste d'adapter, selon les possibilités de chaque enfant, le nombre d'objets à mémoriser et à l'augmenter en conséquence. Le but est alors de partir de l'empan de l'enfant et l'augmenter en exerçant sa mémoire par le biais de ce jeu.

Le dernier niveau (« Méli-mélo dans le jardin ») a davantage mis les sujets en difficulté, même pour la copie des photos. Certains n'ont pas immédiatement perçu les superpositions des cases et n'ont pas prêté attention à l'orientation des objets. Ce niveau nous paraît intéressant et nous pensons qu'il serait profitable de laisser aux enfants le temps d'utiliser toutes les photos. Chacune d'elles présente des subtilités différentes et il faut laisser les sujets découvrir ces détails par eux-mêmes.

3. Discussion des résultats et validation des hypothèses

Notre hypothèse initiale était que l'utilisation du matériel créé dans ce mémoire permettrait d'améliorer les compétences spatiales des enfants de 6 à 12 ans. Suite à l'analyse statistique des résultats obtenus aux deux évaluations, notre hypothèse de départ a été réfutée.

En effet, les tests statistiques utilisés ne mettent pas en évidence de différence significative dans l'amélioration des résultats entre les groupes test et témoin. Chacun des groupes semble avoir une évolution relativement semblable. Notre outil n'aurait donc pas eu d'efficacité notable. L'évolution observée pourrait être spontanée ou en lien avec la rééducation orthophonique habituelle. Nous allons donc tenter de trouver des explications au manque d'influence de notre outil sur la progression des enfants.

Les différents éléments cités précédemment dans la discussion ont pu avoir une influence sur les résultats de notre travail.

Le manque de recherches sur la rééducation de la représentation de l'espace nous a empêchées d'appuyer la conception de notre matériel sur un plus grand nombre de travaux.

Des tests plus précis et plus révélateurs que ceux que nous avons choisis auraient peut-être mis en évidence plus de différences entre les deux groupes.

Dans les modalités d'utilisation du matériel présentées précédemment, avec un nombre plus important de séances, une fréquence plus élevée et une exploitation complète de l'outil par chaque enfant, une évolution plus marquée aurait peut-être été observée.

Les suggestions que nous avons faites concernant l'outil en lui-même pourraient contribuer à une amélioration des performances des sujets.

Enfin, comme nous l'avons évoqué précédemment, un suivi plus personnalisé et adapté aux difficultés du patient serait bénéfique.

En plus des modifications citées ci-dessus, d'autres facteurs sont à prendre en compte. Le contexte du mémoire nous oblige à travailler avec des patients que nous

ne connaissions pas auparavant. Il faut donc considérer l'attitude réservée de certains enfants face à de nouvelles personnes. Un temps d'adaptation a été nécessaire afin de s'habituer l'un à l'autre. Malgré les quelques indications de leur orthophoniste, il a fallu trouver le meilleur moyen d'aider et de guider chaque enfant au cours des séances. Avec davantage de séances ou lors d'une rééducation classique, nous aurions eu le temps de trouver des aides peut-être plus efficaces et plus adaptées à chacun d'eux.

Par ailleurs, un nombre plus important d'enfants dans l'étude aurait permis d'être plus représentatif dans les résultats statistiques. Ainsi, nous aurions eu une conclusion moins nuancée et plus tranchée à propos de l'efficacité du matériel créé.

4. La prise en charge des notions spatiales en orthophonie

L'utilisation de ce matériel en orthophonie pose la question de la prise en charge de l'espace. Doit-on considérer les troubles spatiaux comme une pathologie associée ou comme des difficultés appartenant au tableau symptomatique de la pathologie générale (dyslexie, dyscalculie, dyspraxie, etc.) ?

Si on estime qu'il s'agit de deux pathologies différentes, ne devrait-on pas les prendre en charge de manière distincte ? Il n'existe cependant pas de libellé correspondant à l'espace dans la nomenclature. Ceci peut se justifier avec les apports de la théorie sur les troubles spatiaux. Aucun ouvrage ne présente de pathologie de l'espace mais ils décrivent des difficultés spatiales différentes en fonction du diagnostic orthophonique. Il semble alors plus approprié de destiner certains moments de la rééducation à cet aspect.

Ces questions restent en suspens car l'espace est un sujet peu abordé en orthophonie. D'ailleurs, la formation des orthophonistes délivre peu de connaissances sur ce thème. Des recherches plus approfondies pourraient être bénéfiques afin de mettre en relief, par exemple, que l'amélioration des compétences spatiales pourrait éventuellement réduire les difficultés de lecture chez les dyslexiques. La même interrogation se pose pour toutes les pathologies dans lesquelles on observe des troubles d'ordre spatial.

Quoi qu'il en soit, les compétences spatiales sont rarement évaluées en orthophonie. Nous avons d'ailleurs relevé des difficultés insoupçonnées dans ce domaine chez des patients suivis en orthophonie.

On ne trouve que peu de recherches sur l'espace en orthophonie, car ce domaine peut être attribué à la psychomotricité. Pourtant, comme nous l'avons évoqué, nous retrouvons des difficultés d'ordre spatial dans plusieurs pathologies orthophoniques. L'existence d'un matériel adapté à la prise en charge de ces difficultés en orthophonie est nécessaire. Cependant, les compétences de l'enfant au niveau de son schéma corporel et de ses déplacements dans l'espace servent d'appui à notre intervention sur la représentation de l'espace. C'est pourquoi, dans certains cas, une prise en charge parallèle en psychomotricité nous semble indiquée,

lorsque les difficultés spatiales du patient se situent en amont, au niveau corporel. Si les difficultés sont uniquement présentes au niveau de la représentation de l'espace, une prise en charge orthophonique est plus adaptée.

Conclusion

L'outil que nous avons créé, « Espace jardin », ne s'est pas révélé être une aide pour les enfants l'ayant utilisé. En effet, nous n'avons pas constaté, au niveau statistique, de différence significative de progrès entre les deux groupes lors de la deuxième évaluation. Une étude de cas a cependant permis de relever qualitativement des améliorations dans certaines épreuves, que nous pouvons relier à des activités proposées par le matériel. Nous avons évoqué plusieurs éléments pouvant expliquer ces résultats. Nous avons également présenté des suggestions de modifications à effectuer.

Au-delà de cela, la réalisation de ce mémoire nous a apporté des connaissances sur le développement de la représentation de l'espace, sur la création d'un matériel de rééducation et sur les modalités de prise en charge de troubles associés en orthophonie.

La création d'un matériel de rééducation pour enfants est un travail fastidieux. En effet, il est important de définir des objectifs rééducatifs précis et cohérents, de créer un univers ludique et accessible à tous. L'outil doit être réalisable et manipulable relativement facilement. Il est intéressant de proposer une progression permettant une utilisation du matériel aux différents stades de la rééducation. C'est ce à quoi doit tendre un véritable outil de rééducation, sans s'apparenter à une vérification des connaissances. Celui-ci doit aussi, avant toute chose, être original et se différencier des autres matériaux déjà existants. Pour cela, il nous semble essentiel de choisir des objectifs peu abordés dans les jeux du commerce ou d'utiliser de nouvelles techniques et/ou approches rééducatives.

Un matériel de rééducation doit s'appuyer sur des données théoriques découvertes lors de recherches approfondies sur un domaine précis et évaluées par des analyses statistiques. De plus, les conditions d'utilisation de celui-ci n'étaient pas des plus favorables. Suite à ce constat, nous avons pu extraire de notre étude des critères semblant favoriser une meilleure amélioration du domaine de rééducation ciblé. Ce matériel doit être adapté à chaque enfant et exploité avec souplesse et dynamisme par l'orthophoniste afin que l'enfant acquière progressivement, dans le plaisir, les compétences ciblées.

Enfin, le rôle de la représentation de l'espace semble primordial pour le développement de l'enfant et pour la construction de ses compétences cognitives. Cela fait, entre autres, partie des pré-requis au développement du langage oral et du langage écrit. Il nous paraît important que ce soit le centre d'intérêt de plus de

recherches afin d'étayer nos connaissances sur le sujet et sur les techniques orthophoniques possibles. Ainsi, l'espace pourrait constituer un domaine plus souvent pris en compte en orthophonie. Un travail rééducatif spécifique à l'espace permettrait peut-être une amélioration des difficultés globales des patients présentant des troubles spatiaux associés à leur pathologie principale.

Bibliographie

- AKIKI J (1988). La détérioration du schéma corporel et son rapport avec le retard scolaire et la dyslexie. *Annales de philosophie et des sciences humaines*. 2 : 168-171
- ALEGRIA J, BARREAU H, BARUK S, BOUCHARÉINE P, CHARLES D, CICCOTTI G, DARRISCH H, IMBERT M, ITEANU A, LEVY-LEBLOND J.M, MIGNORD F, MILNER J.C, MORAIS J, MOSCOVICI S, OMNES R, NINIO J, ROGER J, ROSMORDUC J, TERRIEN J, interrogés par NOËL E (1983). *L'espace et le temps aujourd'hui*. Paris : Edition du Seuil
- BACQUET M, GUERITTE-HESS B (1996). *Le nombre et la numération*. Montreuil : Editions du Papyrus
- BADDELEY A.D (1986). *Working memory*. Oxford : Oxford University Press
- BADDELEY A.D (1992). Is working memory working ? The fifteenth Bartlett lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A : 1-31
- BADDELEY A.D (2000). The episodic buffer : a new component of working memory ? *Trends in Cognitive Sciences*, 4 : 417-423
- BADDELEY A.D, HITCH G.J (1974). Working memory. In : BOWER G (Ed.). *The psychology of learning and motivation : Advances in research and theory*, 8 : 47-89
- BELLICHA I, GRISON S (1998). *Découvrir les formes géométriques avec les 5/6 ans*. Lassay-les-Châteaux : Nathan Pédagogie
- BERTHOZ A, PAQUOT T (2009). Un cerveau dans l'espace : Interview d'Alain Berthoz par Thierry Paquot. *URBANISME Villes-Sociétés-Cultures*, 368
- BIDEAU J, MELJAC C, FISCHER J.P (1991). *Les chemins du nombre*. Lille : Presses universitaires de Lille
- BILLARD C, TOUZIN M (2011). *Évaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages de l'enfant*. Isbergues : Ortho Edition
- BOREL-MAISONNY S (1985). *Langage oral et écrit. Tome 1, Pédagogie des notions de base*. Paris : Delachaux et Nestlé
- BOULE F (1979). *Espace et géométrie de 3 à 11 ans*. Lyon : Cedic-Nathan
- BRAZEAU-WARD L (2000). *La dyslexie*. Ottawa : Centre canadien de la dyslexie
- BRIN F, COURRIER C, LEDERLE E, MASY V (2004). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Ortho Edition
- BURGESS N (2002). The hippocampus, space, and viewpoints in episodic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55 (4) : 1057-1080
- CLAIRET-COLARUOTOLO F (2007). *La chambre de Léa*. Chelles : Atelier de l'oiseau magique
- CLEMENT G, FRAYSSE M.J, DEGUINE O (2009). Mental representation of space in vestibular patients with otolithic or rotatory vertigo. *NeuroReport*, 20 : 457-461

- COELLO Y, CASALIS S, MORONI C (2005). *Vision, espace et cognition : fonctionnement normal et pathologique*. Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion
- CROUAIL A (2008). *Rééduquer dyscalculie et dyspraxie*. Issy-les-Moulineaux : Masson
- DE LIEVRE B, STAES L (2000). *La psychomotricité au service de l'enfant : notions et applications pédagogiques*. Bruxelles : De Boeck
- DE MAISTRE M (1970). *Dyslexie, dysorthographe*. Paris : Editions universitaires
- DUMONT A (2001). *Mémoire et langage : surdité, dysphasie, dyslexie*. Paris : Masson
- FAYOL M (1990). *L'enfant et le nombre*. Paris : Delachaux & Niestlé
- FEUILLERAT B (2006). L'organisation spatiale chez les enfants handicapés moteurs. *Enfances & Psy*, 33: 48-56
- GOMEZ A (2011). *Rôle de la mise à jour égocentrée dans la mémoire épisodique*. Thèse en sciences cognitives, psychologie et neurocognition, Université de Grenoble
- HABIB M, NOËL M.P, GEORGE-PORACCHIA F, BRUN V (2011). *Calcul et dyscalculies : des modèles à la rééducation*. Issy-les-Moulineaux : Masson
- HATWELL Y (2006). Appréhender l'espace pour un enfant aveugle. *Enfances & Psy*, 33 : 69-79
- HOUZEL D (2006). L'enfant autiste et ses espaces. *Enfances & Psy*, 33 : 57-68
- JARICOT B (2006). Du corps à corps à sa propre verticalité. *Enfances & Psy*, 33 : 80-91
- JAULIN-MANNONI F (1965). *La rééducation du raisonnement mathématique*. Paris : Les éditions sociales françaises
- JEFFERY K.J, DONNETT J.G, BURGESS N, O'KEEFE J.M (1997). Directional control of hippocampal place fields. *Experimental Brain Research*, 117 (1) : 131-142
- KOPPEL H (1992). *Difficultés en mathématiques – Evaluation et rééducation*. Montreuil : Editions du Papyrus
- LESAGE B (2006). Naître à l'espace – Prémices d'une clinique élargie. *Enfances & Psy*, 33 : 113-123
- LOGIE R.H, MARCHETTI C (1991). Visuo-spatial working memory : visual, spatial or central executive ? In : Logie R.H, Denis M (Eds.). *Mental images in human cognition*, 105-115

- MASSAS L (2006). « *Je suis dans le cerceau...* » - *Vivre l'espace en cycle I pour le structurer*. Mémoire professionnel d'Institut Universitaire de Formation des Maîtres. Aix-en-Provence
- MAZEAU M (1996). *Déficits visuo-spatiaux et dyspraxies de l'enfant*. Issy-les-Moulineaux : Masson
- MAZEAU M (1999). Aspects cliniques des dyscalculies chez l'enfant. *Rééducation orthophonique*. 199. 113-129
- MAZEAU M (2005). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages : du symptôme à la rééducation*. Issy-les-Moulineaux : Masson
- MAZEAU M, LE LOSTEC C (2010). *L'enfant dyspraxique et les apprentissages – Coordonner les actions thérapeutiques et scolaires*. Issy-les-Moulineaux : Masson
- O'KEEFE J, NADEL L (1978). *The Hippocampus as a Cognitive Map*. Oxford : Clarendon Press
- OLIVIER J.C, VARVARAIS D (2004). *Jeux d'orientation avec les 5/6 ans*. Lassay-les-Châteaux : Nathan Pédagogie
- PECHEUX M.G (1990). *Le développement des rapports des enfants à l'espace*. Paris : Editions Nathan Université
- PHILBECK J.W, BEHRMANN M, LEVY L, POTOLICCHIO S.J, CAPUTY A.J (2004). Path integration deficits during linear locomotion after human medial temporal lobectomy. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16 (4) : 510-520
- PIAGET J, INHELDER B (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses Universitaires de France
- REY A (1960), WALLON P, MESMIN C (2009). *Test de la Figure Complexe de Rey*. Paris : Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée
- ROULIN J.L, MONNIER C (1994). A la recherche du calepin visuo-spatial en mémoire de travail. *L'année psychologique*, 94-3 : 425-460
- ROUSSEAU T (2004). *Approches thérapeutiques en orthophonie. Tome 2, Prise en charge orthophonique des troubles du langage écrit*. Isbergues : Ortho Edition
- SAUSSURE F (1969). *Cours de linguistique générale*. Paris : Editions Payot
- TASSET J.M (1972). *Notions théoriques et pratiques de psychomotricité*. Québec : Le Sablier
- VAYER P, DUVAL A, RONCIN C (1991). *Une écologie de l'école, dynamique des structures matérielles*. Paris : Presses Universitaires de France
- WORSLEY C.L, RECCE M, SPIERS H.J, MARLEY J, POLKEY C.E, MORRIS R.G (2001). Path integration following temporal lobectomy in humans. *Neuropsychologia*, 39 (5) : 452-464

Liste des annexes

Liste des annexes :

Annexe n°1 : Tests utilisés lors des deux évaluations

Annexe n°2 : Livret de consignes

Annexe n°3 : Présentation du matériel de base

Annexe n°4 : Photographies de quelques réalisations de « Missions dans le jardin »

Annexe n°5 : Tableau récapitulatif des sujets et de leurs résultats

Annexe n°6 : Cas clinique