

Université de Toulouse
Faculté de Médecine de Toulouse Rangueil
Institut de Formation en Psychomotricité

Rééducation de la visuoconstruction :

travail conjoint des déplacements simulés et de la
représentation spatiale

Par le jeu « Ballade au village »

Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Psychomotricien

Juin 2011

BRANGER NATHALIE

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier plusieurs personnes, qui m'ont aidé tout au long de cette recherche :

Mme Miermon, pour avoir accepté d'être ma maitre de mémoire,

M. Albaret, pour sa documentation,

M. Aubert, pour sa relecture et conseils précieux,

Mme Noack, pour l'abondance de ses informations, la richesse de ses questionnements et ses conseils avisés,

Mme Cancel, ma maitre de stage, pour sa patience et ses conseils,

ainsi que les enfants qui ont participé à ce travail.

Enfin, merci à mes proches et tout particulièrement Niki et Jérémy, pour leurs relectures et conseils utiles à l'organisation et élaboration de ce travail.

SOMMAIRE

Introduction 7

PARTIE THEORIQUE 10

LA VISUOCONSTRUCTION 11

I. Aperçu historique et définition 11

A. Historique..... 11

B. Définitions..... 11

II. Composants et facteurs 12

III. Ontogenèse 14

IV. Neuroanatomie 15

V. Le modèle de Van Sommers 16

**APPROCHE DE LA NOTION SPATIALE : DE LA CONSTRUCTION AUX
DEPLACEMENTS**..... 21

I. Quelques définitions 21

A. L'espace 21

B. Les systèmes de référence..... 22

C. La notion d'échelle 23

D. Les repères de déplacement 24

E. L'orientation spatiale 24

II. La construction de l'espace 24

A. Importance des déplacements 24

B. Importance du langage 25

III. La représentation et l'intégration des déplacements 26

IV. Intervention des hémisphères cérébraux dans les phénomènes spatiaux	28
LA NOTION DE REPRESENTATION SPATIALE	29
I. L'image mentale	30
A. Définitions.....	30
B. Développement de l'image mentale.....	31
II. Neuroanatomie : image et perception.....	32
III. La représentation mentale de l'espace : la représentation spatiale.....	34
A. Définitions et développement	34
B. Facteurs, distorsions et évaluation dans la représentation spatiale	36
IV. Représentation spatiale et textes spatiaux	37
A. Les modèles mentaux spatiaux	37
B. Expérimentations	38
LA MEMOIRE DE TRAVAIL	40
I. Deux modèles particuliers de la mémoire de travail.....	40
A. Le modèle de la mémoire de travail, Baddeley (1974, 1986).....	41
B. Le modèle de la mémoire de travail visuospatiale, Logie (1995).....	41
II. La part de l'émotion : « marqueur de traces » et « intégratrice ».....	42
PROBLEMATIQUE.....	44
 <i>PARTIE PRATIQUE</i>	46
PARTIE EMPIRIQUE	47
I. Introduction du travail réalisé	47
II. La population.....	51
A. Mathilde	52

B.	Maud	52
C.	Julia	53
III.	Le bilan.....	54
A.	Les praxies visuoconstructives.....	55
B.	La latéralité et la réversibilité : le Piaget-Head.....	56
C.	L'orientation : le test d'orientation de la Nepsy	56
D.	La flexibilité cognitive : la fluidité de dessin de la Nepsy.....	56
E.	La planification : la Tour de Londres	57
IV.	Présentation des séances et du jeu « Ballade au village »	57
A.	Les séances.....	57
B.	Le jeu : déroulement et règles	58
C.	Grille d'observation (cf. annexe 3)	64
	LES RESULTATS.....	65
I.	Mathilde, 10 ans et 8 mois	66
A.	Observations et évolution pendant les séances	66
B.	Résultats quantitatifs	68
C.	Résultats qualitatifs	69
II.	Maud, 11 ans et 7 mois.....	71
A.	Observation et évolutions pendant les séances	71
B.	Résultats quantitatifs	73
C.	Résultats qualitatifs	73
III.	Julia, 12 ans et 3 mois.....	75
A.	Observations et évolutions pendant les séances.....	75
B.	Résultats quantitatifs	77
C.	Résultats qualitatifs	77

<i>DISCUSSION</i>	80
I. Reprise et analyse des résultats	81
II. Evolutions de la pratique	85
III. Suggestions éventuelles	87
 <i>Conclusion</i>	 89
 <i>BIBLIOGRAPHIE</i>	 90
 <i>ANNEXES</i>	 93
ANNEXE 1: le jeu	94
I. Matériel :	94
II. Photos	95
A. La maquette et les repères :.....	95
B. Les pions-personnages :.....	97
C. Les maisons :.....	97
D. Les terrains :.....	97
ANNEXE 2 : la grille d'observation	98
ANNEXE 3 : les résultats qualitatifs	100
I. Mathilde	100
II. Maud	101
III. Julia	103
ANNEXE 4 : Bibliographie complémentaire	105

INTRODUCTION

La visuoconstruction est un domaine complexe dans le champ de la psychomotricité. En effet à l'heure actuelle, se pose la question de l'interaction de plusieurs facteurs (perceptifs, moteurs et cognitifs) impliquant alors de nombreuses zones cérébrales. Ainsi, définir ce domaine semble difficile. Plusieurs auteurs ont tenté depuis le début du siècle d'apporter des éléments à chaque fois de plus en plus fins, conduisant à mieux comprendre cette capacité de construction. Cela nous amène à penser que la visuoconstruction n'est pas un domaine en tant que tel mais un ensemble de capacités relevant de plusieurs domaines.

Aussi, lors de mes stages, j'ai rencontré plusieurs enfants présentant des troubles visuoconstructifs (et dont les répercussions sont importantes dans la vie quotidienne et notamment dans les apprentissages scolaires). Or ces troubles étaient souvent associés à des troubles moteurs et plus particulièrement des troubles de l'organisation gestuelle, ou encore de l'orientation dans l'espace. Cependant, les méthodes de travail, les techniques utilisées étaient différentes. Ainsi, la visuoconstruction regroupe-t-elle des formes différentes selon les définitions ou troubles associés? En d'autres termes, existent-ils des formes différentes de troubles visuoconstructifs, selon les définitions que l'on peut on donner, ou selon la présence de troubles associés chez des patients ? Ainsi, cela influence-t-il notre mode d'approche, nos axes de travail ?

C'est certainement en raison du regroupement de facteurs, qui peuvent d'ailleurs varier avec l'âge, la difficulté à circonscrire précisément ce domaine, qu'il y a eu plusieurs tentatives de protocoles de rééducation reposant sur des approches différentes. Ainsi, les rééducations actuelles sont variées, tant dans les supports que dans les techniques, mais tournent souvent autour de tâches constructives. Ainsi, pour les praxies en 2D, des tâches graphiques, d'assemblages, de reproduction de modèles sont souvent pratiquées, alors que pour les praxies en 3D, on retrouve plus souvent des activités telles que des pliages, constructions ou nœuds. Cependant, il m'est arrivé de rencontrer des professionnels qui rééduquaient la visuoconstruction 2D par l'exploration de l'espace, la motricité, les fonctions exécutives telles que la planification. Une enquête de Dupuy en 1991 (in Enteric et Vilotitch, 2010) révèle alors que les rééducations de la visuoconstruction s'axent souvent sur des tâches spatiales. Plusieurs protocoles de rééducation des praxies 2D ont été rédigés mettant en place des techniques diverses telles que des reproductions de figures non significatives, de la

rotation mentale, des déplacements au sol entre autres. Les résultats montrent alors que travailler notamment l'analyse de l'espace, la transformation mentale de figures a des effets bénéfiques sur la visuoconstruction.

Ce travail ici présenté est alors une tentative d'approche des processus impliqués dans la visuoconstruction. Je me suis en effet demandé si l'on pouvait rééduquer ce domaine complexe en travaillant la composante spatiale et ce dès sa construction chez l'enfant jusqu'à l'élaboration de représentations spatiales. Plus précisément, je me suis intéressée aux effets des déplacements simulés et à la représentation mentale de l'espace, étayés par du langage. L'hypothèse sous-jacente suppose que l'association de simulations de déplacements et de représentations spatiales, étayée par du langage spatial, permet d'améliorer les capacités visuoconstructives.

La pratique envisagée repose alors sur une scène virtuelle (maquette en 3D) permettant de naviguer dans l'espace, tout d'abord en simulant des déplacements, à partir d'histoires imposées ou inventées, et par la suite en permettant d'aboutir à une description spatiale à partir d'une représentation mentale.

La population se concentre autour de 3 jeunes filles, âgées de 10, 11 et 12 ans, prises en charge en SESSAD / CMPP pour troubles moteurs tels que des retards psychomoteurs, dyspraxie, diplégie spastique et troubles langagiers.

Cette recherche va alors mettre en revue plusieurs éléments théoriques afin d'appuyer la pratique. Tout d'abord, une approche de la visuoconstruction par divers définitions, composants, facteurs, ontogenèse va permettre de mieux cibler ce domaine. On verra alors que le modèle proposé par Van Sommers met en avant plusieurs composants dans une activité graphique et qu'il accorde notamment une grande importance aux représentations mentales et à la mémoire de travail avec le visual buffer memory. Aussi, du fait de la composante spatiale majeure dans la visuoconstruction, une seconde sous-partie tentera d'aborder cette composante en suivant le développement chez l'enfant, en partant alors de la construction de l'espace, et de l'importance des déplacements et du langage. Cette construction spatiale permet alors d'aboutir à la représentation mentale de l'espace, la carte cognitive, qui est la plus haute capacité cognitive d'un individu dans son élaboration de l'espace. C'est pourquoi une troisième sous-partie tentera d'approcher cette représentation spatiale, tant par sa définition et ses liens évidents avec les images mentales, que par l'importance, là encore, accordée au langage et aux textes spatiaux dans cette élaboration. Cependant, la construction d'un déplacement, donc d'un itinéraire orienté, qu'il soit réel ou simulé, et cette

représentation mentale, ne sont fonctionnels et permis que par les processus cognitifs mis en jeu grâce à la mémoire de travail. Nous verrons alors dans une quatrième sous-partie l'importance et le rôle de cette mémoire dans l'agencement, la manipulation d'éléments utiles dans la résolution d'une tâche donnée.

Une fois cette partie théorique élaborée, cela nous permettra dans une seconde partie pratique de comprendre ce qui a été réalisé dans cette recherche. Les nombreux résultats, obtenus par des observations cliniques et évaluations psychométriques, permettront de mieux saisir ce qui a réellement été mis en jeu et ainsi voir l'évolution de chaque enfant, pris individuellement. Finalement, une discussion reprendra ces résultats et les relativisera avant de proposer des suggestions éventuelles à l'amélioration de la pratique.

Partie théorique

LA VISUOCONSTRUCTION

I. Aperçu historique et définition

A. Historique

Le terme de visuoconstruction est né de la pathologie. Jusqu'en 1880, les troubles de l'ordre visuoconstructif étaient alors décrits comme étant « une perte du sens spatial ». En 1924, Kleist et Strauss (in Guérin et coll., 1999) désignent sous le terme « d'apraxie visuoconstructive » des difficultés constructives appartenant à un ensemble plus vaste de désordres visuospatiaux, suite à leurs observations de patients adultes cérébro-lésés (lésions gauches ou droites). En effet pour eux, ce trouble est exécutif et praxique et non pas l'expression d'un trouble perceptif, car il relèverait d'un désordre de l'activité combinatoire ou de l'organisation dans lequel les détails et les relations entre les différents éléments d'un même modèle (même entité) ne seraient pas correctement appréhendés. La forme spatiale de la production ne serait alors pas respectée, contrairement à la perception visuelle de la forme et la localisation dans l'espace, hors apraxie idéomotrice. Par la suite, le terme de « dyspraxie visuoconstructive » voit le jour du fait du peu de patients purement atteints de ce trouble ; les lésions ne sont alors pas cérébrales mais *a minima*.

B. Définitions

A l'heure actuelle, la visuoconstruction semble se définir comme étant la capacité à dessiner ou à reproduire spontanément des figures simples ou complexes d'un modèle réel (type construction ou graphique). D'après Lezac en 1995, toute activité (visuo) constructive comporte une composante spatiale.

En 1968, Benton (in Raimbault, 2002) avance qu'un individu peut être en difficultés sur des tâches complexes et réussir des tâches simples, ou avoir des difficultés spécifiques dans les tâches de dessin ou d'assemblage. Ainsi, l'étude des pathologies indique que ces deux activités sont différentes. Aussi, les praxies se différencient selon la dimension de la construction : en plus de l'analyse spatiale, rentre en jeu l'activité graphique (l'espace feuille) pour les praxies bidimensionnelles, et la motricité fine (espace de manipulation) pour les praxies tridimensionnelles. Cependant, la réalité n'est pas aussi simple. C'est pourquoi la dimension de l'activité praxique dépend plus des plans de l'espace utilisés. De plus, les

fonctions perceptives occupent un rôle majeur dans ses activités constructives, mais ces dernières peuvent être perturbées sans que ne le soient pour autant les premières.

Cette capacité visuoconstructive fait référence à deux types de modèles : les modèles « internes » lorsqu'il s'agit d'une production libre ou de mémoire, et les modèles « externes » lorsque la tâche exige de recopier un modèle. Assal et Machado (1994, in Raimbault, 2002) citent Grossi (1986) qui parle de *trouble de l'image interne* lorsque des sujets échouent aux productions sans modèle et réussissent celles avec modèle. Cette image correspond à l'image mentale interne que se construit le sujet à partir de ses connaissances de l'objet et qu'il utilise comme modèle. Le modèle de Van Sommers en 1984 prenait alors déjà en compte plusieurs composants dans une activité graphique notamment le *depiction decision and processes* où les représentations visuelles aident le sujet à construire son dessin ; nous verrons cela ultérieurement.

Assal et Machado définissent alors la visuoconstruction comme « individualisation et disposition des éléments pour former une structure en fonction de leur relations spatiales. Elles peuvent se faire sous le contrôle d'un modèle visuel externe ou d'une image mentale interne. C'est donc une activité qui nécessite d'assembler des éléments en un tout ou encore de dessiner ».

II. Composants et facteurs

De part le terme « visuoconstruction » lui-même, deux composantes semblent se regrouper, supposant chacune une activité : la première activité est visuelle et fait appel à la perception visuelle, la seconde est constructive et sous-entend une activité représentative, intellectuelle. Il faut rajouter à ces deux composantes l'acte moteur. Ainsi, Pêcheux avance l'idée selon laquelle une copie de figure (donc une tâche visuoconstructive) nécessite l'intégration de multiples facteurs tels que la perception, l'intellect, le moteur et l'affectif.

Tout d'abord, de part la combinaison des activités perceptives avec des réponses motrices, la visuoconstruction est un acte moteur finalisé, intentionnel, avec une composante praxique.

De plus, la visuoconstruction nécessite plusieurs pré-requis de la part de l'individu tels que l'attention, l'analyse visuelle, la planification, la reproduction praxique et le contrôle pendant la réalisation de la tâche.

L'attention sélective va permettre à l'individu de sélectionner une partie de l'information contenue dans la construction (relations spatiales, formes).

L'analyse visuelle des informations spatiales repose sur les données perceptives telles que la forme, la taille, l'orientation, les relations inter éléments... Ainsi, une fois la forme perçue, elle va être identifiée puis catégorisée du fait des connaissances de la forme et grâce aux représentations que chacun dispose. Cependant, pour pouvoir être reconnue, une forme doit faire appel à des représentations sous divers points de vue. C'est la raison pour laquelle certains enfants (avant 6 ans) ne peuvent pas reconnaître une forme non orientée. La représentation ou image mentale retient donc certaines caractéristiques de la forme générale des objets et leurs relations topologiques. Il faut attendre au minimum l'âge de 7 ans pour que cette analyse soit correcte et que toutes les informations spatiales soient prises en compte, dans leur globalité. Dans une activité de copie ou de reproduction de mémoire, Van Sommers (1984) avance que plusieurs processus se mettent en place entre l'extraction de l'information (par l'analyse visuelle) et la production motrice, et que s'ajoutent à ces processus le temps de stockage de l'information (référence à la mémoire de travail visuospatiale).

La planification est indéniablement nécessaire dans le dessin et précède le programme moteur. Elle se définit comme la capacité cognitive / mentale à formuler des buts et rendre des plans effectifs. Elle va alors se décomposer en plusieurs étapes et permettre de guider les choix quant à l'ordre de la production graphique (cf. étude de Marot et Vinter, 2003 exposée dans le paragraphe suivant).

La reproduction praxique évolue avec le développement de l'enfant et suivant la dimension. C'est pourquoi les praxies tridimensionnelles sont maîtrisées plus précocement que les bidimensionnelles chez l'enfant.

Le contrôle pendant la réalisation de la tâche intervient à plusieurs niveaux de la tâche : construction de la représentation, élaboration et mise en place d'une procédure, évaluation et comparaison.

Ainsi, toute activité constructive doit nécessiter 3 composantes essentielles :

- une phase d'analyse visuelle (comme durant les tâches de copie),
- une composante motrice (praxique),
- une composante spatiale topologique et d'orientation.

Raimbault en 2002 évoque une étude d'Eme en 1996 qui différencie plusieurs catégories de stratégies dans une tâche de construction :

- le mode de traitement appliqué : global ou analytique
- le type d'encodage ou la nature des représentations en mémoire : verbale ou visuelle
- la séquence des opérations : progressive ou régressive.

Une représentation est une entité psychologique et nous aborderons cette notion dans une partie ultérieure. Cependant, elles peuvent être de plusieurs natures comme le langage donc hautement symbolique, ou imagée et on parle alors d'images mentales visuelles.

Ainsi, on comprend que deux types de stratégies peuvent aider à la résolution d'un problème spatial : une stratégie langagière ou une stratégie imagée, visuelle. Le langage a donc un rôle à jouer dans l'utilisation de l'espace et dans la rééducation de troubles visuoconstructifs, et nous verrons plus tard l'importance qu'il revêt dans la construction de l'espace chez l'enfant.

Mais avant cela, l'approche ontogénétique de l'activité graphique va nous permettre de mieux saisir son évolution chez l'enfant.

III. Ontogenèse

Pêcheux en 1986 (in Enteric et Vilotitch, 2010) tente d'observer dans une étude la manière dont les enfants construisent et s'organisent pour copier une figure. Ainsi, il ressort qu'à 5 ans, l'enfant explore longtemps et souvent le modèle, rencontre des difficultés dans l'identification car les diverses formes ne sont pas encore toutes reconnues et les relations internes ne sont presque jamais reproduites. A 6 ans, il maîtrise mieux (forme et reconnaissance sont maîtrisées mais les relations manquent encore) donc explore moins le modèle et reproduit plus vite. A 7 ans, les relations commencent à apparaître entre les

éléments contigus et proches. A 8 ans, plus les éléments sont proches et plus l'enfant prend en compte les relations d'où une plus grande précision dans l'exploration et dans le contrôle visuel. Entre 8 et 10 ans, le temps d'exploration est plus faible malgré une augmentation des explorations brèves, mais le temps de contrôle est important. En fait, l'enfant est capable d'explorer plus rapidement et de mémoriser plus longtemps les caractéristiques à reproduire. Il faut attendre 10 ans pour que les relations internes soient toutes respectées.

Marot et Vinter en 2003 font une étude sur les règles de la production graphique. Elles avancent que le point de départ dans la construction graphique d'une figure part du coté supérieur de la feuille, le coin gauche ou droite dépendant de la complexité de la figure ; puis le sujet suivrait des règles de production verticales et horizontales. Elles concluent alors à trois étapes dans la production : à 5 ans l'utilisation des règles de production est peu dépendante de la complexité de la figure (Mounoud, 1994, 1998, explique qu'à 5ans, « l'enfant planifie son comportement sur la base de « représentations mentales isolées », in Marot et Vinter, 2003) ; à partir de 6 ans, la planification globale de la figure commence à s'installer en modifiant leur procédé d'exécution graphique ; à 10 ans, l'impact de la figure est majeur et cela illustre le rôle des contraintes biomécaniques dans l'organisation des mouvements (Braswell et Rosengren, 2002, in Marot et Vinter, 2003). Cette recherche et ses explications sont à mettre en lien avec le modèle de Van Sommers, notamment avec son *graphic planing* et son *articulation, economy and motor action*.

IV. Neuroanatomie

Pour Hécaen et coll. en 1951 (in Seron et coll., 1998) l'apraxie constructive est une atteinte des projections vestibulaires sur le cortex pariétal. Luria avance aussi des perturbations constructives dans le cadre des atteintes frontales. Cette apraxie ne relèverait alors pas de la désorganisation des relations spatiales mais de l'incapacité à l'orientation préalable et à la sélection du matériel proposé. Luria et Tsvetkova en 1964 (in Piñol-Duriez, 1975) décrivent deux programmes en jeu dans une activité constructive ayant chacun une localisation spécifique: un temporel (lobe frontal) et un spatial (lobe pariéto-occipital).

En neurologie (in Lefranc, 2010), on distingue les capacités constructives selon la localisation hémisphérique des lésions : le traitement visuel correspond à l'appréhension

visuelle de l'espace et est lié à l'hémisphère droit, alors que le traitement de programmation et d'analyse dont le langage est le support correspond à l'hémisphère gauche. Ainsi, un hémiplégique gauche (lésion dans l'hémisphère droit) est gêné par une altération du traitement visuospatial. Pour réaliser une tâche, il utilise les capacités de programmation et d'analyse de son hémisphère gauche intact. On comprend alors que les informations visuelles perturbent la copie de dessins alors que l'analyse et la programmation favorisent leur production spontanée. Un hémiplégique droit (lésion dans l'hémisphère gauche) est quant à lui troublé par une altération du traitement de programmation et d'analyse pour lequel le langage est fondamental. Ainsi, pour être performant, il se sert des capacités de traitement visuel de son hémisphère droit : le manque de programmation et d'analyse perturbe les dessins spontanés alors que le traitement visuel favorise leur reproduction avec modèle.

L'hémisphère droit serait donc supérieur pour l'appréhension des relations spatiales, l'exploration et la localisation, ainsi que le traitement des données topologiques et projectives, et l'hémisphère gauche serait supérieur pour la représentation des opérations logiques et des activités gestuelles de transformations de l'espace, le traitement des données euclidiennes, le raisonnement logique ainsi que l'exécution.

Lezac en 1995 établit une nouvelle distinction : plus la lésion est antérieure, plus c'est la construction qui est touchée, et plus elle est sous corticale, plus c'est le dessin qui est touché.

V. Le modèle de Van Sommers

Plusieurs modèles tentent d'expliquer les processus à l'œuvre dans le graphisme. En 1984, Farah se concentre sur les relations entre imagerie visuelle et copie / dessin de mémoire. En 1987, Roncato et ses collaborateurs identifient certains composants cognitifs sous-tendant le processus de copie. En 1992, Kosslyn et Koenig évoquent des composants en jeu dans l'analyse visuospatiale d'une copie dans un modèle de la perception visuelle. Ainsi, tous ont contribué à mieux comprendre les processus et habiletés dans le graphisme. Cependant d'après Guérin (et coll. en 1999), il semble que seul le modèle de Van Sommers de 1984 soit un modèle cognitif global des habiletés dans le dessin. Cette partie présente alors le modèle de Van Sommers parallèlement aux critiques de Guérin et de son équipe. Il développe alors une première édition de son modèle en 1984, puis le revoit en 1989 suite aux travaux de Bruce et

Young ; c'est pourquoi ces derniers sont tout d'abord explorés pour ensuite aborder le modèle de Van Sommers dans son intégralité.

En 1984, Bruce et Young proposent un modèle neuropsychologique du système de dessin qui se compose de trois caractéristiques :

- la première correspond au *traitement visuel* et englobe les trois modules de Marr (1945, 1980, in Versace et coll., 2002). Marr décrit en effet un modèle où il propose trois niveaux d'analyse de la vision. Le système nerveux construirait alors une série de représentations, « sketches », à partir de l'image des objets : la représentation en 2D permet une description primitive sans distinction figure / fond, la représentation en 2,5D permet l'encodage de l'orientation et de la distance de l'image qui représente un volume, la structure en 3D qui permet la description des formes et de l'organisation spatiale par une représentation modulaire hiérarchique incluant surface et volume.

- la deuxième incorpore la mémoire du matériel visuel familier : c'est la *représentation visuelle*.

- la troisième distingue la *voie passant par l'input visuel et l'autre par l'input verbal* (via le système sémantique et phonologique).

Van Sommers (1984, in Van Sommers, 1989) propose dans son modèle que l'activité constructive se décompose en plusieurs étapes : l'analyse visuelle (reconnaissance de forme) et leur mise en relation (agencement), la planification de la construction (organisation), la reproduction pratique (programme gestuel) et la vérification par rapport au modèle (comparaison). Ce modèle de Van Sommers décompose alors le système de production graphique en cinq modules :

- *Depiction decision and processes* : pour dessiner et pour reconnaître, nous utilisons probablement les mêmes représentations visuelles. Or nos productions sont bien différentes de nos représentations ce qui sous-entend que nos systèmes de reconnaissances et de représentations sont plus complexes que les systèmes de dessin. Pour dessiner, nous sélectionnons des caractéristiques et donc un prototype dans une position particulière (orientation, dimension, quantité de détail) alors que pour le reconnaître nous nécessitons de plusieurs informations. Par exemple, pour dessiner une voiture, plusieurs sortes de modèle se présentent à nous dans nos représentations visuelles sous divers points de vue ; cependant, on va choisir un prototype particulier pour dessiner et ce sans avoir recours à toutes les alternatives.

- *Production strategy chunking* : un domaine ambigu existe entre analyse conceptuelle, analyse perceptive et stratégie de production. Ainsi, le système sémantique (conceptuel) guide une segmentation du dessin (perception) qui va diriger notre production en la séquençant. Cette segmentation du dessin peut se faire selon une stratégie globale ou analytique (détail). La figure de Rey peut en effet être traitée et fragmentée en plusieurs détails ce qui ne signifie pas qu'elle n'est pas perçue dans sa globalité. Guérin et coll. en 1999 suggèrent alors que ces stratégies de production pourraient être la conséquence des processus perceptifs, de planification et / ou sémantique.

- *Routine and contingent graphic planning* : il fait une distinction entre les planifications graphiques contingentes (dues aux contraintes mêmes du dessin) et les planifications graphiques de routines (généralement on ne commence pas par dessiner un bonhomme par les bras et les jambes mais pas le corps). Les planifications contingentes supposent de bonnes capacités d'anticipation métrique des points d'insertions d'une figure et un bon niveau de compétences graphiques. Pour Guérin, seulement les planifications contingentes feraient intervenir la planification dans le dessin non familier car les dessins de routine peuvent être réalisés par l'activation de schèmes de production dans la mémoire associative et de représentations motrices dans la mémoire procédurale.

- *Articulation, economy and motor action* : les contraintes articulatoires et économiques (imposées par l'utilisation d'un outil / crayon) reposent sur la kinesthésie, l'expérience graphique et le principe du moindre effort. Pour Guérin, ces mécanismes correspondent aux contraintes imposées durant la programmation de l'action (position de la main, ...).

En 1989, il reprend le modèle de Bruce et Young et incorpore dans son modèle une partie des modèles relatifs à la reconnaissance des objets et à la représentation visuelle. Ainsi, il rajoute :

- *Tracing* : la tâche graphique n'est pas simplement un acte de copie mais suit une logique particulière dans la sélection et à la mise en œuvre de certains aspects des programmes moteurs dans les mouvements manuels.

- *The visual representation system* : il n'existe pas de limite rigide entre le statut perceptif et le type de perception, la représentation visuelle ou les processus cognitifs

exploités par un sujet. Ainsi, pour dessiner, nous faisons appel aux souvenirs que nous avons de cet objet ou de ses représentations dans la mémoire. Ce système de représentation visuelle correspond alors à toutes les catégories d'inputs visuels (2D, 2,5D et 3D).

- *Visual buffer memory* : ce buffer est un « tampon visuel interne » qui va permettre plus facilement d'accéder, d'arranger, de manipuler et d'inspecter les représentations visuelles. Lui et ses accessoires représentent le pivot autour duquel tourne le système graphique. Guérin souligne que ce buffer fait partie du système perceptif du modèle de Farah (1985) et est à mettre en relation avec les informations de la mémoire à long terme dans la mesure où l'imagerie et la perception ont des caractéristiques communes.

- *The semantic system* : Pour donner un sens aux relations entre la sémantique (connaissance), les représentations visuelles (mémoire) et le contenu du buffer visuel (incluant l'imagerie), il est important de différencier les connaissances que nous avons d'un objet et les productions graphiques que nous en faisons. Les connaissances que nous avons des objets sont souvent formatées de telle façon que cela nécessite des transformations et des intégrations avant de pouvoir être utilisés.

- *Temporary stores in delayed copying* : nous pouvons maintenir en mémoire des informations sur les formes, les images et les objets dans une mémoire temporaire en vue d'une future reproduction, sans pour autant en avoir une représentation visuelle à long terme. Cette faculté doit alors être incluse de manière plus complète, avec les instruments nécessaires à la description verbale d'objets, d'images ou modèles familiers ou non.

- *Haptic input* : la supposition la plus simple de l'ajout de cette entrée par le canal haptique serait que des informations entrent dans le système sémantique et provoquent la récupération des représentations visuelles stockées. Puisque l'on peut dessiner un objet sans sens (« a nonsense object ») à partir du toucher cela suppose qu'il existe une voie qui contourne le système sémantique afin de dessiner l'objet tel qu'il apparaît être tactilement.

Le modèle de Kosslyn et Koenig en 1992 est également évoqué par Guérin et son équipe. Ainsi, selon eux, le traitement des propriétés spatiales inclut l'encodage en parallèle de deux sortes de relations dans le dessin :

- l'encodage des relations catégorielles nécessite les relations spatiales entre deux objets ou parties d'objets (position, orientation, ...).
- les relations coordonnées encodent des relations métriques entre des objets et parties d'objets et aussi les distances (guidage du mouvement et action).

Cependant, Guérin pense que l'image visuelle est un système cognitif complexe pouvant expliquer les dessins non familiers. Benton évoquait déjà à ce sujet que pour des formes familières, l'individu faisait appel à des représentations mentales et sans planification, alors que pour des formes abstraites, il ne pouvait pas utiliser de schéma connu et la planification était alors nécessaire.

En 1987, Roncato, Sartori, Materson et Rumiati (in Seron, Baron, Jeannerod, 1998) suggèrent alors qu'une « certaine récursivité doit être envisagée dans ce type de modèle : la conclusion d'une étape dans le dessin ramène le sujet à l'étape antérieure et cela jusqu'à ce que la solution obtenue soit jugée satisfaisante ». En d'autres termes, ces auteurs rajoutent au modèle de Van Sommers, la comparaison permanente entre la reproduction et son modèle jusqu'à la fin de la production.

➤ **Finalement, il semblerait que la visuoconstruction soit de nature multidimensionnelle.**

Du fait de sa composante spatiale, cela suppose que l'individu maîtrise des notions spatiales, tant l'orientation, que la topologie, l'analyse ou encore le langage.

De plus, elle suppose qu'au moins trois systèmes s'organisent pour sous-tendre les processus d'habiletés graphiques : la perception visuelle, l'image visuelle et la production graphique.

Enfin, des pré-requis cognitifs suffisants sont nécessaires tels que l'attention, la mémorisation, la planification, le langage entre autres.

Ainsi, les prochaines parties vont tenter d'approcher les notions spatiales dans la construction, le déplacement et la représentation visuelle, ainsi que la mémoire de travail. Le langage aura alors une place importante dans l'élaboration des ces notions.

APPROCHE DE LA NOTION SPATIALE : DE LA CONSTRUCTION AUX DEPLACEMENTS

D'après les précédents éléments de définitions, nous venons de voir que la visuoconstruction comportait une composante spatiale. On peut alors supposer qu'en présence de troubles visuoconstructifs, cette composante soit perturbée. Dans une figure de Rey par exemple, cela pourrait se retrouver par une mauvaise localisation des éléments, une perturbation dans l'analyse visuelle, un défaut de reproduction dans la taille de la figure, un non investissement de l'espace feuille... Or, cette composante se met en place dès la plus jeune enfance, à partir du moment où l'enfant effectue des actions sensorimotrices dans l'espace et y effectue par la suite des déplacements. Cela suppose alors de pouvoir prendre en compte différents repères dans un itinéraire afin de s'orienter correctement. Mais, cela suppose également de pouvoir maîtriser le langage approprié aux espaces, aux termes locatifs, aux notions de références... Cette composante est alors fonctionnelle lorsque l'enfant se la construit correctement et est capable de se l'approprier. Ainsi, peut-on se poser la question de savoir si le fait de travailler sur cette construction et sur ces déplacements pourraient avoir des effets sur la visuoconstruction. En d'autres termes, peut-on penser que reprendre la construction de l'espace, d'après une logique développementale, pourrait avoir des effets bénéfiques dans les tâches visuoconstructives, et par exemple améliorer le *routine and contingent planing* de Van Sommers ? Ou encore, les déplacements, dans un espace défini, pourraient-ils favoriser une meilleure appréhension et un plus grand investissement dans l'espace ?

I. Quelques définitions

A. L'espace

L'espace est le milieu dans lequel s'effectue un mouvement ou un déplacement, c'est une zone d'action de l'individu. Il peut être défini selon deux axes (encastrés l'un dans l'autre) qui apparaissent chronologiquement dans le développement de l'enfant :

- *l'espace de manipulation* : l'individu étant dans un poste fixe, cet espace est défini par la zone du corps en mouvement et c'est donc l'action qui lui donne une organisation ; le déplacement est passif.

- *l'espace de locomotion* : ici, tout le corps de l'individu étant engagé, c'est l'espace du déplacement autonome.

Cet espace comme milieu est donc relatif car exprime un ensemble de relations et est variable selon les positions des objets ou sujets.

L'espace psychologique dépend quant à lui de la représentation mentale que se construit le sujet à travers sa perception de l'environnement.

L'espace symbolique est un système de codage qui permet de savoir que ce qui est construit représente symboliquement la réalité (construction, lecture).

B. Les systèmes de référence

La mise en place des systèmes de référence a pour base la capacité à utiliser des points de l'environnement comme repères d'orientation. Ces référentiels sont de deux types.

- **Référentiel égocentrique**

Il consiste à utiliser son propre corps comme point de référence de toute relation spatiale : l'élément n'existe que par rapport à soi, à la relation à son corps propre. Il est instable et existe dès la naissance. Plusieurs types de référentiels égocentriques sont mis en évidence, notamment dans les travaux de Pick et Warren en 1970 (in Albaret, 2010).

- **Référentiel allocentrique et la décentration**

Il consiste à utiliser un point de repère de l'environnement extérieur comme référence lors de l'encodage d'une relation spatiale : l'élément est articulé avec l'environnement et ne dépend pas de soi. Il est donc stable. Utiliser un système allocentrique sous-tend la capacité de décentration.

Piaget est le premier à porter un intérêt et à nommer la capacité de se mettre à la place d'autrui, à comprendre et à déterminer la perspective d'autrui (différenciation et représentation mentale) tant sur le plan social que spatial : la décentration. Pour lui, elle permet à l'enfant de se détacher de son « égocentrisme primaire » en passant par plusieurs

stades. Ces derniers sont caractérisés par des états mentaux de nature distincte et sont le résultat de transformations dépendantes les unes des autres (différenciation, objectivation, décontextualisation, décentration) et de progrès cognitifs. Les conséquences de ces transformations sont alors la réversibilité (itinéraire inverse) et la capacité d'inférence (capacité à emprunter de nouveaux itinéraires). Cette capacité de décentration semble se situer entre 5 et 12 ans : à 3-4 ans, l'enfant conçoit l'existence du point de vue d'autrui mais pas mentalement ; à 8-9 ans, l'enfant est en plus capable d'analyser les relations spatiales entre les objets ; à 10 ans, il imagine un lieu ou un trajet sans y être concrètement, il a alors une représentation mentale de l'espace ; à 12 ans, il ne fait que perfectionner et appliquer ses compétences.

L'enfant au départ n'encode que les relations existant entre lui et un objet ; les référentiels sont fixes et les points de repères sont organisateurs de relation (Acredolo, 1977, 1981 et Wohlwill, 1981, in Noack, 2010).

A 6 mois, l'enfant peut utiliser un référentiel allocentrique si les repères sont saillants et directs, dans un déplacement passif ; à 3-4ans, le référentiel allocentrique est en place, dans les mouvements actifs.

D'après Wohlwill en 1981, le type de référentiel utilisé dépend de divers facteurs situationnels tels que la présence / absence de repères saillants, la demande d'une tâche particulière et probablement l'expérience personnelle. Finalement, la capacité à utiliser de multiples systèmes de référence et à passer de l'un à l'autre (en accord avec les tâches et les informations présentes) signe l'acquisition d'un système de référence stable (in Pierre et Soppelsa, 1998).

C. La notion d'échelle

Les milieux dans lesquels l'individu évolue sont de deux tailles :

- petite échelle : cet espace peut être appréhendé globalement d'une position et l'individu en a donc une vision entière (ex : la maquette, une salle de fête).
- grande échelle : le déplacement actif est ici nécessaire pour permettre au sujet d'avoir plusieurs points de vue de l'espace (ex : maison, ville). Ceci va lui permettre de faire des liaisons entre ces différents lieux et ainsi comprendre leur agencement. Cependant, le plus compliqué pour le sujet reste d'articuler ses perspectives.

D. Les repères de déplacement

Ils concernent ce que notre système perceptif va sélectionner dans l'environnement pour établir des relations spatiales. Ils sont de plusieurs types :

- *Les repères de route* permettent à l'individu de savoir s'il se trouve au bon endroit lors de son déplacement. Ils sont peu verbalisables, peu transmissibles et incidents.
- *Les repères de décision* sont les zones stratégiques dans un itinéraire, ils ont été mémorisés involontairement et sont transmissibles.

E. L'orientation spatiale

L'orientation spatiale est la capacité propre à chaque individu de s'orienter dans l'espace. Cela est complexe dans le sens où notre corps s'articule en permanence avec l'environnement. Ainsi, rentre en jeu notre perception de l'espace et notre déplacement. Cette capacité se construit dépendamment de la maturation de notre système nerveux central et de notre activité dans le milieu. L'orientation spatiale va alors conduire l'individu à se construire une représentation spatiale qui lui est propre.

II. La construction de l'espace

A. Importance des déplacements

L'espace enfantin, dont la nature essentielle est active et opératoire, débute par des intuitions topologiques élémentaires bien avant de devenir projectif et euclidien. Une construction progressive des rapports spatiaux se produit sur deux plans distincts, selon Piaget et Inhelder en 1947 (in Piaget et Inhelder, 1981).

Tout d'abord, l'espace perceptif ou espace d'action sensorimoteur se développe jusqu'à 2 ans au moment du langage et de la représentation imagée. Bien avant de se représenter l'espace, l'enfant va le percevoir. Ainsi, les rapports spatiaux topologiques sont définis selon 5 critères : le voisinage, la séparation, l'ordre (ou succession spatiale), l'entourage et la continuité. Puis, la coordination (vision – préhension) et ensuite les recherches tâtonnantes du petit enfant vont lui permettre de se construire une intelligence pratique des rapports des objets entre-eux et ainsi permettre l'apparition d'une image mentale, d'un début de représentation de l'espace qui va se développer jusqu'à 12 ans.

Ainsi, l'espace est perçu et construit par la sensori-motricité et par les déplacements du corps via les informations proprioceptives. Le mouvement a alors un rôle capital dans l'organisation de l'espace. Piaget et Inhelder disent à ce sujet que « le mouvement est à la source des connaissances spatiales » (1947, in Pêcheux, 1990). Plusieurs étapes sont alors à distinguer dans le développement des performances motrices d'après plusieurs auteurs, mais cela ne rentre pas dans le cadre de ce mémoire (voir les travaux de Gallahue en 1982, Keogh et Sugden, 1985). Mais le rôle de ce déplacement n'est déterminant que par le but qui lui est fixé et les stratégies mises en œuvre par l'enfant pour atteindre ce but, d'après Paillard (in Piñol-Duriez, 1975). Les référentiels spatiaux sont alors essentiels.

En 1990, Pêcheux soulève que « la recherche active d'informations pour localiser un objet dans un grand espace est d'autant plus nécessaire que les enfants sont jeunes car dans la mesure où ils n'ont pas construit un système de référence euclidien, ils s'appuient sur des repères topologiques ».

Plusieurs travaux suggèrent alors le rôle de la locomotion active et autonome du nourrisson dans le développement de la cognition spatiale (in Rivière, 2002). Plusieurs expériences montrent qu'à âge égal les enfants locomoteurs présentent de meilleures performances lors d'épreuves de recherche manuelle d'objets cachés que les pré-locomoteurs.

L'utilisation d'un référentiel allocentrique est, comme on l'a vu précédemment, supérieure lors de déplacements actifs. Cependant, cette locomotion active peut être mise en lien avec un paragraphe à venir qui tentera alors de montrer que les enfants se représentent relativement tôt leurs déplacements et cela autant en actif qu'en passif.

B. Importance du langage

Le langage occupe une place prépondérante dans la construction de l'espace puisqu'il est utilisé pour le qualifier et indique des rapports du sujet à un objet ou des relations entre deux objets.

Ainsi, les termes locatifs toujours utilisés par paires, s'élaborent progressivement et de grandes différences interindividuelles existent.

Les premières acquisitions sont alors les notions « ici-là », puis « haut-bas », « grand-petit » vers 2-3 ans, « devant-derrrière, sur-sous, loin-près » vers 3-4 ans. La perception des formes orientées est acquise vers 5 ans, l'épaisseur vers 6 ans mais les notions « contre, milieu, entre » le sont après 6 ans.

Cependant, la notion droite/ gauche est sujette à la confusion d'autant plus que l'objet sera ou non orienté : s'il est orienté alors cela dépend de son axe antéropostérieur, s'il n'est pas orienté alors cela dépend de l'individu pris comme référence (Lurçat, 1976 in Pêcheux, 1990). A 6 ans, cette notion spatiale est acquise verbalement sur soi, à 8 ans sur autrui (réversibilité) et vers 10 ans sur les objets. Ainsi, la réversibilité est une notion tardive dans le développement.

Le langage est alors le codage de l'aboutissement de la latéralisation. On peut à ce stade supposer qu'un trouble dans l'utilisation du vocabulaire spatial pourrait entraîner des désordres dans la construction et l'orientation de l'espace, comme c'est le cas dans les troubles de développement moteur et praxique (tests de Piaget-Head et de Bergès-Lézine).

III. La représentation et l'intégration des déplacements

Piñol-Duriez en 1975 s'intéresse à l'élaboration des connaissances spatiales sur une base de données posturo-cinétiques. Elle étudie alors, chez des enfants de 4 à 15 ans ayant les yeux bandés, comment se construit leur représentation d'un parcours en les évaluant par deux types de production : une posturo-cinétique et une graphique. Les parcours s'élaborent autour de 9 plots (disposés en 3 lignes de 3) et se complexifient au fur et à mesure. Elle observe alors qu'à compter de 6 ans, les enfants peuvent avoir une image visuelle de leur déplacement : à 4ans, la reproduction posturale est supérieure à la graphique alors que de 6 à 15 ans, c'est l'inverse. Aussi, l'enfant favorise un type de reproduction selon la difficulté mais que dès qu'il commence à avoir une représentation visuelle de son déplacement alors il commence à en avoir une représentation mentale.

Cependant, Bideaud en 1980 (in Piñol-duriez, 1975) critique cette recherche dans la mesure où aucune importance n'est accordée au langage alors qu'il est un outil symbolique puissant. Ainsi, Bideaud pose la question de savoir si l'acquisition du langage constitue l'un des facteurs dans le développement de la maîtrise de l'espace. Galifret-Granjon rajoute à la fin du même ouvrage que l'on ne peut pas laisser de côté la notion temporelle dans la construction de l'espace, mais qu'il faut prendre en considération l'interaction des données spatiales et temporelles.

Nous avons décrit plus haut que le déplacement avait un rôle fondamental dans l'appréhension de l'espace, sous la condition qu'il soit actif (cf. travaux complémentaires de Held et Hein en 1963 , in Pêcheux, 1990 et Albaret, 2010).

Cependant, l'étayage entre activité motrice et activité cognitive est tel qu'il est difficile de savoir quel aspect est le plus important. Ainsi, Herman et Siegel en 1978 (in Pêcheux 1990) font une expérimentation avec des enfants de 5 à 11 ans où ils comparent la reproduction d'une « ville » selon que ces enfants la parcourent de manière guidée par l'expérimentateur ou qu'ils la regardent parcourue par les adultes mais sans se déplacer eux-mêmes. Les résultats de cette étude ne montrent alors pas de différence ni plus de précision dans les productions selon l'une ou l'autre des situations. Ces deux explorations passives sembleraient alors susciter des performances identiques. Cependant, la même activité cognitive de structuration et de mémorisation des relations spatiales en jeu dans la « ville » peut s'étayer tant sur le déplacement global que sur une exploration visuelle. On remarque alors que cette notion peut être utilisée à divers niveaux. Ainsi, ils montrent qu'à 10 ans, aucune différence n'est observée entre des situations actives et passives.

Ces études montrent alors que l'enfant est capable de se construire une représentation mentale de son déplacement dès l'âge de 6 ans, et qu'à 10 ans, l'enfant intègre autant un déplacement guidé qu'un déplacement exploré visuellement.

Une autre expérimentation sur des adultes a été élaborée par Vieilledent et coll. en 1997 sur la représentation mentale de trajets locomoteurs, et plus précisément sur la construction de trajectoires réelles ou simulées dans le cadre d'une tâche de locomotion. En effet, ce type de tâche implique une intégration spatiale et temporelle du trajet ainsi que la mise en jeu de synergies musculaires en lien avec le déplacement à effectuer. Les premiers résultats de cette expérience indiquent alors qu'il existe une similitude entre le réel et le simulé ainsi qu'une diminution temporelle dans le simulé par rapport au réel.

Jeannerod (2009, in Vandevoorde 2011) distingue deux volets dans le contenu des représentations d'actions motrices : la partie motrice contient les informations sur le but, l'ordre et le rythme, alors que la partie conceptuelle comporte les connaissances sur l'environnement, l'estimation des conséquences de l'action envisagée... Mais cela relève de la préparation au mouvement et n'intègre pas cette recherche en cours.

On peut alors penser que déplacements passifs / simulés (dans une maquette par exemple) relèvent des mêmes capacités et fonctions que le déplacement réel (dans une ville).

IV. Intervention des hémisphères cérébraux dans les phénomènes spatiaux

O'Keefe et Nadel (1978, in Pêcheux 1990) proposent deux formes d'organisation de l'espace : *les systèmes taxiques* qui élaborent des chemins et construisent des espaces égocentrés liés au corps et au mouvement, et *les systèmes par carte* qui construisent des espaces allocentrés et absolus à partir des repères extérieurs. De plus, ils situent le siège des cartes cognitives spatiales dans les structures hippocampiques. Or, pour d'autres auteurs, cette structure cérébrale interviendrait dans la mémoire de travail, et ce, que les données soient spatiales ou non.

L'implication de l'hémisphère droit dans les tâches spatiales a d'abord été étudiée via la pathologie ; ainsi, on a pu mettre en lien des lésions du carrefour pariéto-temporo-occipital droit avec des agnosies spatiales et des troubles de la mémoire topographique. De plus, par des patients dont les commissures inter-hémisphériques avaient été sectionnées, l'hypothèse d'une opposition pourrait découler : hémisphère gauche pour le verbal et hémisphère droit pour le spatial. L'hémisphère gauche postérieur serait selon Farah en 1984 impliqué dans les images mentales visuelles, et dans les processus spatiaux complexes selon De Renzi en 1980. Il serait utilisé pour le langage, écriture, lecture ainsi que pour l'initiation de séquences au mouvement, la production et reconnaissance de rythmes, les coordinations manuelles précises, la discrimination du détail dans les formes visuelles. L'hémisphère droit serait utilisé pour la mémorisation de notions familières, les visages, les relations 2D-3D, la reconnaissance d'un parcours topographiques dans l'orientation spatiale, donc pour les aptitudes visuospatiales. Mais ces deux hémisphères sont en interrelation constante et la différence dépendrait alors de stratégies utilisées dans la résolution d'un problème. Ainsi, l'hémisphère gauche serait utilisé pour le traitement analytique et séquentiel d'une information, alors que droit traiterait des informations de manière simultanée, synthétique. L'hémisphère droit fonctionnerait alors pour le langage simple et le gauche pour le langage plus complexe (in Aubert, 1991)

➤ **Enfin, nous venons de voir que les déplacements avaient un rôle majeur dans la construction de l'espace et que le langage avait une forte part à jouer dans cette élaboration. De plus, ces déplacements, sont très tôt intégrés par les enfants et que même s'ils sont simulés, ils ont autant d'effets et relèvent des mêmes capacités que des déplacements réels. Aussi, comme évoqué plus haut, nous posons la question de travailler sur cette composante spatiale dans la visuoconstruction par les déplacements et le langage. Cependant, si la composante spatiale peut être rééduquée par la reprise de la construction de l'espace sur un plan développemental et par l'intégration des déplacements, comment ne pas envisager que cela ait les mêmes effets lorsqu'ils sont effectués dans une échelle réduite, une scène virtuelle en 3D ? Nous supposons alors qu'une transposition soit possible, c'est-à-dire que si des déplacements réels peuvent avoir des effets dans la visuoconstruction, alors des déplacements simulés en auront tout autant. De plus, si le travail autour du langage par l'approche des notions spatiales de localisation d'objets permet d'améliorer la construction de l'espace, pourquoi cela ne permettrait-il pas d'améliorer le *système sémantique* nécessaire dans la visuoconstruction comme le soulignait Van Sommers ? Et peut-on penser que la temporalité évoquée dans des itinéraires spatiaux pourrait jouer en faveur d'une amélioration de la planification de la visuoconstruction ?**

LA NOTION DE REPRESENTATION SPATIALE

On a vu précédemment l'importance que revêtaient les représentations visuelles, images mentales visuelles, dans les tâches constructives telle la visuoconstruction. Celles-ci permettent en effet à l'individu de produire des dessins à partir de schèmes plus ou moins connus. Peut-on alors se demander si les représentations spatiales que se construit un individu d'un espace connu se basent sur ces mêmes images mentales visuelles ? En d'autres termes, la représentation de l'espace serait-elle un agencement et une transformation d'images visuelles faites par l'individu ? Si tel était le cas, peut-on alors penser que travailler sur des représentations spatiales pourraient améliorer le *visual representation system* ou encore le *visual buffer memory* de Van Sommers par exemple ? Mais alors, comment favoriser ces représentations mentales, est-ce que le langage joue là encore un rôle prépondérant ? Peut-on

penser que travailler sur des textes spatiaux puisse améliorer tant le système sémantique que la construction et la compréhension de ces représentations ?

I. L'image mentale

A. Définitions

Elle constitue selon Denis (1979, in Denis 1989) « l'élément fondamental de l'activité mentale » et Courbois (2006) écrit « pour simplifier, la représentation mentale permet à l'individu d'évoquer, par la pensée, un objet absent ou un concept ». Il n'en reste pas moins que les définitions et concepts restent flous du fait selon Pylyshyn (1981) « d'une incapacité des chercheurs à faire la distinction entre les différents usages des termes » (in Bideaud et Courbois 1998).

- **Les piagétiens**

Ces auteurs définissent en 1966 l'image visuelle comme des évocations figurales incluant des objets, des séquences d'objets connectés par des actions implicites, expérimentées ou vécus par le sujet dans et sur son environnement. Les images évoquent alors ce qui est « perçu dans l'immédiat » et a été « perçu auparavant dans l'environnement externe ou au cours d'une action personnelle comme important à retenir » (in Piaget et Inhelder, 1981). Une analogie entre activité perceptive et image mentale repose selon eux sur deux circonstances : l'activité d'exploration qui est déjà une sorte d'imitation, et l'image mentale qui résulte d'une production active de mouvements perceptifs.

- **Les cognitivistes**

Paivio en 1986 (in Gallina, 2006) propose le modèle du *double codage* qui avance la puissance d'évocation des images mentales. Pour lui, les images ont un caractère modal. Il montre alors l'efficacité des consignes d'imagerie dans l'apprentissage d'un matériel verbal et dans des tâches analogues. Ses études confirment alors l'importance des représentations imagées dans la mémoire verbale. Ainsi, son modèle suppose l'existence de deux modes de représentations, distincts mais complémentaires : *l'image visuelle* (liée à l'expérience perceptive, elle fournit un système de traitement parallèle et est destiné à l'information relative des objets / événements spatialement organisés), *le système verbal* (relié au langage et requis dans les situations abstraites).

Cependant, Kosslyn récuse ce modèle et leur divergence concerne la nature même des images mentales.

Pour Kosslyn (1981, 1985, in Bideaud et Courbois, 1998, Gallina 2006), prises dans un cadre large, les images mentales comprennent la reconnaissance des objets et la représentation de l'espace : c'est une vision de « haut niveau ». Il avance que l'information permanente stockée en mémoire à long terme peut être décrite sous forme propositionnelle ; mais ce n'est que par la mise en œuvre de processus modélisateurs (décrits plus bas) que ces représentations propositionnelles peuvent être élaborées en représentations imagées. Les images mentales sont donc avant tout des représentations de type analogique (dans le sens où elles possèdent une structure interne en correspondance avec celle de l'objet qu'elles représentent) et sont alors dotées de fonctions spécifiques dans la cognition.

Kosslyn propose de modulariser sa conception de l'image à travers plusieurs sous-systèmes ayant chacun des fonctions spécifiques et dont l'intrication rend compte du traitement de l'information visuelle (perceptive et imagée). Il accorde une importance particulière au *buffer visuel* (localisé dans les aires rétinotopiques du cortex visuel) qui constitue « le médium sur lequel s'actualisent les images mentales ». Il permet de rendre accessible les informations implicites relatives aux propriétés visuelles des objets encodés en mémoire visuelle. Ensuite, l'information serait sélectionnée par la *fenêtre d'attention* puis transmise à deux systèmes distincts mais parallèles : le *système ventral* (propriétés visuelles : couleur, forme, texture), et le *système dorsal* (propriétés spatiales : localisation, relations, orientation, taille). *La mémoire associative* mettrait alors en relation la nouvelle information avec les plus anciennes afin de l'identifier. Puis un *système de recherche* fouillerait en mémoire des propriétés distinctives de l'objet et enfin les *systèmes de déplacement de l'attention et de configuration* commanderaient la fenêtre d'attention et transformeraient les images.

B. Développement de l'image mentale

Pour les piagétiens, avec l'âge, les représentations abstraites augmenteraient en importance et finiraient par dominer (ceci a été vérifié par des expérimentations de Kosslyn en 1978 et Hitch en 1989, in Bideaud et Courbois, 1998). Ainsi, il existerait selon eux, deux moments décisifs dans le développement :

- le premier vers 12 à 18 mois, l'apparition de l'image est simultanée à l'exploitation de la fonction symbolique, à la fin de la période sensori-motrice ;

- le deuxième vers 7 – 8 ans où les images deviennent anticipatrices et permettent alors à l'enfant de reconstituer des processus cinétiques et des transformations, et même des anticipations.

Pour Kosslyn, dans le même ouvrage, le format imagé (dans le buffer visuel) et les processus associés sont innés, les enfants étant plus à même d'utiliser des images mentales que les adultes. Les événements présentés dépendent alors de l'expérience perceptive et du développement des significations.

II. Neuroanatomie : image et perception

Les neurosciences cognitives rapportent que l'activité d'imagerie s'accompagne d'une activation des régions cérébrales typiquement impliquées dans la perception visuelle. Kosslyn et coll., en 1993, avancent que la génération d'une image semble résulter d'une activation rétinotopique du cortex occipital ; ses investigations plus tardives en 1994 révèlent que des lésions spécifiques de ces aires visuelles entraînent des déficits de la perception visuelle et de l'imagerie mentale (in Gallina 2006).

L'image mentale ferait alors appel à des structures neuronales du système visuel d'où l'explication possible que certaines propriétés de la perception visuelle se retrouvent dans l'activité d'imagerie visuelle. Kosslyn parle alors « d'équivalence fonctionnelle » (ibid.). D'après Finke (ibid.), plusieurs expériences feraient apparaître une équivalence entre ces deux concepts.

En 1980, Engelkamp et Krumnacker (ibid.) montrent que la mémorisation d'énoncés décrivant des actions est aussi bien favorisée par une activité d'imagerie mentale que la perception directe des actions.

L'ensemble des recherches suggèrent alors l'existence d'un « espace de représentation », disponible grâce à la mise en œuvre de processus d'imagerie mentale visuelle. Cet espace permettrait de conserver les propriétés spatiales, topologiques et métriques des objets et des configurations, ainsi que leur transformation. Tout ceci contribue, selon Gallina, à favoriser la théorie selon laquelle l'imagerie serait de nature picturale.

Il apparaît clairement que l'imagerie mentale soit sous-tendue par un ensemble de régions corticales conjointement activées selon les exigences de la tâche (Mellet et coll., 2006). Ainsi, selon ces auteurs et leurs recherches en anatomie fonctionnelle (TEP), en plus des régions visuelles, certaines régions du lobe frontal et pariétal seraient activées. Or, ce réseau pariéto-frontal est connu pour être activé dans les tâches de mémoire de travail visuospatiale. Donc, la mémoire de travail visuospatiale et l'imagerie mentale spatiale s'appuient sur les mêmes réseaux, matérialisant les processus cognitifs partagés par ces activités. Cependant, dans le cas d'une image visuelle spatiale reposant sur une image simple, alors on peut supposer que ce seul réseau serait suffisant ; alors que dans le cas où la représentation spatiale comprend plusieurs items, telle que dans le déplacement mental, alors ce réseau neuronal doit incorporer d'autres aires cérébrales telles que les régions hippocampiques et parahippocampiques, comme on l'a précédemment vu, ceci afin de générer et utiliser la forme d'image mentale spatiale qu'est la représentation topographique.

Finalement, l'idée d'une séparation entre image et représentation s'est atténuée grâce aux travaux de Yuille et Catchpole (1977, in Gallina 2006) qui proposent un système cognitif humain à deux niveaux :

- *Système conceptuel* où seraient inscrits tous les aspects du savoir d'un individu, sous forme unique et amodale,
- *Système représentationnel* qui rendrait compte de l'émergence en mémoire de travail de représentations (verbales, imagées ou autres) par lesquelles le savoir de l'individu ferait l'objet d'une actualisation à travers des représentations temporaires.

Dans cette conception, l'image mentale deviendrait alors un outil de la pensée ; tout comme les autres formes de représentations en mémoire de travail, elle serait le produit d'un processus modélisateur (le buffer visuel).

Il semblerait alors que les représentations mentales correspondent à une actualisation des informations contenues dans la mémoire à long terme lors de la réalisation d'une tâche. Elles passeraient ensuite dans le buffer visuel sous formes d'images mentales qui pourront être traitées. Les images semblent alors être des représentations analogiques des événements perçus.

Le cas de la représentation mentale de l'espace est une illustration du rôle que peuvent jouer les images mentales visuelles dans la cognition. Ainsi, la cognition spatiale relève de divers systèmes de codages comme précédemment évoqués dans la construction de l'espace.

Dean en 1989 (in Bideaud et Courbois, 1998, Gallina 2006) écrit alors « les propriétés structurales de l'image visuelle font de celle-ci une modalité de représentation privilégiée pour le codage de l'information spatiale ».

De plus, dans une étude publiée en 1984, Poltrock et Brown (in Gallina, 2006) montrent que la capacité à traiter une information spatiale pouvait être en partie déterminée par la qualité de la représentation de l'information et par l'efficacité des processus d'imagerie lors du traitement.

III. La représentation mentale de l'espace : la représentation spatiale

A. Définitions et développement

La représentation spatiale définit tous les moyens dont dispose l'individu pour traiter les informations spatiales d'un environnement afin de s'orienter dans celui-ci.

Selon Lieben en 1981 (in Pêcheux 1990, Pierre et Soppelsa 1998), il est important de distinguer 3 types de représentation :

- *les produits spatiaux* : ce sont toutes les productions externes qui mettent en jeu les relations spatiales de manière symbolique (dessin, production, carte, maquette, description verbale,...). Ce sont des outils, interfaces qui servent à représenter l'espace d'après un code. Les opérations mentales requises y sont complexes.

- *les pensées spatiales* : elles renvoient à l'activité cognitive du sujet et plus particulièrement au travail de transformation mentale de l'individu sur ses propres connaissances.

- *la mémoire spatiale* : elle renvoie aux connaissances implicites que le sujet a emmagasinées dans son espace environnant. C'est le contenu de la représentation et l'individu va s'y référer lorsqu'il pense à un espace particulier. Ces connaissances sont de trois types et peuvent être utilisées seules ou combinées, reconstruites :

- la vision 3D du milieu,
- la représentation des déplacements et itinéraire
- la représentation schématique : la carte cognitive.

La carte cognitive est la forme la plus élaborée de la représentation spatiale et est codée dans le système nerveux central. Downs et Stea (1973, in Pierre, 1997) définissent cette carte cognitive comme étant « un processus composé d'une série de transformations psychologiques par lesquelles un individu acquiert, emmagasine, se rappelle et décode les informations concernant la localisation relative et les caractéristiques des phénomènes de son environnement spatial ». Elle est composée de la cognition environnementale (impressions, informations, images, croyances...) et de la cognition spatiale (le reflet interne de la reconstruction mentale de l'espace).

Nous aborderons plus loin les différents modèles mentaux spatiaux qui ont été mis en évidence et ferons à ce moment le lien avec l'image mentale.

- **Opérations nécessaires**

En 1981, Pick, Lockman et Lockman avancent que trois opérations sont nécessaires à la représentation spatiale :

- la transitivité (A vers B puis B vers C revient à dire A vers C),
- la réversibilité (A vers B puis B vers A)
- le détour (A vers B par des détours différents).

- **Développement et construction de la représentation spatiale**

Selon Piaget en 1947 (in Thomas, 2002), entre 2 et 7 ans, lors de la période pré-opérationnelle, les représentations topographiques sont égocentriques. Plus tard entre 7 et 12 ans, lors de la période des opérations et pensées concrètes, la représentation ne serait plus limitée à une séquence d'images perçues. L'enfant pourrait manipuler mentalement les informations spatiales, faire subir des transformations à des objets concrets, présents dans le milieu. Plus précisément, entre 7 et 9 ans, l'enfant commencerait à faire des inférences entre des ilots ; puis entre 8-9 et 11-12 ans, il ferait des liens entre ces ilots pour avoir une représentation plus générale de l'espace. Finalement, le passage entre ces deux stades est marqué par la rotation mentale et la décentration.

B. Facteurs, distorsions et évaluation dans la représentation spatiale

- **Facteurs impliqués**

Plusieurs facteurs peuvent rendre compte de difficultés dans la représentation mentale. En effet, l'âge des sujets est important puisque ce n'est qu'entre 12 à 14 ans que l'enfant est capable d'avoir une vue d'ensemble. Des facteurs cognitifs, d'accessibilité de l'espace, le mode de déplacement et la motivation entrent également en jeu. D'autres facteurs tels que l'expérience et l'évolution, des facteurs mnésiques, le raisonnement général, l'attention, le traitement de l'information spatiale et l'abstraction ont été isolés mais restent encore flous.

- **Hypothèses de distorsions**

Pailhous en 1970 (in Noack, 2008-2009) s'est intéressé dans une expérience aux chauffeurs de taxi. Ainsi, il montre qu'il existe deux formes de réseaux dans la représentation : les réseaux primaires (qui sont les grands axes, bien organisés, sous formes de configuration et en vue aérienne), les réseaux secondaires (relavant d'une organisation topologique, de proche en proche, d'ilots en ilots et plus détaillés que les réseaux primaires). Ainsi, la représentation est schématique car elle serait réduite et déformerait la réalité mais serait adaptée au sujet et lui permettrait d'avoir une activité anticipatrice.

Dans le schéma spatial propre à chacun, quelques distorsions peuvent se former du fait de plusieurs raisons : les facteurs subjectifs liés au temps passé dans le déplacement, puis la notion « d'effort » (surtout l'effort physique), et enfin des facteurs purement cognitifs. Concernant ces derniers, selon Mac Namara (1986, in Pierre 1997), l'individu essaye de se représenter l'espace en fonction de la taille et le nombre d'éléments à retenir : il parle alors de « frontières subjectives » dans une organisation en secteurs pour se retrouver et se resituer mais qui déformeraient les distances.

Notre représentation de l'espace est aussi connotée selon le contexte du lieu (sensation) et les expériences vécues (affects, émotions) dans ce lieu.

- **Méthodes d'évaluation**

La représentation étant mentale, il est difficile d'en avoir accès. Il faut alors tenter de l'externaliser par :

- *le langage*, on va tenter de faire verbaliser l'individu au sujet de ses déplacements et des lieux: directions, repères, changements d'orientation, organisation de proche en proche, placement entre les repères, limites.
- *le dessin*, on peut demander de représenter graphiquement le déplacement (mais malgré les avantages de cette trace les contraintes restent importantes) ou de représenter le plan de la zone.
- *la maquette en 3 dimensions*
- *les inférences faites dans le milieu lors de plusieurs itinéraires*

IV. Représentation spatiale et textes spatiaux

A. Les modèles mentaux spatiaux

Lorsqu'un texte décrit une configuration spatiale, et donc des objets / lieux reliés entre eux par des relations de nature spatiale, on peut alors penser que l'image mentale faciliterait la construction de ce type de représentation en permettant à l'individu de se construire « un monde ». D'après Denis et De Vega (1993, in Bideaud et Courbois, 1998), l'image mentale peut être considérée comme un code privilégié de spécification des modèles mentaux lorsque ces derniers incluent des données figurales.

Le modèle mental de Johnson-Laird (1983, in Gallina 2006) considère que les modèles mentaux sont des représentations qui reflètent de façon analogique la structure des états du monde. Van Dijk (1983, *ibid.*) parlent de *modèle de situation* qui désignent des représentations mentales de la réalité et résultent d'une activité constructive du sujet.

Selon Tversky (1991, in Bideaud et Courbois, 1998) et la définition qu'elle donne du *modèle mental spatial*, l'image mentale pourrait servir à visualiser une configuration d'un point de vue particulier, c'est-à-dire spécifier et concrétiser le modèle d'origine abstraite (ici, le texte). De plus, pour elle ce *modèle mental spatial* est une sorte de description structurale et schématique, sans perspective particulière, rendant compte des relations spatiales entre les divers éléments décrits dans une scène.

La description d'une configuration spatiale peut supposer l'élaboration d'une représentation mentale. L'image mentale serait sollicitée du fait de son rôle dans l'élaboration de cartes cognitives construites à partir de l'exploration perceptive directe, de la prise de

connaissances de substituts symboliques (cartes, plans, maquettes) ou encore de descriptions verbales ; elle serait alors supposée permettre un haut degré d'intégration et d'organisation interne. Denis et ses collaborateurs (1989, 1992, 1990, in Bideaud et Courbois, 1998) explorent alors les processus à l'œuvre dans la construction d'une représentation mentale d'un texte décrivant des relations topologiques entre les objets d'une scène (d'une configuration spatiale).

Cependant, se pose la question de savoir si cette image visuelle, permettant d'accéder à des modèles visuospatiaux, possède les caractéristiques fonctionnelles des modèles perceptifs. Denis et Coude en 1989 (in Gallina, 2006) comparent alors la représentation d'une configuration spatiale construite à partir d'un traitement perceptif et celle construite à partir d'une description verbale. Leurs résultats montrent des similarités dans ces deux situations, notamment les propriétés topologiques et métriques de la représentation mentale. Il semble donc que le traitement d'un texte descriptif permette au sujet d'élaborer une représentation mentale dont « l'isomorphisme structural à l'égard des objets décrits est comparable à celui de l'image visuelle issue du traitement perceptif à l'égard de ces mêmes objets ». En 1992, Denis et De Vega attribuent deux rôles possibles à l'image : elle est l'origine de la construction du modèle mental et elle permet de configurer un modèle selon un point de vue particulier et sous forme figurative. En d'autres termes, l'image mentale donne au modèle une existence figurale, sous forme d'un « tableau visuel ». À partir de là, le sujet peut alors effectuer des comparaisons, produire des inférences, estimer des distances...

B. Expérimentations

Denis et coll. (in Bideaud et Courbois, 1998) mènent leur étude auprès de 45 enfants répartis en 3 groupes : 5-6 ans, 8-9 ans et 11 ans. Pour mieux comprendre ce qui vient d'être précédemment avancé, voici quelques uns des résultats.

- **Première phase**

Individuellement, chaque enfant écoute un texte décrivant une suite d'indications lui permettant de parcourir mentalement un parcours. L'itinéraire comporte alors 6 repères et 6 portions de trajet.

Cette première phase montre que les enfants se représentent davantage les repères que les trajets, et que jusqu'à 11 ans, la représentation n'est pas globale et coordonnée mais

juxtaposée d'éléments. De plus, la succession des repères localisés au fur et à mesure du chemin pourrait conduire à l'élaboration d'un chemin exact. Aussi, une autre forme de représentation est celle qui procède à une prise en compte de la configuration spatiale dans son ensemble et elle correspondrait alors au modèle mental spatial ; cependant cela n'est constaté que chez les enfants les plus âgés car cela nécessite d'extraire une information en plus d'accéder à une information non explicite.

- **Deuxième phase**

Celle-ci suit immédiatement la première. Trois épreuves ont été ici proposées aux enfants et sont inspirées des processus mis en évidence par Kosslyn : la génération, le maintien et l'exploration.

Les résultats montrent que les trois processus mis en jeu sont tous indépendants les uns des autres. De plus, une évolution est observable en fonction de l'âge, du fait notamment d'un progrès dans la vitesse d'exécution. Ils font également apparaître une différence dans la structure des relations observées entre capacités d'imagerie et performances en compréhension de texte :

- A 5 – 6 ans : la probabilité de retenir le chemin décrit verbalement serait liée à la capacité de maintenir en mémoire une information de nature visuelle, cette capacité étant elle-même en lien avec la compréhension de texte et donc la possibilité de juger les énoncés.

- A 8 – 9 ans : les résultats ne semblent pas indiquer de liaisons avec les performances concernant la compréhension de textes.

- A 11 ans : la capacité des sujets à explorer des images mentales pourrait expliquer en partie leurs performances lorsqu'il s'agit de dessiner le chemin décrit par le texte. La traduction graphique d'un aspect de la configuration spatiale serait donc dépendante d'une certaine aptitude à explorer une information de nature visuelle.

➤ **Enfin, nous venons de voir que la représentation spatiale se base sur des images mentales, dont la qualité et les structures sont analogues à la perception visuelle. Or, dans la mesure où cette perception visuelle est essentielle dans la visuoconstruction, on peut supposer que travailler sur les représentations spatiales pourrait l'améliorer et ainsi profiter au *depiction decision and processes* de Van Sommers. De plus, nous venons de voir que cette représentation pouvait être de 3 types : produits, pensées, mémoire. Ainsi, comment ne pas envisager travailler sur cette**

représentation par une scène virtuelle en 3D, dans laquelle un individu se déplacerait et pourrait alors faire état d'une description d'un espace ? Cette capacité est favorisée par le langage dans la mesure où il permet de faciliter la localisation des repères et donc la construction d'un itinéraire. Aussi, dans la mesure où des similarités sont observées dans la configuration d'un espace, que ce dernier soit traité de manière perceptive ou à partir d'une description verbale, on peut supposer que les réduire simultanément pourrait davantage favoriser la prise en compte des propriétés topologiques et métriques mise en jeu dans une activité visuoconstructive.

LA MEMOIRE DE TRAVAIL

Dans toute tâche nécessitant la résolution d'un problème ou l'organisation d'une activité, la mémoire de travail est constamment requise. Ainsi, dans la visuoconstruction, l'individu y fait appel dès la perception visuelle du modèle à reproduire jusqu'à la fin de son activité. Van Sommers évoque le *visual buffer memory* pour manipuler des représentations visuelles et agencer différentes images entre-elles. Elle est nécessaire lorsqu'un individu construit un déplacement, un itinéraire, une représentation, ou encore lorsqu'il utilise du langage car il doit en permanence agencer son action dans le temps et l'espace. Nous allons approcher de plus près la mémoire de travail et la mémoire de travail visuospatiale afin de mieux les comprendre.

I. Deux modèles particuliers de la mémoire de travail

La mémoire de travail est un ensemble de systèmes permettant de maintenir un certain nombre d'informations, cependant limité du fait de l'empan mnésique moyen à 7 plus ou moins 2 éléments. Elle est un système dynamique de traitement et de maintien de l'information, gère la sélection des informations utiles et l'inhibition des non pertinentes, ainsi que la coordination des feedbacks lors du traitement de l'information.

Le terme « mémoire de travail » est employé en référence à plusieurs modèles théoriques.

A. Le modèle de la mémoire de travail, Baddeley (1974, 1986)

La mémoire de travail est considérée comme un ensemble de systèmes cognitifs dont chaque composante remplit une fonction particulière (Baddeley et Hitch en 1974, Baddeley et Logie, 1990) :

- *Le calepin visuospatial* est un système temporaire de stockage des informations visuelles et spatiales, et assure la formation et la manipulation des images mentales ;

- *La boucle phonologique* permet un stockage temporaire du matériel verbal, présenté auditivement ou visuellement ;

- *Un administrateur central* permet de coordonner ces deux précédents systèmes et se présente comme un médium utilisable pour les traitements complexes. Il est impliqué dans les tâches de planification, la prise de décision, la résolution de problèmes, et certains aspects de la compréhension du langage. Il inhibe les informations non pertinentes, active les informations stockées dans la mémoire à long terme et est en cela un « processus de mise à jour ». Aussi, pourrait-il être mis en jeu dans les processus de représentations mentales et de passage des représentations mentales sous format d'images mentales de la mémoire à long terme au buffer visuel.

Un parallèle peut être fait entre ce calepin visuospatial et le buffer visuel de Kosslyn. La mémoire de travail de Baddeley est constituée de sous-systèmes commandés par un exécutif central et comporte un calepin visuospatial spécialisé dans le maintien des informations visuelles ; alors que le buffer de Kosslyn est la base sur lequel s'actualisent les images mentales.

B. Le modèle de la mémoire de travail visuospatiale, Logie (1995)

La visée de Logie est d'étudier les mécanismes de mémorisation à court terme des informations visuelles et spatiales et revoie la conception unitaire de la mémoire de Baddeley. Ainsi, le modèle de la mémoire de travail visuospatiale comporte deux sous-systèmes, en plus du processus exécutif central:

- Le « cache visuel » assure le maintien temporaire de l'information visuospatiale,

- Le « scribe interne » assure le rafraichissement de cette information en la réécrivant séquentiellement dans le cache visuel. Assurant le traitement des informations spatiales, il est aussi impliqué dans la planification et le contrôle du mouvement. Il sert aussi

d'interface entre le cache visuel et le processus exécutif central. Des expériences attestent le lien entre motricité et scribe interne ; néanmoins d'autres investigations montrent que ce n'est pas le mouvement en soi qui est responsable de cette interférence (tâches motrices – épreuves de mémorisation à composante spatiale) mais les processus centraux engagés dans la planification et le contrôle du mouvement.

Plus tard, Logie et Marchette (1991) d'après les résultats de leurs études, montrent bien la différence entre cache visuel et scribe interne : le premier semble être une réserve passive de l'information visuelle, et le second une composante spatiale liée au contrôle du mouvement.

Dès 8 ans, et peut-être dès 5 ans, les aspects visuels et spatiaux de la mémoire de travail peuvent être expérimentalement dissociés (Pearson et Logie, 1997, in Bideaud et Courbois, 1998).

La plupart des recherches faisant un lien entre mémoire de travail visuospatiale et l'image mentale sous-tendent l'hypothèse selon laquelle le calepin visuospatial fournit le médium sur lequel les images mentales visuelles sont générées et manipulées. Ainsi, la mémoire de travail visuospatiale se révèle quasi analogue au buffer visuel de Kosslyn, et laisse penser au « visual memory buffer » de Van Sommers. Guérin (1999) établit alors un lien entre calepin visuospatial et buffer visuel par l'analyse de l'intervention de la planification dans le dessin.

II. La part de l'émotion : « marqueur de traces » et « intégratrice »

Versace, Nevers et Padovan (2002) évoquent la notion de marqueur de trace devant faciliter la récupération d'un souvenir ou d'un stimulus isolé ; l'émotion pouvant très probablement être selon eux un de ces marqueurs. Bower en 1994 s'est alors intéressé à l'effet bénéfique d'un contexte émotionnel sur la mémorisation en proposant une explication en lien avec les mécanismes attentionnels : des informations ayant une valence émotionnelle retiennent plus l'attention et sont donc mieux retenues et mémorisées que des informations non émotionnelles. Bower montre également que « l'état émotionnel oriente la récupération en mémoire en direction des informations associées à un état similaire » (Versace et coll.,

2002). Le contexte étant toutefois peut-être plus efficace lorsqu'il est rattaché à un état émotionnel.

Selon les mêmes chercheurs et un certain nombre de données en neurosciences, l'émotion pourrait faciliter la mise en relation des multiples composants d'une expérience et ainsi rendre la trace plus intégrée et plus unitaire ; ceci grâce aux propriétés des structures nerveuses impliquées dans ces mécanismes émotionnels tels l'amygdale et le cortex préfrontal (De Gelder et Vrommen 2000, Nevers, Augé et Versace, 2001, in Versace & coll. 2002).

➤ **La visuoconstruction nécessite de faire appel à des représentations mentales visuelles manipulées dans la mémoire de travail. Cette dernière rassemble plusieurs éléments (connaissances sémantiques, représentations visuelles, représentation spatiale, intégration du mouvement) qu'elle va agencer et articuler pour permettre la mise en place du système graphique dans la visuoconstruction. On peut de ce fait supposer que ces deux types de mémoire vont être utilisés par l'individu lorsqu'il va devoir se déplacer dans une scène virtuelle sur la base d'itinéraires verbaux, et lorsqu'il va devoir effectuer des descriptions verbales de représentations spatiales. On peut aussi supposer que les itinéraires inventés par l'individu soient plus facilement mémorisables que les itinéraires imposés dans la mesure où une part d'émotion entre en jeu.**

PROBLEMATIQUE

La visuoconstruction est un domaine complexe, multidimensionnel, faisant appel à de nombreux facteurs cognitifs et s'organisant autour de composantes spatiale, praxique et visuelle / perceptive. Aussi, d'après la définition d'Assal et Machado, la visuoconstruction est une « individualisation et disposition d'éléments pour former une structure en fonction de leurs relations spatiales. Elle peut alors se faire sous le contrôle d'un modèle visuel ou d'une image mentale interne. C'est donc une activité qui nécessite d'assembler des éléments en un tout ou encore de dessiner ». Van Sommers développe un modèle reprenant les étapes dans une production graphique : l'analyse visuelle par la reconnaissance des formes et leur agencement, une étape de planification pour organiser la figure, un programme gestuel et enfin une vérification. Ses modules mettent en avant l'importance des images mentales, représentations dans la visuoconstruction, et la manipulation de ces dernières en mémoire de travail, le visual buffer memory, et / ou la mémoire à long terme, ainsi que leurs liens avec les connaissances sémantiques sur les objets.

Aussi, du fait de la composante spatiale, comment ne pas envisager un travail rééducatif pour la visuoconstruction prenant en compte l'élaboration de l'espace chez l'enfant ? Les déplacements, actifs ou simulés, et le langage contribuent largement à cette construction spatiale, dont la plus « haute » évolution consiste en la carte cognitive, la représentation mentale.

Or, cette représentation spatiale est constituée à partir d'images mentales, ces mêmes images remplissant les mêmes critères et fonctions que la perception visuelle pure. Or, on a vu à quel point ces représentations visuelles étaient indispensables à la visuoconstruction. De plus, le langage a là aussi fortement à jouer dans ces images en facilitant, outre leur mémorisation, leur manipulation et leur exploration, leur extériorisation. Ainsi, comment ne pas les envisager dans un travail rééducatif ?

Enfin, cette manipulation d'images est également fonctionnelle en mémoire de travail, en rassemblant, organisant plusieurs éléments, et de ce fait constitue un support de travail dans l'élaboration et la résolution d'une tâche. Cette mémoire de travail, en lien avec la mémoire à long terme et la mémoire associative, est alors constamment requise dans la

visuoconstruction, dès le début de l'analyse visuelle, jusqu'à la production graphique et la vérification permanente.

Au vue de ces points théoriques et de mes diverses lectures, je me suis donc intéressée aux déplacements associés à des images mentales et au langage. En d'autres termes, je me suis demandé si la visuoconstruction bidimensionnelle pouvait être améliorée par de la motricité simulée, des représentations spatiales, le tout étayé par du langage.

Ces questionnements m'ont alors permis d'élaborer une pratique s'axant sur une activité de jeu nommé « Ballade au village » ; activité intégralement construite et inventée pour cette recherche.

Ce jeu vise à faire déplacer un personnage dans un village sur une maquette en 3D, au travers d'histoires imposées ou inventées. Ces déplacements et histoires mèneront l'enfant à la description de l'organisation d'un espace connu, d'après une représentation mentale qu'il s'en est construit.

Ainsi, la partie pratique vise à présenter le travail réalisé et les divers questionnements à travers un tableau explicatif. Par la suite, le choix des enfants ainsi que l'élaboration d'un bilan ont été soigneusement pensés selon plusieurs critères exposés ci-après. Une discussion, sur l'ensemble des résultats obtenus clôturera ce travail.

Partie pratique

PARTIE EMPIRIQUE

I. Introduction du travail réalisé

Comme précédemment évoqué, j'ai choisi de créer un jeu dans le cadre de ce mémoire faisant appel à la fois aux notions spatiales, à la représentation mentale de l'espace et au langage.

L'intérêt de ce jeu est de pouvoir à la fois s'inspirer de multiples recherches sur les déplacements au sol (Piñol-Duriez, Zazzo,...) et des tâches de représentations mentales (Kosslyn, Denis, ...). En effet, lors de précédentes études, on a pu voir l'effet bénéfique de ce type de rééducation dans la visuoconstruction.

Cependant, afin de rendre ce travail ludique, il a fallu adapter les précédents protocoles d'où la création d'une maquette plutôt que des points au sol, la mise en place de plusieurs parties (en 2 manches chacune) et d'objectifs pour chaque joueur afin de déterminer un gagnant et un perdant. Ainsi le jeu se compose d'une maquette type « village » en 3 dimensions, de grande taille. Plusieurs éléments (repères) s'agencent dans des îlots (quartiers), à raison d'un minimum par quartier. Des rues non linéaires sont tracées afin de faciliter les voies de « circulation » et de mieux se les représenter. Le joueur (l'enfant ou l'adulte) doit alors faire déplacer son personnage selon des itinéraires particuliers imposés ou inventés (selon une carte « histoire » piochée) et répondant à des objectifs intermédiaires et finaux précis. Chaque joueur dispose alors d'un pion-personnage et d'une maison attitrée (cf. annexe 1 : matériel).

Afin de mieux comprendre ce qui a été mis en place dans ce jeu et faciliter le lien entre la revue théorique et la mise en pratique, un tableau à plusieurs colonnes semble nécessaire. Ainsi, y sont mis en parallèle :

- le matériel général construit,
- les supports sur lesquels il s'appuie,
- les notions théoriques auxquelles ils font appel,
- la visuoconstruction : modèles théoriques de référence : modules de

Van Sommers et éléments de définition.

Matériel général	Supports	Théorie : espace, représentation, mémoire	Visuoconstruction
Maquette	<p><u>Espace</u> : relatif, psychologique et symbolique</p> <p><u>Taille</u> : échelle</p> <p><u>Eléments</u> : repères spatiaux de route et de décision</p> <p><u>Rues</u> : voies non linéaires, réseaux secondaires</p> <p><u>Personnages et repères</u> : référentiel</p>	<p>Perception visuelle, attention et analyse</p> <p>Produits spatiaux</p> <p>Latéralité, décentration et réversibilité</p> <p>Déplacements simulés</p> <p>Relations coordonnées et catégorielles</p> <p>Orientation selon les divers repères de route et de décision : agencement et intrication d'éléments spatiaux</p> <p>Mémoire de travail et visuospatiale : cache visuel et scribe interne</p>	<p>Relations spatiales : modèle visuel externe</p> <p>« Routine and contingent planing » : anticipation métrique des points d'insertion</p>
Repères	<p><u>Maisons, magasins, ferme, école, parc, sport, ...</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repères spatiaux (de route ou de décision) orientés - point final dans la destination : but du déplacement 	<p>Image mentale visuelle</p> <p>Pensées et mémoires spatiales</p> <p>Représentation spatiale : description spatiale topologique des divers éléments présents dans un lieu</p> <p>Relations catégorielles et coordonnées</p> <p>Mémoire de travail et visuospatiale : connaissances sémantiques, représentations, mouvement, manipulation d'images</p> <p>Mémoires à long terme et associatives : souvenirs maniés dans le buffer visuel</p>	<p>Relations spatiales : image mentale interne : activité représentative analogue à la perception visuelle</p> <p>Forme générale et relations topologiques des objets</p> <p>« Depiction decision and processes »</p> <p>« Visual representation system »</p> <p>« Visual buffer memory » et buffer visuel</p> <p>« Temporary stores in delayed copying »</p> <p>« Semantic system »</p>

Cartes joueurs	<u>Histoires imposées</u> : Repères de route	Langage : notions spatiales et temporalité	Contrôle pendant la tâche
	<u>Histoires inventées</u> : Repères de décision	Système verbal	« Depiction decision and processes»
	<u>Objectifs finaux</u> : Repères de route / de décision	Planification : organisation et anticipation d'un trajet spatial	« Production strategy and chunking»
		Texte spatial : modèle mentaux	« Semantic system»
	Flexibilité cognitive		
	Mémoire de travail, visuospatiale, sémantique : empan mnésique à 7+/- 2		

Remarque : Les éléments apportés dans ce tableau ne se lisent pas ligne par ligne mais plutôt dans un ensemble. Par exemple, la maquette s'appuie sur plusieurs supports dont chacun correspond à une notion mais c'est l'ensemble de ces supports relatifs à la maquette qui est à considérer pour faire référence à la théorie (parties espace, représentation et mémoire) puis ensuite à la visuoconstruction.

Il est cependant difficile de regrouper les différents composants du modèle théorique de Van Sommers dans un même tableau, en parallèle de ce qui a été effectué, dans la mesure où ces composants se regroupent et s'agencent les uns avec les autres. Aussi, ce tableau n'est qu'une approche plus représentative de ce qui a été réalisé, il n'est pas tant significatif mais plutôt explicatif de la pratique dans cette recherche. Il tente de mettre en évidence les liens éventuels que l'on peut faire et laisse supposer des hypothèses.

Les systèmes de Van Sommers, qui sous-tendent l'élaboration de capacités graphiques, ne sont pas nécessairement spécifiques au dessin. Son sous-système de programmation de l'action, par exemple, n'est pas spécifique au dessin mais pourrait faire partie d'un système plus global qui sous-tendrait le comportement gestuel. L'apraxie constructive ne résultant pas toujours spécifiquement d'un déficit du système graphique, elle peut être la conséquence de dysfonctionnements affectant différents systèmes cognitifs.

Aussi, tous les composants et pré requis de la visuoconstruction ne sont pas pris en compte dans ce tableau, mais il convient de noter que l'attention sélective, l'analyse visuelle,

la planification, le contrôle pendant la réalisation de la tâche, notamment, sont en permanence utilisés par l'enfant / l'adulte dans le jeu réalisé.

Les différentes mémoires mises en jeu dans le modèle de Van Sommers sont également difficilement intégrables dans ce tableau mais elles sont en permanence nécessaires et utilisées par l'individu lors du jeu.

Finalement, ce tableau pourrait résumer les questions et hypothèses plus précises qui sous-tendent ma question initiale, à savoir si la visuoconstruction bidimensionnelle pouvait être améliorée par de la motricité simulée, des représentations spatiales, le tout guidé par du langage. Ainsi, sur la base des notions théoriques, et à partir de la pratique évoquée dans ce tableau, plusieurs questions me sont parvenues.

Tout d'abord, peut-on faire un lien entre les supports et notions théoriques sous-tendus par la maquette et :

- le modèle visuel externe définissant une partie de la visuoconstruction ?
- le « routine and contingent planing » : par l'anticipation métrique des points d'insertion et donc la localisation des repères et l'orientation ?

De plus, peut-on faire un lien entre les supports et notions théoriques sous-tendus par les repères et :

- le modèle mental interne définissant une partie de la visuoconstruction ?
- l'analogie entre perception et imagerie et donc maintien des formes et relations topologiques des objets dans un lieu ?
- le « depiction decision and processes » : par les représentations visuelles et donc la représentation spatiale de l'espace ?
- le « visual representation system » : par les souvenirs ou représentations dans la mémoire et donc le rappel du lieu connu par l'enfant ?
- le « visual buffer memory » et « le buffer visuel » : par l'accès, l'arrangement, la manipulation et l'inspection des images et donc la manipulation en mémoire du lieu spatial par l'enfant ?
- le « temporary stores in delayed copying » : par la description verbale d'objets ou images permettant une représentation à long terme et donc la description du lieu par l'enfant ?

- le « semantic system » : par la connaissance sémantique sur les objets que l'enfant décrit dans ses représentations spatiales ?

Enfin, peut-on faire le lien entre les supports et notions théoriques sous-tendus par les cartes joueurs et :

- le contrôle pendant la tâche : par l'agencement permanent du trajet par l'enfant selon ses objectifs à atteindre et leur vérification ?

- le « semantic system » : par la connaissance sémantique sur les objets que l'enfant est amené à lire dans les histoires et les notions spatiales qu'il doit intégrer autour des objets connus ?

- le « production strategy and chunking » : par les processus de planification et sémantiques et donc nécessaires à la construction d'un trajet du fait d'objectifs à atteindre selon des repères de route ou de décision et leur stratégie utilisée ?

Toutes ces questions ne pourront pas trouver de réponse appropriée, mais les résultats et observations cliniques tenteront d'en proposer quelques unes.

II. La population

Le choix des enfants s'est coordonné selon 2 variables que sont les troubles et l'âge.

Tout d'abord, sur mon lieu de stage en SESSAD / CMPP, des précédents bilans concluaient à des troubles visuoconstructifs, selon les résultats obtenus à la figure de Rey A (inférieurs à -2DS). J'ai alors procédé à une sélection, pour ne pas influencer mes futurs résultats ; il m'a fallu aller plus loin dans mes choix et regarder la présence d'autres troubles associés et leur nature. Ainsi, j'ai choisi des enfants avec des troubles moteurs associés aux troubles visuoconstructifs mais ne présentant pas de troubles graphiques (BHK), ou attentionnels par exemple, d'après les précédents bilans (chiffrés ou d'évolution). Les enfants de mon échantillon n'ont alors pas bénéficié de rééducation « classique » dans le domaine de la visuoconstruction durant toutes les séances de ma pratique. De plus, j'ai choisi de ne pas travailler tout ce qui touchait à l'écriture, y compris la graphomotricité. Les objectifs de travail complétant les séances se sont alors axés sur de la motricité globale.

De plus, l'âge des enfants a été pensé selon les éléments apportés dans la théorie. Ainsi, les capacités spatiales (orientation, latéralisation, réversibilité, décentration), de

représentation mentale et compréhension de textes devaient être en place. C'est pourquoi les enfants sont âgés entre 10 et 12 ans.

Finalement, l'échantillon se compose de trois filles. Leurs difficultés en mathématiques sont importantes et s'observent surtout dans la géométrie, la construction de figures, la compréhension des consignes mathématiques, l'utilisation d'outil ; les notions d'abstraction et de décentration étant alors nécessaires dans cette matière scolaire. Toutes volontaires, elles participent généralement activement aux séances mais les activités manuelles, graphiques sur table, ou encore géométriques sont difficilement acceptées.

A. Mathilde

Mathilde est une jeune fille de 10 ans et 8 mois, scolarisée en CM1, suivie au SESSAD depuis septembre 2008 pour troubles moteurs importants, ainsi que des troubles dans le repérage spatio-temporel, le calcul et le raisonnement. Elle présente un QI de 75, dont un QIV de 87 et un QIP de 68. Elle a été suivie en orthophonie dès la grande section pour problèmes de praxies bucco-faciales et d'élocution, et en CP pour une aide en lecture; aujourd'hui cela se poursuit mais pour troubles du raisonnement et du calcul, elle n'a pas accès à l'abstraction. Elle redouble le CE1 car ses difficultés en français et mathématiques sont trop importantes et cela lui est bénéfique notamment pour le français. Lors de précédents bilans psychomoteurs, on relève de grandes difficultés dans les praxies idéomotrices. L'écriture (autrefois déficitaire : +3DS au BHK) s'est très nettement améliorée et ne nécessite plus de travail rééducatif aujourd'hui. Quant à sa motricité, pathologique au LOMDS (-1.7DS, en 2008), elle a fait beaucoup de progrès et cela est moins abordé aujourd'hui en séance. Les progrès à l'école suivent une lente mais certaine évolution, mais les difficultés en mathématiques persistent. La dernière réunion éducative fait état d'un manque de raisonnement et d'abstraction, des apprentissages sur le mode du « par cœur » ; cependant, elle aime apprendre et faire ses devoirs. Aucun diagnostic n'est à l'heure actuelle posé.

B. Maud

Maud, âgée de 11 ans et 7 mois, scolarisée en CM2, est une jeune fille qui est suivie au SESSAD depuis 2006 pour retard de langage et retard psychomoteur global ; un diagnostic de dyspraxie a alors été posé. Elle a également été suivie en orthophonie pour difficultés de langage (déformation volontaire des mots, respiration buccale, béances, difficulté dans la structuration de phrases complexes). Elle présente un QI total de 74, dont 37 en

compréhension verbale et 20 en raisonnement et perceptif. Elle n'est pas à l'aise dans son corps du fait d'un surpoids notable et d'une situation familiale compliquée, souvent source de plaintes de sa part. En effet, ses parents ont également été suivis dans leur enfance dans une structure spécialisée (DDASS) et son petit frère est autiste, tout ceci contribuant à un environnement insécurisant. Elle peut parfois adopter des attitudes / comportements régressifs, d'opposition ou d'agitation. Le travail s'axe surtout sur la motricité globale, la préparation au mouvement, l'anticipation, les coordinations, sans oublier le travail sur le schéma corporel et l'appréhension de son corps. A l'école, elle a du mal à organiser ses affaires, ne peut effectuer plusieurs choses à la fois, a besoin de temps. En mathématiques, la géométrie, les mesures et la lecture de l'heure sont très difficiles. La multiplication, et les additions complexes ne sont pas acquises.

C. Julia

Julia, âgée de 12 ans et 3 mois, scolarisée en 6^{ème}, est suivie au CMPP depuis 2009. Elle présente une efficacité intellectuelle dans la norme, voir parfois normale faible pour certains items. Née prématurée au 7^{ème} mois de grossesse, l'accouchement a été difficile avec des hémorragies à la délivrance ; elle a donc été hospitalisée pendant 2 mois, sous couveuse. Elle présente un retard staturo-pondéral et une diplopie spastique (traitée par injections botuliniques) d'où de grandes difficultés en motricité, ayant par là-même nécessité la mise en place d'un suivi en kinésithérapie. Elle souffre d'un grand manque de confiance en elle, développe beaucoup d'attitudes de prestance, mais peut faire preuve de répondeur. Parfois à l'écart des autres au collège, elle est très protégée à la maison, par ses parents et sa grande sœur. Son écriture est lente mais appliquée et semble avoir progressé. En CM2, elle a pu avoir des difficultés également dans le domaine langagier, notamment dans la compréhension de l'écriture et la lecture et dans la syntaxe, le vocabulaire est limité. Des problèmes de mémorisation et d'organisation sont notables, ainsi qu'une attention limitée. Elle redouble son CM2, qui lui est favorable malgré des problèmes toujours présents en lecture, un défaut de latéralisation, de représentation de l'espace et en géométrie. Au collège, la dernière équipe éducative révèle qu'elle est très lente malgré une tentative d'augmenter sa vitesse, et que les résultats en mathématiques et technologie sont largement en-dessous la moyenne.

III. Le bilan

La réflexion autour du bilan s'est faite en fonction de la théorie préalablement exposée et de précédentes recherches, tout en tenant compte de « la réalité du terrain ».

Les anciennes recherches ont évalués plusieurs domaines entrant en jeu dans la visuoconstruction bidimensionnelle:

- les praxies visuoconstructives complexes en 2D : la figure de Rey A
- les capacités d'orientation : le test d'orientation de la Nepsy
- les capacités de planification : la Tour de Londres
- les capacités d'extraction de formes : la CEFT
- la latéralité et la réversibilité : le Piaget-Head
- l'écriture : le BHK.

Cependant compte tenu de ma problématique et de la théorie, il m'a fallu faire le choix de d'autres tests, pour compléter mon évaluation. Aussi, j'ai également choisi de mesurer :

- la flexibilité cognitive avec le test de « la fluidité de dessins » de la Nepsy. En effet, dans la mesure où les enfants devront inventer des histoires, trajets, évoquant des situations spatiales, il m'a semblé intéressant de vérifier si ces enfants étaient suffisamment flexibles pour créer des trajets, générer de nouvelles idées.

- les praxies constructives simples : copie de figures de la Nepsy. Là aussi, il m'a paru important d'évaluer la capacité à reproduire des figures simples. En effet, peut-être que la visuoconstruction relève de plusieurs niveaux de difficultés, et l'on peut supposer que se sont plus l'agencement ou la reproduction qui seront affectés. Aussi, si le score est correct, on peut supposer que se seront plus des troubles graphomoteurs (ou constructifs plus élémentaires) qui seront à la source de troubles visuoconstructifs.

- Praxies constructives en 3D : les cubes de la NEPSY. Il m'est en effet paru important de mesurer cette dimension constructive dans la mesure où le jeu se déroule dans une scène virtuelle en 3dimensions, et que l'on peut supposer que cette pratique puisse également les favoriser. Aussi, elles sont acquises avant les bidimensionnelles dans le développement et peut-être qu'un défaut de ce genre de praxie peut être en lien avec un défaut de perception spatiale donc un trouble visuoconstructif.

Finalement, du fait du temps que nécessite la passation d'un bilan (2 séances de 3/4d'heure), j'ai dû limiter le nombre de tests à faire passer. Ce bilan consiste en un test-retest : le premier début janvier, puis le second début avril.

J'ai alors choisi d'axer mes évaluations autour de 7 tests que sont : La figure de Rey A, la copie de figure simple, les cubes, le Piaget-Head, le test d'orientation, la flexibilité cognitive et la tour de Londres.

A. Les praxies visuoconstructives

- **Complexes : la figure de Rey A**

C'est un test neuropsychologique qui vise à mesurer la visuoconstruction en 2D, l'organisation perceptive et mnésique d'un individu. Ce test permet d'étudier les capacités d'un sujet face à une situation nouvelle et complexe, son appréhension de l'espace, ses capacités d'anticipation, ses capacités d'analyse et de rapports inter-objets, sa mémorisation des éléments et ses capacités attentionnelles.

Dans un premier temps, il consiste à recopier une forme géométrique complexe et sans signification, puis dans un second temps à la reproduire de mémoire. Ce n'est donc pas une figure familière, un dessin connu, et cela fait appel à l'imagerie mentale en terme de maintien.

Deux modes de cotation sont possibles : la première en points tient compte de la présence des éléments et leur position, la deuxième prend en compte la manière séquentielle dont la figure a été réalisée et envisage différents types de reproduction. Mais plusieurs corrections sont référencées (cf. également le système de cotation qualitative de Boston, in Nakano, 2006). J'ai alors choisi d'effectuer deux types de cotations qui seront ultérieurement abordées.

- **Simples : la copie de figures de la Nepsy**

Ce test appartient au domaine des traitements visuospatiaux et c'est un subtest de base pour les enfants de 3 à 12 ans. Il évalue l'intégration visuomotrice en exigeant de l'enfant qu'il reproduise sur une feuille des figures géométriques bidimensionnelles simples, indépendantes les unes des autres. Cela fait appel aux capacités d'intégration visuospatiales, de coordination de l'activité motrice. De faibles résultats peuvent alors être dus soit à la mise en jeu de ces capacités, soit à un défaut d'expérience ou d'utilisation d'un outil en vue de planifier un comportement visuomoteur.

- **Tridimensionnelles : les cubes de la NEPSY**

Ce test appartient au domaine des traitements visuospatiaux, c'est un subtest de base pour les 3-4ans et complémentaire pour les 5-12 ans. Il évalue la capacité à reproduire une construction de cubes en 3D, à partir de modèles et de dessins. Il se veut d'évaluer (outre les capacités de coordinations motrices fines requises) l'aptitude à visualiser, comprendre et reproduire des relations spatiales tridimensionnelles. Les enfants qui ont des difficultés à ce test peuvent alors avoir des problèmes pour organiser des éléments dans l'espace d'une page, à assembler les différentes parties d'un ensemble, des problèmes en géométrie. On peut également trouver des problèmes d'orientation, direction, d'angles, de passage d'une dimension à une autre.

B. La latéralité et la réversibilité : le Piaget-Head

Le Piaget est un test de connaissance droite-gauche, qui évalue la connaissance spatiale selon un âge donné. Il détermine trois stades dans le développement de cette capacité : la connaissance sur soi, sur autrui face à face et la position relative entre 3 objets. La réversibilité est là aussi évaluée.

Le Head évalue la capacité de réversibilité, et donc de décentration de l'enfant, son orientation et organisation spatiales. L'enfant doit alors reproduire trois séries de plusieurs mouvements consistant à placer une main sur un endroit du visage (œil ou oreille). Pour cela, face à face, on demande d'abord à l'enfant d'imiter l'adulte, puis ensuite de faire le mouvement sur ordre verbal et enfin de reproduire des mouvements d'après un ordre schématisé.

C. L'orientation : le test d'orientation de la Nepsy

C'est un subtest complémentaire pour les 5-12ans qui évalue la compréhension des relations visuospatiales, l'orientation, le repérage et la direction et la capacité de transférer la compréhension d'une carte schématique simple à une carte plus complexe. De faibles performances à ce subtest peuvent être dues à des difficultés de compréhension de la position des objets dans l'espace ou des problèmes de pensées représentationnelles.

D. La flexibilité cognitive : la fluidité de dessin de la Nepsy

Ce test intègre le domaine de l'attention et des fonctions exécutives. C'est un subtest complémentaire pour les 5-12 ans. Il évalue la capacité des enfants à créer le plus vite

possible de nouveaux dessins en reliant des points organisés de façon structurée ou aléatoire. Cela permet alors de mesurer la flexibilité cognitive, la capacité à générer de nouvelles idées selon un environnement donné. Ainsi, on peut mettre en évidence un déficit dans le domaine de la conceptualisation, de la pensée abstraite, ainsi que dans la mise en place d'une stratégie.

E. La planification : la Tour de Londres

La planification est une des fonctions exécutives mesurée par le test de la Tour de Londres. On cherche à évaluer la capacité de l'enfant à anticiper une action et à l'organiser selon un plan précis et fonctionnel ; c'est l'évaluation de la planification d'un acte moteur et d'un problème visuospatial. La passation se déroule selon une série de 12 problèmes individuels, présentés à partir d'un modèle bidimensionnel. A partir d'une position de départ et selon un nombre imposé de mouvements, l'enfant doit déplacer une, deux ou trois boules (de couleurs différentes) présentées sur un boulier afin de reproduire le modèle demandé.

IV. Présentation des séances et du jeu « Ballade au village »

A. Les séances

Les séances ont été identiques pour les 3 enfants. Ainsi, un « planning » du déroulement des séances et leur complexification a été suivi, ainsi que le matériel, les règles du jeu, et une grille d'observation.

Cependant, dans la réalité du terrain, du fait de la répartition des séances et du déroulement de ma pratique, il m'est difficile de parler en termes de « protocole de rééducation ». En effet, pour évoquer un « protocole », plusieurs aspects sont à respecter et doivent être standardisés pour tout l'échantillon et ce durant tout le temps de la pratique. C'est pourquoi je préfère aborder ma pratique sous le terme de « jeu pour une rééducation ». Ceci sera mieux abordé dans la discussion mais il convient dès maintenant de préciser que j'ai cherché à adapter au mieux pour chaque enfant, en tentant de les aider chacun au plus près, selon leurs propres difficultés.

Aussi, la présentation de ma pratique passe par l'explication des séances, cependant il est vrai que ce sont les règles du jeu qui permettent de mieux saisir ce qui est réalisé. C'est pourquoi, je ne m'attarderai pas tant sur le déroulement des séances mais plus sur les règles du jeu afin de mieux saisir le travail effectué.

Comme précédemment évoqué, le bilan s'est donc réalisé sur deux séances de $\frac{3}{4}$ d'heure chacune, soit 4 séances au total pour les évaluations. La 2^{ème} évaluation s'est largement retrouvée écourtée et tous les tests n'ont pu être repassés.

Puis, afin d'avoir le temps nécessaire à ma pratique, j'ai planifié un total de 9 séances de travail autour du jeu avec les 3 enfants, de mi-janvier à fin mars, à raison d'une séance par semaine, à intervalle régulier. Le jeu se déroule alors sur un temps environnant les 25 à 30 minutes. Ainsi, pour chaque séance, l'enfant et l'adulte font une « partie de jeu », se déroulant chacune en deux manches. Le jeu se complexifie tout au long des séances. Ainsi, il est prévu que:

- partie 1 : cartes à 3 repères = 2 séances
- partie 2 : cartes à 4 repères = 2 séances
- partie 3 : cartes à 5 repères = 2 séances
- partie 4 : cartes à 6 repères = 2 séances
- partie 5 : cartes à 7 repères = 1 séance

Or, dès la 2^{ème} séance, il a fallu repenser le jeu de deux façons : raccourcir le temps de jeu, puis modifier les cartes « histoire inventée ». Ceci sera alors mieux explicité dans les règles.

Lors de chaque séance, afin de pouvoir être entièrement disponible pour les enfants, les grilles d'observation ont été remplies par une autre personne (ma maitre de stage), observant alors tous les comportements et attitudes des enfants durant la partie du jeu.

Lorsque le jeu est terminé, le travail de rééducation habituel poursuit alors les objectifs établis pour chaque enfant et s'orientent sur de la motricité globale. A la fin de chaque séance (donc au bout des $\frac{3}{4}$ d'heure), il est demandé aux enfants de rappeler un des itinéraires qu'il avait effectué dans le jeu. J'ai alors voulu chercher à savoir si la mémorisation était favorisée soit par les déplacements imposés soit par les déplacements inventés.

B. Le jeu : déroulement et règles

BUT : Se déplacer dans le village selon des histoires imposées ou inventées.

MATERIEL (cf. annexe 2)

DEFINITIONS:

« Un repère » = c'est le nombre de lieux que le joueur utilise dans son déplacement.

Exemples :

- « vas à la boucherie » = 1 repère
- « passes à droite du parc » = 1 repère
- « vas à la boucherie puis passes à droite du parc » = 2 repères

« Un objectif » = c'est le but de l'histoire ; ce n'est pas une étape dans le déplacement.

Exemples :

- « vas à la boucherie puis au parc » = l'objectif est le parc
- « avant d'aller au parc, tu iras à la boucherie » = l'objectif est le parc
- « après le parc, tu iras à la boucherie » = l'objectif est la boucherie

Carte « Histoire imposée » = c'est une carte sur laquelle figure un itinéraire indiquant un déplacement imposé à effectuer selon un nombre de repères définis. Ces cartes se complexifient durant les séances, selon les parties. Cette carte est recto-verso, par exemple :

<i>recto</i>	<i>verso</i>
Histoire imposée 3 repères	Comme tu as envie de jouer, tu vas au terrain de jeux en passant derrière le garage. Après avoir joué, tu iras manger une glace au Mac Do.

Carte « histoire inventée » = c'est une carte sur laquelle figure le nombre de repères ainsi que des notions spatiales à intégrer dans un itinéraire à inventer. Cependant, elles se complexifient aussi dans le sens où le nombre de notions spatiales à intégrer passe au nombre de deux dès la 3^{ème} partie. Cette carte est également recto-verso, par exemple :

<i>recto</i>	<i>verso</i>
Histoire inventée 3 repères	A droite

<i>recto</i>	<i>verso</i>
Histoire inventée 5 repères	A droite Devant

Ceci signifie que pour la 1^{ère} partie par exemple, ce sont les cartes à 3 repères qui sont utilisées. Un repère étant un lieu intégré lors d'un déplacement, cela signifie que les itinéraires (déplacements) de la 1^{ère} partie doivent comporter 3 repères. Et ainsi de suite pour les parties à suivre. Aussi, ce n'est pas le nombre de repères qui indiquent le nombre de déplacements à effectuer mais le nombre de carte par pioches.

Carte « objectif » = la carte objectif est une carte de route. Elle indique au joueur les lieux dans lesquels il doit se rendre pour gagner la partie. Egalement recto-verso, cette carte se présente comme suit :

<i>recto</i>	<i>verso</i>
objectifs	Terrain de jeux Maison Gymnase Garage Fleuriste Magasin

PREPARATION ET NIVEAU DE COMPLEXITE DU JEU :

Sortir le plateau de jeu (la maquette) et le disposer sur un support stable, de préférence une table.

Répartir les repères sur la maquette, dans les îlots (quartiers) prévus à cet effet, sachant qu'un repère au moins doit être contenu dans chaque îlot. Dans une même partie, la disposition du plateau de jeu ne change pas. Cependant, la disposition peut être différente selon les parties, car comme dans la visuoconstruction, nous devons faire face à des situations nouvelles à chaque fois.

Préparer les 3 pioches de cartes pour chaque partie:

- partie 1 : cartes à 3 repères (imposée + inventée) + cartes objectifs
- partie 2 : cartes à 4 repères (imposée + inventée) + cartes objectifs
- partie 3 : cartes à 5 repères (imposée + inventée) + cartes objectifs
- partie 4 : cartes à 6 repères (imposée + inventée) + cartes objectifs
- partie 5 : cartes à 7 repères (imposée + inventée) + cartes objectifs

Les pioches sont tournées face vers le haut « histoire imposée / inventée / objectifs ».

Les parties vont en se complexifiant, la 1^{ère} étant la plus simple et la 5^{ème} la plus compliquée. Chaque partie comporte 2 pioches distinctes pour les déplacements (cartes « histoire imposée » + « histoire inventée ») de 6 cartes chacune (tirées au hasard) car le nombre de déplacements est limité à 6 par joueur (3 déplacements imposés + 3 inventés), soit 3 cartes à tirer pour chaque joueur dans chacune des pioches, durant une même partie.

Remarque : Les cartes ont été réalisées en nombre important, afin de ne pas refaire à chaque fois les mêmes itinéraires, ni utiliser les mêmes notions spatiales, dans la mesure où une partie peut se refaire plusieurs fois.

- **1^{ère} version**

Chaque joueur choisit un pion et se place dans sa maison.

Puis, chacun tire une carte «objectif» : l'ordre des objectifs n'est pas imposé, chacun s'organise comme il veut. Le but étant d'en réaliser le maximum.

1^{ère} manche : « histoire imposée » :

Le joueur qui fait le plus grand lancer de dé commence.

Le 1^{er} joueur tire une carte « histoire imposée » dans la pioche et est obligé de suivre l'itinéraire indiqué avec le nombre de repères imposés. A la fin de son déplacement, le joueur arrive donc dans un lieu qui correspond au but de l'histoire. Il doit alors décrire le lieu et les objets qui le composent comme il se le représente mentalement : description topologique des éléments les uns par rapport aux autres et/ou par rapport à soi, leur taille, forme, couleur, localisation, agencement. Puis ensuite, il regarde sa fiche « objectif » :

- Si ce lieu correspond à l'un des objectifs de sa carte « objectifs » alors il le raye de sa carte avec le crayon.

- Si ce lieu ne correspond pas à l'un des objectifs de sa carte « objectifs », alors il ne le raye pas. Dommage !

Le 2^{ème} joueur peut alors tirer une carte « histoire imposée » et il procède de la même façon.

A la fin de son déplacement, le joueur reste dans le lieu où il vient d'arriver, jusqu'à la prochaine carte tirée. Il repartira alors d'ici. Il se peut que parfois le but de la prochaine histoire concorde avec l'endroit même où le joueur est déjà placé. Dans ce cas, ne pas tenir compte de là où l'on se trouve et se déplacer comme ce que l'histoire impose.

Cette 1^{ère} manche se termine lorsque chaque joueur a réalisé 3 déplacements imposés.

2^{ème} manche : « histoire inventée » :

Pour savoir quel joueur débute cette 2^{ème} manche, on lance le dé et le plus grand des deux commence. Pour la suite de la manche, les joueurs lanceront le dé à chaque fois que chacun aura effectué un déplacement. En effet, dans cette manche tout le monde gagne car chaque joueur se déplace selon les objectifs de sa carte « objectifs » en inventant un itinéraire, il faut donc trouver un moyen de contrôler qui gagnera.

Le 1^{er} joueur tire une carte « histoire inventée » dans la pioche. Pour se déplacer, il est obligé de créer une histoire avec les éléments / repères qu'il souhaite, mais sous 3 conditions :

- Le but de son histoire doit correspondre à un des objectifs de sa carte « objectif » afin de pouvoir gagner.

- Le nombre de repères à intégrer doit correspondre au nombre d'éléments correspondant à la partie en cours.

- Il doit intégrer dans son histoire inventée le (les) mot (s) qui est (sont) écrit(s) au dos de la carte.

Une fois arrivé dans un repère, le joueur doit alors décrire le lieu et les éléments qui le composent comme il se le représente mentalement : description topologique des éléments les uns par rapport aux autres et/ou par rapport à soi, leur taille, forme, couleur, localisation, agencement.

Quand le joueur a atteint son but, il le raye sur sa carte « objectif » avec le crayon.

Le 2^{ème} joueur peut alors tirer une carte « histoire inventée » et procède de la même façon.

Les deux joueurs relancent le dé pour savoir lequel va poursuivre en 1^{er}, le plus grand des deux poursuit en tirant une autre carte « histoire inventée ».

La manche se termine quand chaque joueur a réalisé 3 déplacements inventés.

FIN DE LA PARTIE ET GAGNANT:

Le gagnant est le joueur qui comptabilise le plus d'objectifs rayés sur sa carte « objectifs ».

Ne pas oublier d'effacer au papier non humide les cartes « objectifs » afin qu'elles soient réutilisables ensuite.

- **Deuxième version**

Dès la 2^{ème} séance, le jeu a été modifié.

Tout d'abord, il dépassait largement le temps prévu de 25 à 30 minutes, et se répartissait plutôt sur une durée de 35 à 40 minutes par partie. C'est pourquoi, le nombre de déplacements a été limité à 2 par joueur, soit 1 pour chaque manche. Donc, chacun ne tire plus qu'une carte de chaque type d'histoire.

De ce fait, les objectifs finaux à respecter n'existent plus. Chacun se déplace selon le repère final qu'il décide. Il n'existe donc plus de carte « objectif » dans la pioche et donc pas de gagnant ni de perdant.

De plus, au même moment, une autre modification a eu lieu du fait de la difficulté pour les enfants d'utiliser les notions spatiales et à inventer un itinéraire. Pour éviter ces blocages, j'ai modifié ces cartes et les inscriptions ne comportaient alors plus qu'une notion spatiale en plus d'un mot courant devant les aider à construire une histoire. Ces mots

évoquaient alors des activités connues et on trouvait alors par exemple des mots tels que « vélo », « nouvelle coiffure », « gâteau »...

Le but et la préparation restent identiques.

LE DEROULEMENT :

Chaque joueur choisit un pion et se place dans sa maison.

1^{ère} manche : histoire imposée

Le 1^{er} joueur tire une carte « histoire imposée » dans la pioche et est obligé de suivre le déplacement indiqué. A la fin de son déplacement, il doit décrire le lieu et les éléments qui le composent comme il se le représente mentalement : description topologique des éléments les uns par rapport aux autres et/ou par rapport à soi, leur taille, forme, couleur, localisation, agencement.

Puis le deuxième joueur tire une carte « histoire imposée » et joue à son tour.

2^{ème} manche : histoire inventée

Le premier joueur tire une carte « histoire inventée ». Il doit, comme lors de la première version, inventer une histoire sous deux conditions :

- Respecter le nombre de repères où il doit se rendre. Les déplacements ne doivent pas respecter un objectif final à atteindre parmi plusieurs ; le joueur est alors libre de choisir l'endroit où son personnage doit se rendre.
- Intégrer dans son histoire le mot courant et la notion spatiale écrits au dos de la carte. Ce mot pourra alors être central dans l'histoire ou juste évoqué.

A la fin de son déplacement, il doit décrire le lieu et les éléments qui le composent comme il se le représente mentalement : description topologique des éléments les uns par rapport aux autres et/ou par rapport à soi, leur taille, forme, couleur, localisation, agencement.

Le deuxième joueur peut alors commencer.

FIN DU JEU :

La partie se termine lorsque chaque joueur a réalisé deux déplacements au total.

C. Grille d'observation (cf. annexe 3)

La grille d'observation a légèrement évolué selon les deux versions du jeu. Je ne présenterais ici que la deuxième, plus complète et plus facile à remplir.

Dans cette grille, ont été pris en compte plusieurs éléments afin de faciliter la prise de notes et relever les observations cliniques. Ces éléments ont là aussi été pensés selon la théorie évoquée préalablement. Ont alors été notés :

- *les histoires évoquant les itinéraires (les imposées et les inventées) ainsi que les descriptions verbales des lieux* : liens entre les lieux, rapports, référentiel utilisé, respect temporel des déplacements, figures évoquées, ... Il est important de noter que chaque description concerne un lieu connu de l'enfant et réel (et en aucun cas quelconque invention n'a été émise).

- *les attitudes pour chaque type d'histoire* : anticipation et planification du parcours, impulsivité, verbalisation (soliloque), autocorrection, capacité de prise en compte des notions spatiales.

- *pour l'histoire imposée*, ont été notés en plus: l'observation ou non du parcours pendant la lecture de la carte, le recours / retour à la carte pour la construction du parcours et pour le déplacement, le type d'aide apportée à l'enfant (verbale, gestuelle).

- *pour l'histoire inventée*, ont été notés en plus : l'observation du plan pendant la construction de l'histoire, la capacité à construire seul une histoire, le lieu final choisit, l'intégration de notions spatiales, le type d'aide apportée (verbale, gestuelle).

- *Mémorisation d'un trajet en fin de séance* : comme évoqué au dessus, j'ai voulu savoir quel type de déplacement était mieux mémorisé par l'enfant : l'itinéraire imposé ou celui inventé.

Finalement, cette partie pratique a tenté de continuellement faire des liens avec la théorie et tenté de soulever les processus à l'œuvre dans la visuoconstruction.

Les jeunes filles de mon échantillon ont largement contribué à cela et leur participation active a permis de « faciliter » le travail.

Tout ceci a contribué à la création de ce jeu et a permis d'obtenir des résultats qu'il va falloir maintenant étudier de plus près. Les tests réalisés lors des bilans ainsi que les nombreuses observations cliniques ont permis d'approcher de plus près la question de départ.

LES RESULTATS

Les résultats seront présentés de trois façons, afin de compléter et permettre une complète compréhension et analyse :

- les observations relevées par les grilles seront d'abord envisagées afin de suivre l'évolution des enfants tout au long des séances, et ainsi tenter d'expliquer les résultats des évaluations.

- les résultats quantitatifs seront abordés sous forme de tableaux, regroupant les deux évaluations, afin de mieux visualiser l'évolution,

- les résultats qualitatifs des praxies constructives (seulement copie de figures simples et figure de Rey) seront ensuite directement abordés alors que les résultats des autres tests seront abordés plus en détails dans les annexes (annexes 3).

Pour la figure de Rey A, j'ai procédé à deux types de cotation.

Tout d'abord, la cotation d'O. Rey, se veut de corriger ce test en attribuant des points (36 au total) aux 18 éléments selon certains critères que sont leur réalisation (présence et exactitude) et leur localisation. Les points s'attribuent donc selon :

	Bien placé	Mal placé
Exact	2 points	1 point
Déformé mais reconnaissable	1 point	0.5 point
Méconnaissable, absent ou gribouillage = 0 point		

Puis, j'ai reporté ces points dans un tableau à double entrée afin de les affiner encore plus et ainsi mettre en évidence les types d'erreur. En effet, lorsque l'on se retrouve avec le score total de Rey, alors on ne sait pas vraiment ce qu'il signifie, mis à part la mise en évidence ou non d'un trouble visuoconstructif, ou trouble de la mémoire visuelle. Cependant, est-ce dû à un défaut de localisation, de reproduction dans la forme, des problèmes mnésiques, ... ? Ce tableau sera alors réalisé pour les trois enfants et sera repris avec les observations cliniques des résultats, en mettant en parallèle les deux évaluations. Le tableau se présentera comme suit :

épreuve	1 ^{ère} évaluation				2 ^{ème} évaluation			
	Exactitude	localisation	forme	absence	Exactitude	localisation	forme	absence
Copie								
mémoire								

*Ainsi, les chiffres à l'intérieur représenteront le nombre d'éléments exacts puis absents, ainsi que le nombre d'éléments ayant été **perturbés** selon leur localisation ou leur forme, pour les deux reproductions, et les deux évaluations.*

Il faut cependant revenir sur le fait que, comme précédemment évoqué, tous les tests n'ont malheureusement pas pu être réévalués. Aussi, je n'ai pu faire repasser que la tour de Londres, la fluidité de dessin, la figure de Rey A et la copie de figure de la Nepsy. Il faut alors préciser que pour la première évaluation de Mathilde et Maud, les figures de Rey ont été effectuées en septembre 2010 : le score et les observations cliniques écrits ci-dessous sont repris de leur dossier ; on peut d'ores et déjà penser que cela aura une influence sur les résultats.

Afin de mieux saisir ce qui a réellement été mis en place dans la pratique, il semble important de comprendre le déroulement des séances en donnant quelques exemples de situations. Comme précédemment évoqué, j'ai cherché à aider et favoriser la construction des trajets et des représentations chez chaque enfant. Il m'a alors fallu les aider à enrichir leurs constructions d'itinéraires et de descriptions spatiales pour favoriser l'émergence d'une temporalité dans les récits et de notions spatiales plus élaborées. Aussi, j'ai insisté et posé beaucoup de questions, comme par exemple « *Peux-tu me dire où se situent les tableaux ? Comment sont-ils, de quelles formes ? Les chaises, comment sont-elles disposées par rapport aux tables ? Combien vois-tu d'étagères ? Sont-elles parallèles ?...* ». J'ai procédé de cette façon pour chaque séance et pour chaque enfant. Cependant, il est vrai que parfois le récit n'était pas toujours fluide, et ces questions se sont alors répétées souvent au fil des séances.

I. Mathilde, 10 ans et 8 mois

A. Observations et évolution pendant les séances

En début de séances, Mathilde ne parvenait pas à construire d'itinéraires et ses descriptions spatiales étaient pauvres. Par exemple :

- Itinéraire inventé en début de séance (3 repères): «*Je vais à la boulangerie. Je vais à la poste. Je vais à la piscine* ».

- Description spatiale en début de séance: «*Au Mac Do', y'a des gens. Y'a de tableaux avec des menus pour choisir des desserts. Des fois, on est obligé de rester dedans mais on peut aller dehors. Y'a des chaises, des tables, des jeux. Dehors, y'a une machine qui parle qui commande qu'en on est pressé de partir* ».

On remarque à quel point aucune notion spatiale n'est évoquée mise à part «*dehors et dedans* » qui restent très primaires. Le mot «*y'a* » indique qu'elle ne procède qu'à une énumération d'éléments dans sa description, de la même façon qu'elle ne peut qu'inventer une relation entre les lieux où se déplacer dans le jeu.

A la fin des séances, on remarque une évolution dans ce qu'elle propose, par exemple :

- Itinéraire inventé en fin de séance (5 repères): «*je vais à la boulangerie chercher un gâteau. Puis après je vais au fleuriste prendre des fleurs pour mamie. Ensuite je vais au SuperU acheter des vêtements. Après je vais chez mamie prendre le gouter et je rentre à la maison*».

- Description spatiale en fin de trajet: «*mon jardin est dehors ma maison. Il est rectangulaire. Y'a une clôture et des fleurs à droite de la maison. Après y'a un champ derrière la clôture. Y'a un cerisier, un rosier, en tout y'a 4 arbres. Y' a un potager à gauche de la clôture. Y'a des voitures devant la maison sur les cailloux. Devant, y'a aussi des plantes. On peut pas faire le tour de la maison parce qu'il y a un grillage sur un coté*».

Mathilde pouvait parfois s'arrêter et dire qu'elle ne se représentait rien d'autre. Il a fallu poursuivre les questions pour l'aider à aller plus loin dans ses récits (par exemple, «*et que vois-tu encore ? Qu'y a-t-il à gauche de la clôture ?...*»). Malgré ses difficultés à parfois répondre aux questions, elle pouvait quand même apporter des informations complémentaires.

Ainsi, tout au long des 6 séances dont Mathilde a pu bénéficier, une évolution est observable à plusieurs niveaux.

En effet, on remarque d'après la grille, qu'au début du jeu, elle n'anticipait, ne planifiait pas toujours ses trajets et déplacements, mais par la suite, cela est devenu systématique. De même, une légère impulsivité au début ne s'est plus retrouvée en fin des 6 séances. Concernant la verbalisation et l'autocorrection, on remarque que Mathilde s'aide en redonnant les repères dans son déplacement, et qu'elle s'auto-corrige à la fin des séances dès qu'elle aperçoit sa faute.

Les directions spatiales, qui au début lui posaient problème du fait d'un défaut de réversibilité et donc de décentration, se sont vues être prises en compte et beaucoup mieux intégrées dans ses déplacements imposés en fin des séances, malgré une difficulté persistante à les prendre en compte dans ses déplacements inventés.

Tout au long des séances, elle a toujours eu recours à la maquette, tant pour suivre l'itinéraire d'une histoire imposée que pour en inventer un. Cependant, elle regarde toujours la carte de l'histoire imposée pour se déplacer, et cela se retrouve dans l'aide apportée pour se rappeler des repères et itinéraires qu'elle a inventés, ce qui peut indiquer une faiblesse mnésique. Il est difficile pour elle au début d'inventer une histoire mais cela s'améliore nettement au fil des séances, où ces histoires deviennent même de plus en plus riches. La description des lieux spatiaux, au début, se résumait en une succession de repères et d'objets, mais par la suite, cela s'élabore mieux et elle parvient à faire des liens entre eux. Ainsi, elle intègre des notions spatio-temporelles dans ses descriptions (devant, derrière, droite, gauche, dehors, après...), des formes (carré, rectangulaire). Tous les lieux référencés dans le jeu sont connus de Mathilde et elle n'invente pas de nouveaux espaces.

Ces observations viennent appuyer les résultats ci-dessous car permettent de voir l'évolution plus concrètement.

B. Résultats quantitatifs

Types de scores		1 ^{ERE} EVALUATION			2 ^{EME} EVALUATION		
		Note	Percentile, quartile	DS	Note	Percentile, quartile	DS
Tests							
Piaget		14/20	< Q1, médiane à 19				
Head 1		4/30	<Q1, médiane à 28				
Head 2		3/15	< Q1, médiane à 14				
Head 3		0/16	< Q1, médiane à 14				
Total Piaget-Head		21/80	<Q1, médiane à 75				
Orientation		4/10		-3,25			
Tour de Londres	Essais	23		-2,5	27		-1,17
	Temps	50		-2,4	67		-0,53
Fluidité de dessins		12/70		-1,49	18/70		-0,5
Cubes		8/19		-3,28			
Copie de Figures		51		-2,1	52		-1,9
Rey A	Copie	Type 3 23,5 pts 6min.	Centile 25 < centile 10 Centile 50 à 75	-2,62	Type 4 27 pts 5min.	Centile 25 à 50 centile 10 Centile 50 à 75	-1,15
	Mémoire	12pts Min ? Type ?	Centile 10	-2,28	8,5 3min. Type 4	< centile 10 Centile 100 Centile 50	-3,19

C. Résultats qualitatifs

Lors de la deuxième évaluation, il est important de préciser que Mathilde était malade, fatiguée et qu'elle était blessée à la main droite, sa main dominante. Ainsi, elle a dû écrire avec la main gauche, tant pour la figure de Rey que pour les copies de figures simples de la Nepsy.

- **Copies de figures :**

1^{ère} évaluation : On observe une bonne analyse globale des formes simples. La forme générale et la taille sont perçues et plus ou moins respectées. Cependant, elle a des difficultés pour percevoir les relations entre les formes plus complexes et fait de plus en plus de fautes. Elle ne fait pas preuve que de peu de précision et son tracé perturbe alors la qualité de la copie ; elle veut aller vite face à la difficulté mais reste concentrée.

2^{ème} évaluation : les observations sont presque identiques à la première fois. Son tracé est plus appuyé et elle est encore légèrement impulsive d'où une imprécision dans les formes. Cela reste encore difficile, surtout lorsque des formes plus complexes sont intriquées les unes dans les autres ; alors elle ne les perçoit pas, ne parvient pas toujours à les distinguer, et procède alors traits-par-traits. Elle anticipe sur certaines figures en prenant le soin de compter le nombre de points dessinés.

- **Figures de Rey A : cotation de Rey**

1^{ère} évaluation : On peut noter un début de globalisation dans la construction et l'analyse de sa figure en copie. Cependant, sa production graphique donne une impression de « non fini » (les diagonales ne sont pas reproduites), et elle procède à une rotation de 90°. Le contour général est perturbé, et l'armature interne n'est pas cohérente. Elle manque de confiance en elle. Sa production de mémoire se fait à l'envers (n°13 à gauche au lieu d'être à droite) et les éléments sont mélangés les uns aux autres.

2^{ème} évaluation : Pour la copie, elle procède à une rotation de figure à 90° et dessine à la verticale. Elle commence par le rectangle général (intriqué dans le bord de la feuille donc le n°1 n'existe plus), puis quelques éléments extérieurs. Mais elle ne semble pas percevoir la totalité d'une même forme : les 2 diagonales (n°3) ne sont pas faites en même temps et la deuxième partie est « séparée en deux ». Le rectangle (n°6) suit la même logique. Elle construit ensuite de proche en proche. Cependant, on remarque que la taille générale de la figure est plus grande et mieux investit qu'à la 1^{ère} évaluation. La cohérence centrale de la

figure est mieux respectée dans le sens où tous les éléments de l'armature interne se rejoignent dans le centre de la figure. La reproduction de mémoire est très élémentaire. Elle commence par le cadre (n°2) de la figure puis poursuit avec les éléments extérieurs et la figure est cette fois-ci reproduite dans le bon sens. Cependant, beaucoup d'éléments sont absents et un élément est transformé.

• **Figure de Rey A : Evaluation complémentaire :**

épreuve	1 ^{ère} évaluation				2 ^{ème} évaluation			
	Exactitude	localisation	forme	absence	Exactitude	localisation	forme	absence
Copie	8	3	6	2	10	2	5	1
mémoire	2	5	6	7	3	5	5	10

A la 1^{ère} évaluation, il semble que réussir un élément ne lui permette pas de s'en souvenir car beaucoup d'absences sont observées en épreuve de mémoire. De plus, son score total peut s'expliquer par un défaut dans l'exactitude de la forme plutôt que dans la localisation.

A la 2^{ème} évaluation, on remarque que les éléments exacts sont plus nombreux que la première fois pour les deux épreuves, cependant, elle en oublie plus à la mémoire; ceci pouvant peut-être s'expliquer par le fait qu'elle soit très fatiguée ce jour là, mais indique surtout un défaut de mémoire visuelle. De plus, on voit que ses erreurs sont plus importantes dans la forme pour la copie mais une légère progression s'observe dans les deux critères. La mémoire visuelle perturbe l'épreuve dans sa globalité.

➤ Finalement, ces résultats montrent que la latéralité est largement déficitaire chez Mathilde qui ne maîtrise pas les notions droite-gauche, donc une réversibilité non accessible. Ceci se retrouve dans l'orientation des maisons où on peut observer des croisements dans l'axe du trajet donc révélant une mauvaise perception spatiale. Cependant, du fait des observations relevées par la grille, on peut supposer que cela a pu légèrement progresser car les notions spatiales sont de plus en plus intégrées et utilisées dans ses itinéraires.

On remarque une légère progression tant dans la Tour de Londres que dans la fluidité de dessin ; on peut alors penser que ce jeu a favorisé et permis un travail sur la planification et la production des idées. Là aussi, un lien peut se faire avec la grille. On remarque que Mathilde, tout au long des séances, a de mieux en mieux organisé et planifié son

déplacement ; ses histoires inventées et ses descriptions spatiales étaient de plus en plus riches.

De plus, une légère amélioration est observable à la copie de figures de la Nepsy et à la figure de Rey en copie, la mémoire étant perturbée (soit par la fatigue soit du fait d'un défaut de mémoire visuelle). Mais on peut supposer que Mathilde a des difficultés concernant la mémoire visuelle car elle a besoin de se repérer sans cesse au plan pour établir un itinéraire. En allant plus loin dans l'analyse de cette figure de Rey, on observe que Mathilde a encore du mal à reproduire correctement des formes et que cette difficulté augmente dès qu'il faut organiser des éléments les uns avec les autres, cependant cela a diminué par rapport à la première évaluation. Ses erreurs dans la localisation sont toujours présentes mais ont aussi diminuées. Sa figure complexe est cependant perçue à la copie de façon plus globale à la 2^{ème} évaluation. Aussi, dans ses descriptions spatiales, on remarque une augmentation d'évocations de formes géométriques et de liens qui sont faits entre les différents éléments, de par leur localisation et leur agencement.

II. Maud, 11 ans et 7 mois

A. Observation et évolutions pendant les séances

Au fil des séances, on perçoit également une progression dans ses récits. Par exemple :

- Itinéraire inventé en début de séance (3 repères) : « *je vais à l'école. Je vais au cinéma et à la piscine* ».
- Description spatiale en début de séance : « *il y a des caddies, des caisses et des tapis pour passer les courses. Y'a aussi des machines qui parlent. Y'a pleins de gens. Y'a pleins de rayons et de jouets. Y'a aussi des odeurs des produits ménagers, devant la pâtisserie ça sent la cannelle, j'aime bien la cannelle* ».
- Itinéraire inventé en fin de séance (5 repères) : « *je vais chez le coiffeur me faire une nouvelle coiffure mais y'a un problème : ma voiture est en panne alors je vais chez le garagiste. Une amie me prête sa voiture. Je vais chez le coiffeur puis à l'école chercher mon frère et je l'amène à la maison. Puis je vais à la ferme chercher des œufs* ».
- Description spatiale en fin de séance : « *à la piscine y'a des vestiaires pour se changer. Quand je rentre dans le bâtiment je vois plein de portes des deux côtés. Je regarde si le verrou est vert et je rentre. Il y a un banc et des porte-manteaux. Quand on marche dès fois c'est rugueux ou lisse. Je vais à la piscine. Sous la douche j'aime pas, c'est*

froid. Dans la grande piscine, ça sent une odeur. Avec l'école, c'est des vestiaires collectifs. Quand on sort, ça fait du bien, j'aime me baigner ».

On remarque alors qu'au début des séances, Maud avait des difficultés pour organiser les éléments entre eux dans un itinéraire mais cela s'améliore au fur et à mesure. De plus, ses descriptions spatiales sont riches. Mais malgré toutes mes questions la sollicitant pour décrire plus spatialement les éléments dans les lieux évoqués, elle n'est resté que sur du sensoriel (par exemple, « *odeur de la cannelle* », « *ça sent une odeur* », ou encore, « *ça sent les poules* », et même « *c'est lisse, rugueux* »...) et n'a pas (ou très peu) abordé de notions spatiales ou temporelles.

Malgré cela, Maud a également suivi une progression durant les 5 séances, et cela s'observe grâce aux grilles d'observation.

En effet, on remarque qu'elle anticipe mieux, organise mieux son déplacement mais cela reste plus difficile pour elle lorsque l'histoire est imposée, et on peut alors observer une légère impulsivité. Elle verbalise beaucoup, marmonne les trajets à suivre et à inventer en citant les repères, ce qui l'aide et lui permet de s'auto-corriger.

La prise en considération des notions spatiales tend également à évoluer, et on remarque qu'elle les intègre de plus en plus mais seulement dans ses déplacements imposés.

Maud n'observe pas toujours la maquette pour suivre des yeux l'itinéraire d'une histoire imposée mais elle l'observe plus lorsqu'elle doit inventer un itinéraire. On remarque des difficultés de mémorisation car Maud a des difficultés pour se souvenir de tous les repères intégrés dans ses trajets, il faut alors l'aider verbalement. De plus, on remarque que ses descriptions spatiales suivent une évolution. Au début, pauvres, elles consistaient en une succession, une énumération d'éléments. Par la suite, ses descriptions sont plus riches dans les éléments apportés cependant, aucune temporalité n'est prise en compte, de même qu'elle n'intègre pas de notions spatiales dans ses trajets inventés ou dans ses descriptions spatiales, mais reste sur du sensoriel. Elle n'y évoque aucune forme géométrique et fait état de beaucoup d'affectif en y intégrant des éléments personnels. Cependant, Maud n'a jamais décrit de lieux qu'elle ne connaissait pas, comme le Mac Donald par exemple. On remarque alors qu'elle ne se lance pas dans une quelconque invention, ni ne laisse place à l'imaginaire.

Pour terminer, il me paraît important, d'avancer que Maud n'a pas toujours pris plaisir dans le jeu, contrairement aux autres filles, et parfois elle demandait de ne pas le faire.

B. Résultats quantitatifs

Types de scores		1 ^{ERE} EVALUATION			2 ^{EME} EVALUATION		
		Note	Percentile, quartile	DS	Note	Percentile, quartile	DS
Tests							
Piaget		2/20	< Q1				
Head 1		28.5/30	dans la médiane à 28				
Head 2		15/15	réussit				
Head 3		15/16	dans la médiane à 14				
Total Piaget-Head		60.5/81	< Q1, médiane à 75				
Orientation		7/10		-0,61			
Tour de Londres	Essais	22		-3,03	23		-2,67
	Temps	51		-2,43	52		-2,32
Fluidité de dessins		17/70		-1,5	19/70		-1,28
Cubes		4/19		-4,5			
Copie de Figures		46/72		-1,7	48/72		-1,41
Rey A	Copie	Type 3 24pts 6min.	Centile 10 < centile 10 < centile 10	-2,3	Type 3 24pts 4min.	Centile 10 < centile 10 Centile 50	-2,9
	mémoire	Type 3 14pts Min. ?	centile 10 < centile 10	-5,88	Type3 10,5 pts 3min.	Centile 10 < centile 10 Centile 25	-2,79

C. Résultats qualitatifs

La 2^{ème} évaluation s'est déroulée dans des conditions particulières, Maud étant « affectée pour des problèmes familiaux ». De ce fait, elle ne voulait pas être réévaluée et parlait beaucoup. De plus, elle a pleuré entre les deux épreuves de la figure de Rey, relatant des soucis personnels, et le temps entre les deux productions s'est en retrouvé augmenté, soit largement au-dessus des trois minutes normalement autorisées.

- **Copie de figures :**

1^{ère} évaluation : elle est très rapide jusqu'à la fin de l'épreuve et s'applique peu. Elle peut faire preuve d'attention (elle compte le nombre de ronds dans l'item 9) mais ne l'applique pas. Elle reproduit parfois pièce à pièce, dans les détails, ce qui montre qu'elle n'a pas de vision globale de l'ensemble.

2^{ème} évaluation : Maud est là encore rapide dans sa production, mais on observe une meilleure qualité graphique dans ses productions. Elle a encore des difficultés pour organiser des éléments les uns par rapports aux autres dès que les figures se complexifient.

- **Figure de Rey A : cotation de Rey**

1^{ère} évaluation : Pour la copie, Maud a du mal à se repérer dans l'espace de cette figure complexe. Son trait est discontinu et repassé du fait d'un manque de confiance en elle. De plus, elle ne finit pas toujours ses tracés car elle a peur de se tromper. Pour la mémoire, elle commence par le contour de la figure, ce qui montre un début de globalisation. On peut alors peut-être penser qu'à la copie, cette discontinuité marque un défaut d'anticipation.

2^{ème} évaluation : Maud ne s'applique pas du tout à la copie et s'arrête d'elle-même pour recommencer sur une autre feuille. Elle commence par reproduire le contour général de la figure puis elle dessine de droite à gauche, éléments par éléments. Des traits sont encore repassés ou multipliés, comme les diagonales n°3 par exemple, et montrent un défaut d'anticipation. On note une amélioration par rapport à la 1^{ère} évaluation dans la mesure où cette fois-ci le cadre n°2 est mieux perçu, et sa figure est deux fois plus grande. Pour la mémoire, cela est très perturbé par ses pleurs et elle dit ne pas s'en rappeler. Elle va très vite, sans réfléchir. Les conditions n'étant pas favorables, la qualité s'en est retrouvée plus que perturbée, avec un grand défaut de forme surtout. Mais on note là encore que l'espace occupé sur la feuille est beaucoup plus investi que lors de la 1^{ère} fois.

- **Figure de Rey A : cotation complémentaire**

épreuve	1 ^{ère} évaluation				2 ^{ème} évaluation			
	Exactitude	localisation	forme	absence	Exactitude	localisation	forme	absence
Copie	8	1	7	2	10	4	6	1
mémoire	2	5	10	4	1	8	11	5

A la première évaluation, il semble que Maud ne mémorise pas correctement les éléments de la figure alors que sous la copie, elle peut en représenter certains correctement. Ses erreurs sont surtout dues à des fautes dans l'exactitude de la forme des éléments.

A la 2^{ème} évaluation, sa mémoire visuelle est là aussi perturbée alors qu'à la copie un nombre supérieur d'éléments sont présents. Les erreurs sont également dues à des défauts dans la forme, mais une augmentation des erreurs de localisation est remarquée depuis la 1^{ère} évaluation. Aussi, il faut prendre en compte son état affectif lors de cette 2^{ème} évaluation qui a fortement joué en la défaveur des résultats.

➤ Finalement, on remarque que Maud est une jeune fille dont la latéralité est fixée et connue seulement sur elle. Aussi, la réversibilité ne peut être obtenue que sur imitation, donc consigne visuelle. L'orientation montre qu'elle a des difficultés pour se repérer et cela est à mettre en lien avec un défaut de précision. On peut alors supposer que cela n'a pas trop évolué dans le sens où Maud a du mal à intégrer ses notions dans ses itinéraires et déplacements, et qu'elle n'y fait pas référence dans ses descriptions spatiales.

La planification et la flexibilité cognitive ont légèrement augmenté et on observe une certaine impulsivité dans ses premières réponses, nécessitant par la suite un temps de réflexion plus long pour une meilleure analyse du problème. Là aussi, un lien peut se faire avec les grilles d'observation où on a pu remarquer que Maud organisait de plus en plus ses actions mais qu'une légère impulsivité restait notable. La richesse de ses évocations va dans le sens d'une meilleure flexibilité cognitive, et donc une meilleure génération d'idées.

La visuoconstruction évaluée avec la copie de figures simples indique que ses figures sont rapidement reproduites et qu'agencer des éléments la perturbe, au fur et à mesure de la difficulté de l'épreuve. Elle commence à percevoir une globalité dans la figure de Rey mais sa vitesse d'exécution lui vaut un manque certain de précision dans la forme. Aussi, cela ne lui permet pas d'encoder suffisamment en mémoire d'où des oublis fréquents et des défauts de reproduction dans les formes, la localisation semblant se faire « au hasard ». Lors des séances, Maud semble en effet être en difficulté pour mémoriser plusieurs éléments et sa mémoire visuelle ne paraît pas lui être bénéfique, d'autant plus qu'elle est rapide. Le fait que ses descriptions soient pauvres en notions spatiales, sans aucune référence topologiques, et qu'aucune forme n'y soit intégrée, pourrait alors expliquer les résultats visuoconstructifs et notamment le fait que les erreurs dans la localisation et la forme n'ont pas évoluées. Cependant, on remarque une discordance entre les évolutions dans la planification à la Tour de Londres et les défauts d'anticipation à la figure de Rey, qui pourrait s'expliquer soit par le fait de sa non volonté d'être réévaluée ajoutée à sa tristesse, soit par une stratégie de planification qui serait différente entre la Tour de Londres et celle mise en jeu dans la figure de Rey.

III. Julia, 12 ans et 3 mois

A. Observations et évolutions pendant les séances

Julia est semble-t-il celle qui a le plus évolué.

Du début à la fin des séances, sa construction d'itinéraires et descriptions spatiales s'est améliorée, par exemple :

- Itinéraire inventé en début de séances (3 repères): « *je vais à la piscine et là... et là....* ».

- Description spatiale en début de séance: « *dans l'école, y'a des enfants, un enseignant. Je vois aussi des arbres, des bancs, et un hall d'entrée* ».

Julia a beaucoup de difficultés à inventer un itinéraire et fournir une description spatiale. Elle ne sait pas où aller, ne sait quel lien choisir, ni quoi raconter. Il faut la stimuler énormément pour qu'elle verbalise et mette des mots.

- Itinéraire inventé en fin de séances (5 repères): « *pour aller à la boucherie, je vais passer à droite de SuperU. Après à gauche du coiffeur, devant le terrain de jeu et ensuite j'irai à la ferme* ».

- Description spatiale en fin de séance: « *à la boucherie, il y a plein de viande, de pieds de cochons, de la saucisse. Il y a des plantes pour décorer devant le comptoir. Ça fait que parler, le téléphone sonne toutes les 5 minutes. Les saucisses sont sur l'étal, à coté du steak-haché. Il y a des chaises à droite de la porte. Il y a un grand étal juste en face de la vitrine qui est arrondie* ».

On peut remarquer sa progression malgré une difficulté toujours présente pour inventer un trajet ou effectuer une description. On perçoit qu'elle fournit des éléments à la fois spatiaux et sensoriels dans ses images.

Ainsi, tout au long des 5 séances, ses itinéraires et déplacements se sont mieux organisés et ont été plus anticipés. Elle verbalise ses déplacements et s'auto-corrige de plus en plus, notamment face à des erreurs d'orientation. Aussi, les notions spatiales sont de mieux en mieux intégrées dans ses actions et dans ses descriptions spatiales.

Elle observe la maquette pendant la lecture de l'histoire imposée mais n'a pas recours à la carte pour se déplacer, ce qui sous-entend de bonnes capacités de mémorisation. Elle observe par contre constamment la maquette pour inventer un itinéraire et a du mal à s'en détacher, ce qui indique une certaine dépendance. Ses histoires inventées sont assez pauvres au départ, et comme les autres enfants, il faut l'aider dans l'élaboration. Cependant, cela s'enrichit de plus en plus, et elle intègre parfaitement les notions spatiales et fait des liens entre les différents repères. De plus, quelques formes sont évoquées dans ses descriptions spatiales, ainsi que des couleurs. Il faut la stimuler en permanence pour l'aider à évoquer ses représentations et images. On peut également noter que Julia jouait souvent assise, et non

debout autour de la table, comme les autres, ce qui ne facilitait pas la mobilisation de son personnage ; à la demande elle se levait et se rendait compte de la meilleure visibilité. De plus, elle est la seule qui ait demandé à ce que les cartes « histoire imposée » lui soient lues.

B. Résultats quantitatifs

Types de scores		1 ^{ERE} EVALUATION			2 ^{EME} EVALUATION		
		Note	Percentile, quartile	DS	Note	Percentile, quartile	DS
Tests							
Piaget		20/20	Réussit				
Head 1		20,5/30	<Q1, médiane à 28				
Head 2		15/15	Réussit				
Head 3		13,5/16	>Q1, médiane à 14				
Total Piaget-Head		69/80	<Q1, médiane à 72				
Orientation		7/10		-1,46			
Tour de Londres	Essais Temps			-2,68			-0,96
				-2,02			-1,35
Fluidité de dessins		23/70		-0,9	25/70		-0,63
Cubes		5/19		-3,09			
Copie de Figures		44/72		-4,06	49/72		-3,06
Rey A	Copie	Type 4 24 pts 8min.	Centile à 25 à 50 < centile 10 Centile 10	-3,21	Type 4 32 pts 5min.	Centile 25 à 50 Centile 50 Centile 25	0,12
	mémoire	Type 4 21,5 pts 3min.	Centile 25 Centile 60 à 70 Centile 75	0,48	Type 4 23 pts 3 min.	Centile 25 Centile 70 Centile 75	0,78

C. Résultats qualitatifs

- **Copies de figures :**

1^{ère} évaluation : Julia respecte la zone de dessin mais ne le réalise pas au centre. Elle manque de précision (nombre d'éléments, formes et distances) et fait preuve d'une mauvaise anticipation. De plus, elle fait des erreurs d'orientation. Ses figures sont désorganisées et il n'existe pas de vision globale des formes. Sa posture est mal adaptée et la tenue du stylo est mauvaise d'où une fatigue et un tonus important.

2^{ème} évaluation : un tracé légèrement tremblant peut altérer la précision de la figure. Elle perçoit bien les formes simples dans leur ensemble, mais cela est plus compliqué dès que la figure comporte plus de traits à reproduire et se complexifie. L'orientation est mieux respectée, ainsi que les tailles et l'emplacement dans la zone de dessin.

- **Figure de Rey A :**

1^{ère} évaluation A la copie, dès le premier élément, Julia se trompe et demande à recommencer sur une autre feuille ; ce qui déjà montre un défaut de planification. Elle tourne sa feuille à 90°, puis commence en reproduisant la figure élément par élément de gauche à droite, tout en allant de l'intérieur vers l'extérieur. Elle débute la reproduction de mémoire par les derniers éléments reproduits et remonte la production « à l'envers de la copie » : elle agence alors les éléments de la droite vers la gauche. Elle ne perçoit pas la figure globalement, son contour général (n°2) n'est pas intégré en tant que cadre à proprement parlé.

2^{ème} évaluation : dès le début de l'évaluation, elle panique et veut tourner sa feuille mais ne le fait pas. On observe plusieurs mouvements d'ajustement corporels et elle ne tient pas sa feuille. A la copie, elle commence par effectuer le contour général de la figure (n°2, puis 9, 1, 18 et 17) puis ensuite les diagonales et procède ensuite de proche en proche pour les éléments internes de la figure. Le cadre général (n°2) est bien intégré, les traits sont moins tremblés. Cependant, si elle fait des erreurs, elle le remarque en le verbalisant mais ne se corrige pas. A la mémoire, elle commence par le n°2, puis des éléments internes et finit par les 18 et 17. Elle procède de proche en proche. Elle fait quelques erreurs car ne perçoit pas toujours les formes intriquées (n°6). Cette 2^{ème} reproduction de mémoire est plus riche que la 1^{ère} dans le sens où elle oublie moins d'éléments, et ceux qui sont présents sont mieux reproduits.

- **Figure de Rey : analyse complémentaire :**

épreuve	1 ^{ère} évaluation				2 ^{ème} évaluation			
	Exactitude	localisation	forme	absence	Exactitude	localisation	forme	absence
Copie	7	0	10	1	14	0	4	0
mémoire	9	1	4	5	8	1	6	3

Cette analyse plus fine va dans le sens d'une complète évolution de la figure de Rey. Ainsi, pour les deux évaluations, Julia ne fait pas de faute dans la localisation des éléments mais plus dans leur reproduction de forme. Aussi, en mémoire, elle peut retenir beaucoup d'éléments, mais lors de la 2^{ème} évaluation, on voit que ses erreurs dans la forme augmentent.

➤ Finalement, aux vues de ces résultats, on remarque que la latéralité est acquise chez Julia mais que la réversibilité est en cours d'acquisition, du fait de quelques erreurs dans le croisement de l'axe. Le rapport au modèle lui permet de s'organiser. De plus,

le test d'orientation montre qu'elle peut se repérer dans un plan, sans problèmes, elle ne se perd pas dans un trajet. Aussi, on peut supposer que la réversibilité pourrait s'être améliorée car les notions spatiales ainsi que ses déplacements sont mieux intégrés et pris en compte.

La planification et la flexibilité cognitive ont progressées au fil des évaluations, et on remarque qu'elle a besoin de temps pour réfléchir et organiser ses réponses correctement. Elle peut parfois chercher la complication, mais cela ne lui sert pas et elle perd beaucoup de temps. Ses itinéraires étant mieux organisés, on comprend l'évolution de la planification. Aussi, il lui est difficile d'inventer des histoires et cela nécessite de lui apporter de l'aide. Cependant, on remarque que la richesse des descriptions est évolutive, ce qui confirme la meilleure flexibilité cognitive.

La visuoconstruction a également remarquablement évoluée aux deux épreuves. Elle anticipe et organise mieux sa figure de Rey, prend le temps d'analyser ce qui lui permet d'encoder en mémoire visuelle. Cependant, on remarque que ce sont surtout les formes qui lui posent problème, alors que la localisation est intacte. Aussi, dans les figures simples, comme dans la figure complexe de Rey, percevoir des formes, indépendamment les unes des autres, devient difficile pour elle et cela rappelle sa forte dépendance au champ. De plus, le fait que les formes soient toujours perturbées, malgré une amélioration, pourrait être mis en lien avec le peu d'évocations de formes géométriques dans ses descriptions, contrairement à la localisation qui ne semble pas lui poser problème et pour laquelle on remarque que les repères topologiques et les notions spatiales sont bien intégrées dans ses descriptions.

Discussion

I. Reprise et analyse des résultats

D'après les précédents résultats, nous pouvons avancer d'une certaine efficacité de cette pratique pour un travail sur la visuoconstruction. Ainsi, si l'on reprend les évaluations et les observations cliniques, nous remarquons une sensible amélioration dans plusieurs domaines.

Mais avant de les aborder, revenons sur *la latéralité, réversibilité, l'orientation (tests du Piaget-Head et test d'orientation)*. Concernant ces tests, on remarque que Mathilde est largement perturbée par les notions droite-gauche et la réversibilité n'est pas acquise. Alors que Julia et Maud, malgré un niveau également inférieur au premier quartile, la réversibilité est en cours d'acquisition pour l'une et maîtrisée pour l'autre. Aussi dans le jeu, on remarque que Mathilde est celle, qui malgré ses progrès, a connu le plus de difficultés pour organiser ses déplacements, et Julia a également eu plus de difficultés que Maud pour savoir quelles directions prendre autour des repères, mais on a aussi vu que cela s'était amélioré.

Concernant les autres résultats, nous remarquons donc que pour :

- *Les praxies tridimensionnelles (test des cubes)* : elles sont toutes déficitaires. Cependant, on observe que Mathilde et Julia reproduisent correctement leurs constructions et leurs scores s'expliquent par une lenteur d'analyse et d'exécution. Alors que Maud, en plus de cette même lenteur, ne perçoit pas toujours correctement les figures et ses constructions sont plus perturbées du fait d'erreurs d'analyse des perspectives notamment.

- *La planification et la flexibilité cognitive (tests de La Tour de Londres et de la fluidité de dessins)* : les performances ont augmentées pour les 3 filles. Ainsi, le jeu a amélioré leur capacité de planification, d'organisation dans la résolution d'une tâche et de flexibilité cognitive, cette dernière étant en lien avec la génération d'idées et donc l'abstraction, la représentation mentale. Aussi, ceci a largement été mis en place dans la pratique tant dans l'organisation d'un déplacement selon des objectifs à réaliser en un certain nombre de repères, que dans la description spatiale d'un lieu connu.

- *Les capacités visuoconstructives simples (test de la copie de figures)* sont également améliorées pour chacune. Communément, on observe alors qu'aucune perturbation n'est rencontrée pour les formes simples (lignes orientées, carré, rond...), mais cela devient plus difficile dès que les figures se complexifient et que plusieurs éléments s'assemblent (emboîtement de triangles ou de parallélogrammes, escaliers notamment).

- *Les capacités visuoconstructives complexes (test de la figure de Rey A)* concernent le test pour lequel les résultats sont les plus hétérogènes. En effet, on remarque une amélioration sensible dans les épreuves de copie de Mathilde et de Julia mais non de Maud, ainsi qu'une amélioration dans les épreuves de mémoire de Maud et Julia mais non pour Mathilde.

Ainsi, pour chaque enfant, on peut faire des liens entre ces résultats et les observations cliniques. Tout au long des séances, Mathilde et Julia restent celles qui ont su, avec plus ou moins de difficultés, prendre en compte les notions spatiales, topologiques et les formes géométriques, tant dans leurs déplacements que dans leurs représentations spatiales. Plus, précisément, on a pu remarquer que :

- Mathilde a su intégrer des notions spatiales dans les diverses tâches impliquées dans le jeu, en augmentant les relations entre les repères spatiaux, les liens topologiques ce qui pourrait alors expliquer que ses performances aient augmentées dans les épreuves de localisation à la figure de Rey. De plus, sa richesse d'évocation d'images mentales, et en particulier la présence de formes géométriques dans ses descriptions spatiales, a, peut-on penser, contribué à améliorer ses performances dans la reproduction des formes dans les figures simples et complexes. On remarque alors avec Mathilde à quel point il peut être intéressant de travailler sur ces notions de déplacement et de représentation pour améliorer les capacités visuoconstructives, d'autant plus que c'est une enfant qui présente un QI de 75 et pour qui l'élaboration et l'abstraction restent difficiles.

- Julia a progressé dans la construction de ses déplacements et largement évolué dans l'élaboration de ses images mentales. Ainsi, l'augmentation des liens entre les différents repères spatiaux a pu contribuer à augmenter l'exactitude des éléments à la figure de Rey et favoriser une meilleure analyse globale de l'ensemble, la localisation des éléments étant intacte. On peut noter qu'elle demandait que les cartes (« histoire imposée ») lui soient lues, ce qui pourraient laisser penser qu'elle se construisait plus facilement son déplacement en le suivant des yeux et ainsi l'envisageait plus dans une globalité que dans une succession de lieux. La reproduction des formes a légèrement augmenté dans les figures simples et à la figure de Rey en copie. Aussi, si l'on reste dans cette logique de pensée, cela pourrait être en lien avec le fait que malgré des descriptions spatiales plus élaborées qu'au début des séances, les formes évoquées restent moindres que Mathilde. Il ne faut pas oublier que Julia est une

jeune fille née prématurée et présentant une diplégie spastique. Ceci sous-tend donc des anomalies neurologiques et neuropsychologiques, avec une dépendance au champ évidente. Aussi, le fait qu'elle puisse évoquer des représentations spatiales de plus en plus riches est signe d'un progrès chez elle.

- Maud, quant à elle, a fait preuve d'une richesse dans l'élaboration de ses descriptions spatiales de part le nombre d'éléments qu'elle y a intégré. Cependant, ceci reste dans le domaine affectif, sensoriel, avec des données plus personnelles. Elle n'a pu répondre à toutes les sollicitations qui lui ont été faites afin de l'aider à verbaliser et exprimer davantage de notions spatiales, cela ne lui a alors pas permis l'évocation de notions ni de liens topologiques et encore moins de figures géométriques. Aussi, aux épreuves visuoconstructives, on remarque que la localisation des éléments a diminué en performances et que les formes tendent à stagner en qualité. Cependant, on voit que la difficulté reste pour elle de percevoir des formes prises les unes dans les autres, puisque lors de figures simples, ses performances peuvent légèrement augmenter. Il ne faut pas oublier qu'il est difficile de complètement rééduquer un trouble visuoconstructif dans la mesure où il fait partie intégrante de son trouble, la dyspraxie. Mais un des résultats marquants dans ses évaluations est le meilleur agencement et investissement de l'espace à la 2^{ème} évaluation de la figure de Rey. On a en effet pu voir à quel point sa figure avait augmentée en taille, occupant alors un espace plus large sur la feuille. Cela semble alors être le signe des effets des déplacements dans la maquette et pourquoi pas aussi le fruit de l'exploration de l'espace, dans une plus grande globalité, par la représentation mentale et l'évocation sensorielle.

Concernant le type de trajet rappelé en fin de séance, toutes ont évoqué celui qu'elles avaient inventé et généralement avec peu de difficultés. En effet, le trajet imposé n'a jamais ou très peu été retranscrit. Ainsi, on peut faire le lien avec la part de l'émotion dans la mémorisation, comme permettant un meilleur encodage et intégration des informations. Cependant, comment expliquer le fait qu'elles ne mémorisent pas correctement leurs trajets pendant la séance et que la reproduction de mémoire ne soit pas toujours satisfaisante à la figure de Rey ? On pourrait alors répondre en évoquant un déficit de la mémoire visuelle. Mais la mémoire de travail n'est-elle pas aussi en cause ? On pourrait avancer que cette dernière ne soit pas perturbée dans la mesure où les souvenirs des lieux connus, présents en mémoire à long terme, ont été largement remaniés, manipulés, agencés dans la mémoire de travail, le visual buffer memory, pour être retranscrites ensuite en images et reformulées

oralement. Cependant, il est vrai qu'il a fallu aider ces jeunes filles à verbaliser et organiser leurs pensées, car elles avaient des difficultés à décrire les lieux qu'elles connaissaient. Elles avaient également des difficultés à agencer les éléments selon leur temporalité (« avant d'aller au magasin, tu iras à la boulangerie »). Aussi, on peut dire que la mémoire de travail visuospatiale n'est pas tant perturbée mais que c'est plus le travail d'organisation spatio-temporelle dans la résolution d'une tâche qui reste perturbé, comme on peut le voir à la 2^{ème} évaluation de la tour de Londres, en plus d'un défaut de la mémoire visuelle persistant pour chacune des 3 filles.

Le langage, constamment présent dans ce jeu, a alors largement contribué à ces résultats. Ainsi, tout au long des séances, il a permis d'aborder plusieurs notions spatiales élémentaires. De plus, il a permis de mettre en évidence les représentations mentales des enfants et donc faciliter le travail d'exploration, de manipulation des images. La lecture d'histoires imposées a permis d'approcher l'espace par l'orientation, la latéralité, décentration et réversibilité, la prise de repères et les déplacements, alors que les histoires inventées ont permis, en plus de cela, d'enrichir la flexibilité cognitive et par là-même les images mentales. On voit alors ici à quel point le langage est important dans l'élaboration et la construction de l'espace chez tout individu. Plus précisément, on remarque qu'à partir de simples itinéraires spatiaux, nous sommes parvenus à obtenir des résultats satisfaisants sur plusieurs aspects: aspect descriptif évident, amélioration du langage, repères spatiaux locatifs, anticipation du discours et des séquences, temporalité dans le déplacement, construction d'itinéraires plus élaborés, description des lieux, évocations sensorielles de l'espace en question, et tout ceci malgré les différences interindividuelles et les difficultés langagières de ces jeunes filles.

Finalement, suite à ces résultats, nous pouvons reprendre le tableau réalisé dans la partie pratique, mettant en parallèle le matériel utilisé avec la théorie et le modèle de Van Sommers. Ainsi, d'après les résultats, il semblerait que nous puissions avancer plusieurs choses :

- le « routine contingent planing » semblerait être amélioré par un travail sur les notions spatiales de base, l'orientation, les déplacements simulés et l'anticipation ;
- le « depiction decision and processes » mis en jeu dans les capacités de dessin pourrait être amélioré par un travail sur les représentations mentales de l'espace ;
- le « production strategy chunking » quant à lui semble être amélioré par un travail portant sur les connaissances sémantiques et donc le langage.

Si l'on rajoute à ces composants majeurs, les autres facteurs que Van Sommers a intégrés dans son modèle, alors, on pourrait également avancer que :

- le « visual representation system » ainsi que le « visual buffer memory » semblent s'être améliorés par le travail sur les souvenirs évoqués par les représentations mentales et leurs manipulations ; ainsi, la mémoire de travail visuospatiale a largement été travaillée mais on s'aperçoit que le travail de mémorisation nécessaire à la reproduction de mémoire n'a pas été suffisant et qu'un défaut de mémoire visuelle persiste.

- le « semantic system » et le « temporary stores system » semblent s'être améliorés par un travail important sur le langage et les connaissances par la description verbale des images et des objets.

Il semble alors que nous puissions aller dans le sens de l'hypothèse de départ à savoir que la visuoconstruction puisse être améliorée par des déplacements simulés et de la représentation spatiale, le tout étayé par du langage et textes spatiaux.

II. Evolutions de la pratique

Cependant, malgré ces résultats plutôt satisfaisants, il est important de prendre en considération plusieurs éléments et ainsi soulever quelques questions.

Tout d'abord, il est vrai que le matériel, ainsi que les règles, bilans et grilles d'observations ont toujours été les mêmes pour les 3 filles. Mais le nombre de séances et l'intervalle n'ont pas été réguliers. Ainsi, le nombre de séances a varié entre 5 et 6 selon les enfants. De plus, l'intervalle de temps n'a pas été identique pour toutes. En effet, il était prévu que 9 séances soient réservées pour la pratique (en plus des 4 nécessaires aux évaluations). Cependant, sur les 9 séances, certaines ont été malades et des contraintes inhérentes à mon stage ont conduit à réduire le nombre de séances ; c'est pourquoi les séances ne se sont pas régulièrement suivies dans le temps, chaque semaine.

De plus, nous pouvons nous poser la question de savoir si la réduction du jeu ait eu des conséquences sur les progrès observés. En d'autres termes, comme le nombre de déplacements par personne et donc de représentations mentales sont passés de 2 contre 6 initialement prévus lors d'une même partie, alors on peut supposer que le peu de progrès ici observés auraient été supérieurs si les séances avaient durées plus longtemps et à intervalle régulier. Aussi, le fait que les notions spatiales aient été réduites pour finalement être

associées à des mots courants peut-il laisser supposer qu'une meilleure amélioration aurait pu être obtenue ? Et cela peut-il supposer de meilleurs résultats au test du Piaget-Head, à l'orientation et aux cubes ?

Rajoutons à cela que du fait de ces modifications des séances, la complexification du jeu n'a pas eu lieu comme initialement prévu. C'est pourquoi, au lieu de passer de 3 à 7 repères à intégrer dans les déplacements, au cours des 5 parties, nous avons abordé les deux premières séances selon la première version, puis les autres séances se sont poursuivies avec la modification. Mais avec le manque de temps, je n'ai pu travailler seulement qu'une seule séance par partie. Ceci ne m'a alors pas permis d'aborder la complexification jusqu'au bout des 7 repères. Le jeu s'est alors arrêté à 5 éléments à intégrer, donc à la troisième partie. Donc, de la même manière qu'il aurait été intéressant de poursuivre ce jeu avec ces jeunes filles pour voir les effets d'une plus longue pratique, et alors éventuellement penser à complexifier le jeu, il serait intéressant de voir les effets à long terme de ce qui a seulement pu être réalisé avec elles.

De plus, le fait que l'évaluation de deux figures de Rey datait de plusieurs mois, on peut penser que le travail ici réalisé ne soit pas complètement responsable des résultats. En effet, concernant les Figures de Rey A, je n'ai pas effectué la passation en janvier pour deux des enfants (Mathilde et Maud) car ma maître de stage avait déjà réalisé des bilans précédents ; je n'ai donc fait que reprendre les scores inscrits dans leur dossier. On peut alors rétorquer que Julia a quant à elle été évaluée en test-retest et que les résultats sont significatifs. Cependant, là encore, peut rentrer en jeu la question de la sensibilité intra-individuelle.

Enfin, concernant toujours les évaluations, il faut mettre en évidence le fait que celles du mois d'avril ne se sont pas déroulées dans les meilleures conditions. Ainsi, Mathilde était malade et sa main dominante était blessée, d'où une réévaluation réalisée avec la main gauche. De plus Maud n'a pas adhéré au bilan et a fait preuve de certaines oppositions. A ce propos, Maud est la seule qui n'ait pas complètement adhéré à la pratique, exprimant parfois le souhait de ne pas vouloir jouer et montrant alors un non investissement et certain désintérêt lors des séances. Alors que Mathilde et Julia ont davantage participé et apprécié ce qui a été réalisé, d'où peut-être aussi de meilleurs résultats obtenus. Car nous ne sommes pas sans connaître, dans notre pratique tout particulièrement, l'effet de l'adhérence à une tâche dans un travail de rééducation.

III. Suggestions éventuelles

Il est vrai que dans cette recherche je ne me suis intéressée qu'à certaines composantes de la visuoconstruction ; cependant il serait peut-être intéressant de rajouter certains éléments dans cette pratique afin de la compléter.

En effet, dans la mesure où la composante praxique majeure dans la visuoconstruction n'a pas été abordée dans ce jeu, et dans la mesure où les reproductions de formes restent encore perturbées, il serait intéressant de l'envisager. Cependant on est alors en droit de se poser la question d'une relation éventuelle entre les déplacements simulés et l'amélioration dans quelques formes de certaines figures. Mais, je ne pense pas que cela ait un lien car le modèle de Van Sommers concerne davantage les mouvements gestuels, utiles dans le graphisme et non pas la motricité globale. Ainsi, concernant plus particulièrement « l'articulation, economy and motor action » et le « tracing » de Van Sommers qui n'ont pas été abordés dans cette recherche, on pourrait envisager la reproduction graphique des trajets effectués par les enfants, sur des feuilles représentant le village, les routes et les repères. La prise de l'outil, la précision et donc la graphomotricité pourraient être améliorées, du moins on peut le penser. Aussi, l'évaluation porterait sur des tâches graphiques plus pertinentes, telles le BHK par exemple pour mesurer une éventuelle dysgraphie visuospatiale (d'après la classification de Sandler : altération dans l'organisation de la page, dans l'alignement des mots, dans l'analyse visuospatiale, dans l'interaction tactilo-kinesthésique), ou encore des tests visuomoteurs tels des épreuves du Lincoln ou du MABC avec des trajets de labyrinthes ou de fleurs, pour mesurer la qualité et la précision du tracé chez ces enfants, ce qui permettrait une analyse encore plus fine des résultats.

De plus, ce travail ne permet pas de réellement savoir ce qui a le plus joué en faveur des résultats. On a certes remarqué un effet de la pratique dans la visuoconstruction, tant par les déplacements, les représentations mentales que par le langage. Mais, quelle est la place réelle à accorder à chacun de ses facteurs ? Aussi, compte-tenu de l'hétérogénéité obtenue à la figure de Rey, nous sommes en mesure de penser que des stratégies différentes sont envisagées par chacun des enfants pour résoudre ce type de tâche. Peut-on alors penser que ce travail ait favorisé un type de stratégies particulier plutôt qu'un autre ? Il faut alors revenir sur le fait que Mathilde et Maud ont connus des troubles langagiers importants dans leur enfance (ayant nécessité la mise en place de suivis orthophoniques) en plus de présenter des retards et troubles moteurs importants, et sur le fait que Julia présente un trouble neurologique type

IMC, d'où certainement la mise en place de stratégies de compensation chez chacune d'elles. Ainsi, compte-tenu de l'importance des déplacements et du langage dans la construction de l'espace, on peut se demander si leurs troubles visuoconstructifs ne sont pas consécutifs à des troubles langagiers et / ou moteurs importants, des connaissances spatiales insuffisantes, une représentation mentale perturbée par exemple. Ceci me permet alors de revenir à la question que j'ai posé dans l'introduction de ce travail à savoir si la visuoconstruction regrouperait des formes différentes selon les troubles associés. Je ne suis alors pas en mesure de répondre à cette question mais cela soulève le fait que pour pouvoir axer notre travail de rééducation au mieux, au plus près de la problématique de chaque enfant, il est primordial de connaître ce qui est réellement perturbé dans la visuoconstruction (localisation, reproduction de formes, mémoire, ...), si cela se retrouve à d'autres niveaux tels le graphisme et l'écriture par exemple, et si également des troubles sont associés et de quel(s) type(s) sont-ils. Il serait alors peut-être intéressant de pouvoir réaliser cette recherche auprès d'une plus large population, et ainsi proposer un axe de travail différent autour de plusieurs groupes, « pathologiques » et « contrôles » en croisant les variables déplacements simulés, représentations spatiales, avec et sans langage. Nous pourrions alors cibler au mieux les types de stratégies utilisées par les enfants et cibler au mieux notre intervention.

Enfin, cette recherche s'est adressée à trois jeunes filles aux profils différents, âgées entre 10 ans et 12 ans. Aussi, même si je ne peux pas dire ce qui a le plus fonctionné pour elles, je pense malgré tout que c'est l'intrication de tous ces éléments qui a contribué à ces améliorations. De plus, le matériel était pensé et adapté pour des enfants de leur âge. J'avancerai à ce stade de mon travail que j'ai pratiqué ce jeu en séances avec un garçon de 10 ans et 4 mois, suivi en CMPP pour retard global de développement (moteur et orthophonique). Même s'il a bénéficié des mêmes séances que les autres filles, je ne l'ai pas présenté dans ce travail car son profil était différent. Il est alors important de noter que cet enfant a beaucoup apprécié ce jeu (qu'il réclame encore) et que les progrès sont également notables. Ainsi, je ne pense pas que cette pratique s'adresse à un type particulier d'enfant mais qu'elle permet au contraire d'aborder tout un ensemble de notions toutes aussi intéressantes les unes que les autres, du mouvement simulé à la représentation mentale, en passant par le langage, qui conjointement contribuent ainsi à améliorer les capacités visuoconstructives.

CONCLUSION

Il semble donc évident qu'il faille prendre en compte plusieurs facteurs dans un tel travail de rééducation. L'analyse complémentaire de la figure de Rey, a notamment permis de montrer qu'un trouble visuoconstructif ne concernait pas seulement les capacités d'agencement d'éléments les uns par rapport aux autres, mais pouvait porter sur un défaut dans la localisation, dans la reproduction des formes et/ou dans la mémoire visuelle. Il paraît alors important de connaître ce qui est réellement perturbé chez un enfant pour axer notre travail au mieux.

Deux des trois composantes majeures de la visuoconstruction ont été abordées dans ce jeu. Ainsi, la composante spatiale et la composante de l'analyse visuelle, conjointement mises en avant par la maquette, et donc les repères spatiaux, les rues, ainsi que l'analyse de l'espace, la construction d'itinéraires, les déplacements simulés et les descriptions spatiales de lieux connus (et réels) ont permis d'améliorer les capacités visuoconstructives. Les représentations visuelles toujours requises dans cette pratique, et également facteurs essentiels d'après Van Sommers dans l'activité graphique, semblent être primordiales dans un tel travail de rééducation. Mais la part du langage, mise en jeu par les textes spatiaux et les descriptions spatiales, a largement permis ces améliorations, et le dissocier de cette pratique n'est alors pas envisageable. Des capacités cognitives essentielles telles la planification et la flexibilité notamment ont alors largement été manipulées et viennent se rajouter au tableau des améliorations, mais là encore on ne peut les retirer d'une telle tâche constructive.

Finalement, le fait d'avoir abordé la notion spatiale, depuis le début de sa construction dans le développement de l'enfant, jusqu'à son élaboration maximale qu'est la représentation mentale, a largement contribué à des évolutions dans le domaine visuoconstructif.

Aussi, malgré le nombre de travaux encore insuffisants dans ce domaine, il semble que de plus en plus de recherches visent à définir et identifier les différents facteurs impliqués dans la visuoconstruction, ce qui demeure primordial dans notre pratique. En effet, de part sa nature multidimensionnelle, on ne peut envisager travailler ce domaine en ne s'axant que sur un seul facteur à la fois. La composante praxique reste malgré tout une piste de réflexion importante, à intégrer dans la continuité de la présente recherche.

Bibliographie

- Albaret, JM., (2010), *Les référentiels égocentriques*, Enseignement de psychomotricité, Université Paul Sabatier
- Aubert, E., (1991), *Espace et rotation mentale*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier
- Bideaud, J., Courbois, Y., (1998), *L'image mentale et développement, De la Théorie piagétienne aux neurosciences cognitives*. Paris, PUF
- Courbois, Y., (2006), Mémoire visuelle et développement cognitif, in Actes des 3^{èmes} Rencontres Européennes, *Le Grand Remue Méninges*, 19-25, Paris, Trisomie 21 France
- Denis, M., (1989), *Image et cognition*, Paris, PUF
- Enteric, M. & Vilotitch, L. (2010), *Une part de spatial dans la visuoconstruction ?*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier
- Gallina, JM., (2006), Images mentales, un format de représentation singulier. In Gallina, JM., (2006), *Les représentations mentales*, chap. 4, Dunod, Les topos
- Guérin, F., Ska, B., Belleville, S., (1999), Cognitive processing of drawing abilities. *Brain and cognition*, 40, 3, 464-478
- Lefranc, A., (2010), *Neurologie*, Enseignement de Psychomotricité, Université Paul Sabatier
- Marrot, V., & Vinter, A. (2003), Rôle de la complexité et de l'orientation d'une figure géométrique sur l'application des règles de production graphique chez l'enfant et l'adulte, *Archives de Psychologie*, 70, 175-192
- Mellet, E. & coll., (2006), *Imagerie mentale visuelle*, article du LSV-CNRS-ENS de Cachan, chap.4, 362-349 : article internet : <http://www.lsv.ens-cachan.fr/~finkel/2005-06/GT-RM-12juin2006/MELLETT/Imagerie%20mentale>
- Nakano, K. & coll., (2006), A developmental study of scores of the Boston Qualitative Scoring System. *Brain & Development*, 28, 641-648
- Noack, N., (2008-2009), *L'orientation spatiale*, Enseignement de psychomotricité, Université Paul Sabatier
- Piaget, J., Inhelder, B., (1981), *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris, PUF

Pierre, P., (1997), *Evaluation clinique d'un trouble de l'orientation spatiale*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Pierre, P. & Soppelsa, R. (1998), Evaluation clinique des troubles de l'orientation spatiale dans les grands espaces, *Evolutions psychomotrices*, 10, 42, 205-214

Piñol-Duriez, M., (1975), *La construction de l'espace*, Paris, Neuchâtel, Delachaux & Nestlé

Pêcheux, MG., (1990), *Le développement des rapports des enfants à l'espace*. Poitiers, Nathan

Raimbault, D., (2002), *Protocole de rééducation de la visuoconstruction tridimensionnelle*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Rivière, J., (2002), *Cognition spatiale et déficience locomotrice chez le jeune enfant : une recherche comparative*. 4^{ème} Journée Toulousaine de Psychomotricité. Université Paul Sabatier.

Seron, X., Jeannerod, M., Baron, JC., (1998), *Neuropsychologie humaine*, Bruxelles, Mardaga

Thomas, MA., (2002), *La décentration spatiale chez l'enfant : élaboration d'un outil d'évaluation des capacités de changement de perspective*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Vandevoorde, J., (2010), Rôle des représentations d'action et du système moteur dans la construction du soi : synthèse et perspectives. *Neuropsychiatrie de l'enfant et de l'adolescent*. Article in press.

Van Sommers, P., (1989), A system for drawing and drawing-related neuropsychology. *Cognitive neuropsychology*, 6, 2, 117-164

Versace, R., Nevers, B., Padovan, C., (2002), La mémoire dans tous ses états, *Neurosciences cognitives*, Marseille, Solal

Vieilledent, S., Dietrich, G., Berthoz, A., (1997), Etude de la représentation mentale de trajets locomoteurs : l'exemple de l'escalade sportive. *Sciences et sports*, 12, 1, 33s-34s.

Une bibliographie complémentaire se trouve en annexe 4, afin d'avoir une documentation plus riche mettant en avant les ouvrages consultés en plus pour cette recherche.

Annexes

ANNEXE 1: le jeu

I. Matériel :

1 plateau de jeu : maquette de 1,30m x 1m

1 dé

2 pions-personnage

1 crayon type marqueur effaçable

24 repères en relief :

- 7 maisons : une pour chaque joueur (reconnaisable au dessin d'un personnage), chez mamie, 3 maisons autres (copains...),

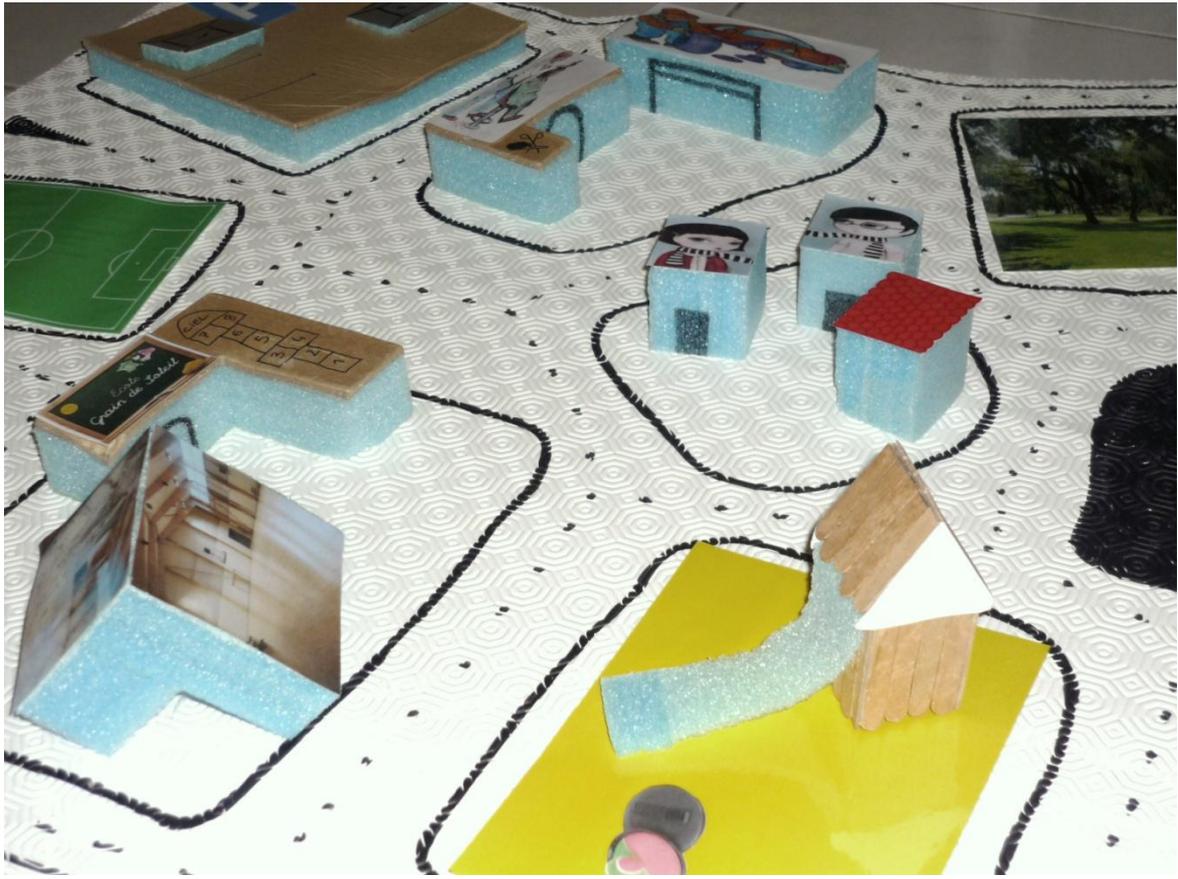
- 14 magasins et autres structures : boulangerie, boucherie, poste, école, cinéma, fleuriste, Mac Donald, parking (avec 2 voitures), gymnase, ferme, boutique de jeux vidéo, coiffeur, grande surface, garage

- 1 cabane en bois,

4 fiches plastifiées : parc, terrain de jeux, piscine et terrain de foot

128 cartes plastifiées réparties comme suit :

Type de cartes	quantité
objectifs	16
3, 4, 5 et 6 repères :	
- Histoire imposée	12 pour chaque
- Histoire inventée	12 pour chaque
7 repères :	
- Histoire imposée	8
- Histoire inventée	8



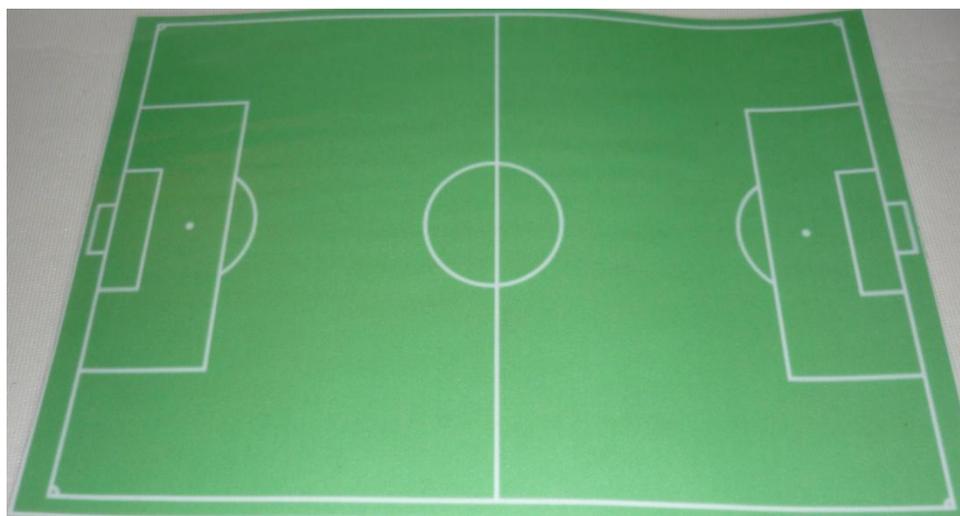
B. Les pions-personnages :



C. Les maisons :



D. Les terrains :



ANNEXE 2 : la grille d'observation

Enfant	Date	Partie n°	Nombre de fois
--------	------	-----------	----------------

LES HISTOIRES	
imposée	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Inventée	
Mot à placer :	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

DESCRIPTION DU LIEU FINAL
Histoire imposée <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Histoire inventée <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

MEMORISATION D'UN TRAJET EN FIN DE SEANCE
Quel trajet est choisit par l'enfant : imposé ou inventé ?
Récupération en mémoire seul ou besoin d'aide ?

OBJECTIFS	TYPE D'HISTOIRE	RESULTATS
Anticipation du parcours et planification: regarde où il doit se déplacer et repère les divers éléments du plateau	Imposée	
	inventée	
Impulsivité : part de suite, sans réfléchir à l'histoire	Imposée	
	inventée	
Verbalisation : s'aide dans son histoire et/ou sa réflexion = soliloque , durant le déplacement et / ou pendant la compréhension de son histoire	Imposée	
	inventée	
Autocorrection : lors d'un mauvais déplacement Capacité de prise en compte des directions et notions spatiales de base : (Devant, derrière, A coté de, Le long, Entre, A gauche, à droite)	Imposée	
	inventée	
HISTOIRE IMPOSEE		
Observation du parcours pendant la lecture de l'histoire		
Recours / retour à la carte de l'histoire pour construire, planifier le déplacement		
Recours / retour à la carte de l'histoire pour se déplacer, même après avoir étudié le parcours		
Type d'aide apportée		
HISTOIRE INVENTEE		
Observation du plan pendant la construction de son histoire		
Capacité à construire une histoire sans aide		
Lieu final choisit		
Valeur affective de la verbalisation, de l'histoire et des lieux Connait l'endroit, invente, décrit, ...		
Type d'aide apportée		

ANNEXE 3 : les résultats qualitatifs

I. Mathilde

Piaget-Head : Mathilde connaît la droite et la gauche sur elle et sur autrui, mais cela est encore confus pour les objets et elle ne peut l'appliquer en situation d'imitation ni sur demande par ordre. Les gestes se mélangent et cela montre que ce n'est pas acquis. Même après ré-explication, elle peut persévérer à donner une mauvaise réponse et dire que sa main droite est celle de gauche. La latéralité n'est alors pas maîtrisée et la réversibilité n'est pas accessible. C'est une droitrière homogène.

Orientation : Mathilde a quelques difficultés pour repérer une maison d'après un trajet. En effet, elle se trompe souvent pour donner sa première réponse et le deuxième essai est généralement réussi. Ses erreurs peuvent être légères et concerner des maisons voisines ou alors plus importantes et dans ce cas elle se trompe dans l'orientation droite - gauche du trajet, dépassant parfois l'axe du plan. Elle arrive très bien si elle prend son temps.

Cubes : Mathilde fait état d'une grande lenteur d'analyse et d'exécution, car ses temps de réponse sont supérieurs à 15 secondes ce qui lui fait perdre des points. De plus, elle a des difficultés pour comprendre et analyser la forme spatiale et le verbalise très souvent. Aussi, des problèmes dans l'organisation et la planification sont notables car pour une figure elle veut commencer par les cubes les plus élevés, sans même avoir pris le temps de construire la base de la pyramide. Cependant, son score déficitaire s'explique seulement par le temps d'exécution car toutes les reproductions sont correctes dans leur position, leur agencement, leur orientation.

Tour de Londres :

1^{ère} évaluation : Les items 4 à 7 semblent lui poser plus de difficultés dans la mesure où elle tente plusieurs essais et dépasse la minute autorisée. Cependant, ceci ne s'explique pas par une impulsivité dans son temps de réponse car ce dernier est le même que pour les autres items, où elle réussit en 1 ou 2 essais. Il faut alors noter que des items 5 à 7 les problèmes se complexifient et les contraintes augmentent. Elle peut alors s'énerver et prendre puis reposer

fortement les boules. Finalement, Mathilde est lente et cela ne l'aide pas forcément à trouver et organiser son action. Si elle prend le temps de réfléchir, alors elle parvient mieux à trouver les solutions.

2^{ème} évaluation : Mathilde est très rapide dans ses temps de réponses, toujours inférieur à 8 secondes. Cependant il lui faut plus de temps pour trouver la solution et elle peut ainsi réussir en un seul essai. Elle s'énerve moins mais persévère toujours un peu dans ses erreurs et peut se bloquer face à une difficulté. Seuls 3 problèmes sont échoués du fait d'un dépassement de temps. Ces erreurs ne se retrouvent pas aux mêmes items mais des items 10 et 12 où là les problèmes supposent l'existence de plusieurs solutions possibles et commencent de façon identique aux items précédents, soit les 9 et 11.

Fluidité de dessins :

1^{ère} évaluation : Mathilde fait preuve d'une grande lenteur de traitement dans les items, même si elle parvient à réaliser 7 figures différentes dans les positionnements aléatoires contre 5 dans les structurés. Cependant, elle prend le temps d'observer mais hésite beaucoup et a du mal à trouver des solutions différentes. Elle ne suit pas de logique particulière dans ses constructions et trace des traits au hasard, cherchant parfois la complication en reliant plusieurs points sur une même figure.

2^{ème} évaluation : Mathilde est plus rapide que la première fois et réussit à produire 11 figures en aléatoire contre 9 en structuré. Comme la dernière fois, il semble qu'un environnement structuré ne l'aide pas dans sa réflexion. Aucune figure n'est reproduite à l'identique mais elle cherche toujours la complication. Elle dit vouloir prendre le temps de regarder et ne plus avoir d'idées.

II. Maud

Piaget-Head : Maud connaît la droite et la gauche sur elle mais pas sur autrui ni sur les objets. Dans le Head, on note beaucoup d'hésitations et ses réponses ne sont pas spontanées. Au Head 2, elle verbalise énormément et répète la consigne pour s'aider dans sa réflexion (soliloque) ; lorsqu'elle ne le fait pas alors son temps de réflexion est beaucoup plus long. Le Head 3 nécessite plusieurs explications pour faire le contraire. Ceci montre que

Maud peut imiter l'autre correctement et effectuer des contraires. Elle peut donc accéder à une réversibilité, mais que cela n'est possible que sur consigne visuelle.

Orientation : elle effectue une erreur droite-gauche dans le trajet, et traverse l'axe. Mais ses deux autres erreurs concernent un défaut de précision car elle localise la maison voisine de la maison cible. Elle s'auto-corrige de suite après son erreur.

Cubes : Maud fait également état d'une grande lenteur d'analyse et d'exécution, ce qui lui fait perdre des points. Mais son score déficitaire s'explique également par le fait qu'elle ne construit pas correctement ses figures car elle ne perçoit pas correctement un cube caché derrière un autre et l'orientation n'est pas toujours respectée ; cependant les distances sont comprises et bien reproduites. On remarque aussi un manque de logique dans sa construction, car elle peut commencer par un côté et poursuivre ailleurs ; il n'y a donc pas toujours de continuité dans son organisation. Maud se plaint beaucoup pendant l'épreuve de ne pas comprendre et réussir, le temps chronométré l'angoisse beaucoup.

Tour de Londres :

1^{ère} évaluation : Malgré un temps à la 1^{ère} réponse environnant les 8 secondes en moyenne, Maud se trompe souvent au 1^{er} essai d'un problème mais s'auto-corrige à la fin. Il lui faut beaucoup de temps pour trouver les solutions mais ce temps de réflexion ne l'aide pas forcément à trouver les stratégies ou solutions aux problèmes.

2^{ème} évaluation : Son temps de réponse est plus court que lors de la 1^{ère} évaluation et signe une légère impulsivité. Cependant, cela ne l'empêche pas de réussir au 1^{er} essai dans un temps de solution correct. Mais cela est plus compliqué pour les problèmes 5 à 8, où elle persévère parfois dans son erreur et dépasse la minute autorisée. Elle s'aide alors par du soliloque.

Fluidité de dessin :

1^{ère} évaluation : Maud obtient une meilleure note en positionnement aléatoire (11/35) qu'en structuré (6/35) où ces productions de figures sont par ailleurs peu différentes, où elle recherche la complexité mais 1 seule figure est reproduite 2 fois. Une très grande lenteur est notée ce qui peut expliquer ces résultats.

2^{ème} évaluation : Maud produit plus de figures cette fois-ci mais les reproductions de figures identiques sont un peu plus nombreuses (11 dont 2 identiques en structuré, 12 dont 2 identiques en aléatoire). Elle a pris de la rapidité mais reste malgré tout assez lente pour son âge. Ainsi, malgré une légère évolution, générer de nouvelles idées reste difficile pour elle.

III. Julia

Piaget-Head : La latéralité est acquise sur soi, sur autrui et sur les objets chez Julia. Pour le Head 1, elle fait des erreurs de croisement de l'axe, de lieux et en miroir ; elle peut cependant rectifier. Ceci se retrouve dans le Head 3. Sa latéralité est donc installée mais la réversibilité est en cours de compréhension et d'exécution car elle a encore besoin de se fier au modèle de l'adulte et ne se décentre pas encore totalement.

Orientation : Julia se repère assez bien sur un plan. Ses erreurs sont surtout à de l'impulsivité dans ses réponses, mais elle s'auto-corrige assez vite. Elle se trompe ainsi dans le choix de la maison car sélectionne la maison voisine.

Cubes : Julia est également très lente à cette épreuve, comme les autres filles, ce qui explique toute sa perte de points. Les distances entre les cubes, ainsi que les perspectives et orientation sont correctement respectées. Cependant, il lui arrive au dernier item, le plus compliqué, de ne pas correctement percevoir un élément caché. Beaucoup d'attitudes de prestance sont là aussi observées.

Tour de Londres :

1^{ère} évaluation : les premiers items (1 à 6) sont réussis sans difficulté. Cependant, dès que les items se compliquent (7-12) alors elle est en difficultés : il lui faut plusieurs essais pour réussir, le temps de réponse est alors plus long ainsi que le temps de solution total.

2^{ème} évaluation : elle est plus rapide dans ses temps de réponse et pour trouver la solution finale. Cependant, cela ne la perturbe pas, elle reconnaît ses erreurs et peut reprendre un essai. Les items le plus durs nécessitent un temps supplémentaire de réflexion et cela lui permet de réussir sans trop de difficulté.

Fluidité de dessins :

1^{ère} évaluation Très appliquée, elle veut bien faire. Elle tourne la feuille à 90° et ses productions sont souvent semblables. Julia cherche la complication et est très lente. Les items structurés sont légèrement plus nombreux que les aléatoires.

2^{ème} évaluation : là encore, Julia cherche la complication, en effectuant plusieurs traits sur une même figure. Sa lenteur lui vaut de ne faire que peu de figures et cela ne la dessert pas car elle peut en reproduire deux à l'identique. Cependant, elle en reproduit plus que la dernière fois. Elle semble plus à l'aise dans les items aléatoires que les structurés.

ANNEXE 4 : Bibliographie complémentaire

Albaret, JM., & Massadau, A. (1992), Facteur S et programme de rééducation, *Evolutions psychomotrices*, 16, 42-48

Albaret, JM. E Aubert, E. (1996), Etalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vanderberg, *Evolutions psychomotrices*, 8, 34, 169-278

Boulangier, G., (2005), *Analyse du test de changement de perspective chez l'enfant à partir d'une démarche d'étalonnage*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Brunyé, TT., Mahoney, C., Taylor, HA., (2010), Moving through imagined space: Mentally simulating locomotion during spatial description reading, *Acta Psychologica*, 134, 110-124

Conte, A., (1984), *Contribution à l'étude de la structuration spatiale chez l'enfant : l'épreuve des trajets au sol*. Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Coello, Y., Honoré, J., (2002), *Percevoir, agir, s'orienter dans l'espace*. Marseille, Solal

Dupouy, F., (1991), *Visuoconstruction et approches rééducatives*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Jeannerod, M., Frak, V., (1999), Mental imaging of motor activity in humans. *Current opinion in neurobiology*, 9, 6, 735-739

Kerzerho, S., (2001), *Mise en place de protocole de rééducation des troubles de la visuoconstruction*, Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Kerzerho, S. et Seiller, B., (2002), *Mise en place de protocoles pour l'évaluation et la rééducation de troubles visuoconstructifs*. 4^{ème} Journée Toulousaine de Psychomotricité. Université Paul Sabatier.

Kosslyn, SM., Behramann, Jeannerod, M., (1995), The cognitive neuroscience of mental imagery. *Neuropsychology*, 33, 11, 1335-1344

Kosslyn, SM., (2003), Visual mental imagery, a case study in interdisciplinary research. In Kessel, F., Rosenfield, PL., Anderson, NB., (2003) *Expanding the boundaries of health and*

social science, Case studies in interdisciplinary innovation. Chap.7, 121-146, Oxford University Press

Lasserre, I., (2009), *Amélioration de la construction chez une enfant dépendante au champ perceptif visuel*. Mémoire de Psychomotricité, Université Paul Sabatier

Mellet, E., Tzourio, N., Crivello, F., Joliot, M., Denis, M., Mazoyer, B., (1996) Functional anatomy of spatial mental imagery generated from verbal instructions. *The Journal of neuroscience*, 16, 20, 6504-6512

Parsons, TD., Larson, P., Kratz, K., Thiebaut, M. Bluestein, B., Buckwalter, JG., Rizzo, AA., (2004), Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment, *Neuropsychologia*, 42, 555-562

Piaget, J. & Inhelder, B., (1966), *L'image mentale chez l'enfant*, Paris, PUF

Vurpillot, E., (1963), La perception de l'espace. In Fraisse & Piaget, *Traité de psychologie expérimentale*, Tome 6, Paris, PUF

Watanabe, K. & coll., (2005), The Rey-Osterrieth Complex Figure as a measure of executive function in childhood. *Brain & development*, 27, 564-569

Ce mémoire a été supervisé par Annabelle MIERMON :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Am', located below the text.

RESUME

La visuoconstruction est un domaine complexe, de nature multidimensionnelle. Aussi, cette recherche s'est tout particulièrement intéressée à la composante spatiale majeure dans ce domaine, et au modèle de Van Sommers, notamment l'importance accordée aux représentations visuelles dans une activité graphique. La problématique ici développée tend à montrer que la visuoconstruction pourrait être améliorée par l'association de simulation de déplacements, de représentations spatiales et de langage. Suite à de nombreuses réflexions, la pratique a alors conduit à l'élaboration d'un jeu, « Ballade au village », dans lequel un individu fait se déplacer un personnage dans une scène virtuelle en 3 dimensions, autour de lieux connus, et au travers d'histoires diverses. Les résultats obtenus indiquent alors une amélioration significative des praxies visuoconstructives et d'autres domaines cognitifs.

Mots-clés : Visuoconstruction, composante spatiale, déplacement simulé, représentation spatiale, image mentale, langage

ABSTRACT

Visuoconstruction is a complex area, multidimensional. This research is interesting particularly in her spatial element and the Van Sommers model, mostly in visual representation in graphic abilities. The developed purpose is to show that visuoconstruction could be enhanced by the association of simulated movement, spatial representation and language. The practice tends to the creation of a game, called "Ballade au village". The player has to move a character in a 3dimension scene, in middle of known places and through different kinds of stories. The results indicate a significantly amelioration in visuoconstructional capacities and in others cognitive areas.

Key words: visuoconstruction, spatial element, simulated movement, spatial representation, mental imagery, language