

LA REPRESENTATION DE L'ESPACE CHEZ DES ENFANTS IMC : ROLE DE L'IMAGE MENTALE

Ingrid HEYNDRICKX¹, Frank JAMET² & Dominique DÉRET³

¹ Psychologue, DESS de l'enfant et de l'adolescent, Université Paris-VIII.

² Maître de conférence à l'IUFM de Rouen, UPRES Cognition, Raisonnement & Didactique, EA 2305, U.F.R. de Psychologie Université Paris VIII 2, rue de la Liberté 93526 Saint-Denis Cedex 02. e-mail : jamet@univ-paris8.fr

³ Psychologue, Chargé de cours à l'université Paris VIII, Docteur en psychologie, UPRES Cognition, Raisonnement & Didactique, EA 2305, U.F.R. de Psychologie Université Paris VIII 2, rue de la Liberté 93526 Saint-Denis Cedex 02. e-mail : deret@univ-paris8.fr.

Résumé.

L'objectif de notre recherche est d'évaluer l'efficacité à long terme d'un apprentissage fondé sur la représentation imagée pour une tâche de localisation spatiale chez vingt enfants IMC. Dix sujets constituent le groupe expérimental et 10 sujets le groupe contrôle. Les deux groupes passent l'épreuve de localisation de sites topographiques d'après Piaget & Inhelder (1947) une fois au pré-test, une seconde fois au post-test et une troisième fois au re-test (1 an après). Le groupe expérimental est entraîné à l'aide de trois subtests du K-ABC ("Reconnaissance de formes", "Triangles" et "Mémoire spatiale") durant trois semaines. Les résultats montrent que : 1) les performances du groupe expérimental augmentent par rapport au groupe contrôle et 2) que cette augmentation est stable dans le temps (1 an après).

Ce travail laisse entrevoir des perspectives intéressantes dans le cadre d'interventions psychologiques et pédagogiques adressées aux enfants IMC.

Abstract

The aim of our experimental research is to assess the long term success of a training based on a pictorial representation of a specific task (spatial location). The subjects concerned are twenty children suffering from cerebral palsy. The experimental group is made up of 10 children and the control group consists of the other ten. Both groups undertake the task (Piaget and Inhelder, 1947) 3 time (pre-test, test and post-test). The experimental group undergoes training between the pre-test and the test with help of 3 subtest K-ABC ("Recognition of shapes", "Triangle" and "Spatial memory") for 3 weeks. The conclusion is : 1) The results of experimental group increase in comparison with the control group 2) This increase is stable in time (1 year afterwards).

This study opens up interesting perspectives in the field of pedagogical and psychological approaches to the problems of children with cerebral palsy.

LA REPRESENTATION DE L'ESPACE CHEZ DES ENFANTS IMC : ROLE DE L'IMAGE MENTALE

INTRODUCTION

L'infirmité motrice cérébrale (IMC) touche les enfants, les adolescents ou les adultes. Elle se traduit par une entraves partielles ou totales à la réalisation du mouvement et / ou au maintien des postures. Ces limitations résultent d'une lésion cérébrale néonatale, périnatale ou post natale. La lésion n'est pas évolutive, mais ces effets interfèrent avec le développement cérébral. Les troubles sont persistants. Sous l'influence de conditions de vie familiale et sociale, du traitement et de l'éducation, ils sont susceptibles d'amélioration ou d'aggravation avec l'âge.

Pour ce travail, nous nous intéresserons plus particulièrement à l'enfant IMC. Les difficultés motrices de ces enfants peuvent altérer le maintien des postures, l'équilibre dynamique, les gestes de la vie courante et la parole. Les enfants IMC présentent cependant un comportement particulier où l'adhésivité et la lenteur dominant (Deschamps, Manciaux, Salbreux, Vetter & Zucman, 1981).

Le terme d'IMC est né dans les années 50 à l'instigation de Tardieu & Bocquet (1954, 1980). L'enfant IMC est défini comme porteur de lésions cérébrales stabilisées (1) qui se sont installées avant l'âge d'un an, (2) qui engendrent des désordres moteurs invalidants, (3) qui respectent l'efficience intellectuelle globale et (4) qui n'altèrent ni la vie affective, ni le comportement, ni la personnalité. Le groupe des enfants IMC n'est pourtant pas homogène. Il existe différents tableaux cliniques dépendants de la localisation et de l'étendue des lésions. En fonction des troubles, de leurs localisations et de l'étendue des lésions, on distingue :

1) L'enfant spastique qui est atteint, à la fois, de raideur et de faiblesse musculaire. Ces raideurs parasitent la posture et le mouvement. Il ne peut pas coordonner le relâchement et la contraction des groupes antagonistes. Ces contractions (spasmes moteurs) prédominent aux membres supérieurs, aux organes phonatoires et peuvent s'accroître en cas d'émotion.

2) L'enfant athétosique qui présente des troubles du contrôle des gestes (ce qui peut donner lieu à des grimaces ou des contorsions) et manifeste des difficultés pour s'exprimer oralement de façon compréhensible. Il est observé des mouvements spasmodiques qui parasitent l'action volontaire. Cette agitation se manifeste au niveau des membres et de la tête. Elle peut s'accompagner d'une incontinence salivaire et de mouvements de reptation de la langue.

3) L'enfant présentant des troubles de type ataxique. Ils se traduisent par une démarche instable et des chutes fréquentes. L'équilibre est perturbé, les gestes sont imprécis et mal coordonnés. A ceci peuvent s'ajouter des tremblements ou une rigidité (cette atteinte est moins fréquente que les deux précédentes).

Ces syndromes existent rarement à " l'état pur ". Les enfants se caractérisent par la prédominance d'un des types de troubles qui viennent d'être décrits. Ces troubles peuvent toucher les deux membres inférieurs (diploégie ou maladie de Little), le membre supérieur et inférieur du même côté (hémiplégie), les quatre membres associés à une atteinte du tronc (tétraplégie).

L'étude de l'IMC est rendue difficile car il est constaté une grande hétérogénéité des profils. L'IMC touche environ deux naissances pour mille et l'étiologie en est très variée. Néanmoins les deux causes principales sont : 1) la prématurité (naissance avant 37 semaines de gestation avec un poids inférieur à 1500 grammes) et 2) la souffrance fœtale aiguë périnatale. Ces deux phénomènes sont souvent combinés. La souffrance périnatale s'accompagne fréquemment d'anoxie. Le sang insuffisamment oxygéné devient acide et crée des lésions cérébrales. Elle est à l'origine de 50 % des cas d'IMC (Guidetti & Tourette, 1996). L'ictère du nourrisson peut être également à l'origine de l'IMC, de même que des infections, des séquelles de méningites ou des traumatismes crâniens. Dans 10 à 15 % des cas, l'origine des troubles n'est pas connue. Il est observé actuellement une augmentation

des causes anténatales (accident vasculaire cérébral) par rapport aux causes néonatales (prématurité, jaunisse, souffrances néonatales...) ou postnatales (infections, séquelles de méningites...) en raison d'une meilleure survie des enfants de petits poids ou très prématurés (Leroy-Malherbe, 1996). Cette évolution va de pair avec la modification de la symptomatologie : les troubles purs sans troubles associés sont moins fréquents.

En cas d'IMC, les troubles moteurs sont complexes, associant des difficultés à commander le mouvement, à l'organiser et à le contrôler. Mais si l'IMC est essentiellement marquée par des troubles moteurs, d'autres grandes fonctions peuvent être touchées, entraînant alors des difficultés d'apprentissage supplémentaires. Les troubles apparents sont mal systématisés et souvent difficiles à préciser. De multiples fonctions peuvent être atteintes à des degrés divers. Il n'est pas toujours possible de relier un déficit fonctionnel à une lésion précise (Tabary, 1981). D'une manière générale, outre les troubles moteurs, il est constaté chez les IMC des troubles visuels. Ces enfants ne présentent que très rarement des lésions organiques oculaires qui feraient d'eux des malvoyants, mais les troubles se traduisent par un défaut d'acquisition des réflexes oculomoteurs, par une lenteur d'apprentissage de la reconnaissance et du repérage visuel. De plus, les altérations oculomotrices sont très fréquentes, associant strabisme et perturbation de la poursuite oculaire (Labro & Claverie, 1991). L'IMC présente également des troubles de la parole. Son articulation est défectueuse et peut être inintelligible.

Les travaux sur l'évaluation intellectuelle de ces enfants s'accordent sur l'importance des troubles de l'organisation spatiale. Mazeau (1995) constate qu'un grand nombre d'enfants IMC présente un trouble cognitif très particulier appelé dyspraxie (ou apraxie) visuo-spatiale (DVS). Ce trouble très fréquent associe à la fois un trouble de l'organisation du geste (dyspraxie), un trouble du regard (en particulier la poursuite oculaire : l'enfant ne peut pas réaliser un mouvement continu et glisser des yeux) et un trouble de la construction de certains composants de la spatialisation. Ces enfants présentent un ensemble de difficultés très variées ayant des répercussions tant au niveau de la vie quotidienne qu'au niveau scolaire notamment en mathématiques et en géométrie (De Barbot, Meljac, Truscelli, Henri-Amar, 1989). Des recherches réalisées dans un cadre d'analyse piagétien (Bideaud,

Colin & Lataillade, 1980) montrent que, chez les enfants handicapés moteurs, les relations topologiques élémentaires sont davantage perturbées que les relations complexes. Ces difficultés spatiales ont un effet sur les acquisitions scolaires. De Bardot (1988) observe des échecs dans les premiers apprentissages mathématiques de ces enfants. L'infirmité motrice cérébrale résulte donc d'une atteinte cérébrale périnatale et non évolutive. Elle retentit sur l'organisation tonico-posturale, motrice et locomotrice de la personne. Les restrictions motrices touchent les sujets à des degrés divers en fonction de la localisation et de la diffusion de l'atteinte.

Les études du développement psychologique, en cas d'infirmité motrice cérébrale, s'accordent pour dire que les enfants IMC se différencient des enfants sans handicap par la fréquence et l'importance des troubles de l'organisation spatiale (De Barbot, 1988 ; De Barbot, Meljac, Truscelli & Henri-Amar, 1989 ; Zabalia, 1999 ; Zabalia & Mellier, 1996). Ces études montrent aussi que l'infirmité motrice cérébrale perturbe les activités logico-mathématiques de la pensée. Cette perturbation a une incidence sur les acquisitions scolaires. Pourquoi chez les IMC les relations élémentaires sont-elles davantage perturbées que les relations plus complexes ? Bideaud, Colin & Lataille (1980) posent le problème du rôle de l'imitation motrice en tant qu'outil intermédiaire entre le sensori-moteur et le représenté. L'imitation joue-t-elle un rôle de transition nécessaire d'un niveau à l'autre et alors pourquoi les IMC échouent-ils plus sur les tâches élémentaires que sur les tâches complexes ? Ou bien l'insuffisance de l'imitation est-elle palliée par l'exercice d'autres activités ?

Les travaux de Zabalia & Mellier (1996) confirment que la pensée des enfants IMC manifeste des troubles des relations topologiques élémentaires. Ils ont mis en évidence que les IMC rencontrent des difficultés pour résoudre une tâche de sériation comme pour une tâche de localisation de sites topologiques, alors qu'ils ne se différencient pas de leurs pairs sans handicap dans des tâches de rotation mentale ou d'emboîtement de formes. De Bardot (1988) considère que les IMC construisent des procédures originales et particulières dans leurs résolutions de problèmes. Dans une étude récente, Zabalia (1999) s'est posé la question de savoir si la restriction de l'expérience motrice et plus particulièrement les

troubles de l'organisation spatiale que rencontrent les IMC retentissent sur l'un ou l'autre des deux modes de représentation des rotations mentales, à savoir le mode analogique et le mode propositionnel. Cette distinction entre ces deux types de représentation (analogique et propositionnel) s'appuie sur les travaux relatifs à l'image mentale de Kosslyn, 1981 et Pylyshyn, 1981. Dans le cadre de son modèle du développement cognitif pluraliste Lautrey (1990b) distingue ces deux sortes de représentations.

La caractéristique des représentations analogiques est de conserver “ [...] un certain isomorphisme avec les caractéristiques spatio-temporelles des situations perçues tandis que les autres, dites propositionnelles sont plus abstraites ”. (Lautrey, 1990bb p 202). Les scripts, les scènes, les prototypes constituent de bons exemples de représentations analogiques. Prenons l'exemple du script “ d'aller au restaurant ”. Lorsque l'on évoque à un sujet l'idée d'aller au restaurant, il s'attend à une séquence d'événements comme entrer dans un établissement, commander, consommer, payer et ensuite sortir. On notera que chacun de ces événements est lui-même un script. En effet lorsque je commande cela suppose que j'ai consulté une carte, que j'ai choisi un ou des plats, que j'ai passé ma commande, etc... Les relations d'ordre temporel entre les séquences d'événements du script n'ont pas à être spécifiées en tant que telles dans la représentation, Lautrey (1990b) parle d'isomorphisme spatio-temporel. Le mode analogique de la représentation imagée permet d'anticiper le résultat de la transformation sans que le sujet puisse en expliciter les étapes. Ce mode est indépendant des opérations.

Le mode propositionnel consiste à décomposer les structures symboliques et les étapes de la transformation pour les recomposer en appliquant des règles ou des opérations sur leurs éléments. Les concepts, les catégories taxonomiques, les classes logiques sont des exemples de représentations propositionnelles.

Les résultats font apparaître que les enfants IMC, comme les enfants sans handicap, utilisent les deux modes de traitement. On remarque cependant qu'ils recourent de manière privilégiée au mode de traitement analogique. On constate également qu'ils présentent des difficultés à mettre en œuvre un traitement propositionnel dans les tâches séquentielles. Dans la lignée de Lautrey (1990a,b), Zabalia (1999) estime que la pensée des enfants IMC

dispose d'un double système de représentation des rotations, l'un analogique, l'autre propositionnel.

Comme le suggère Lautrey (1990a,b), nous nous sommes demandés s'il existe un guidage des représentations analogiques pour la construction des opérations spatiales. Notre objectif est d'évaluer l'efficacité à long terme des exercices de représentation imagée. La question de la stabilité des performances dans le temps est ainsi posée. En effet, si certes, l'incidence de l'apprentissage sur les compétences initiales des sujets a été moult fois démontrée, les études montrant la stabilité dans le temps des gains sont moins courantes. Nous faisons l'hypothèse que les exercices mettant en jeu une représentation imagée vont accroître les performances des enfants IMC sur une tâche de localisation spatiale. Notre étude fait appel au paradigme de comparaison pré-test versus post-test encadrant une période d'entraînement d'imagerie mentale. Lors de cet entraînement, nous avons fait appel à des subtests issus de la batterie du K-ABC (Kaufman, 1994 ; Kaufman & Kaufman, 1993a,b,c), un outil cognitif par excellence pour le psychologue de terrain, et dont certains autres subtests ont déjà été utilisés dans le cadre de recherches portant sur le handicap (Bonnaud, Jamet, Déret & Neyt-Dumesnil, 1999 ; Vergniaux, Déret, & Jamet, 1999).

MATÉRIEL

La passation s'est déroulée sur deux années. Quatre épreuves ont été présentées aux enfants : une épreuve en pré-test, post-test et re-test et trois tâches durant l'entraînement.

L'épreuve retenue au pré-test, post-test et re-test est celle de la localisation de sites topographiques de Piaget & Inhelder (1947). L'expérimentateur place une figurine dans un paysage, l'enfant doit procéder de même. Le matériel se compose de deux plateaux (37 x 47 cm) sur lesquels sont disposés cinq maisons faciles à distinguer par leur taille et leur couleur (trois petites : bleue, verte et jaune ; deux grandes : rouge et jaune). Une route et une voie ferrée se croisent vers le centre en divisant le paysage en quatre secteurs.

Dans la première partie de l'épreuve, les deux paysages (celui du sujet et celui de l'expérimentateur) sont côte à côte, orientés à l'identique. La consigne est : “ place ton bonhomme dans ton paysage, exactement au même endroit ”. Dans la deuxième partie, le

paysage utilisé par l'expérimentateur subit une rotation de 180°. Avant de donner de nouveau la consigne, on fait remarquer à l'enfant : 1) la rotation et 2) le fait que tous les éléments du site ont conservé leur place.

Le bonhomme est placé dans douze positions successives. Pour chacune des positions, la consigne est la même. Dans la deuxième partie de l'épreuve, l'ordre des positions du bonhomme diffère par rapport à la première partie. Dans les deux parties de l'épreuve, une réponse est considérée comme correcte quand l'enfant place le bonhomme exactement comme dans le paysage modèle (avec une marge de tolérance).

Les exercices d'entraînement réalisés entre le pré-test et le post-test sont trois subtests du K-ABC (Kaufman & Kaufman, 1993a,b,c) : 1) le subtest de " Reconnaissance de formes " 2) la tâche des " triangles " et 3) l'épreuve de " Mémoire spatiale ".

1) Le subtest de " Reconnaissance de formes " (subtest 4 du K-ABC). L'expérimentateur montre une série de dessins incomplets fait de "taches d'encre". L'enfant doit donner le nom de l'objet dessiné. Les items sont de difficultés croissantes. Pour réaliser cette tâche le sujet doit disposer d'un certain nombre d'aptitudes. Kaufman & Kaufman, (1993a, b, c), Lemmel (1994) indiquent que ce subtest implique une attention aux détails visuels, de l'organisation perceptive, une aptitude spatiale, l'organisation visuelle sans activité motrice, de la mémoire à long terme, des capacités de synthèse (relation partie-tout). Ces aptitudes ne sont pas révélées par ce seul subtest, il faut qu'elles apparaissent dans d'autres tâches du K-ABC.



Figure 1 : un exemple d'items proposés au subtest " Reconnaissance de forme "

2) La tâche dite des " Triangles " (subtest 6). L'expérimentateur donne le nombre nécessaire de triangles (bleus et jaunes) à l'enfant. Sa tâche consiste à reproduire une série

de modèles qu'il a devant lui. Les items sont de difficultés croissantes. Ce subtest mobilise les aptitudes suivantes : l'analyse, la fluidité, l'organisation perceptive, la reproduction d'un modèle, l'aptitude spatiale, la coordination visuo-motrice, la relation partie-tout, l'aptitude à percevoir visuellement des stimuli abstraits (Kaufman & Kaufman, 1993a, b, c ; Lemmel, 1994).

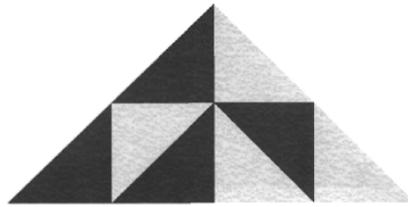


Figure 2 : un exemple d'items proposés au subtest " Triangles "

3) Le subtest de " Mémoire Spatiale " (subtest 9). L'expérimentateur montre à l'enfant pendant 5 secondes une matrice de 6 puis de 9 cases sur laquelle se trouvent de petits dessins différents disposés selon diverses configurations. Le nombre d'éléments ainsi que la position varient dans la page. La tâche de l'enfant consiste à mémoriser la localisation des objets (figure 3) puis à pointer avec son doigt sur une matrice vierge à 6 puis 9 cases pour indiquer la localisation des différents objets. Les items proposés sont rangés suivant un ordre de difficulté croissant. Les aptitudes sollicitées dans ce subtest sont les suivantes : la fluidité, l'organisation perceptive, la reproduction de modèle, la mémoire immédiate visuelle, l'aptitude spatiale, l'organisation visuelle sans activité motrice (Kaufman & Kaufman, 1993a, b, c ; Lemmel, 1994).



Figure 3 : un exemple d'items proposés au subtest " Mémoire Spatiale "

Au début de l'expérimentation, la première année, l'ensemble des enfants (groupe expérimental et groupe control) passe individuellement l'épreuve de localisation de sites

topographiques. Cette première mesure constitue le pré-test (semaine 1). Ensuite, durant les trois semaines suivantes (semaine 2, semaine 3 et semaine 4), les enfants du groupe expérimental sont entraînés avec les trois subtests du K-ABC. La tâche de “ Reconnaissance de formes ” a été montrée lors de la première semaine d'entraînement (semaine 2) , la tâche de “ Triangles ” pendant la seconde (semaine 3) et la tâche de “ Mémoire Spatiale ” durant la troisième semaine (semaine 4). Voir tableau 1. Au terme de cet entraînement, les enfants du groupe expérimental sont de nouveau évalués à l'aide de l'épreuve de localisation de sites topographiques. Cette performance constitue le post-test (semaine 5). Le groupe control repasse également cette tâche (semaine 5). Un an après, on évalue de nouveau les compétences des deux groupes d'enfants (groupe expérimental et groupe control) à l'aide de l'épreuve de localisation de sites topographiques. Il s'agit du re-test (tableau 1).

Tableau 1 : Récapitulatif de la passation

Groupes	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	1 an après
Test	Pré-test	Subtest du K-ABC	Subtest du K-ABC	Subtest du K-ABC	Post-test	Re-test
Control	Pré-test				Post-test	Re-test

SUJETS

Vingt enfants (9 filles et 11 garçons) IMC (n = 20) d'âge moyen 9, 4 ans (6, 6 - 14, 2) ont été interrogés. Ils sont scolarisés dans une structure spécialisée de Seine-Maritime (France). Le critère de scolarisation de l'enfant handicapé moteur constitue une garantie minimale d'homogénéité du groupe. Douze enfants sont des IMC de type diplégie spastique de Little, cinq sont tétraplégiques, un a une hémiplegie gauche et un est atteint d'ataxie cérébelleuse congénitale.

Les sujets ont été répartis en deux groupes (appariement par âge). La variable " sexe " est contrebalancée : 1) un groupe expérimental constitué de dix enfants (quatre filles et six

garçons) d'âge moyen 9, 6 ans (7, 2 - 14, 2) et 2) un groupe control constitué de dix enfants (cinq filles et cinq garçons) d'âge moyen 9, 3 ans (6, 6 - 14, 2). La passation des épreuves la seconde année (exactement un an après le début de la recherche) s'est déroulée avec les mêmes enfants (âge moyen : 10, 4 ans).

RÉSULTATS

Les résultats montrent qu'il n'existe pas de différence significative entre les performances des sujets des deux groupes (groupe control et groupe expérimental) au pré-test. En effet, l'analyse statistique indique que les résultats ne diffèrent pas significativement tant à l'épreuve de localisation de sites topographiques sans rotation ($t(18) = 0.5870, p = 0,2822$) qu'à la seconde l'épreuve avec rotation ($t(18) = -0.2325, p = 0,4094$). Les résultats des enfants des deux groupes sont homogènes au pré-test dans les deux parties de l'épreuve.

Les deux tâches ont-elles le même niveau de difficulté ?

Quel que soit le groupe considéré, on constate une différence significative entre les performances obtenues à l'épreuve de localisation sans rotation et la tâche avec rotation et ce pour les trois phases de l'expérimentation : pré-test (1), post-test (2) et re-test (3). Les sujets réussissent mieux la tâche de localisation sans rotation que l'épreuve avec rotation. (1) Au pré-test pour le groupe expérimental : $t(9) = 5,47 ; p = 0,0002$ et pour le groupe control : $t(9) = 3,49 ; p = 0,0034$, (2) au post-test pour le groupe expérimental : $t(9) = 3,47 ; p = 0,0035$ et pour le groupe control : $t(9) = 4,99 ; p = 0,0004$, et (3) au re-test pour le groupe expérimental : $t(9) = 4,22 ; p = 0,0011$ et pour le groupe control : $t(9) = 3,88 ; p = 0,0019$.

L'apprentissage proposé a-t-il une incidence sur la qualité des performances à la tâche de localisation sans rotation ?

L'examen des données des sujets du groupe expérimental (pré-test, post-test et re-test) montre que les 3 semaines d'apprentissage ont un effet sur la performance à la tâche de localisation sans rotation ($F(2, 18) = 4,08 ; p = 0,0345$). De façon plus précise, on remarque d'une part, une augmentation significative des résultats des sujets entraînés entre

le pré-test et le post-test ($t(9) = -3,97$; $p = 0,0016$) et d'autre part, que cette modification de l'état de connaissance est stable un an après. En effet, les niveaux moyens de réussite (11,5 sur 12 au post-test et 11,3 sur 12 au re-test) ne diffèrent pas de manière significative ($t(9) = 0,55$; $p = 0,29$).

Pour le groupe control, la comparaison entre les scores obtenus lors des trois passations ne laisse pas apparaître de différence significative ($F(2; 18) = 0,0826$; $p = 0,9211$).

L'apprentissage proposé a-t-il une incidence sur la qualité des performances à la tâche de localisation avec rotation ?

L'examen des réussites moyennes au pré-test, au post-test et au re-test entre les deux groupes d'enfants (groupe expérimental et groupe control) montre qu'il existe une différence significative ($F(2; 36) = 4,09$; $p = 0,0249$). L'analyse des données (pré-test, post-test et re-test) du groupe expérimental montre que l'augmentation de performances est significative ($F(2; 18) = 10,79$; $p = 0,0008$). L'apprentissage durant les 3 semaines engendre une augmentation significative des réussites moyennes entre le pré-test et le post-test ($t(9) = -4,01$; $p = 0,0015$). On observe également que ce gain est stable dans le temps. La comparaison des performances entre le post et le re-test ne laisse pas apparaître de différence significative : $t(9) = 1,34$; $p = 0,10$.

Pour le groupe control, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les trois passations : $F(2; 18) = 0,1252$; $p = 0,8830$.

DISCUSSION

Nos résultats montrent que l'apprentissage fondé sur ces trois types de représentation imagées (" Reconnaissance de formes ", " Triangles " et " Mémoire Spatiale") engendre une amélioration des performances spatiales. Cette amélioration s'observe tant sur la tâche de localisation topologique avec ou sans rotation. Ce premier résultat est intéressant car la tâche de localisation spatiale topologique avec rotation est une tâche particulièrement complexe. Notre hypothèse que ce type d'apprentissage à l'aide de représentation imagée améliore les aptitudes des IMC est donc confirmée.

Nous avons également montré que cette amélioration n'est pas passagère. En effet, l'évaluation, un an après, des compétences des sujets IMC est stable. L'apprentissage a donc modifié en profondeur, structurellement l'état de connaissance des enfants IMC et ce, tant sur la tâche de localisation spatiale topologique sans rotation que sur l'épreuve avec rotation. Ce constat va tout à fait dans le sens des travaux de Paour (1988) qui montrent que l'on peut mobiliser des appareils cognitifs " déficitaires " ou " sous-utilisés " et que les déficits observés ne sont pas toujours irréversibles.

Pour expliquer cette amélioration des performances, le modèle de Lautrey (1990a, b) est un bon outil théorique. En effet, il postule que le développement de la pensée s'appuie sur deux modes de représentation, les représentations analogiques et les représentations propositionnelles. L'accroissement des connaissances résulte de l'interaction entre ces deux modes. Lautrey & Chartier (1987) font l'hypothèse que les représentations analogiques peuvent " guider " les représentations propositionnelles et inversement. Les travaux de Marmor (1975) ont montré que, dès 5 ans, les enfants peuvent utiliser des représentations analogiques dans des tâches de rotation mentale alors qu'il faut attendre 8 ans pour qu'ils puissent sérier de façon opératoire une séquence de positions successives d'un objet en rotation présentée sous forme de photographie. Cette évolution montre le passage d'un mode de représentation analogique à un mode de représentation propositionnelle. Ces résultats nous conduisent à faire l'hypothèse que nos sujets, suite à l'entraînement, ont développé une compétence accrue dans l'utilisation des représentations analogiques. En effet, la tâche de " mémoire spatiale " favorise l'intégration d'une image mentale isomorphe

pour réussir la tâche. Le subtest de " Reconnaissance de formes " procède du même mécanisme. Le sujet doit activer une image mentale en mémoire à long terme et par appariement la comparer aux stimuli présentés. L'entraînement a activé un mécanisme de représentation analogique qui a permis aux enfants IMC de se représenter le paysage qui leur était présenté dans la tâche de localisation spatiale ainsi que les différents éléments qui le composaient comme les tailles, les couleurs, les positions respectives des objets. Les exercices imagés tels qu'ils sont proposés jouent un rôle de fixation et de consolidation des informations, et ceci, même à long terme, dans une tâche spatiale chez les enfants IMC. Cette hypothèse est en accord avec l'idée de Piaget & Inhelder (1966) quand ils considèrent que les images sont utiles dans la connaissance d'un problème de transformation et notamment dans la connaissance des " états ". Il faut néanmoins rappeler que pour Piaget, si les représentations imagées parviennent à fournir un tableau " fidèle " des situations afin que des relations soient mises en place, en revanche elles ne donnent pas lieu à une interprétation conceptuelle.

Dans notre propos, nous avons toujours fait l'hypothèse que les enfants IMC recourent préférentiellement à une représentation sous mode analogique. Nous fondons cette position sur les travaux de Marmor (1975) qui indiquent la précocité de ce type de représentation dans le traitement des tâches de rotation spatiale. Néanmoins, il se peut que certains sujets IMC utilisent également la modalité propositionnelle.

Les résultats au post-test à l'épreuve de localisation des sites topologiques confirment les conclusions de De Barbot (1988) & Zabalia (1999) sur le fait que les IMC construisent des procédures originales et particulières dans leur résolution des problèmes. En effet, il a été mis en avant que les exercices ont davantage bénéficié à la tâche avec rotation (la plus difficile) qu'à la tâche sans rotation. Si certes il est important de développer des remédiations auprès des personnes handicapées, l'évaluation de la stabilité de ces remédiations est un élément important.

Ce travail montre comment à partir d'une phase diagnostique précise mettant en évidence l'état de connaissance des sujets handicapés, il est possible de construire une prise en charge efficace à long terme. Nos résultats montrent qu'il n'est pas nécessaire de

mobiliser ces sujets sur une longue durée pour observer un accroissement de connaissance dans le domaine sur lequel porte l'apprentissage. Ce type de prise en charge (diagnostic précis, apprentissage spécifique, ciblé) est parfaitement transférable d'une part, sur d'autre type de handicap et d'autre part à d'autres domaines (temps, nombre, etc ...).

REFERENCES

BIDEAUD, J., COLIN, C. & LATAILLADE, C. (1980). La représentation du schéma topographique, étude comparée d'enfants handicapés moteurs et valides. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 28, 1/2, 3-11.

BONNAUD, S., JAMET, F., DERET, D., & NEYT-DUMESNIL, C. (1999). La reconnaissance de visages chez des adultes présentant un handicap mental profond. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle*, 10, 5-18.

DE BARBOT, F. (1988). Étude des difficultés logico-mathématiques d'un groupe d'enfant IMC. *Motricité Cérébrale*, 9, 1-8.

DE BARBOT, F., MELJAC, C., TRUSCELLI, D., & HENRI-AMAR, M. (1989). *Pour une meilleure intégration scolaire des enfants IMC: l'importance des premiers apprentissages mathématiques*. Paris : Presses Universitaires de France, CTNERHI.

DESCHAMPS, J.-P., MANCIAUX, M., SALBREUX, R., VETTER, J., & ZUCMAN, E. (1981). *L'enfant handicapé et l'école*. Paris : Flammarion.

GUIDETTI, M., & TOURETTE, C. (1996). *Handicaps et développement psychologique de l'enfant*. Paris : Armand Colin.

KAUFMAN, A.S. (1994). A propos de la batterie Kaufman pour l'examen psychologique de l'enfant (K.ABC) : réponses à quelques questions. In A.S. Kaufman & Collectif (Eds.), *L'examen psychologique de l'enfant. K.ABC : pratique et fondements théoriques* (pp. 21-41). Éditions de la Pensée Sauvage.

KAUFMAN A.S., & KAUFMAN, N.L. (1993a). *Batterie pour l'examen psychologique de l'enfant. Manuel d'administration et de cotation*. Paris : Édition du Centre de Psychologie Appliquée.

KAUFMAN, A.S., & KAUFMAN, N.L. (1993b). *Batterie pour l'examen psychologique de l'enfant. Manuel d'interprétation*. Paris : Édition du Centre de Psychologie Appliquée.

KAUFMAN, A.S., & KAUFMAN, N.L. (1993c). *Batterie pour l'examen psychologique de l'enfant. Classeur 1*. Paris : Édition du Centre de Psychologie Appliquée.

KOSSLYN, S.M. (1981) The medium and the message in mental imagery : a theory. *Psychological Review*, 88, 46-66.

LABRO, J.-B., & CLAVERIE, P. (1991). Evaluation des acquisitions visuelles, incapacité et handicap visuel chez l'enfant infirme moteur d'origine cérébrale. *Journal Français d'Orthoptique*, 23, 8-16.

LAUTREY, J. (1990a). Unicité ou pluralité dans le développement cognitif : les relations entre images mentales, action et perception. In G. Netchine-Grymberg (Ed.),

Développement et fonctionnement cognitif chez l'enfant (pp. 71-89). Paris : Presses Universitaires de France.

LAUTREY, J. (1990b). Esquisse d'un modèle pluraliste du développement. In M. Reuchlin (Ed.), *Cognition : l'individuel et l'universel* (p. 185-216). Paris : Presses Universitaires de France.

LAUTREY, J. & CHARTIER, D. (1987). Images mentales de transformations et opérations cognitives : une revue critique des études développementales. *L'Année Psychologique*, 87, 581-602.

LEROY-MALHERBE, V. (1996). L'infirmité motrice cérébrale. In *Déficiences motrices et handicaps*, APF.

LEMMEL, G. (1994). L'analyse qualitative du K-ABC. In A.S. Kaufman & Collectif (Eds.), *L'examen psychologique de l'enfant. K.ABC : pratique et fondements théoriques* (pp. 137-149). Éditions de la Pensée Sauvage.

MARMOR, G. S. (1975). Development of kinetic images : When does the child first represent movement in mental images ? *Cognitive Psychology*, 7, 548-559.

MAZEAU, M. (1995). Les troubles de type A.V.S. (Apraxie visuo-spatiale) chez les IMC. *Le Courrier de Suresnes*, 64, 45-46.

PAOUR, J.-L. (1988). Retard mental et aides cognitives. In J.P. Caverni, CL Bastien, P. Mendelsohn & G. Tiberghien (Eds) *Psychologie cognitive, modèles et méthodes*. (pp. 191-216) Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

PIAGET, J., & INHELDER, B. (1947). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses Universitaires de France.

PIAGET, J., & INHELDER, B. (1966). *L'image mentale chez l'enfant. Étude sur le développement des représentations imagées*. Paris : Presses Universitaires de France.

PYLYSHYN, Z. W. (1981) The imagery debate : analogue media versus tacit Knowledge. *Psychological Review*, 88, 16-45.

TABARY, J.-C. (1981). Psychologie de l'infirmite motrice cérébrale. *Neuropsychiatrie de l'Enfance*, 29 (11-12), 601-611.

TARDIEU, G. (1980). *Le dossier clinique de l'IMC*. 1 Vol. 96 p. C.D.I. (Ed.).

TARDIEU, G. & BOCQUET, L. (1954). Les problèmes posés par les infirmités motrices d'origine cérébrale chez l'enfant. *Semaine hospitalière*, 30, 28-38.

VERGNIAUX, C., DERET, D., & JAMET, F. (1999). Étude de l'adaptation de l'épreuve des "Matrices Analogiques" du K.ABC à un groupe d'enfants déficients visuels. *Handicaps, Revue de Sciences Humaines et Sociales*, 84, 43-59.

ZABALIA, M. (1999). Traitement analogique et traitement propositionnel des rotations mentales chez les enfants IMC. *L'Année Psychologique*, 99, 75-97.

ZABALIA, M., & MELLIER, D. (1996). Effets d'exercice de rotation mentale sur le traitement des relations topologiques élémentaires chez des enfants handicapés moteurs. *Les Archives de Psychologie*, 64, 67-82.