



HAL
open science

Apports d'exercices d'imagerie mentale dans la réalisation d'une tâche spatiale chez des enfants IMC

Marc Zabalía

► **To cite this version:**

Marc Zabalía. Apports d'exercices d'imagerie mentale dans la réalisation d'une tâche spatiale chez des enfants IMC. *Motricité Cérébrale*, 2004, 23 (1), pp.21-30. hal-03272388

HAL Id: hal-03272388

<https://hal.science/hal-03272388>

Submitted on 28 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Apports d'exercices d'imagerie mentale
dans la réalisation d'une tâche spatiale chez des enfants IMC

Marc Zabalia

Maître de Conférences en psychologie de l'enfant

LPCP, ModeSCoS, Maison de la Recherche en Sciences Humaines

Université de Caen , Esplanade de la paix F-14032 Caen cedex

Tél: 02 31 56 62 19 ; Fax: 02 31 56 62 60 ; e-mail: zabalia@mrsh.unicaen.fr

Remerciements : Je remercie Ingrid Heyndrickx pour l'aide apportée à la collecte des données dans le cadre de son travail de maîtrise.

Résumé

L'expérience s'interroge sur le rôle de l'imagerie mentale comme support à la représentation de l'espace chez des enfants Infirmes Moteurs d'origine Cérébrale. Nous faisons l'hypothèse d'un effet facilitateur d'exercices mettant en jeu la représentation imagée dans une tâche de localisation spatiale chez des enfants IMC. Les résultats montrent qu'une période d'exercices impliquant l'imagerie mentale apporte un bénéfice dans la réalisation d'une tâche spatiale. Au delà de l'apport théorique sur le rôle de l'image mentale dans la connaissance spatiale, les résultats de cette étude laissent entrevoir des perspectives intéressantes dans le cadre d'interventions psychologiques et pédagogiques adressées aux enfants IMC.

Mots clés : Infirmité Motrice d'origine Cérébrale, imagerie mentale, représentation de l'espace.

INTRODUCTION

Les restrictions motrices touchent les sujets atteints d'Infirmité Motrice d'origine Cérébrale (IMC) à des degrés divers en fonction de la localisation et de la diffusion de l'atteinte. Néanmoins, malgré l'hétérogénéité des profils, les enfants atteints d'IMC manifestent des troubles de l'organisation spatiale plutôt que des désordres cognitifs globaux [1], [2], [3], [4] et il n'est pas toujours possible de relier un déficit fonctionnel à une lésion précise [5].

L'étude des processus d'imagerie mentale d'enfants IMC est une voie pertinente pour explorer l'organisation cognitive. Nous avons précédemment adopté une approche comparative d'enfants IMC et d'enfants valides afin de confronter différentes orientations théoriques concernant les processus d'imagerie mentale et d'apporter des arguments en faveur de perspectives développementales alternatives entre la théorie piagétienne et les modèles cognitivistes. Les études sur les représentations imagées des enfants IMC ont aussi un intérêt dans le cadre de prises en charge psychopédagogiques car elles visent la compréhension de leurs difficultés dans le domaine de l'espace. Ces études ont, de plus, l'ambition de mettre en évidence les situations favorisant l'expression de leurs potentiels.

L'infirmité motrice d'origine cérébrale est définie par des atteintes centrales précoces, elle joue donc sur l'expérience motrice à tous les niveaux du développement psychologique. Une étude comparative d'enfants IMC et d'enfants valides permet d'interroger les orientations théoriques qui envisagent que la pensée dispose d'un double système de représentation des transformations spatiales, l'un analogique (imagé, holistique), l'autre propositionnel (analytique et abstrait) [6], [7], [8], [9]. L'approche comparative ouvre alors une voie privilégiée pour savoir si la restriction motrice depuis le début de la vie favorise le développement d'un mode de représentation au détriment ou en concurrence à l'autre. Sur ce point, nous avons conduit une recherche afin d'examiner l'évocabilité des deux systèmes de représentations des rotations mentales [10]. Nous avons proposé à des enfants IMC âgés de 6 à 15 ans, une tâche chronométrique classique de rotation mentale favorisant l'utilisation d'une représentation imagée analogique, épreuve adaptée des travaux de Marmor [11] et Lejeune et Decker [12]. La tâche est informatisée, elle présente deux figurines identiques tenant chacune un ballon dans une main. Dans la moitié des cas les deux

personnages tiennent le ballon dans la même main, pour l'autre moitié l'un tient le ballon dans la main droite, l'autre dans la main gauche. La figurine présentée à gauche sur l'écran (le stimulus standard) est toujours dans une position canonique, debout et de face. La figurine placée à droite de l'écran (le stimulus test) est proposée à différentes inclinaisons comprises entre 0 et 300° mesurées dans le sens horaire. Deux conditions de rotations sont prévues. Dans la condition dite bidimensionnelle, la figurine test reste de face c'est-à-dire que la rotation s'effectue dans le plan fronto-parallèle (axe x et y). Dans la condition dite tridimensionnelle, la figurine test apparaît de dos : la rotation en profondeur (axe z) s'ajoute à la rotation dans le plan fronto-parallèle. Dans tous les cas les sujets doivent conclure si les personnages tiennent le ballon dans la même main ou non. Selon les procédures classiques, les temps de réponse et les erreurs des enfants sont enregistrées par appuis sur des clés qui sont ergonomiquement adaptées aux restrictions motrices des enfants IMC (figure 1).

La tâche de sériation de séquences de rotation [13] requiert une compréhension logique du mouvement de rotation, c'est-à-dire une décomposition puis une reconstruction du mouvement. Elle consiste pour l'enfant à sérier sept cartes présentées dans le désordre qui représentent un personnage effectuant une rotation de 180°. Les résultats de la tâche de rotation mentale chronométrique indiquent la présence d'une augmentation linéaire des temps de réponse en fonction des écarts angulaires entre le stimulus standard et le stimulus test. Cette fonction linéaire entre les temps de réponse et l'écart angulaire entre deux stimuli, mis en évidence par Shepard et Metzler [14], est considérée comme l'indice de l'utilisation d'une représentation imagée analogique. La présence de cette fonction linéaire révèle que les enfants IMC maîtrisent et utilisent une représentation imagée de type analogique dans une tâche chronométrique de rotation mentale. A l'inverse, les résultats à l'épreuve de sériation d'une séquence de rotation sont faibles chez les enfants IMC. Pour sérier les cartes, il faut décomposer le mouvement puis le reconstruire. La réalisation de la tâche demande une connaissance du processus de rotation et la possibilité d'avoir consciemment accès à cette connaissance.

La mise en évidence de capacités de représentations imagées analogiques chez des enfants dont les possibilités d'action sont sévèrement restreintes depuis la naissance ébranle l'idée que l'image

mentale trouve son origine dans l'imitation motrice. De plus ces résultats sont en accord avec ceux qui avaient montré que l'utilisation du processus de rotation mentale est possible bien avant la maîtrise des opérations de la pensée. Mais les restrictions motrices ont un retentissement plus important au niveau de la construction de traitements propositionnels, séquentiels, lesquels seraient construits par intériorisation des manipulations motrices et de leur coordination.

Concernant l'espace, Piaget s'est posé la question de savoir si l'image joue un rôle formateur plus considérable en tant que préparation à l'opération [15]. Mais il arrive à la conclusion, malgré le rôle privilégié de l'image dans le domaine spatial, qu'elle ne constitue pas pour autant le moteur principal d'une organisation intériorisée de l'espace. Néanmoins, l'espace est le domaine pour lequel l'image mentale garde un statut particulier. Pour Wallon [16] la nature même des images mentales est d'appartenir à l'espace. Il existe des espaces où l'on situe l'image des objets réels non actuellement perçus, l'espace des souvenirs, celui des rêves, qui sont des transpositions de l'espace concret, fondement nécessaire des représentations et des opérations mentales sous la forme la plus concrète [17]. Dans le domaine spatial, la forme de l'image et son contenu sont homogènes [18]. L'image spatiale est le format de représentation qui tend à un isomorphisme réel avec le contenu représenté. Dans les années 70, la psychologie cognitive anglo-saxonne a défini les propriétés spatiales de l'image mentale [19], [20]. Ces études, entre autres, ont apporté de nombreux arguments en faveur de l'hypothèse d'une communauté de structure entre la perception visuelle et l'imagerie mentale, même si aujourd'hui on s'accorde à redonner à la motricité un rôle important dans la construction d'images mentales de transformations [21].

Dans ce cadre, nous avons par ailleurs pu mettre en évidence le rôle de l'action dans la représentation de formes en mouvement chez l'enfant IMC [22]. Dans une tâche d'emboîtement inspirée du jeu *Tétris*, les enfants IMC utilisent une stratégie de manipulation qui soutient le processus de décomposition-recomposition du mouvement. C'est en agissant sur l'objet que les enfants actualisent mentalement les propriétés spatio-temporelles du mouvement. Ce résultat est important compte-tenu des remaniements théoriques dans le domaine de l'imagerie mentale [23] où l'on redonne une place prépondérante à la motricité, notamment dans les images mentales de

transformations. Ce point de vue, soutenu aussi par des études récentes basées sur l'imagerie neurofonctionnelle [24], [25], [26], se rapproche manifestement de la théorie piagétienne.

Dans ce cadre nous avons conduit une expérience faisant appel au paradigme de comparaison pré-test versus post-test encadrant une période d'exercice qui prolonge une étude du même type [27]. Elle cherche à savoir dans quelle mesure des exercices d'imagerie mentale soutiennent la construction de l'espace chez des enfants IMC. Pour Gréco [28], il existerait une interaction entre les données de l'image et la structuration des connaissances du sujet. Pour Piaget et Inhelder [15] “ *les représentations imagées parviennent à fournir un tableau fidèle des situations pour que les relations en jeu soient mises en place, même si elles ne donnent pas lieu à une interprétation conceptuelle* ”. Nous faisons l'hypothèse d'un effet facilitateur d'exercices mettant en jeu la représentation imagée dans une tâche de localisation spatiale chez des enfants IMC.

METHODE

La tâche de localisation spatiale présentée en pré et post-test est une tâche de localisation de sites topographiques [29], (figure 2), qui consiste pour l'enfant à placer une figurine dans un paysage au même endroit que celle de l'expérimentateur. Dans la première partie de l'épreuve les deux paysages sont côte à côte, orientés à l'identique, dans la seconde partie, le paysage de l'expérimentateur subit une rotation de 180°, que l'on fait remarquer à l'enfant. La figurine doit être placée dans douze positions successives de difficultés inégales. Le matériel se compose de deux plateaux (37 x 47 cm) sur lesquels sont disposées cinq maisons faciles à distinguer par leur taille et leur couleur (trois petites, bleue, verte, jaune et deux grandes, rouge et jaune). Une route et une voie ferrée se croisent au centre divisant le paysage en quatre secteurs.

Les exercices impliquant l'imagerie mentale sont inspirés des subtests 4, 6 et 9 de l'échelle de processus simultanés du K-ABC [30]. Cette échelle contient des subtests favorisant une approche globale qui demande l'intégration de plusieurs stimuli. Les enfants ont travaillé à partir d'une tâche de reconnaissance de formes, dans laquelle l'enfant doit reconnaître et nommer un dessin d'objet incomplet. Elle nécessite la représentation des parties absentes pour une identification du dessin (20 items représentant des objets usuels ou des personnages : chaise, grenouille, violoniste...). Une tâche de construction de formes géométriques à partir d'un modèle

(du type cubes de Kohs) qui exige un effort de structuration spatiale et met en jeu la représentation spatiale. Il s'agit d'un puzzle impliquant des formes triangulaires bicolores (15 items). Une tâche de mémoire spatiale dans laquelle l'enfant doit mémoriser la localisation d'un ou de plusieurs objets présentés sur une page blanche avant de la désigner sur une deuxième planche présentant une grille vide (3x3 cellules, puis 3x4). Cette tâche comporte 17 items. Les pré et post-tests sont présentés à la première et cinquième semaine de l'étude, les exercices d'imagerie sont présentés à l'un des deux groupes d'enfants, à raison d'une séance par semaine (entre 15 et 20 minutes) pendant trois semaines.

POPULATION

Elle est composée de 20 enfants IMC d'âge moyen 9;4 ans (6;6 - 14;2) scolarisés dans un Institut d'Education Motrice. Les enfants ont des possibilités motrices différentes, cinq d'entre eux se déplacent en fauteuil électrique, cinq autres en fauteuil manuel et les dix autres marchent avec l'aide de cannes tripodes ou de rolateur. Douze enfants sont atteints de diploégie spastique, cinq sont tétraplégiques, un enfant présente une hémiploégie gauche et un autre souffre d'ataxie cérébelleuse congénitale. L'âge gestationnel moyen est de 31 semaines (27 à 36 semaines) et le poids de naissance moyen est de 1500g (1100g à 2600g). Ils sont répartis en deux groupes : groupe 1, 10 enfants d'âge moyen 9;6 ans (7;2 - 14;2) qui participent aux exercices sollicitant l'imagerie mentale ; groupe 2, 10 enfants d'âge moyen 9;3 ans (6;6 - 14;2) qui n'effectuent pas de tâches impliquant l'imagerie mentale, mais qui sont vus le même temps sur la même période pour des activités ludiques.

RESULTATS

La première analyse a consisté en une comparaison des résultats des enfants IMC à la première passation en fonction de leur âge. Ce préalable est nécessaire pour s'assurer de l'homogénéité des réponses afin de comparer par la suite les enfants selon la modalité de passation (exercé - non exercé) quel que soit leur âge. Deux sections ont été constituées : une section d'enfants d'âge moyen 7;6 ans (6;6 - 8;11) et une section d'enfants d'âge moyen 11;6 ans (9;4 - 14;2). On ne peut pas conclure à une différence statistiquement significative entre les performances des enfants les plus jeunes et celles des enfants les plus âgés. Les scores des enfants des deux sections sont

homogènes dans les deux parties de l'épreuve (respectivement $t(18) = 1.34$, $p = .2$ et $t(18) = 0.7$, $p = .4$).

Lorsque l'on compare les scores du groupes d'enfants IMC ayant suivis les séances d'exercices impliquant l'imagerie mentale au groupe qui n'a pas effectué ces exercices, on remarque une augmentation statistiquement significative des performances à la tâche de localisation spatiale. La comparaison pré-test / post-test pour chacun des deux groupes montre que les enfants exercés améliorent leurs performances au post-test comparées à celles du pré-test dans les deux parties de l'épreuve ($t(9) = 3.97$, $p < .01$ et $t(9) = 5.07$, $p < .001$) tandis qu'on ne peut pas conclure que le groupe non exercés ait amélioré ses performances à la deuxième passation ($t(9) = 0.36$, $p = .7$ et $t(9) = 1$, $p = .3$).

Lorsque l'on compare les deux groupes entre eux, on observe qu'ils ont des performances qui ne se discriminent pas aux deux parties de l'épreuve à la première passation (respectivement $t(18) = 0.58$, $p = .5$ et $t(18) = 0.23$, $p = .8$) mais que le groupe d'enfants exercés a des scores significativement meilleurs au post-test aux deux parties de la tâche ($t(18) = 2.23$, $p < .05$ et $t(18) = 2.26$, $p < .05$). Les résultats sont résumés dans le graphique 1.

Il semble donc que les exercices proposés aux enfants apportent un bénéfice dans la réalisation de la tâche de localisation spatiale. Les enfants du groupe 1 ont amélioré leurs performances au cours de la phase d'exercice comme l'indique le graphique 2, notamment à la tâche de reconnaissance, les deux autres atteignant un plateau dès la deuxième phase. (reconnaissance de formes $F(2,18) = 10.85$, $p = .001$; construction géométrique $F(2,18) = 11.87$, $p = .001$; mémoire spatiale $F(2,18) = 6.29$, $p = .01$).

DISCUSSION

Les résultats des enfants IMC traduisent une difficulté dans la maîtrise des opérations spatiales projectives, indispensables dans la deuxième partie de l'épreuve puisqu'elles introduisent dans les rapports topologiques la conservation “ *des positions relatives des éléments de figures ou des figures les unes par rapports aux autres, le tout en rapport avec un observateur déterminé* ”

[31]. Il est probable que l'accès aux opérations projectives soit contrarié par les troubles de la coordination motrice qui caractérisent ces enfants.

Cependant, une période d'exercices impliquant l'imagerie mentale apporte un bénéfice dans la réalisation d'une tâche spatiale. Ce qui renforce l'idée que l'image guide la construction spatiale en spécifiant et en rendant accessible le niveau déjà atteint [21]. De notre point de vue, le bénéfice que tirent les enfants IMC des exercices d'imagerie proposés provient de l'utilisation plus systématique d'une image mentale isomorphe à l'espace représenté. Pour Wallon [32], la représentation est une simplification de l'objet, mais cette simplification est variable, et c'est là son pouvoir. Elle substitue des symboles à l'objet permettant alors de manipuler le réel. L'image simplifie l'objet, car elle le représente dans son ensemble, c'est, nous dit Wallon, l'équivalent de son exploration. Dans ce cas, on peut considérer l'image mentale comme un support à la construction spatiale. L'image permettrait alors d'évoquer l'ensemble de l'espace à considérer inscrivant les objets et les relations spatiales qu'ils entretiennent, sans nécessairement une conservation opératoire de ces relations [15]. L'enfant n'utiliserait pas à chaque fois l'ensemble du contenu de l'image, mais seulement les traits pertinents à l'activité intellectuelle ou pratique qui sollicite l'image.

Gréco, qui dès 1964 [28] considérait que les opérations spatiales se construisent dans et par le développement de la représentation imagée, a défini "*toutes sortes d'espaces*" [33]. L'espace des positions situe les objets par rapport au corps propre et les uns par rapport aux autres. Gréco inclut les parcours dans cet espace. L'espace des figures, est défini par les figures proprement dites, mais plus généralement par les configurations, c'est-à-dire des ensembles d'états ou de positions relatives, qui peuvent être modifiées ou conservées en fonction des déplacements ou des transformations. Et enfin, l'espace calculable est celui qui se prête aux vérifications systématiques, aux mesures et aux inférences notionnelles, l'espace des figures et des positions pouvant devenir calculables après une conceptualisation qui ne retiendra que quelques propriétés et relations et une procédure logico-mathématique qui n'a rien de spatial. On peut penser que les exercices d'imagerie mentale proposés aux enfants IMC sollicitent l'utilisation de l'espace des positions, une image mentale dans laquelle s'inscrivent les objets et leurs positions relatives. L'espace des positions est

celui des symboles où l'image n'est pas l'apparence de l'objet mais son codage. Pour Gréco, toute figure signifie, le recours à l'image mentale chez l'enfant IMC permettrait alors de construire le sens, un sens immédiat directement lisible.

Si la pratique de l'imagerie mentale permet aux enfants IMC une représentation de l'espace des positions, rien ne permet de penser que cet espace devient un espace calculable. C'est uniquement dans un espace calculable que pourra prendre place une représentation "raisonnée" grâce à laquelle les situations spatiales sont maîtrisées sur le plan opératoire. En effet, nous avons par ailleurs montré que les enfants IMC manifestent des difficultés dans des tâches de rotation mentale qui mobilisent un mode de traitement propositionnel de la rotation, traitement analytique et séquentiel qui requiert un cadre de conservation que seule la maîtrise des opérations peut offrir [10].

Les résultats de cette étude laissent entrevoir des perspectives intéressantes dans le cadre d'interventions psychologiques et pédagogiques adressées aux enfants IMC. Si le format de représentation imagée constitue un support figuratif à la connaissance spatiale, il véhicule aussi de l'information spatiale. Pour aller plus loin et permettre aux enfants IMC de travailler dans un espace calculable, le recours à la verbalisation semble être un moyen efficace. Des approches cliniques ont montré que la verbalisation apporte dynamisme et précision à l'image mentale, et permet de dépasser une représentation mentale statique où les parties et le tout ne peuvent exister simultanément [34]. La fonction compensatoire du langage semble plus efficace dans les tâches requérant une activité de synthèse que dans les tâches requérant une activité d'analyse [35].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Kardos M.-Th. Retards d'organisation du raisonnement chez les enfants IMC à polyhandicaps et tentative de prise en charge. *Neuropsychiatrie de l'Enfance* 1985 ; 33/1 : 13-20.
- [2] De Barbot F. Etude des difficultés logico-mathématiques d'un groupe d'enfants IMC. *Motricité Cérébrale* 1988 ; 9 : 1-8.

- [3] De Barbot F., Meljac C., Truscelli D., Henri-Amar M. Pour une meilleure intégration scolaire des enfants IMC: l'importance des premiers apprentissages mathématiques. Paris : PUF-CTNERHI, 1989.
- [4] Zabalia M., Mellier D. Effets d'exercice de rotation mentale sur le traitement des relations topologiques élémentaires chez des enfants handicapés moteurs. *Les Archives de Psychologie* 1996 ; 64 : 67-82.
- [5] Tabary J.C. Psychologie de l'infirmes moteur cérébral. *Neuropsychiatrie de l'enfance* 1981 ; 29, 11/12 : 601-611.
- [6] Lautrey J. Esquisse d'un modèle pluraliste du développement cognitif. *In* : M. Reuchlin. *Cognition: l'individuel et l'universel* : Paris, PUF 1990 : 185-216.
- [7] Lautrey J. Unicité ou pluralité dans le développement cognitif : les relations entre images mentales, action et perception. *In* : G. Netchine-Grymberg. *Développement et fonctionnement cognitifs chez l'enfant* : Paris, PUF 1990 : 71-89.
- [8] Dean A.L. The development of mental imagery : a comparison of piagetian and cognitive psychological perspectives. *Annals of Child Development* 1990 ; 7 : 105-144.
- [9] Dean A.L. Image mentale et intériorisation d'événements au cours du développement. *In* : Bideaud J. et Courbois Y. *Image mentale et développement* : Paris, PUF 1998 : 11-35.
- [10] Zabalia M. Traitement analogique et traitement propositionnel des rotations mentales chez les enfants IMC. *L'Année Psychologique* 1999 ; 99 : 75-97.
- [11] Marmor G.S. Development of kinetic images : when does the child first represent movement in mental images ? *Cognitive Psychology* 1975 ; 7 : 548-559.
- [12] Lejeune M., Decker C. Capacités de rotation mentale dans un espace bi- et tridimensionnel chez des enfant de six à dix ans. *L'Année Psychologique* 1994 ; 94 : 45-62.
- [13] Dean A.L., Scherzer E., Chabaud S. Sequential ordering in children's representations of rotation movements. *Journal of Experimental Child Psychology* 1986 ; 42 : 99-114.
- [14] Shepard R.N., Metzler J. Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* 1971 ; 171 : 701-703.
- [15] Piaget J., Inhelder B. *L'image mentale chez l'enfant*. Paris, PUF : 1966.

- [16] Wallon H. Comment se développe chez l'enfant la notion de corps propre. *Journal de Psychologie Normale et Pathologique* 1931, réédit. In *Enfance* 1963 ; 1/2 : 121-150.
- [17] Wallon H., Lurçat, L. Espace postural et espace environnant (le schéma corporel). *Enfance* 1962 ; 1 : 1-33.
- [18] Piaget J. Les problèmes de l'épistémologie génétique de l'espace. *Etudes d'épistémologie génétiques* 1964 ; 18 : 3-10.
- [19] Kosslyn S.M. Scanning visual images: Some structural implications. *Perception et Psychophysics* 1973 ; 14 : 90-94.
- [20] Kosslyn S.M., Ball T.M., Reiser B.J. Visual images preserve metric spatial information: evidence from studies of images scanning. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance* 1978 ; 4 : 47-60.
- [21] Bideaud J., Courbois Y. *Image mentale et développement*. Paris, PUF : 1998.
- [22] Zabalia M. The role of action in the representation of moving shapes in children with cerebral palsy. *Current Psychology Letters-Behaviour, Brain and Cognition* 2000 ; 2 : 71-78.
- [23] Kosslyn S.M. *Image and brain : the resolution of the imagery debate*. Cambridge, MIT Press : 1994.
- [24] Parsons L. M., Fox P. T., Downs J. H., Glass T., Hirsch T. B., Martin C. C. *et al.* Use of implicit motor imagery for visual shape discrimination as revealed by PET. *Nature* 1995 ; 375 : 54-58.
- [25] Cohen M. S., Kosslyn S. M., Breiter H. C., DiGirolamo W. L., Thompson W.L., Anderson A *et al.* Changes in cortical activity during mental rotation. A mapping study using functional MRI. *Brain* 1996 ; 119 : 89-100.
- [26] Berthoz A., Petit L. Les mouvements du regards : une affaire de saccade. *La Recherche* 1996 ; 289 : 58-65.
- [27] Zabalia M. Apport d'une approche comparative d'enfants IMC et d'enfants valides scolarisés dans la compréhension du développement des représentations imagées de mouvements. In actes du VIIe Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive, 11 et 12 décembre 98, Université Paris 8.

- [28] Gréco P. “ I-VHR ” étude génétique d’un système de représentations imagées concernant un groupe de transformations spatiales. *Etudes d’épistémologie génétiques* 1964 ; 18 : 203-252.
- [29] Laurendeau M., Pinard A. Les premières notions spatiales de l’enfant. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé : 1968.
- [30] Kaufman A.S., Kaufman N.L. Kaufman - Assessment Battery for Children., Paris, Editions du Centre de Psychologie Appliquée : 1993.
- [31] Piaget J., Inhelder B. La représentation de l’espace chez l’enfant. Paris, PUF : 1948.
- [32] Wallon H. Les origines de la pensée chez l’enfant. Paris, PUF : 1945.
- [33] Gréco P. Toutes sortes d’espaces ou : les positions, les figures et le calcul. *In Azémar G. et al. Approches psychopathologiques de l’espace et de sa structuration.* Paris, PUF 1978 : 157-165.
- [34] Crouail A. Rôle de la verbalisation pour les IMC souffrant d’A.V.S. *Le courrier de Suresnes* 1995 ; 64/2 : 47-50.
- [35] Plaza M., Dhellemmes J., Quentin V., Sayag J. Difficultés de l’évaluation cognitive chez des enfants avec une infirmité motrice cérébrale. *A.N.A.E.* 1997 ; 42 : 67-72.



Figure 1: les personnages de l'épreuve chronométrique dans les deux conditions

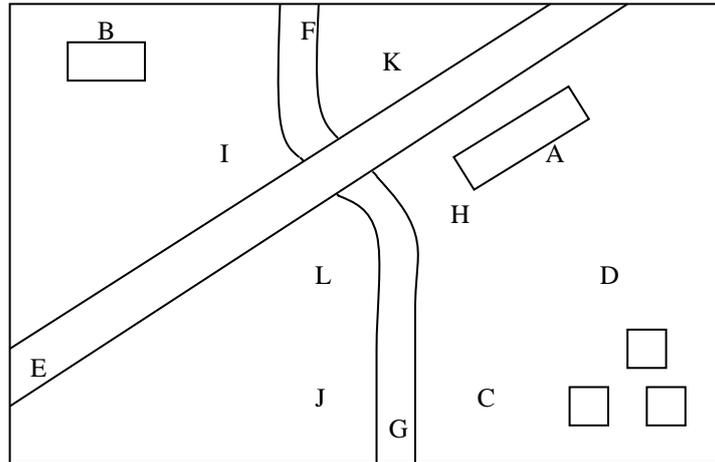
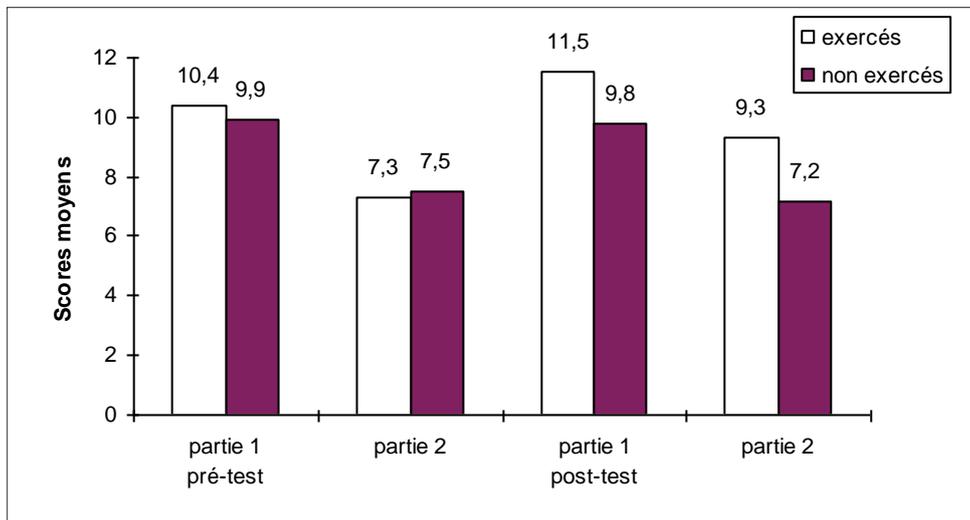


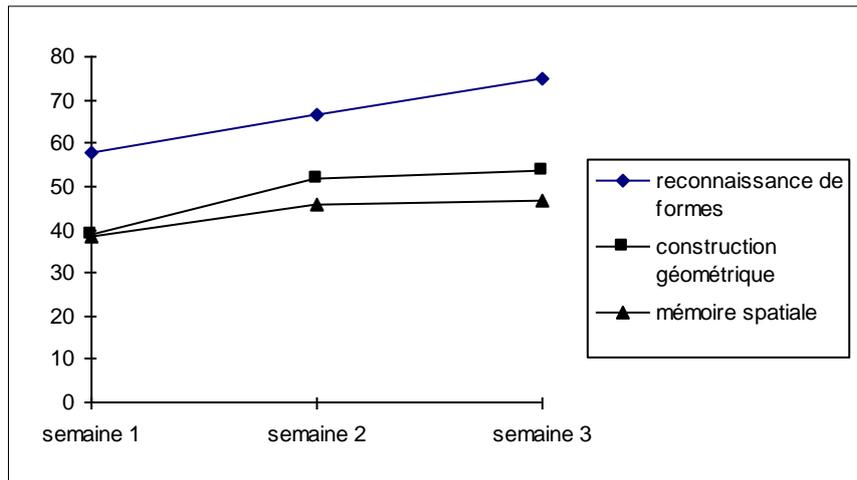
Figure 2 : Paysage de l'épreuve de localisation,

les figures rectangulaires représentent les maisons, et les lettres indiquent les endroits successifs que l'examinateur demande au sujet de localiser sur son propre paysage.



Graphique 1 : Scores moyens à la tâche de localisation spatiale

des deux groupes d'enfants IMC en pré et post-test et aux deux parties de l'épreuve



Graphique 2 : Pourcentages de réussites des enfants IMC
aux trois séances d'exercices sollicitant l'imagerie mentale,