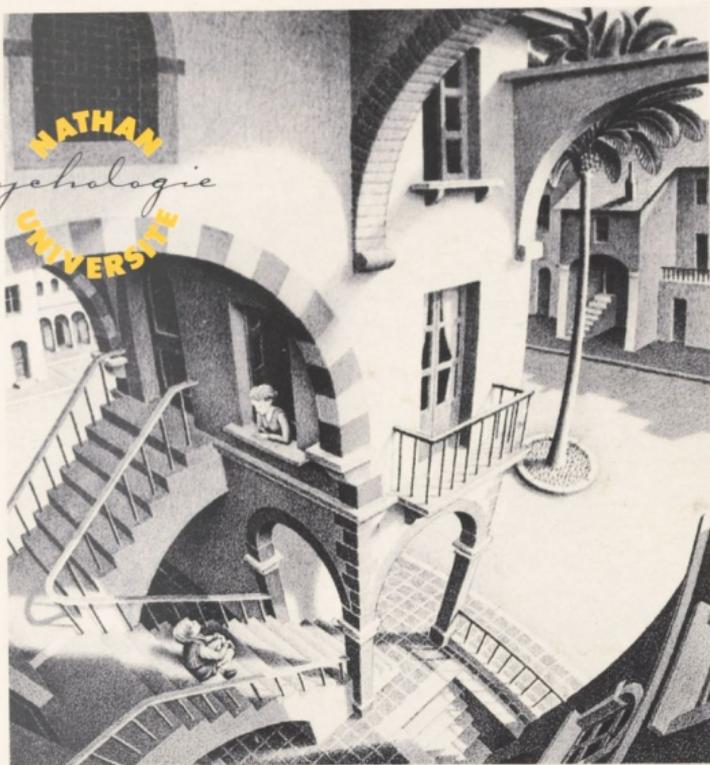


NATHAN
Psychologie
UNIVERSITÉ



LE DÉVELOPPEMENT
DES RAPPORTS
DES ENFANTS
A L'ESPACE

MARIE-GERMAINE PÈCHEUX



NC

COLLECTION NATHAN-UNIVERSITÉ

CRÉÉE PAR HENRI MITTERAND, PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ DE PARIS III

Série "Psychologie" dirigée par Matty Chiva,
Professeur à l'université de Paris X

MARIE-GERMAINE PÊCHEUX

Directeur de Recherches au C.N.R.S.

LE DÉVELOPPEMENT
DES RAPPORTS
DES ENFANTS
A L'ESPACE

160R

31181

NATHAN

1

804868

DL-07 05 1990-11 975

*A Emmanuel,
Michel
et Georges.*

© Éditions Nathan 1990 ISBN 209 190 400 7



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Pour une étude des facteurs du développement des performances spatiales

De très nombreux travaux existent sur le développement des performances spatiales. Sous des angles extrêmement divers, tous concernent l'étendue spatiale, et considèrent comment les formes, les orientations, les directions, les distances sont prises en compte par les enfants. Il s'agit, par exemple, de pointer du doigt vers une cible, de discriminer des orientations, de reproduire par un dessin la forme d'un modèle, de retrouver son chemin sur une carte ou de prévoir le spectacle vu d'un autre emplacement. Mais l'extrême diversité de ces travaux fait qu'ils sont publiés de manière très dispersée, dans de multiples revues appartenant à diverses disciplines. Dès lors un travail de synthèse, situant les notions clés, classant les différentes questions posées, fixant des repères et évaluant les liens et les indépendances entre sous-domaines, peut sembler souhaitable. Or, curieusement, une telle synthèse n'existe pas.

Sous des titres généraux, certains ouvrages envisagent une problématique particulière à l'intérieur de ce vaste domaine. Ainsi l'ouvrage de Laurendeau et Pinard (1968), sous le titre *Les premières notions spatiales de l'enfant*, reprend des travaux piagétiens dans un contexte expérimental strict et, appliquant les diverses épreuves au même échantillon de sujets, considère les interdépendances entre les différents aspects étudiés. De même, le travail de Piñol-Douriez (1975) s'intitule *La construction de l'espace chez l'enfant* ; il présente, après une éblouissante introduction situant les apports de Piaget et de Wallon, un ensemble de travaux expérimentaux concernant les interrelations entre perception et représentation des déplacements du corps propre chez l'enfant. Ces différents problèmes méritent à coup sûr des études approfondies, ce que ne fera pas le présent ouvrage.

Une seule publication paraît tenter de couvrir l'ensemble du champ : Eliot et Salkind publient en 1975 un livre collectif intitulé *Children's spatial development*. En fait, ce travail ne dépasse pas une étape préliminaire, qui consiste à réunir tous les travaux concernés, d'une manière ou d'une autre. Après quatre articles, d'inégale longueur, et qui, à l'exception du premier dont on reparlera plus loin, sont plus des contributions personnelles que

des synthèses, l'ouvrage propose les résumés de trente-huit articles, choisis comme représentatifs du champ, et quatre-vingt-dix-sept pages de bibliographie, sans que les critères de choix soient explicités.

Sans doute une telle synthèse, à l'usage de tous ceux qui ont plus besoin d'une vue générale de l'état des choses que d'entrer dans des analyses de spécialistes, est-elle difficile. Peut-être y-a-t-il quelque présomption à l'entreprendre. Dans cette tentative, on se trouve d'emblée confronté à l'une des difficultés majeures de la psychologie : chacun a des intuitions, souvent érigées en théories, plus ou moins implicites, sur le fonctionnement psychologique humain. Le travail du chercheur consiste à mettre ces théories à l'épreuve, à étudier dans quelle mesure elles sont locales, ou partielles, et sans doute à rappeler, quand cela est nécessaire, quelles omissions, quelles conclusions elles mettent en œuvre.

On peut ainsi se demander si une certaine conception des rapports des enfants à l'espace, d'autant plus puissante qu'elle est implicite, ne rend pas impossible cette synthèse pourtant nécessaire : à lire la littérature sur ce thème, il semble bien souvent admis que la maîtrise de l'espace s'établit sans problème, et chez tous, pourvu que le système nerveux soit intact. Un tel point de vue repose sur l'hypothèse que les expériences spatiales, et leurs conséquences, sont les mêmes pour tous. Hypothèse forte, qui mérite qu'on la soumette à l'épreuve des faits : de quelles données dispose-t-on qui la soutiennent ou la mettent en doute ?

Après les systématisations de quelques grands théoriciens, trente ans de recherche expérimentale raffinée ont sapé la notion confortable de "norme d'âge". Des capacités insoupçonnées ont été mises en évidence chez les jeunes enfants. Par exemple, des enfants d'un an, qu'on disait "égocentriques", peuvent utiliser, dans des circonstances bien précises, des repères extérieurs pour localiser des événements (Acredolo, 1985) ; de même des nourrissons se révèlent capables de réagir différemment à des orientations symétriques de droites obliques (Bornstein, Krinsky & Benasich, 1986), cependant que des enfants de 5 ans - dans un autre contexte et avec d'autres "réponses" - les confondront (Fisher, 1980). Comment, dès lors, systématiser un tel développement ? Si l'on considère l'apparente instabilité des performances spatiales des enfants, on en vient à penser que l'être humain dispose très précocement de compétences certaines dans ce domaine, qui n'attendent que des situations favorables pour se manifester.

Dès lors, il est nécessaire de comprendre en quoi une situation est plus ou moins favorable. Cela revient, en fait, à cerner tous les facteurs qui interviennent dans l'élaboration d'une performance spatiale. Ainsi on s'interrogera sur la sensibilité de l'organisme humain aux informations spatiales que fournit l'environnement physique, et sur les capacités d'intégration de ces informations au niveau cortical. Dans une perspective

différentielle, on se demandera s'il existe une composante génétique dans la variabilité inter-individuelle des performances spatiales, et si des milieux physiques différents mènent à des formes diverses de connaissance de l'espace. On examinera également quelles expériences spatiales l'environnement social propose aux enfants, au travers des activités ludiques et des activités scolaires. Finalement, quels sont les buts des activités mettant en jeu des aspects spatiaux, qui pose ces buts, et en quels termes ? Tous éléments qui, bien évidemment, s'entremêlent, et dont il faut évaluer les poids respectifs.

En dressant ici le bilan à ce jour des acquis et des lacunes dans la connaissance des facteurs qui déterminent les performances spatiales des enfants, on examinera dans quelle mesure chacun d'entre eux est susceptible d'expliquer l'évolution de ces performances avec l'âge, et la variabilité de cette évolution. On arrivera ainsi, au terme de cet ouvrage, à concevoir que, pour être cohérent, un tableau du développement des rapports de l'enfant à l'espace ne peut considérer un individu (voire un organisme) isolé, mais doit prendre en compte, simultanément, les *pratiques d'enfants* et les *pratiques d'espaces* des sociétés humaines.

Dans cette introduction, on précisera les principales voies d'approche qui ont été proposées au problème psychologique des rapports des enfants à l'espace, en quoi elles nous paraissent faire actuellement problème, pour mieux situer l'intérêt d'une étude des facteurs en jeu.

A. LE DÉVELOPPEMENT DES PERFORMANCES SPATIALES : QUELLE TRAJECTOIRE ?

Lorsque, en psychologie de l'enfant, on se situe dans une perspective développementale, l'idée vient tout naturellement de rechercher la trajectoire qui, dans un domaine plus ou moins restreint, mène de l'incompétence du nouveau-né aux subtilités de la pensée adulte. On s'efforce d'établir une séquence d'acquisitions, de progrès, et des étapes correspondant à des niveaux d'âge relativement précis. On fixe des repères : l'enfant de moins de 6 ans ne parvient pas à copier un losange. On explicite des filiations : tel problème (par exemple le repérage de la diagonale horizontale du losange) doit être surmonté pour que tel autre (la jonction des quatre sommets du losange) puisse être résolu. Au début de cette réflexion, l'esquisse d'une trajectoire dans le domaine des performances spatiales paraît nécessaire.

La tâche n'est pas facile, pour trois raisons qui, de plus, jouent en interaction :

— la *spécificité des tâches spatiales* est toute relative, et plus elles se complexifient, plus des mécanismes non-spatiaux peuvent en permettre la maîtrise. L'opposition entre simultané et successif, entre espace et parole, sera ici un thème récurrent. Par exemple, il n'est pas nécessaire, pour se retrouver dans Paris, de se repérer sur le soleil et la mousse des arbres : une séquence de noms de stations et de changements de métro permet d'aller sans encombre de la place Charles Michels à la place des Fêtes, même si l'on ignore tout de leur localisation sur un plan. En fait tel ou tel problème spatial peut être résolu, selon les individus et les circonstances, par des mécanismes très différents, spatiaux ou non.

— On peut certes prévoir, en analysant les mécanismes en jeu dans l'ensemble des problèmes spatiaux qui se présentent à des sujets humains, une hiérarchie de difficulté. Par exemple, il est évidemment plus facile, et donc vraisemblablement plus précoce, de pointer avec précision vers une cible visible que d'imaginer dans quelle direction pointer si l'on se trouve à un autre point de l'espace (Hardwick, McIntyre & Pick, 1976). Cependant *chaque individu n'accède pas au stade ultime*, et l'on passe, insensiblement, d'un développement général à l'épanouissement d'aptitudes particulières. Cette difficulté paraît particulièrement aiguë dans le domaine de l'espace, où l'on peut se demander si le minimum requis de tous n'est pas, compte tenu des conditions de vie actuelles de l'espèce, particulièrement bas, et acquis assez tôt, bien avant la fin de l'enfance.

— Enfin *l'apparition de modes élaborés d'appréhension de l'espace n'abolit pas les modes plus simples*. Ici encore la difficulté n'est pas spécifique du domaine : nous fonctionnons bien souvent au niveau des opérations concrètes, même si nous sommes capables de raisonnement formel quand la situation l'exige. Pourtant, dans le domaine du raisonnement logique, un mode de pensée supérieur élimine bel et bien un mode inférieur, sur lequel il s'est construit. Les raisonnements utilisés dans les problèmes d'inclusion constituent ici un bon exemple (Bideaud, 1988) : dès lors qu'on sait combiner A, A' et B (A et A' parties de B) la réponse $A < B$ quels que soient A et A' exclut la réponse "il y a plus de marguerites que de fleurs". S'agissant d'espace, de nouveaux modes d'approche sont bien élaborés au cours du développement ; mais ces modifications du répertoire mènent à redéfinir les limites de validité de chacun des modes d'approche, sans qu'il y ait pour autant des disparitions obligées. Par exemple, la possibilité d'imaginer un spectacle spatial à partir de n'importe quel point extérieur à soi-même constitue assurément un outil très puissant de maîtrise de l'espace ; mais dans bien des situations, un référentiel égocentré permet parfaitement les repérages dont on a besoin, et il est alors plus économique d'adopter un référentiel "moins élaboré".

Face à ces difficultés, quelle trajectoire tracer ? Si l'on examine les premiers travaux sur le domaine, qui furent menés dans une perspective testologique, force est d'admettre que ces trois ordres de difficulté apparaissent d'emblée, et qu'on reste singulièrement sur sa faim.

B. L'APPROCHE PSYCHOMÉTRIQUE

1. Intelligence et tests spatiaux

Les premiers tests spatiaux furent, en fait, élaborés comme tests d'intelligence non-verbale, et donc indépendants de la culture (*culture-free*). Ainsi les labyrinthes de Porteus (1917) (Fig. 1) ont-ils été construits pour apprécier, sur un matériel spatial, les capacités de planification de l'activité ; Kohs (1923) prévoit que son test des cubes (Fig. 2) étudie les capacités d'analyse et de synthèse. Comme la plupart des grands tests d'intelligence, ces épreuves sont utilisables à partir de 4-5 ans jusqu'à l'adolescence. Le système de notation tient compte d'abord de l'exactitude de la réponse (en tout ou rien), puis de la rapidité d'exécution ; la note obtenue croît avec l'âge de manière monotone (1).

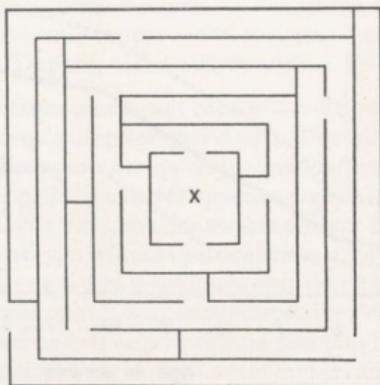
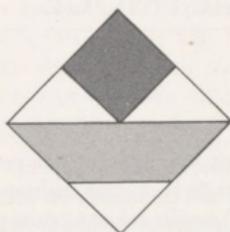
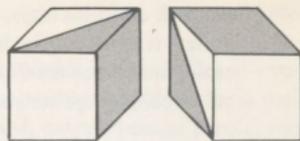
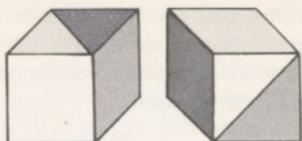


Figure 1 - Un item des labyrinthes de Porteus (repris dans l'échelle Performance du WISC).

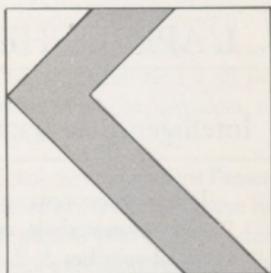
Le sujet doit tracer au crayon le chemin allant du point de départ X à la sortie, sans entrer dans une impasse, et le plus rapidement possible. Durée maximum accordée pour cet item : 50 secondes.

(1) C'est-à-dire toujours croissante ou toujours décroissante.

a-



Kohs-1923



Kohs WISC

b-

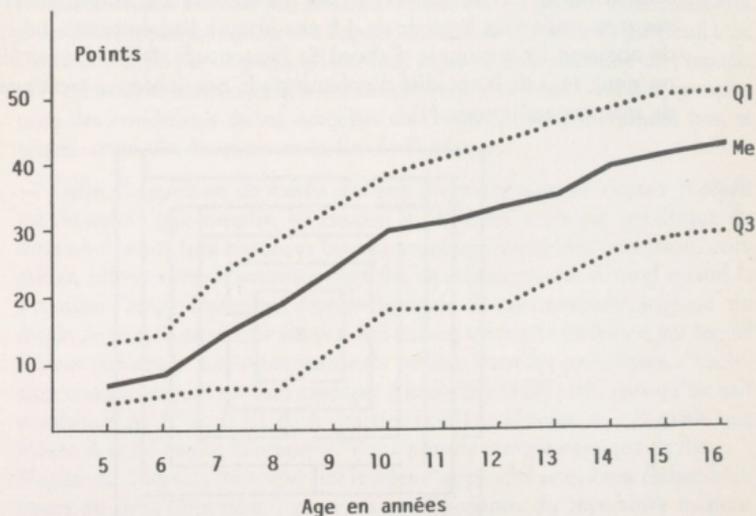


Figure 2 - Les cubes de Kohs.

a - Les cubes et un item de l'épreuve. Lors de la passation de l'épreuve les modèles sont présentés dessinés à l'échelle $\frac{1}{2}$.

b - Étalonnage du Kohs-WISC : on remarque l'importance de la dispersion intra-âges, et le plateau entre 10 et 12 ans, qui correspond au maximum des points sans bonification pour la rapidité.

Ces tests sont prévus pour remplacer des épreuves verbales, lorsque le clinicien veut objectiver son impression que les capacités intellectuelles sont meilleures qu'il n'y paraît à des épreuves verbales. On peut remarquer, cependant, que l'inverse n'est pas vrai : si un bon niveau est atteint à des épreuves verbales, on s'inquiétera peu, en général, de résultats moins bons à des épreuves "de performance", si même on les applique. Une fois de plus, l'opposition langage/espace est incontestablement dissymétrique.

2. Aptitudes spatiales et déficits spatiaux

Si, pourtant, il s'agit d'aptitudes particulières à certains individus, et qui seraient importantes dans certains métiers, alors les performances spatiales suscitent l'intérêt. Par exemple c'est dans le cadre de sa théorie des aptitudes primaires que Thurstone (1938) met en évidence, par une analyse factorielle des réponses à une batterie de 60 tests, l'existence d'un facteur spatial, dit facteur S (Fig. 3). Dans cette ligne théorique, les travaux portent sur des adolescents ou de jeunes adultes, et ne se situent donc pas dans une perspective développementale. On peut pourtant se demander si les individus les plus "doués spatialement" à la maturité sont, au cours de l'enfance, les plus "en avance" dans le développement spatial. Mais la plupart des tests utilisés ici apprécient l'anticipation du résultat de transformations spatiales, et ne conviennent guère pour évaluer les aptitudes spatiales des jeunes enfants. Pourtant, si l'on utilise des épreuves appropriées, la distinction entre facteur verbal et facteur "spatio-moteur" paraît exister dès 6 ans (Dupont, Gendre & Bandelier, 1973).

Chez les jeunes enfants, on a moins cherché à mettre en évidence des aptitudes individuelles qu'à diagnostiquer des troubles spécifiques, qui constitueraient un handicap pour des apprentissages fondamentaux. Dans notre culture, il s'agit principalement de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture : aux alentours de 6 ans, tous les enfants doivent être capables de maîtriser des caractéristiques spatiales particulières, la forme, l'orientation et la position relative de signes graphiques dans un espace restreint à deux dimensions. Les tests utilisés dans cette perspective s'efforcent alors d'être plus analytiques que les tests de performance cités plus haut. Dans l'épreuve de Bender, par exemple, les sujets doivent copier, aussi exactement que possible, sans limite de temps, les cinq modèles donnés dans la Figure 4a. La cotation (Santucci & Pêcheux, 1968, par exemple) distingue différents niveaux de réussite dans la reproduction des formes, de leur orientation, de leurs rapports et de leurs dimensions ; on aboutit ainsi à un score global d'autant plus élevé que les sujets sont âgés (Fig. 4b). Si l'on examine comment évoluent avec l'âge différents aspects, on voit que l'accroissement global est dû à des décalages à l'intérieur de ces aspects, et qu'on

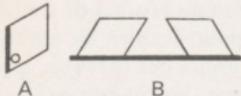
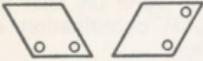
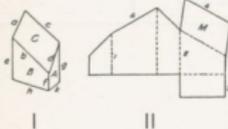
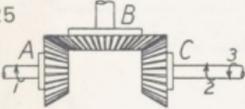
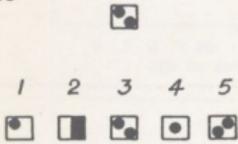
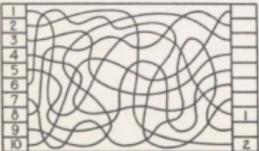
N° du test	EXEMPLE	DESCRIPTION DU TEST	COMMENTAIRE DE THURSTONE
FACTEUR S (ESPACE)			
17		<p>Comptage de blocs</p> <p>Combien chacun des blocs A, B, etc. touche-t-il de blocs ?</p> <p>Tous les blocs ont la même dimension.</p>	<p>Visualisation en 3 dimensions</p>
18		<p>Cubes</p> <p>Peut-on passer du cube A au cube B par rotation ?</p> <p>Toutes les faces sont différentes.</p>	
19		<p>Losanges A</p> <p>On retourne la figure A et on fait coïncider les traits épais : où sera le petit cercle en B ?</p>	<p>Imagerie kinesthésique dans un test papier-crayon</p>
20		<p>Drapeaux</p> <p>A et B présentent-ils la même face du drapeau ?</p>	<p>L'un des tests spatiaux ou de visualisation les plus simples. Ne suppose pas autant d'imagerie kinesthésique que 19.</p>
21		<p>Puzzle (Tangramme)</p> <p>Indiquer en B comment les pièces A peuvent former la figure.</p>	

Figure 3 - Les épreuves spatiales de la batterie de Thurstone.

Les titres en majuscule correspondent aux facteurs, isolés par l'analyse factorielle, qui saturent le plus les différentes épreuves. Pour chaque épreuve la figure donne un item exemplaire (colonne de gauche), le titre et la description de la tâche (colonne du milieu), et les commentaires de Thurstone (colonne de droite) lorsqu'ils existent.

<p>22</p> 	<p>Losanges B</p> <p>Les deux dessins présentent-ils la même face du losange ?</p>	<p>Visualisation</p>
<p>23</p>  <p>I II</p>	<p>Développement de surfaces</p> <p>Mettre en correspondance les éléments de I et de II.</p>	<p>Visualisation et pensée spatiale</p>
<p>24 A B</p> 	<p>Pliages et trous</p> <p>On plie selon A, on obtient B et on fait un trou : indiquer sur A ce qu'on obtiendra en dépliant.</p>	
<p>25</p> 	<p>Engrenages</p> <p>Si A tourne dans le sens indiqué, dans quel sens tourne C ?</p>	<p>Imagerie kinesthésique</p>
<p>FACTEUR F (FORMES)</p>		
<p>26</p> 	<p>Formes identiques</p> <p>n° de la forme identique au modèle</p>	<p>La rapidité à percevoir des détails dans des formes planes est-elle différente de la capacité à visualiser le mouvement d'objets en 2 ou 3 dimensions ?</p>
<p>27</p> 	<p>Poursuite</p> <p>Où arrivent les chemins 1, 2, etc. ?</p>	

<p>28</p>  <p>A B</p>	<p>Copie</p> <p>Reproduire A sur la grille B en partant du point \odot.</p>	<p>Non seulement visualisation dans un plan mais aussi coordination motrice.</p>
<p>29</p> 	<p>Surfaces</p> <p>Nombre total de carrés blancs.</p>	
<p>FACTEUR R (RAISONNEMENT SPATIAL)</p>		
<p>43</p> <p>call δ ω η η</p> <p>miss θ φ γ γ</p> <p>make δ φ β λ</p>	<p>Codage de mots</p> <p>Mettre en correspondance les éléments des deux ensembles.</p>	
<p>44</p> <p>↑ ↓ T T I ↓ ↓ ↑</p> <p>A B C 1 2 3 4 5</p>	<p>Analogies de formes</p> <p>Choisir parmi 1-5 l'élément qui va avec C selon la même règle que A va avec B.</p>	
<p>45</p> <p>S est plus vieux que J.</p> <p>J est plus vieux que B.</p> <p>B est plus jeune que S.</p>	<p>Syllogismes</p> <p>Vrai ou faux ?</p>	<p>Rôle de la monotonie (?)</p>

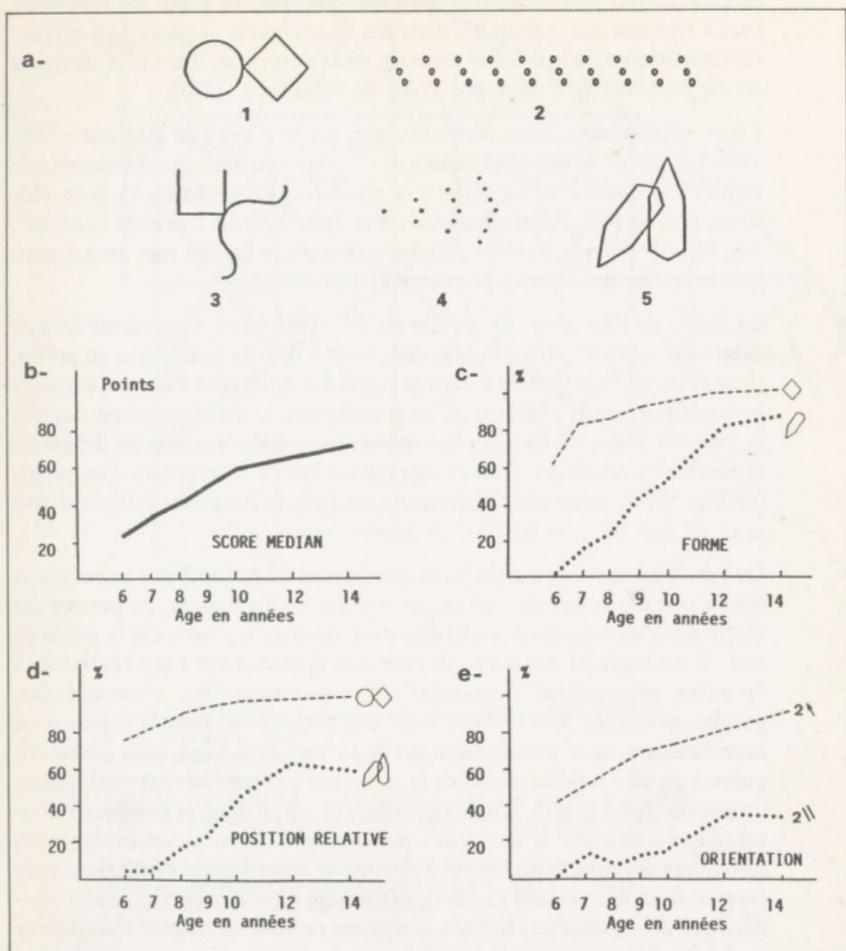


Figure 4 - Le test de Bender.

a - Les cinq modèles à copier.

b - Évolution avec l'âge du score total médian.

c - Évolution avec l'âge de la copie correcte de deux des formes.

d - Évolution avec l'âge de la reproduction correcte de deux des positions relatives.

e - Évolution avec l'âge de la reproduction correcte de deux des orientations.

ne peut établir une hiérarchie systématique (Fig. 4c à 4e). De très nombreux travaux ont recherché, dans des épreuves de ce genre, des erreurs caractéristiques de la débilité mentale, de la dyspraxie, d'atteinte cérébrale ou de psychose (par exemple Tolor & Schulberg, 1963).

Leurs résultats sont assez décevants, surtout au niveau du diagnostic individuel. Il paraît néanmoins certain que la reproduction graphomotrice de modèles spatiaux est une tâche très sensible à toutes sortes de perturbations, perceptives, motrices, affectives et dans la planification de l'activité ; cela montre bien la multiplicité des mécanismes qu'elle met en jeu, sans que le mode de cotation permette de les atteindre.

La figure de Rey (Rey, 1942 ; Osterrieth, 1945 - Fig. 5) présente ici une originalité certaine, en proposant deux modes de cotation. L'une, en points, tient compte de la présence dans la copie des différents éléments formant le modèle, et de la position qu'ils y occupent. L'autre prend en compte la manière séquentielle dont la copie a été réalisée, et envisage différents types de reproduction selon l'usage qui est fait de la structure d'ensemble (cf. Fig. 5b). A examiner l'étalonnage, on voit qu'il est bien difficile d'assigner un âge à tel ou tel type de reproduction.

De fait, la perspective testologique qui, à partir de la cotation d'une réponse finale, postule une évolution monotone des performances, ne permet pas d'atteindre les mécanismes d'élaboration de cette réponse. De ce point de vue, la multiplicité des noms donnés aux épreuves est assez révélatrice : épreuves perceptives, visuo-motrices, visuo-manuelles, visuo-spatiales, grapho-motrices... On obtient bien une trajectoire, sous la forme d'un accroissement ou d'une diminution de la note avec l'âge, mais on ne sait guère à quelles modifications de la structure des activités psychologiques en jeu elle correspond. Fondamentalement empirique, la perspective testologique a défriché le domaine : par exemple elle a mis en évidence les difficultés des enfants de 5-6 ans à distinguer entre figures symétriques par rapport à un axe vertical ; mais ce défrichage n'est que partiel et ne considère que des espaces très limités. L'absence radicale de théorie sous-jacente en limite drastiquement la portée.

C. L'APPROCHE PIAGÉTIENNE

La seule théorie structurée de l'évolution avec l'âge de la maîtrise de l'espace est celle de Piaget. Comment résout-elle les trois difficultés que nous signalions ci-dessus, concernant la spécificité des comportements spatiaux, la définition des performances maximales et la hiérarchisation des comportements ?

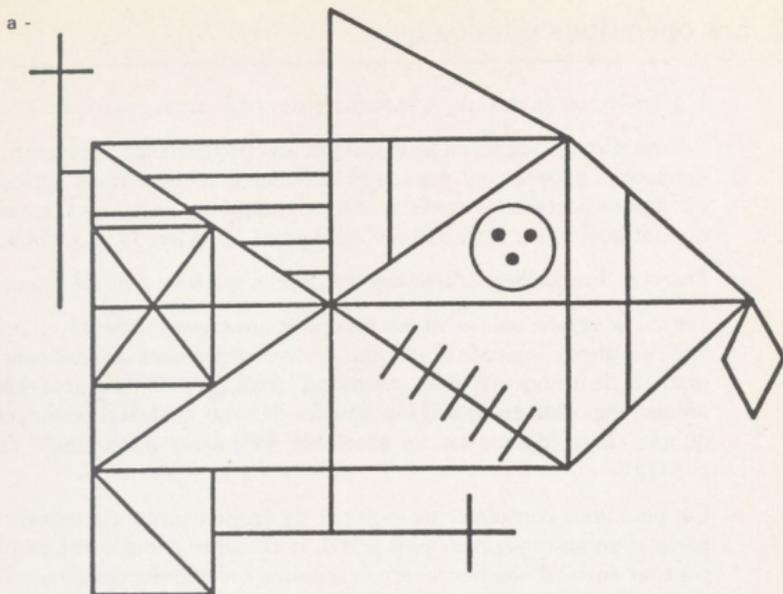


Figure 5 - L'épreuve de copie de figure de Rey-Osterrieth.

a - Le modèle à copier.

b - Les différents types de reproduction et leur fréquence en fonction de l'âge :

Type VI : réduction à un schème familier (par exemple moulin)

Type V : détails reconnaissables dans une confusion générale

Type IV : juxtaposition de détails

Type III : contour général sur lequel sont placés les détails

Type II : armature (rectangle central) tracé après un détail

Type I : armature tracée en premier

b -

AGE	Centiles				
	10	25	50	75	100
4 ans	VII	VI	V	III	II
5/6 ans	VI, V	III	IV	II	I
7/10 ans	VI, V	III	IV	II	I
11/12 ans	III	IV	IV, II	II	I
13/15 ans	III	IV	II	I	I
Adultes	III, IV	II	I	I	I

1. Les opérations infralogiques

Un critère est donné de la spécificité des opérations spatiales :

“Avant d’être traduites en propositions, les opérations spatiales constituent des actions proprement dites (qui) diffèrent notablement des actions ou opérations portant sur des êtres logiques (classes ou relations entre objets discontinus) et sur les nombres” (Piaget & Inhelder, 1948, p. 543).

Piaget et Inhelder qualifient ces opérations spatiales d’infralogiques,

“ce qui ne signifie nullement que ces opérations soient inférieures en rigueur aux opérations logico-arithmétiques, mais simplement qu’elles sont formatrices de la notion d’objet comme tel” (*ibid.*, p. 538), “l’espace, schème unique, englobant en un seul bloc tous les éléments qui le composent, tandis qu’une classe logique est un ensemble d’éléments discontinus” (*ibid.*, p. 541).

On peut ainsi considérer un segment de droite comme constituant une partie d’un autre segment plus grand, et cet autre comme une partie du contour entier d’une figure fermée, comme on emboîte des classes à plusieurs niveaux. Une rupture qualitative survient quand on passe des partitions d’un tout continu, spatial, à des emboîtements de classes d’objets discontinus. Ce caractère continu de l’espace justifie la spécificité des opérations spatiales. Mais simultanément on peut établir des analogies entre opérations spatiales et opérations logiques. Ainsi un ordre linéaire ABC, construit par composition des voisinages de proche en proche, est analogue aux sériations de relations asymétriques dans le domaine logique. Pour attester, dans cette perspective, de la mise en jeu de caractéristiques spatiales dans une activité psychologique, il suffirait de mettre en évidence les opérations infralogiques sous-jacentes, intervenant dans un continu spatial.

2. Hiérarchie des géométries et hiérarchie des stades

Le développement de la connaissance de l’espace se fait selon deux axes conjugués. L’un d’eux met en rapport une description géométrique de l’espace physique et une description dans les mêmes termes des comportements spatiaux. L’autre axe envisage la succession des stades sensori-moteur, intuitif, concret et formel. Examinons brièvement ces deux points.

Piaget considère qu’en fonction des postulats qui les fondent, et des équivalences que ces postulats autorisent, les géométries peuvent être hiérarchisées de la moins contraignante (la géométrie topologique) à la plus contraignante (la géométrie métrique). On peut identifier, dans l’évolution avec l’âge des comportements spatiaux, la prise en compte progres-

sive de contraintes toujours plus nombreuses : de l'équivalence de toutes les formes fermées (équivalence topologique) on passera par exemple à la restriction de cette équivalence à tous les quadrilatères (équivalence projective), puis à tous les carrés (équivalence euclidienne), jusqu'à différencier ces carrés en fonction de leur dimension (équivalence/non-équivalence métrique) (Fig. 6).

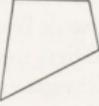
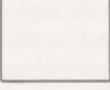
GÉOMÉTRIES	Groupe principal de transformations	Propriétés minimales conservées	Figure initiale F1	Figure transformée F2	Niveaux d'équivalence entre F1 et F2
TOPOLOGIQUE ^	Homéomorphies U	continuité voisinage séparation ordre			Topologique
PROJECTIVE ^	Projectivités U	droite			Topol. + Projectif
AFFINE ^	Affinités U	parallélisme			Topol. + Proj. + Affine
EUCLIDIENNE ^	Similitudes U	angle			Topol. + Proj. + Af. + Euclidien
MÉTRIQUE ^	Isométries U	distance			Topol. + Proj. + Af. + Eucl. + Métrique.

Figure 6 - La hiérarchie des géométries selon Piaget (d'après Lepecq, 1982).

^ relations de subordination entre géométries,
U relations d'inclusion entre groupes de transformations.

Ce point de vue n'intègre pas un certain nombre de géométries, et en particulier la géométrie algébrique telle qu'on l'enseigne actuellement au lycée. Certes l'espace absolu euclidien permet de faire des prédictions exactes concernant notre espace habituel de vie. Sans doute est-ce pour cette raison

qu'est ainsi privilégié l'espace platonicien, contenant universel, étendue existant en soi, hors des objets qui y sont contenus, espace abstrait, vide, illimité et isotrope (c'est-à-dire ayant mêmes propriétés en tous points). D'autres théories de l'espace ont été proposées : par exemple Leibniz envisage l'espace comme l'ensemble des relations entre objets, chacun d'eux pouvant servir de point de référence pour situer les autres. Les localisations par rapport à soi-même, opposées à l'utilisation d'un système de référence extérieur et abstrait, ont été longtemps dites égocentriques, avec tout ce que ce terme recouvre de péjoratif ; et la distinction entre référence égocentrée et référence égocentrique, selon que, dans une situation donnée, la référence à soi-même est ou non valide, est d'apparition toute récente (Lepecq, 1982). En fait, de nombreux travaux ont mis en question la possibilité de mettre en parallèle l'évolution des performances spatiales enfantines avec la hiérarchie topologique/projectif/métrique. Des caractéristiques projectives ou métriques peuvent effectivement être prises en compte sans que des caractéristiques topologiques le soient, chez l'enfant (Pêcheux 1974, 1976) comme chez l'adulte (Pailhous 1970). Ces "erreurs" paraissent découler de l'anisotropie de l'espace psychologique : les représentations des zones et des objets familiers sont organisées selon des règles projectives ou métriques, alors que les espaces flous ou contingents qui les relient ne sont appréhendés qu'au niveau topologique.

Le second axe de la théorie piagétienne concernant le développement de la maîtrise de l'espace, qui envisage la succession des stades, du niveau sensori-moteur au niveau formel, s'articule sur le premier. D'une part, Piaget montre que les acquisitions d'un niveau selon la hiérarchie topologique/projectif/métrique sont à reconstruire au niveau suivant : une fois acquis, à la fin du stade sensori-moteur, le groupe pratique des déplacements - qui tient compte, au niveau perceptif, de caractéristiques euclidiennes - les premières représentations ne dépasseront pas le niveau topologique. D'autre part, la spécificité des opérations spatiales s'efface au niveau formel, puisque c'est sur la valeur de vérité des propositions qu'on travaille alors, quel que soit leur contenu, spatial ou non. Peu importe, du point de vue de la théorie, que ce stade ultime ne soit atteint que par de rares individus : la théorie rend compte de toute la trajectoire possible. Mais s'agit-il bien d'une trajectoire ?

3. Le statut de la représentation spatiale dans la théorie piagétienne

La troisième difficulté que nous évoquons et qui concerne la succession hiérarchisée des comportements avec l'âge, apparaît ici massivement, à pro-

pos des interactions entre aspects opératifs et aspects figuratifs de la connaissance de l'espace.

Pour Piaget ce sont les mécanismes opératifs, relatifs aux transformations que l'action du sujet produit sur le réel, qui guident le fonctionnement cognitif, cependant que les mécanismes figuratifs - perception, imitation, représentation - , relatifs aux états du réel, sont susceptibles d'erreur et ne sont que des supports à l'opérativité. Dans cette perspective, Piaget souligne le rôle de l'activité à tous les niveaux : "l'intuition de l'espace n'est pas une lecture des propriétés des objets, mais bien, dès le début, une action exercée sur eux" (Piaget & Inhelder, 1948, p. 532), que ce soit "sous les espèces d'une activité sensori-motrice réglant les perceptions" (*ibid.*), "au niveau de la représentation (où) l'image n'est jamais que l'imitation intérieure ou symbolique d'actions antérieurement exécutées" (*ibid.*, p. 533), et enfin au niveau des opérations concrètes, devenues réversibles et susceptibles de composition. Comment, dès lors, interagissent les perceptions, les représentations et les opérations spatiales ?

Il s'agit bien de mécanismes différents : pour qu'il y ait perception, il faut un contact sensoriel direct avec les objets présents, cependant que la représentation renvoie à l'évocation des mêmes contenus en leur absence. La possibilité de se représenter des aspects spatiaux permet à l'évidence une plus grande maîtrise de l'espace, puisqu'alors le traitement des caractéristiques spatiales n'est pas conditionné par leur perception. Piaget et Inhelder (1948) ont montré que l'espace représenté, loin d'être une simple copie du réel, se construit lentement, sous la dépendance des capacités opératoires, et que tous les acquis sur le plan perceptif, avant l'accès à la fonction symbolique, sont à reconquérir sur le plan représentatif. Dans cette perspective, la représentation a un statut intermédiaire : comme la perception, elle est un mécanisme figuratif ; mais elle se distingue de la perception en ce qu'elle est "une imitation intériorisée, qui procède de la motricité et aboutit à une figuration calquée sur les données sensibles" (Piaget & Inhelder, 1948, p. 30).

L'image spatiale présente alors un caractère spécifique, tenant aux relations particulières entre symbolisant et symbolisé. La fonction symbolique, comme possibilité de distinguer/mettre en relation signifiant et signifié, s'applique à de multiples contenus. S'agissant d'opérations non-spatiales, aucune forme particulière de représentation ne s'impose : une classification peut se représenter par des cercles d'Euler, des courbes fermées quelconques, ou par des volumes ; n'importe quel assemblage de phonèmes peut désigner un objet, et la diversité des langues le montre bien, au symbolisme phonétique près. Mais l'image d'un carré est un carré. Comme l'écrivent Piaget et Inhelder (1966, p. 394) : "il y a homogénéité entre le symbolisé constitué par les opérations spatiales et le symbolisant imagé

et de ce fait lui aussi spatial” ; et plus loin : “la forme de l’image étant spatiale et son contenu l’étant aussi dans ce cas particulier, l’intuition géométrique est donc le seul domaine dans lequel la forme et le contenu des images sont homogènes” (*ibid.*, p. 407).

Examinant l’exemple des compositions de figures géométriques, Galifret-Granjon (1981) souligne le rôle positif de l’image spatiale : “l’imagerie seule n’arrive pas à résoudre le problème opératoire, c’est clair. Mais il y a bien, dans ce cas, une adéquation de l’image à la solution du problème. L’opération est toujours de nature logique, mais elle a ici plus qu’un “point d’application” spatio-temporel (comme les opérations logico-arithmétiques) puisqu’elle porte sur l’espace. De telle sorte qu’il peut y avoir deux types de solutions, l’une opératoire et abstraite, l’autre spatiale” (Galifret-Granjon, 1981, p. 252).

D. LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DES REPRÉSENTATIONS SPATIALES

Si, d’un point de vue théorique, ces distinctions paraissent claires, il reste que dans bien des situations il est difficile d’évaluer les rôles respectifs de la perception, de la représentation, et des opérations spatiales. Sans doute, lorsqu’on demande d’anticiper la trace que laissera un crayon sur la surface d’un cylindre s’il se déplace à vitesse constante selon une génératrice pendant que le cylindre tourne (Piaget, Inhelder & Szeminska, 1948, ch. 10) le problème impose-t-il de se représenter la production de ces mouvements et leur combinaison, puisqu’il n’est pas possible d’opérer concrètement ces déplacements. Mais s’il s’agit de reconstruire un modèle spatial, les contrôles perceptifs jouent à l’évidence un rôle important. Et si la représentation consiste à la fois à évoquer des objets absents et à “doubler” la perception en leur présence, à “compléter leur connaissance” (Piaget & Inhelder, 1948, p. 28), la perception peut informer la représentation, en souligner certaines lacunes et soutenir des anticipations défailtantes. Au cours de la solution d’un problème spatial, perception, représentation, opérations spatiales interagissent constamment. Des mécanismes et des stratégies différentes peuvent mener à des performances identiques, et ce qui est obtenu, à un niveau de développement donné, par l’organisation laborieuse d’opérations de morcellement sera à un autre niveau joyeusement maîtrisé d’un seul coup d’œil. Une modification apparemment minime de la situation - par exemple la possibilité de corriger une première réponse - peut entraîner une performance très différente. Et le concept de représen-

tation, central dans le domaine de l'espace, se révèle regrouper des mécanismes extrêmement divers. Encore une fois, il paraît impossible d'établir une trajectoire caractérisée par l'utilisation successive d'un certain nombre de mécanismes.

1. Produits spatiaux, pensée spatiale et mémoire spatiale

Introduisant un symposium sur "Représentation spatiales et comportements spatiaux tout au long de la vie", Liben (1981) propose de distinguer trois types de représentations spatiales, avec deux contenus possibles, et cette classification éclaire d'un jour nouveau une controverse fort embrouillée, où la notion de représentation avait tendance à se diluer jusqu'à ne plus vouloir rien dire. Pour ce qui est des types de représentation spatiale, Liben considère séparément les "produits spatiaux" (*spatial products*), la "pensée spatiale" (*spatial thought*) et la "mémoire spatiale" (*spatial storage*) :

— Type 1 : par *produits spatiaux* Liben désigne toutes les productions qui mettent en jeu des relations spatiales : cartes, dessins (Freeman, 1981), maquettes, mais également descriptions verbales (Clark, 1973 ; Vion, 1978). Dans ce cas l'étude de tous les mécanismes (moteurs, linguistiques, sociaux) qui interviennent dans cette externalisation de l'image sont de toute première importance. Chez l'enfant le développement du contrôle moteur, et l'acquisition de conventions représentatives, par exemple, interviennent massivement dans la manière dont il élabore des "produits spatiaux".

— Type 2 : sous le terme de *pensée spatiale* Liben regroupe toutes les activités mentales portant sur des contenus spatiaux. Ce qui importe ici, c'est le travail de transformation qui est opéré mentalement sur les données, par exemple lorsqu'il s'agit d'anticiper les résultats d'un découpage dans un papier plié (cf épreuve 24 de Thurstone, Fig. 3), ou de juger de l'identité de deux configurations éventuellement superposables par rotation (Shepard, 1978 ; Marmor, 1977).

— Type 3 : *la mémoire spatiale* s'oppose à la pensée spatiale en ce qu'elle constitue un savoir implicite, qui peut être mis en œuvre hors de toute réflexion du sujet sur cette connaissance. Ainsi on peut parler de mémoire spatiale chez l'animal (Olton, 1979). S'il y a prise de conscience, réflexion, travail mental sur cette information stockée en mémoire, on passe au type 2 de représentation.

Cette distinction en trois classes de comportements montre bien que le terme de "représentation spatiale" est un terme générique : on peut considérer qu'un blaireau, rentrant à son gîte, fait preuve de mémoire spatiale, ce qui n'implique pas qu'il puisse élaborer une carte du chemin ni opérer mentalement sur les contenus de cette mémoire spatiale.

2. Espace concret, espace abstrait

La seconde distinction proposée par Liben concerne le caractère concret ou abstrait des représentations spatiales, selon que l'on envisage la connaissance d'espaces spécifiques, plus ou moins vastes, et constituant l'environnement d'un individu, ou la construction du concept d'espace continu et isotrope. Il s'agit ici d'un continuum et non pas de deux domaines distincts, l'important étant de comprendre comment ils s'informent l'un l'autre. Dans la solution mise au point pour un problème particulier, la part doit être faite de ce qui est spécifique à cette situation et de ce qui en est abstrait et peut être transféré à une autre situation. Pourtant, là où Piaget (1961, p. 203) distingue entre abstraction simple "qui consiste à tirer d'une classe d'objets leurs caractères communs", et abstraction réfléchissante comme "reconstruction d'un système d'actions sur un nouveau plan", Liben reste très discrète.

En première analyse, la classification proposée par Liben ne permet pas plus que les autres approches de tracer cette trajectoire du développement de la maîtrise de l'espace au cours de l'enfance, qui nous échappe toujours. Mais en proposant des distinctions à l'intérieur de la notion générique de représentation spatiale, elle permet peut-être de mieux s'interroger sur tout ce qui vient informer, structurer et donner sens à ces différents types de représentations. De telles interrogations envisagent le problème des performances spatiales des enfants en fonction de leur âge sous des angles dont nous n'avons pas encore parlé.

Ainsi la distinction entre espace concret et espace abstrait souligne un aspect important. Dans une perspective piagétienne ce qui est concret, figuratif, n'est que support plus ou moins fiable, contingence, anecdote ; l'important est d'abstraire d'une action concrète un schème d'action transférable à d'autres actions, et combinable à d'autres schèmes. Mais si l'on considère le sujet concret, dans une situation concrète de résolution d'un problème, on ne peut évacuer le problème de la signification de l'espace pour le sujet, des enjeux qu'il y met et de l'intérêt qu'il y porte. Pour comprendre l'espace psychologique, cet aspect est sans doute tout aussi important que la géométrie euclidienne. En effet, la mise en œuvre des mécanismes cognitifs sous-jacents à telle ou telle performance spatiale ne se fait pas indépendamment d'autres registres.

Un exemple peut aider à situer le problème : un enfant de 4 ans, prié de recopier un modèle comprenant un cercle et un T couché touchant ce cercle (Fig. 7a), en sépare les deux composantes, pour donner la "réponse" reproduite dans la Figure 7b. Peut-on considérer, pour autant, que les relations topologiques interfigurales ne sont pas prises en compte ? Le commen-

taire de l'enfant montre qu'il n'en est rien, mais que ces relations sont interprétées dans un tout autre champ : "C'est idiot de mettre un tire-bouchon dans un ballon, ça va le crever" (Pêcheux & Salzarulo, 1974). Selon l'enfant son dessin est "mieux" que le modèle proposé, et le modèle de la situation qu'il se donne n'est pas un modèle géométrique. Cela ne signifie nullement que dans une autre situation il ne reproduira pas les relations topologiques interfigurales, pour elles-mêmes ou parce que ce sont elles qui définissent la signification donnée à la situation.

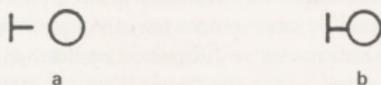


Figure 7 - La (non) prise en compte de relations topologiques de contact et l'attribution de signification (Pêcheux & Salzarulo, 1974).

a - Le modèle.

b - La copie faite par un enfant de 4 ans.

On objectera, à juste titre, qu'à tenir compte exclusivement des situations concrètes, et de leur signification locale on est plus prisonnier que maître de l'espace : ainsi de l'exemple donné par B. Mannoni (1976) d'un enfant incapable de placer un bâtonnet "entre" deux autres, respectivement plus long et plus court ; dans un commentaire de l'enfant au cours d'une rééducation du calcul, il apparaît que cette sériation renvoie, de manière inconturnable, à ce que cet enfant est physiquement plus petit que l'aîné de ses deux frères cadets : il est donc à la fois le plus grand (en âge), et "entre" ses frères (en taille), sans conciliation possible : une situation insupportable. Pour un adulte, la dissociation entre caractéristique géométrique et signification symbolique va de soi, et la relation spatiale "entre" mise en jeu dans une sériation de trois longueurs n'a rien à voir avec la situation dans la fratrie. La question demeure cependant de semblables coalescences, de leur genèse et des conditions qui les déterminent : le cas cité est-il une exception qui ne correspond à aucun moment du développement, ou marque-t-il la persistance d'un problème qui se pose et se résout, sans difficulté apparente, chez l'ensemble des enfants ?

Sans doute le raisonnement géométrique abstrait constitue-t-il un outil puissant, utilisable dans maintes situations concrètes. Mais peut-on considérer qu'il se conquiert par élimination de significations parasites ? On peut soutenir que, pour construire un tel outil, il importe au premier chef d'éprouver un solide appétit de maîtrise de l'espace, un plaisir certain à en imaginer tous les aspects possibles, ou un besoin vital de dépasser l'angoisse d'être perdu. Plus que d'élimination c'est d'étayage qu'il faudrait parler. Peut-être la trajectoire qui aboutit à la maîtrise du raisonnement hypothético-déductif sur des données spatiales est-elle l'histoire de ces étayages et de ces dissociations.

E. L'ENFANT ET L'ESPACE, OU DES ENFANTS ET DES PRATIQUES D'ESPACES ?

A y bien regarder, nos tentatives malheureuses d'établir une trajectoire dans l'évolution avec l'âge des comportements spatiaux ont jusqu'ici fort peu pris en compte les intéressés eux-mêmes, à savoir les enfants. S'il est assez habituel de commencer un ouvrage de psychologie sur l'espace par des considérations sur la difficulté à en donner une définition satisfaisante, par contre tout le monde paraît d'accord sur ce que c'est qu'un enfant. Dans quelle mesure cet accord est-il réel, et repose-t-il sur une réflexion argumentée ?

Assez curieusement il semble que les psychologues de l'enfance s'interrogent assez peu sur les raisons de la relative autonomie de leur domaine (Debesse, 1970 ; Chombart de Lauwe, 1971 ; Ariès, 1975 ; Tucker, 1977 ; Snyders, 1980 ; Weil, 1987). Pour certains, la "méthode génétique" permet de comprendre un fonctionnement adulte à partir de son développement au cours de l'ontogenèse, et le fonctionnement de l'enfant n'est pas étudié en tant que tel ; d'autres, qui se réclament volontiers de l'étiquette "psychologues de l'enfant", centrent leurs travaux sur le fonctionnement des enfants à un moment donné de leur développement, comme système ayant son originalité et sa valeur propre. Mais ces deux courants s'interrogent peu sur l'origine de ce qu'ils considèrent comme une spécificité, et sur les parts relatives de l'immaturité physiologique et des modes d'intégration sociale, ou plus exactement sur l'histoire des interactions entre ces deux composantes.

Qui dit enfance dit immaturité. Au départ, c'est bien d'immaturité physiologique qu'il est question, et d'une maturation de l'organisme au cours du développement, s'achevant par la puberté. Même après les grandes conquêtes des premières années - la préhension, la marche, le langage - des signes évidents attestent de cette maturation : la croissance statur pondérale, puis les marques de la puberté. L'immaturité sociale paraît fondée sur cette immaturité physiologique : puisque les enfants sont des êtres fragiles, que des outils et des connaissances leur manquent, le milieu doit leur fournir assistance et tutelle. Force est pourtant de constater qu'en attribuant aux enfants une certaine immaturité on se fonde moins sur une connaissance exacte du détail des phénomènes maturatifs que sur une interprétation très globale des incapacités enfantines, inscrite dans tout l'ensemble des rapports sociaux, et incluant les enjeux qu'ils représentent. Les rôles spécifiques qui sont attribués aux enfants, les attentes, les sollici-

tations, les apports, les aides, les interdictions dont ils sont l'objet, auxquels ils prennent part, et qui modèlent leur existence journalière, ont une longue histoire, intimement liée à l'histoire des sociétés, et qui repose moins sur une connaissance objective de la maturation physiologique que sur un réseau d'interprétations de "constats" discutables.

S'agissant des performances spatiales, on observe ainsi des décalages importants selon les sociétés et selon les époques. Par exemple l'âge où les enfants sont autorisés à se déplacer seuls est extrêmement variable : la classe d'âge des 7-8 ans fait pâître les troupeaux chez les Burundi (Ndimurukundo, 1981), et se déplace sur un territoire assez vaste. Comment une mère de 1990 accueillerait-elle les expéditions nocturnes des héros de la *Guerre des Boutons* (Pergaud, 1912) ? Sans doute Tigibus ne risquait-il guère de se faire écraser, mais il aurait bien pu s'égarer ; sur quoi se fondent les craintes actuelles que les enfants ne se perdent ? Autre exemple : depuis vingt ans une explosion des recherches concernant le développement psychologique du nourrisson a mis en évidence des capacités à percevoir, organiser, discriminer et catégoriser les stimulations ambiantes, qu'on n'aurait pas soupçonnées auparavant. Le rythme de la maturation neurophysiologique ne s'est sans doute pas fondamentalement modifié en quelques décennies : ce qui a changé, c'est la lecture qui en est faite.

Les capacités des enfants à résoudre tel ou tel problème spatial ne sont qu'un élément parmi tous ceux qui fondent la manière dont les sociétés régulent les expériences spatiales des enfants. Plus exactement, ces capacités, qui se construisent par l'action de l'enfant sur son environnement en fonction des possibilités de l'espèce humaine, se développent en fonction des opportunités que fournit l'environnement physique et social. Nous avons beaucoup parlé, au début de cette introduction, de maîtrise de l'espace, de connaissance de l'espace, et fort peu de pratiques de l'espace. Or celles-ci sont déterminantes pour celles-là.

On pourrait imaginer de faire un catalogue des problèmes spatiaux que rencontrent les enfants, et des circonstances où ils les rencontrent. Il n'y serait plus question d'un espace unique, abstrait, illimité et isotrope, mais d'espaces divers, plus ou moins reliés. Les caractéristiques spatiales des objets sont le plus souvent liées à leur usage, et plus ou moins déterminantes ou déterminées pour et par cet usage : l'exacte forme d'un vase a peu d'importance, pourvu qu'il puisse contenir un fluide, et c'est l'esthétique qui compte ; par contre les caractéristiques métriques d'une vis et d'un écrou en conditionnent l'utilisation. L'orientation d'un objet est tantôt déterminante (par exemple dans la lecture) et tantôt contingente (quand il s'agit d'identifier cet objet sous n'importe quel angle). En fonction des actions dont ils sont le support, et de l'agent de ces actions, les espaces sont diversement stables et sujets à transformations. On pourrait multiplier les exem-

ples à l'infini. Si l'on adoptait cette perspective pour rendre compte de l'évolution avec l'âge des performances spatiales enfantines, on se retrouverait face à une multitude d'observations, certes écologiques, mais qui manquerait tout autant de structure que la multitude d'études expérimentales sur le domaine.

En fait, quiconque étudie l'enfant humain se trouve confronté à deux difficultés majeures. D'une part l'étude directe, expérimentale, des conséquences de l'immaturation physiologique se heurte à des problèmes déontologiques évidents, et les inférences que l'on peut faire à partir d'autres espèces animales, ou de cas pathologiques, ne peuvent être que très prudentes. D'autre part l'étude des représentations sociales de l'enfance, et de leur impact sur le développement des enfants, se prête mal à l'expérimentation, et touche à des aspects conflictuels qu'il est bien tentant d'oublier. Par exemple, la marge est étroite entre "protéger" et "assurer son autorité", et les parents le mesurent avec amertume quand leur héritier grandissant "ne dit plus où il va".

F. POUR UNE ÉTUDE DES FACTEURS INTERVENANT DANS LE DÉVELOPPEMENT DES PERFORMANCES SPATIALES

L'étude de l'espace chez l'enfant ne peut éluder ces deux difficultés. D'une part la saisie et le traitement des informations spatiales par un organisme, et les modifications de l'appréhension et de la structuration de l'espace avec la maturation de l'organisme, interviennent massivement dans le développement des rapports des enfants à l'espace. D'autre part, les pratiques spatiales d'un enfant ne sont pas celles d'un sujet omnipotent dans un monde physique sur lequel il pourrait agir à sa guise, et les conditions d'exercice et de construction de ses capacités spatiales sont bien difficiles à cerner. Pourquoi tel enfant devient-il architecte cependant que tel autre, professeur d'Université, plongera ses collègues dans la perplexité quand il leur fera un plan pour aller du centre ville au campus ?

Nous proposons donc, au terme de cette analyse, d'examiner ce que l'on sait de tous les facteurs qui interviennent dans l'élaboration des performances spatiales des enfants, pour rendre compte de leur évolution au cours de l'enfance, et de la variabilité intra- et interindividuelle de cette évolution.

A parler des phénomènes neurophysiologiques sous-jacents au traitement spatiaux "d'une part", et des pratiques sociales encadrant les expériences spatiales des enfants "d'autre part", il peut sembler que nous opposons ces deux types de facteurs. Cela est à la fois faux et vrai. Faux, parce que l'examen successif des divers facteurs en jeu ne vise pas à nier les uns pour privilégier les autres : ils interagissent constamment. Il n'est pas de facteur qui soit exclusivement lié au sujet, ni de facteur qui caractérise un environnement indépendamment d'un sujet, et l'interaction sujet/environnement modifie à la fois sujet et environnement. En même temps, il est vrai que le premier ordre de facteurs a quelque peu recouvert le second dans les recherches récentes : dans l'ouvrage d'Eliot et Salkind (1975) dont nous parlions plus haut, un seul chapitre examine les facteurs intervenant dans le développement des performances spatiales, et il concerne exclusivement les facteurs neurophysiologiques ; dans le dernier "Forum" tenu en France sur les problèmes d'espace (Paillard, 1984), l'intérêt des contacts entre psychologues et neurophysiologistes est souligné alors qu'il est fort peu question des apports possibles des sciences humaines et sociales. Nous constaterons, par ailleurs, qu'il existe peu de recherches empiriques concernant le rôle du milieu humain, et des pratiques spatiales socialement réglées, sur le développement des performances spatiales.

Selon l'état de nos connaissances, les développements des différents points à considérer seront donc inégaux. La variabilité des performances individuelles s'inscrit dans les limites de variation de l'espèce humaine, ce qui justifie que soient d'abord examinés l'équipement de l'organisme humain pour ses rapports à l'espace, et sa maturation. Mais ainsi que le soulignent Connolly et Prechtel (1981) il n'y a guère de sens à parler de "maturation" de manière générale : la notion n'est précise qu'en parlant de maturation d'une fonction. Dans cette perspective, on présentera, dans une première partie, ce que l'on sait de la maturation des différentes fonctions sensorielles mises en jeu dans la saisie des informations spatiales, et étroitement liées à la motricité (ch. 1 à 3). Dans une seconde partie, on examinera les données concernant la maturation des fonctions d'intégration de ces informations (ch. 4 et 5), en liaison avec les mécanismes génétiques susceptibles de jouer un rôle dans la maturation de ces fonctions (ch. 6). Dans une troisième partie, enfin, on considérera les apports possibles de l'environnement à la connaissance de l'espace : les effets de l'espace physique ne peuvent être isolés des phénomènes culturels qui s'y inscrivent (ch. 7), et les pratiques spatiales des enfants dépendent à la fois des jeux et des jouets dont ils disposent (ch. 8), et des enseignements qui leur sont dispensés et qui concernent plus ou moins directement l'espace (ch. 9).

Nous pourrions alors évaluer, dans le chapitre de conclusion, dans quelle mesure l'ensemble de ces données soutient le point de vue actuellement dominant qui, dans le développement des possibilités d'action et de con-

naissance de l'espace, fait une large part à la maturation de diverses fonctions de l'organisme, et comment l'interactionnisme dont chacun d'entre nous se réclame est mis en œuvre dans la dynamique des recherches. Même si, dans une perspective structurale, une compétence déterminée (par exemple se représenter une transformation spatiale en l'absence de tout support matériel) se construit sur une compétence plus précoce (par exemple agir dans l'espace en s'adaptant à ses contraintes) cela ne veut pas dire pour autant que les mêmes facteurs soient mis en jeu dans la construction et l'actualisation de l'une et l'autre compétence, et que la mise en place de l'une assure *ipso facto* la mise en place de l'autre : il n'y a pas *une* trajectoire caractérisant le développement des rapports des enfants à l'espace, mais des trajectoires locales, avec des acquisitions et des régressions, en fonction des codages spatiaux qui sont acceptés, valorisés et exercés dans l'environnement social des enfants.

RÉSUMÉ

Le développement spectaculaire des recherches sur les perceptions pendant les premières années de l'enfance humaine fournit des points d'ancrage à l'idée que la connaissance de l'espace ne pose pas problème dès lors que le système nerveux est intact, et que son développement suit la maturation nerveuse. Simultanément les performances spatiales des enfants paraissent très variables, et l'établissement d'une trajectoire décrivant le développement de la cognition spatiale est problématique.

L'approche psychométrique (Kohs, Porteus, Bender, Rey) ne permet pas une analyse des processus mis en jeu dans la construction de la réponse finale, sur laquelle porte l'évaluation. La notion d'aptitude spatiale (Thurstone), à partir de l'approche factorielle, est difficilement applicable aux jeunes enfants.

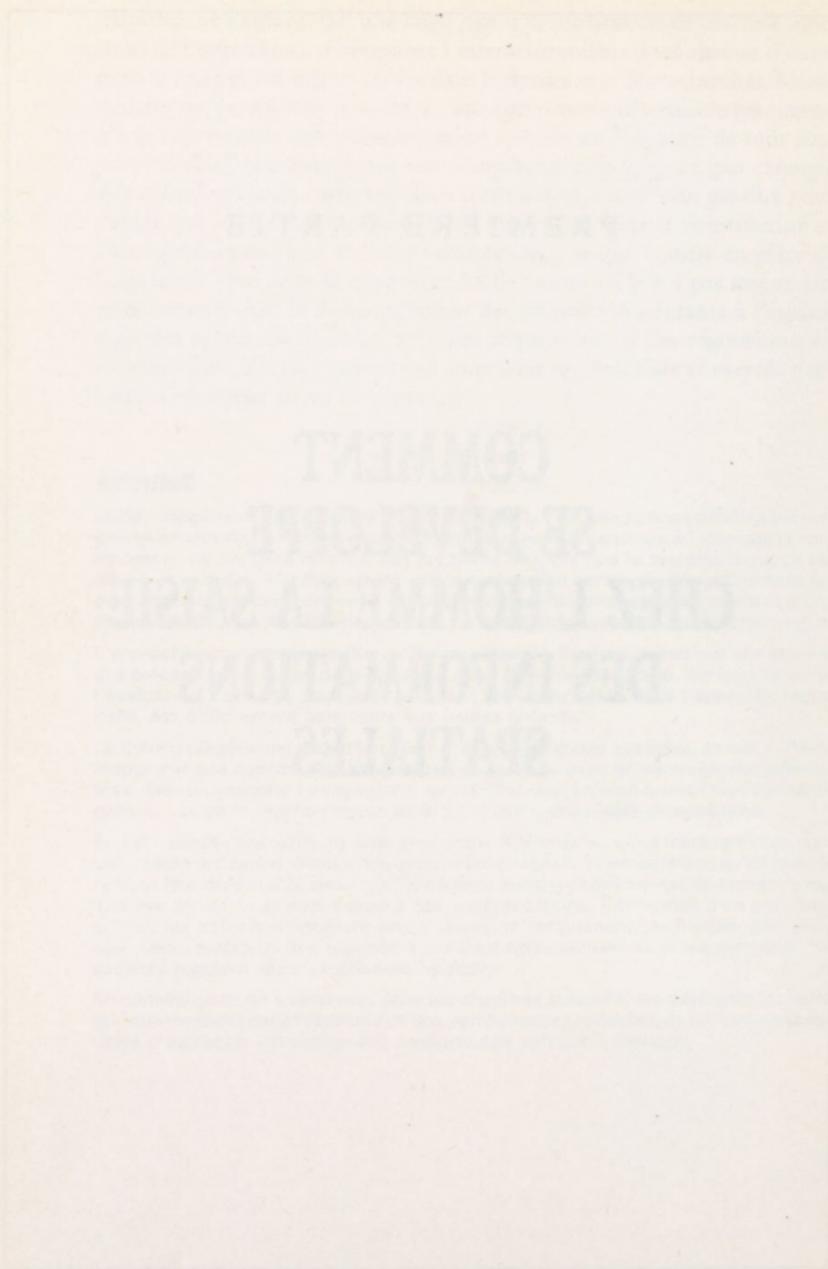
La théorie piagétienne établit la spécificité des opérations spatiales, et met le développement des connaissances spatiales en parallèle avec la hiérarchie des géométries. Elle subordonne l'imagerie à l'opérativité, tout en soulignant l'homogénéité, dans le cas de la représentation spatiale, entre symbolisant et symbolisé.

En fait il paraît nécessaire de distinguer entre différents types de représentation spatiale, selon le degré d'élaboration et les mécanismes d'externalisation qu'ils requièrent, et leur niveau d'abstraction. Dès lors la question centrale est de cerner ce qui informe, structure et donne sens à ces représentations. Confrontés à un problème spatial, les enfants n'adoptent pas toujours, ni uniquement, un modèle géométrique. Leurs pratiques des espaces dépendent massivement de la manière dont les sociétés régulent leurs expériences spatiales.

En conséquence on examinera, dans les chapitres suivants, les différents facteurs qui interviennent dans l'élaboration des performances spatiales, et qui sont susceptibles d'expliquer l'évolution des rapports des enfants à l'espace.

PREMIÈRE PARTIE

**COMMENT
SE DÉVELOPPE
CHEZ L'HOMME LA SAISIE
DES INFORMATIONS
SPATIALES**



COMMENT

SE DÉVELOPPE

CHEZ L'HOMME LA SASIE

DES INFORMATIONS

SPATIALES

Introduction

La tradition empiriste accorde un rôle fondamental, dans la connaissance de l'espace, aux perceptions des informations spatiales. La première étape dans la maîtrise de l'espace serait d'en extraire, par l'intermédiaire des différentes modalités sensorielles, des informations adéquates. Quelles caractéristiques spatiales les modalités sensorielles humaines permettent-elles donc d'appréhender, et comment ces capacités se développent-elles ?

Dans l'absolu, il serait souhaitable de pouvoir se centrer ici sur les études de la maturation des voies sensorielles et des aires de réception corticale qui leur correspondent, indépendamment d'autres mécanismes. Cela, pourtant, ne nous sera pas possible, s'agissant de l'enfant humain. Les études sur d'autres espèces sont certes précieuses, mais les transpositions des résultats exigent une extrême prudence. Les études comportementales mettent nécessairement en jeu des mécanismes autres que strictement sensoriels, ce qui complique l'interprétation des performances observées. Certes des variations de flux d'énergie (lumineuse, sonore etc..) qui ne provoqueraient pas de réaction des récepteurs ou d'activité des structures nerveuses supérieures ne pourraient pas être organisées et utilisées au niveau comportemental. Inversement, si tel ou tel comportement est observé, dont on peut montrer qu'il exige tel ou tel niveau de maturation, on pourra conclure que ce niveau au moins est atteint. Par contre, on ne pourra conclure, à partir de l'impossibilité à observer un comportement, quant au niveau de maturation des structures et des mécanismes neurophysiologiques sous-jacents, dans la mesure où d'autres mécanismes interviennent dans l'actualisation de ce comportement. En conséquence, nous ferons ici le point non seulement des études dont l'interprétation en termes de maturation paraît la seule fondée, mais encore des études comportementales qui témoignent de la mise en place des mécanismes neurophysiologiques nécessaires. Ce faisant, nous parlerons surtout des premières années, voire des premiers mois de la vie.

Nous n'envisagerons ici que trois modalités sensorielles : la vision, l'audition et la proprioception en liaison avec le toucher. Certes le goût n'est pas sollicité par les informations spatiales. Mais l'odorat peut à l'évidence intervenir dans le repérage spatial ; pourtant, si son rôle est pleinement reconnu chez l'animal, on ne sait actuellement rien de son importance dans la connaissance humaine de l'espace (Le Magnen, 1961 ; Engen, 1982).

Marie-Germaine PÉCHEUX

Directeur de Recherches au C.N.R.S. et membre du Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Éducation de l'Enfant à l'université René Descartes (Paris V), sa double formation de clinicienne et d'expérimentaliste acquise auprès de R. Zazzo et de E. Vurpillot, la désigne particulièrement pour traiter ce sujet aux multiples aspects. Elle est l'auteur des *Facteurs du développement des connaissances spatiales chez l'enfant* et de nombreux articles parus dans des revues françaises et étrangères.

Le développement des rapports des enfants à l'espace

L'ouvrage envisage le développement des connaissances spatiales au cours de l'enfance, sous l'angle des différents facteurs qui y interviennent. Il fait le bilan des études portant sur la détection des caractéristiques spatiales, par l'intermédiaire des modalités visuelle, auditive et tactilo-kinesthésique. Il aborde ensuite le développement des capacités d'intégration par les structures nerveuses supérieures, en liaison avec l'équipement génétique. Il traite enfin des apports de l'environnement à la construction des connaissances spatiales, à partir des pratiques culturelles, en particulier les jouets et les programmes scolaires.

Cet ouvrage, à la fois référentiel et démonstratif, nécessaire à tous ceux qui sont concernés par l'étude de l'enfance, apporte une contribution essentielle au débat entre partisans de la primauté du sensoriel et du neurophysiologique et ceux qui, comme l'auteur, privilégient les conditions sociales d'appropriation de l'espace.

NATHAN
Psychologie
UNIVERSITÉ

A. Baudier – B. Céleste
Le développement affectif et social du jeune enfant : une introduction

A. Fernandez-Zoila
Freud et les psychanalyses

M.-L. Rouquette – C. Guimelli
Méthodologie expérimentale des sciences humaines

HORS COLLECTION

F. Gresle – M. Panoff – M. Perrin
P. Tripiier
Dictionnaire des Sciences humaines
Sociologie, psychologie sociale, anthropologie



9 782091 904009

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE



3 7502 00052465 4

Participant d'une démarche de transmission de fictions ou de savoirs rendus difficiles d'accès par le temps, cette édition numérique redonne vie à une œuvre existant jusqu'alors uniquement sur un support imprimé, conformément à la loi n° 2012-287 du 1^{er} mars 2012 relative à l'exploitation des Livres Indisponibles du XX^e siècle.

Cette édition numérique a été réalisée à partir d'un support physique parfois ancien conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal. Elle peut donc reproduire, au-delà du texte lui-même, des éléments propres à l'exemplaire qui a servi à la numérisation.

Cette édition numérique a été fabriquée par la société FeniXX au format PDF.

La couverture reproduit celle du livre original conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal.

*

La société FeniXX diffuse cette édition numérique en vertu d'une licence confiée par la Sofia – Société Française des Intérêts des Auteurs de l'Écrit – dans le cadre de la loi n° 2012-287 du 1^{er} mars 2012.

Avec le soutien du

