

Département de PSYCHOLOGIE  
LICENCE 2EME ANNEE  
U.E. LLY31 - Psychologie développementale  
Cours et TD de Bruno DE CARA

**Lecture obligatoire numéro 3**

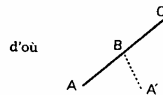
Extrait de :  
Dolle, J. M. (1988). Pour Comprendre Jean Piaget (pp. 147-175). Toulouse : Edouard Privat éditeur.

**b) Les structures de classification, de relation et de nombre**

PIAGET n'a cessé de répéter que les opérations prolongent l'action et que par conséquent leur origine n'est pas à rechercher dans le langage ou dans le milieu social, dans l'apprentissage ou dans la perception. Elles sont « reliées, par une évolution étonnamment continue, à un certain nombre d'actions élémentaires (mettre en tas, dissocier, aligner, etc.) et ensuite **aux régulations de plus en plus complexes** qui préparent puis assurent leur intériorisation et leur généralisation » (G.S.L.E. p. 290). Nous avons déjà analysé les structures sensori-motrices dans cette perspective. Nous allons les retrouver ici transposées au niveau des opérations concrètes. Mais leur élaboration (ou leur réélaboration) au niveau représentatif s'opère dès le stade de l'intelligence symbolique ou préopératoire. C'est pourquoi cette période est considérée comme une période de préparation.

**- Les classifications**

Les opérations de classification groupent les objets selon **leurs équivalences**. Effectuer une classification c'est donc grouper des objets **selon leurs critères communs**. La classification la plus simple apparaît ainsi comme **une suite linéaire d'emboîtements**. Soit, par exemple, chiens < animaux < êtres vivants ou  $A < B < C$



mais **A possède une complémentaire sous B ou A'** comportant tous les animaux non chiens (ce qui revient à dire tous les êtres vivants non chiens), etc.

Toute classe comporte « deux sortes de caractères ou relations, tous deux nécessaires et suffisants à sa constitution » :

- (1) Les **qualités communes** à ses membres et à ceux dont elle fait partie, ainsi que les différences spécifiques distinguant ses propres membres de ceux d'autres classes (**compréhension**).
- (2) Les **relations de partie à tout** (appartenances et inclusions) déterminées par les quantificateurs « tous » et « quelques » (y compris « un ») et « aucun » appliqués aux

membres de la classe considérée et à ceux des classes dont elle fait partie (extension de la classe) » (G.S.L.E., p. 25).

Plus simplement, nous pouvons dire qu'une classe quelconque se caractérise toujours par :

- 1) sa **compréhension** qui rassemble les caractères communs s'appliquant aux individus qui la composent,
- (2) son **extension** qui concerne l'ensemble des individus auxquels s'appliquent les qualités ou caractères communs.

**EXPERIENCES**

« Les conduites de classification peuvent donner lieu à des expériences destinées à déterminer simplement **la hiérarchie des structures élaborées spontanément** ainsi que le niveau de l'enfant par rapport à cette hiérarchie. On présentera par exemple au sujet un certain nombre de petits objets usuels, ou encore un jeu de cartons découpés en formes géométriques et différant entre eux par **la forme, la grandeur et la couleur** ; et l'on utilisera des consignes pouvant s'étagier, selon le but poursuivi, entre **les plus indéterminées** (« bien arranger », « mettre de l'ordre », « mettre ensemble ce qui va ensemble ») ou **les plus limitatives** (« mettre les mêmes avec les mêmes », « mettre ensemble ceux qui se ressemblent le plus », etc.) selon qu'on désire observer les tendances les plus spontanées ou établir le rendement maximum de la classification au sens strict » (T.P.E, VII, p. 126). On remarque **trois types essentiels de comportement** qui se distribuent en stades :

**1<sup>er</sup> stade (2 à 5 ans): Les collections figurales**

- L'enfant ayant à classer des formes géométriques **à deux dimensions** selon la consigne : mettre ensemble ce qui est pareil, réalise :

- 1) **des petits alignements partiels** : par exemple les rectangles suivis des triangles, des arcs de cercle, etc. On remarque alors que l'alignement se fait **selon un critère de ressemblance qui joue de proche en proche** mais sans plan préétabli d'alignement.
- 2) **des alignements continués**, mais **avec changement de critères** : un carré bleu est suivi par un triangle bleu puis par un autre élément bleu ; puis on passe à un autre critère : la forme par exemple, etc.
- 3) **des intermédiaires entre les alignements et les objets collectifs ou complexes**. L'enfant commence par exemple par mettre à plat les rectangles en plaçant le petit côté face à lui puis il continue la série en superposant les carrés pour leur donner la même forme qu'aux rectangles. Ensuite, il fait de même avec les cercles, etc.
- 4) **des objets collectifs** : des carrés sont rassemblés en un grand carré superposé d'un triangle « pour faire une maison ».

5) **des objets complexes à formes géométriques et empiriques** : l'enfant donne à la collection une forme géométrique, par exemple une croix placée au centre d'où partent des rayons formés par trois rectangles et par un carré bleu ou encore deux rectangles accolés sont affublés à droite d'un carré, à gauche d'un rond.

- Un matériel géométrique permettant de réaliser **deux grandes classes** (curvilignes et rectilignes) avec des sous-classes: carrés, triangles, cercles, demi-cercles, etc. On remarque que l'enfant rassemble et entasse avant de s'intéresser à la collection ; ensuite, il réalise **des assemblages ou alignements**, des petits tas, etc. comme précédemment.

- Un matériel constitué d'objets quelconques: bonshommes, animaux, plantes, habitations et outils, révèle que l'enfant groupe **les objets selon leur convenance**: le bébé avec le berceau, le marteau avec le clou, etc.

Dans leurs commentaires généraux, PIAGET et INHELDER rappellent qu'un système de classes logiques est « d'abord fondé sur **un ensemble de relations de ressemblances et de différences** qui constituent les compréhensions des diverses classes emboîtantes ou emboîtées (les prédicats tels que « vert » ou « solide » ne consistant qu'en qualités communes, c'est-à-dire en relations de ressemblances : « co-vert » ou « co-solide »). Les éléments ou individus ainsi qualifiés par ces relations sont, d'autre part, quantifiés au moyen des quantificateurs intensifs **«tous» et «quelques»** (y compris «un») et «aucun», et aux compréhensions correspondent ainsi des extensions univoquement déterminées par elles. La compréhension et l'extension une fois construites donnent donc lieu à une correspondance telle que connaissant l'une on peut reconstituer l'autre et réciproquement» (G.S.L.E., p. 51).

L'enfant de ce niveau cherche à construire la collection qui correspond à **ses assimilations successives** étant capable de constituer les ressemblances et les différences. Mais, **comme il ne possède pas le réglage « tous » et « quelques »**, il procède soit de l'extension à la compréhension, soit de la compréhension à l'extension **par indistinction**. En mettant les mêmes avec les mêmes, la compréhension détermine l'extension ; en ajoutant un élément, l'extension détermine la compréhension. Par conséquent l'extension et la compréhension existent bien mais **elles ne sont pas dissociées ni correctement ajustées l'une à l'autre**.

### 2e stade: Les collections non-figurales (5-7 ans)

A ce niveau on parlera de **collections** plutôt que de classes parce que les réalisations opérées **manquent de hiérarchie inclusive**. On obtient surtout des petits agrégats, des petits tas d'objets fondés seulement sur les ressemblances mais non emboîtés ou inclus dans des classes plus générales. Par conséquent, **les collections obtenues à ce stade ignorent encore l'inclusion**.

- Dans les **collections non-figurales** portant sur des objets à formes géométriques, les sujets procèdent d'abord **de proche en proche, sans plan d'ensemble**. Puis, chemin faisant, ils rectifient, par corrections successives et rétroactives, leurs réalisations

initiales. Par ces divers tâtonnements avec rétroaction, ils parviennent à certaines anticipations grâce auxquelles ils finissent par dégager un critère unique et à subdiviser les collections obtenues. Exemple : « Pib., 5;10, commence **par une juxtaposition de petits tas, puis, en présence de trois boîtes, met en (a) les cercles, secteurs, arcs et triangles, en (b) les carrés sériés par trois collections d'éléments égaux, mais ordonnés en ordre croissant et en (c) les anneaux, demi-cercles et cercles**. Après une série de nouveaux essais et tâtonnements, il parvient à une dichotomie: (a) tous les curvilignes, avec sous-collections (anneaux à part, etc.) et (b) tous les rectilignes avec deux sous-collections : carrés en trois piles sériées et triangles superposés» (G.S.L.E., p. 59).

D'une manière générale, on remarque un emploi de plus en plus fréquent du **quantificateur «tous»**, ce qui laisse entendre qu'il y a un progrès dans le sens de la coordination de la compréhension et de l'extension car, au fur et à mesure, on assiste à la différenciation des collections et à l'intégration des petites collections, à titre de sous-collections, dans de plus grandes. Ces conduites sont déjà classificatoires parce qu'elles révèlent **un début d'emboîtement**. Mais il ne s'agit pas encore de «classes» parce que le sujet procède, **soit par une méthode descendante** réalisant d'abord les grandes collections pour parvenir peu à peu aux petites, **soit par une méthode ascendante** en réunissant progressivement les petites collections dans une plus grande, **mais sans combinaison mobile des procédés ascendants et descendants**.

### 3e stade: Inclusion des classes et classifications hiérarchiques (8 ans environ)

A ce niveau, les enfants construisent **d'emblée des classifications hiérarchiques** en combinant de façon mobile les procédés ascendants et descendants et parviennent à quantifier l'inclusion. Deux types d'expériences ont été retenus :

#### **1 - Classification des fleurs mêlées à des objets :**

On dispose de 20 cartes dont 4 comportent des objets coloriés et 16 des fleurs. Parmi les fleurs on relève 8 primevères (dont 4 jaunes et les autres de couleur différente pour chacune). Les emboîtements inclusifs prévus sont les suivants:

**A (primevères jaunes) < B (primevères) < C (fleurs) < D (objets et fleurs)**. Différents types de questions sont posées aux enfants:

a) classification spontanée

b) quantification de l'inclusion

b.1) Le bouquet de toutes les primevères jaunes est-il plus grand ou plus petit que le bouquet de toutes les primevères ? (par exemple).

b.2) y a-t-il plus de primevères ou plus de fleurs ?

b.3) Si tu cueilles toutes les primevères, restera-t-il des fleurs?

b.4) Si tu cueilles toutes les fleurs restera-t-il des primevères ?

La même expérience peut se réaliser avec **des perles** : A (rouges carrées) < B (toutes rouges mais carrées et rondes) < C (perles en bois avec d'autres couleurs) < D (perles en bois et en verre) et avec bien d'autres matériels encore.

Sans examiner les réactions des enfants des stades antérieurs, retenons que, à partir de 8 ans, **l'enfant est capable de classer correctement le matériel**, selon le principe du groupement additif :

$A + A' = B$  ;  $B + B' = C$  ;  $C + C' = D$ , etc.

De plus, **il est en mesure de comparer un tout B (ou C, etc.) à l'une de ses parties** selon le rapport d'extension  $A < B < C < D$ , etc. **Ce dernier rapport implique la conservation du tout malgré la dissociation mentale des parties** ( $A = B - A'$  ou  $B = C - B'$ , etc.). Par conséquent l'extension s'ajuste à la compréhension.

## 2 - Classification des animaux

Les mêmes questions que celles posées précédemment (sous 1) sont posées à propos d'animaux. Mais on remarque **un décalage par rapport aux fleurs**. Ce décalage tient au fait que, au niveau des opérations concrètes, **on ne peut dissocier les opérations du contenu sur lequel elles portent**. Il est, en effet, plus difficile à cet âge d'admettre que les canards sont des oiseaux et que les oiseaux sont des animaux sans recourir aux concepts du langage parce **qu'il n'y a plus les mêmes supports perceptifs**. Les opérations concrètes de classification **« n'ont encore rien d'un mécanisme formel applicable à n'importe quel contenu**. Il suffit que la matière à classer soit dépourvue des caractères intuitifs ou perceptifs facilitant la constitution de classes emboîtables pour que les sujets, au lieu de chercher à appliquer des structures qu'ils connaissent par ailleurs lorsqu'ils les utilisent en présence d'autres contenus, **retombent dans les procédés par juxtaposition et dans les erreurs systématiques caractéristiques des niveaux inférieurs** » (G.S.L.E. p. 118).

### - La quantification de l'inclusion et le réglage de « tous » et « quelques »

Nous avons pu remarquer que les rapports entre l'extension et la compréhension impliquaient **le réglage des quantificateurs « tous » et « quelques »**. Nous savons maintenant que c'est vers 8 ans que les enfants sont capables non seulement d'effectuer des classifications hiérarchiques par combinaison mobile des procédés ascendants et descendants, mais de quantifier correctement l'inclusion. Deux types de recherches ont donc été entrepris pour examiner respectivement **le réglage de tous et de quelques et le réglage de l'inclusion** proprement dite.

#### . Tous et quelques

On présente par exemple à l'enfant **une rangée de carrés et de ronds mélangés selon la forme et la couleur** et comportant soit **5 ronds bleus, 2 carrés rouges, 2 carrés bleus**, soit 6 ronds bleus et 2 carrés rouges. etc. Les questions suivantes sont posées aux enfants :

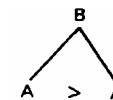
- tous les ronds sont-ils bleus ? (Rb ?)
- tous les bleus sont-ils ronds ? (bR ?)
- tous les carrés sont-ils rouges ? (Cr ?)
- tous les rouges sont-ils carrés ? (rC ?)

**Au premier stade**, l'erreur la plus fréquente est celle-ci : « Est-ce que tous les ronds sont bleus? - Non – Pourquoi ? - **Parce qu'il y a des carrés rouges** ». Les enfants se bornent à considérer **l'ensemble figural constitué par la collection des jetons bleus et rouges**. Frappés par exemple par la qualité bleue dominante, ils répondent en quelque sorte : « tout mon objet collectif n'est pas bleu puisque j'ai des carrés rouges ». Aussi bien « tous » désigne pour l'enfant **le tout ou la série entière**. Ceci ne veut pas dire que l'enfant ne sache pas désigner et distinguer les formes et les couleurs. Le problème pour lui est **de retrouver de telles collections dans une réunion où elles sont mêlées**.

**Au second stade**, les erreurs présentent un caractère plus subtil : « Tous les ronds sont-ils bleus ? - Non, **parce qu'il y a des carrés bleus** ». En général, à ce stade l'enfant manie plus facilement le quantificateur « tous » lorsque la collection B présente deux sous-collections différenciées A et A' caractérisées par les prédicats a et a' et que l'on demande si « tous les B sont des a (ou sont des A) ? » Le sujet sait alors en général nier qu'il en soit ainsi en invoquant avec raison les A' (ou le caractère a') ... « Mais au contraire lorsque les A et les A' sont caractérisés par une même qualité commune b, l'enfant nie fréquemment que tous les A sont b pour cette raison que les A' le sont aussi » (G.S.L.E., pp. 72-73). Soit B = les carrés, a = rouge, a' = bleu; A = carrés rouges, A' = carrés bleus, ou encore: B = bleus, A = ronds bleus et A' = carrés bleus. L'erreur la plus fréquente réside dans **la confusion entre tous les B sont des A avec tous les A sont des B** ou, tous les bleus sont ronds avec tous les ronds sont bleus, ou encore **tous les carrés sont rouges avec tous les rouges sont carrés**.

Distinguer tous les B sont (a) de tous les A sont (b), c'est comprendre que **tous les B sont quelques A est incompatible avec tous les A sont quelques B comme l'inclusion B < A l'est avec A < B**, alors que confondre les deux expressions conduit à les réduire l'une et l'autre à tous les B sont tous les A donc  $B = A$  par substitution de la coïncidence à l'inclusion.

Il serait possible d'attribuer ce fait à l'inattention si l'erreur suivante ne revenait pas généralement chez les mêmes sujets : **ils traduisent la question tous les A sont-ils b en tous les A sont-ils tous les B ?** Soit A les carrés, A les carrés rouges et A' les carrés bleus ou B = les objets bleus, A = les ronds et A' les carrés ( $A > A'$ ), on a :



Pour ces enfants, « tous les ronds sont bleus » signifie « tous les ronds sont tous les bleus » et non pas « tous les ronds sont quelques bleus ».

En fait, les enfants, bien capables de distinguer deux sous-classes A et A' sous une classe emboîtante B et de reconnaître que  $A > A'$  et que  $B = A + A'$ , sont encore **prisonniers de leur perception et oublient en quelque sorte la classe B emboîtante**, abstraite, parce que n'existant pas à titre de collection visible. D'où la non distinction entre  $B > A$  et  $A < B$  entraînant  $A = B$  et l'absence d'inclusion  $A = B - A'$ .

En conclusion, le « tous » **préopérateur se caractérise par une indistinction entre l'extension et la compréhension**. Le « tous » n'est pas encore une pure quantité et le « quelques » ne présente aucun sens aussi longtemps qu'il n'est pas une quantité relative à ce tous quantifié.

#### • Quantification de l'inclusion

Le réglage de « tous » et « quelques » est compris dans le langage et véhiculé par lui dans toutes sortes d'expressions courantes. Mais, **de l'expression verbale à la maîtrise logique, il y a une grande distance** : c'est que **la maîtrise verbale de tels quantificateurs est dépendante de l'acquisition de la structure d'inclusion**. En dépassant donc le plan verbal par la manipulation directe, on pourra voir comment et à quel moment se constitue la structure d'inclusion. Pour déceler cette compréhension de l'inclusion, il faut donc atteindre une relation directe entre A et B et la moins verbale est la relation quantitative (intensive)  $A < B$ , « y a-t-il plus de A ou plus de B ? » ; relation si immédiate en apparence qu'on pourrait la croire donnée à la simple inspection perceptive. Or, tout en laissant naturellement l'ensemble des objets sous les yeux de l'enfant, on s'aperçoit qu'en fait **elle n'est pas résolue plus précocement que les précédentes (...)** dont elle ne constitue d'ailleurs qu'une autre présentation : si tous les A sont les B sans que tous les B soient des A, alors  $A < B$  » (T.P.E., VII, p. 128).

#### EXPERIENCE

On présente alors aux enfants des perles en bois comprenant **8 jaunes et 2 rouges** et on leur demande,

- *s'il y a plus de perles en bois ou plus de perles jaunes*

- *si deux petites filles (on donne des noms) voulaient faire un collier et que la première prenne toutes les perles jaunes et que, ayant défait le collier, la seconde prenne toutes les perles en bois, quelle serait celle qui aurait fait le plus long collier ?*

- *si l'enfant donne toutes les perles en bois, est-ce qu'il restera des perles dans la boîte ?*

On présente également des fleurs artificielles (ou des fruits) et l'on pose le même genre de questions aux enfants, mais dans la perspective de faire un bouquet.

Généralement, **les questions relatives aux perles sont résolues un peu plus tardivement que les questions relatives aux fleurs**. Cela tient au fait que les formes logiques, au niveau des opérations concrètes, ne sont pas encore indépendantes du contenu sur lequel elles s'appliquent ce qui, en tout état de cause, peut s'exprimer autrement, en disant qu'il est plus naturel ou plus habituel de tenir des fleurs rassemblées

dans sa main en un bouquet que des perles. C'est donc autour de **huit ans** que les enfants sont en mesure de résoudre le problème de la quantification de l'inclusion.

#### • Les opérations de sériation

Les opérations de sériation **groupant les objets selon leurs différences ordonnées**, on pourrait penser que celles-ci, pour autant qu'elles se présentent comme des bonnes formes, pour reprendre la formulation gestaltiste, doivent être acquises antérieurement aux classifications. Mais il se trouve que tel n'est pas le cas et **qu'elles se constituent en même temps vers sept-huit ans**. Déjà, au niveau sensori-moteur, on pouvait constater l'existence de sériations sous forme d'emboîtements de gobelets ou d'encastresments, etc. Au niveau des opérations concrètes, **on assiste à une reconstruction de ces sériations, mais sur le plan de la représentation**.

#### EXPERIENCES

Différentes expériences ont été tentées pour discriminer dans la sériation ce **qui relève de la perception** (les facteurs figuraux) et **ce qui relève des opérations** proprement dites. Elles ont montré que les structures sériales « sont dues à une organisation progressive des actions qui structure les perceptions elles-mêmes » (G.S.L.E., p.269).

L'expérience mettant en évidence les opérations de sériation consiste en un matériel composé de **10 réglettes étagées de 9 à 16.2 cm** et en un jeu de réglettes à intercaler après coup dans la série une fois réalisée. On demande à l'enfant de **faire un escalier** en commençant par la plus petite des réglettes. « Nous avons trouvé **trois stades**, écrit PIAGET. Au cours du **premier de ces stades**, l'enfant échoue à la sériation des 10 éléments initiaux : **il procède par couples ou par séries de 3 ou 4** qu'il ne peut coordonner après coup. Au cours du **second stade**, le sujet réussit la sériation, mais **par tâtonnement empirique**, et ne parvient à placer les éléments intercalaires qu'avec nouveaux tâtonnements et en général qu'en recommençant le tout. Au cours du **troisième stade**, par contre, qui débute vers 7-8 ans, le sujet utilise **une méthode systématique** consistant à **chercher d'abord le plus petit élément** (ou le plus grand) de tous, puis **le plus petit de tous ceux qui restent**, etc. : seule une méthode est à considérer comme opératoire puisqu'elle témoigne du fait qu'un **élément quelconque E est à la fois plus grand que les précédents (E > D, C, etc.) et plus petit que les suivants (E < F, G, etc.)**. Cette réversibilité opératoire du 'troisième stade s'accompagne, d'autre part, d'une **capacité d'intercaler directement** (sans tâtonnement) **les éléments supplémentaires**. (G.S.L.E., p. 251).

PIAGET reprend l'idée d'anticipation et en fait l'étude systématique en demandant aux enfants d'anticiper l'ordre d'un jeu de réglettes de différentes couleurs par le dessin. Ensuite, il vérifie par la sériation effective pour voir la différence existant entre l'anticipation et la réalisation. Si **les enfants réussissent l'anticipation graphique légèrement plus tôt que l'anticipation effective** cela tient au fait que celle-ci n'implique pas la réversibilité. L'anticipation graphique n'est donc qu'une semi-anticipation qui se

fonde sur la reconstitution graphique selon une suite de gestes imitateurs comportant en eux mêmes une sériation. D'autres recherches ont été entreprises consistant en sériations tactilo-kinesthésiques comparées à des sériations visuelles où l'on constate encore **l'avance de l'anticipation sur la sériation effective**. Reste que la sériation opératoire est acquise vers 7-8 ans.

### - Les groupements multiplicatifs

**Les classes et les relations** (sériations ou structures d'ordre) sont les deux plus importants groupements qui se constituent vers l'âge de 7•8 ans et marquent le début des opérations concrètes portant directement sur les objets. Mais dans le courant de la période opératoire concrète (entre 7 et 11-12 ans) se constituent ce que PIAGET appelle **des groupements multiplicatifs portant sur plusieurs classifications et sur plusieurs sériations à la fois**.

La plus simple de ces structures multiplicatives est **la correspondance sériale**. En présentant aux enfants des bonhommes de grandeurs croissantes (ou décroissantes), des cannes correspondantes, des sacs à dos, on remarque que **l'enfant série en correspondance des bonhommes, les cannes et les sacs à dos correspondants, dès le niveau des opérations concrètes**.

Les classifications multiplicatives sont un peu plus difficiles et se manifestent plus tard de façon opératoire. On demande par exemple à l'enfant de classer des cercles et des carrés bleus et rouges, soit **A1 les carrés et A'1 les cercles, A2 les rouges et A'2 les bleus**. La classe B1 englobe les formes :  $B1 = A1 + A'1$ ; la classe B2 désigne les couleurs :  $B2 = A2 + A'2$ . On demande aux enfants d'effectuer un classement le plus complet possible, sachant que ce qui est visé, c'est **le tableau à double entrée suivant** :

		<b>B<sub>1</sub></b>	
		<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A'<sub>1</sub></b>
<b>B<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>A<sub>2</sub></b>	<b>A'<sub>1</sub>A<sub>2</sub></b>
	<b>A'<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>A'<sub>2</sub></b>	<b>A'<sub>1</sub>A'<sub>2</sub></b>

Ce tableau à double entrée ou **matrice** multiplie B1 par B2 réciproquement de telle manière que

$$B1 \times B2 = A1A2 + A'1A2 + A1A'2 + A'1A'2$$

On remarque que, spontanément, après 7 ans, les enfants trouvent des solutions analogues. Or, ce groupement « **marque à la fois l'achèvement de la logique des classes et le point de départ de celle des proportions et de celle des ensembles** » (E.L.O., p. 119).

Les **classifications multiplicatives** sont logiquement plus complexes que les classifications additives, mais comme elles s'appuient sur des présentations à caractère figuratif, elles sont acquises à peu près en même temps que les classifications additives, c'est-à-dire vers 7-8 ans. Le problème est donc de **dissocier le caractère figuratif du caractère opératif dans le matériel** que l'on propose aux enfants et qui prend l'aspect de matrices à -compléter. Le matériel est constitué de 14 matrices de 4 à 6 objets (dont un à déterminer) et qui sont groupés selon la forme, la couleur, la grandeur, le nombre, l'orientation (animaux dont la tête est dirigée vers la gauche ou vers la droite). On remarque que les épreuves comportant **deux qualités donnent lieu à une réussite croissante avec l'âge**, alors que les épreuves à trois qualités donnent une réussite meilleure à quatre-cinq ans qu'à 6-7 ans, avant de remonter à 8-9 ans.

**Les petits du stade figural (4-5 ans)** emploient une méthode opposée à celle des grands en ce sens **qu'ils « raisonnent moins qu'ils ne regardent et se fondent sur la configuration comme telle**, par opposition aux éléments ou objets. Choissant alors le quatrième élément en fonction **des symétries figurales** et non pas des relations conceptuelles, ils ne sont pas gênés par la présence de trois qualités au lieu de deux, **car il n'est pas plus malaisé de percevoir trois caractères que deux, tandis qu'il est moins facile de raisonner sur les trois que sur les deux**. Au contraire, la présence d'une troisième qualité renforce les symétries figurales, et ceci à tel point que ces petits de 4-5 ans, qui réussissent donc aux 50-60 % les épreuves à trois qualités n'atteignent que le 43-46 % dans les épreuves à deux qualités » (G.S.L.E., p. 158).

**Les difficultés des enfants du stade des collections non-figurales (5-6 ans)** s'expliquent donc par le fait qu'ils mêlent des procédés figuraux à de premiers éléments de raisonnement.

Les autres (8-9 ans) se fondent sur le raisonnement, résolvant le problème par ce moyen.

Afin de cerner au plus près l'apparition des procédés les plus authentiquement opératoires, PIAGET reprend la même expérience en sériant davantage les types de matrices et en proposant des figures à choix dont un nombre important identiques à ceux de la matrice.

Trois types de questions sont posés :

- trouver l'image manquante
- justifier le choix de l'image retenue
- indiquer si l'une ou l'autre des cartes non choisies irait bien ou même mieux.

L'analyse des résultats montre que **les solutions figurales décroissent à partir de 6 ans**. Il y a donc une discontinuité « entre deux sortes de solutions à résultats également corrects (par rapport aux données objectives), les unes fondées sur **les simples symétries perceptives** et les autres sur la compréhension proprement dite des **correspondances** » (G.S.L.E., p. 168).

L'idée essentielle à retenir est que, parmi les groupements qui se constituent au cours de la période des opérations concrètes. le groupement multiplicatif des classes (et des

sériations) constitue une sorte de synthèse qui prépare les opérations formelles ultérieures. S'il apparaît vers 7 ans, **ce n'est qu'autour de 8-9 ans qu'il est à 'peu près achevé'** parce qu'il repose entièrement sur des mécanismes opératoires.

### . Le nombre :

Avant sept ans, l'enfant ne parvient pas à une notion opératoire du nombre. S'il apprend verbalement la suite des nombres, **il n'accède pas à la conservation des ensembles numériques** ainsi que nous l'avons vu. Ayant mis en correspondance 5 jetons avec 5 autres jetons, il dira que l'une des rangées répartie en  $3 + 2$  fera plus que l'autre. Ou bien le nombre a changé, ou bien la quantité a augmenté. Les recherches de P. GRECO sur les structures numériques élémentaires confirment ce point. **C'est après 7 ans que l'enfant parvient à l'idée opératoire du nombre mais en s'appuyant sur deux structures opératoires qui se constituent en même temps: les structures logiques de classification et de sériation.** Par conséquent, ces deux structures conduisent à la constitution de la série des nombres entiers. Le nombre, à cet égard, peut être considéré comme **la synthèse des structures de classe et de sériation en un système unique.**

Le nombre n'est donc pas une donnée primitive correspondant à une intuition initiale, mais il se construit de façon opératoire à partir d'un niveau de non-conservation. Dans les épreuves de correspondance, il arrive un moment où psychologiquement l'enfant fait abstraction des qualités, c'est-à-dire **élimine les différences entre éléments pour n'admettre que l'équivalence entre ceux-ci.** En se trouvant en présence d'éléments ainsi équivalents (les jetons de même taille et de couleur identique), les enfants n'ont d'autre moyen pour les distinguer que de les considérer l'un après l'autre dans l'espace (rangés) et dans le temps (l'un après l'autre).

Avec l'abstraction des qualités, on assiste donc à une fusion des deux systèmes de classes et de relations en un seul système dit des nombres naturels qui lève les limitations propres aux précédents. Des recherches sur le nombre ont montré que la genèse du nombre engendre en même temps **les nombres cardinaux et les nombres ordinaux.**

Le nombre suppose donc une synthèse nouvelle, écrit PIAGET, bien que tous ses éléments soient empruntés aux « groupements » : 1) **il retient des classes leur structure d'inclusion** (1 inclus dans 2 ; 2 dans 3 ; etc.) ; 2) mais, comme il fait abstraction des qualités, pour transformer les objets en unités, **il fait aussi intervenir un ordre sérial**, seul moyen pour distinguer une unité de la suivante : 1 puis 1, puis 1, etc. (ordre spatial, temporel, ou de simple énumération). C'est alors la synthèse de cet ordre sérial des unités avec l'inclusion des ensembles résultant de leur réunion (1 inclus dans  $1 + 1$  ;  $1 + 1$  inclus dans  $1 + 1 + 1$ , etc.), qui constitue le nombre, synthèse nouvelle et originale, mais empruntant tous ses éléments aux structures plus simples des groupements logiques » (T.P.E., VII, p. 136).

Nous avons vu qu'à partir de sept ans, les actions de l'enfant devenaient **des opérations**, c'est-à-dire **des actions exécutables en pensée et réversibles.** Or, si toute opération est

une transformation d'un état A à un état B, elle suppose au moins **une propriété invariante dans le cours de la transformation**, c'est-à-dire quelque chose qui se conserve. Nous avons donc étudié les différentes conservations actuellement repérables selon les secteurs de l'activité opératoire.

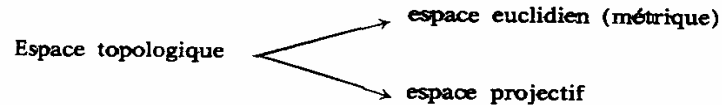
Nous avons dit, par ailleurs, que la réversibilité apparaissait dès le niveau des opérations concrètes. Mais les structures de groupements de classes et de relations qui la comportent en présentent deux formes distinctes et complémentaires: **la réversibilité par inversion et la réversibilité par réciprocity.** L'enfant applique l'une ou l'autre de ces structures ou les deux juxtaposées, mais **sans composition permettant de passer de l'une à l'autre.**

L'équilibre atteint avec le niveau des opérations concrètes est donc **un équilibre infiniment plus mobile que l'équilibre sensori-moteur** antérieur. Mais il est *limité aux opérations sur le réel*. En effet, l'équilibre atteint par la pensée concrète présente encore un champ relativement restreint et demeure, par conséquent, **instable aux frontières de ce champ** (...). Les opérations sont notamment restreintes par le contenu sur lequel elles s'appliquent (L.E.L.A., p. 128).

Au regard de la période opératoire concrète, il apparaît que la période pré-opératoire est plutôt définie **négativement : absence de conservations, de réversibilité, collections figurales ou non figurales par absence de classification, pas de sériations, etc.** Par rapport à la richesse des descriptions concernant l'intelligence sensori-motrice et la période opératoire concrète, elle paraît assez pauvre. Cela tient au peu de recherches qui ont été entreprises à ce sujet. Comme nous n'en pouvons rien dire, remarquons simplement qu'il ne faudrait pas croire que l'intelligence sensorimotrice est définitivement acquise et qu'elle cesse de ce fait de continuer à se développer au cours de la période considérée. Bien au contraire ! Appelée diversement selon les auteurs : **intelligence des situations** (WALLON) ou **intelligence pratique** (REY et d'autres), elle poursuit une ligne de développement que l'on a tendance à négliger depuis les travaux de PIAGET. Bien des acquisitions sont à mettre au compte de cette intelligence dite pratique notamment en ce qui concerne la résolution de problèmes. La possibilité de construire des instruments pour atteindre des objets éloignés, ou pour retirer un objet placé dans un bocal et n'en pouvant sortir par tout moyen ordinaire (expériences de REY), ou, plus généralement pour structurer l'instrument (travaux de P. MOUNOUD), ou la capacité de résoudre des problèmes de mécanique, n'apparaissent qu'à 4 ans, 6 ans, ou même quelquefois plus tard. Il y a donc là tout un secteur de l'activité dont le développement n'est pas très connu et qui peut donner lieu à des recherches multiples et variées. Et il y a fort à parier que les conservations dont nous avons parlé sont acquises beaucoup plus tôt, **au niveau des activités pratiques.** Les deux aspects continuité et discontinuité dans le développement génétique trouvent là une illustration nouvelle pour autant qu'un changement de niveau, tel que le passage du sensori-moteur au représentatif, signifie certes intégration et dépassement du niveau antérieur, mais **aussi conservation et développement de celui-ci dans ses caractéristiques initiales.**

#### 4. L'Espace

PIAGET relit ses observations premières sur l'espace sensori-moteur et montre que ce lui-ci se développe **à partir d'une espace topologique vers un espace qui devient à la fois projectif et euclidien**. D'où le schéma :



La topologie constitue le chapitre le plus élémentaire de la géométrie. Elle ignore les droites, les distances, les angles, etc., et ne porte que **sur les corps élastiques et déformables** mais sans déchirures ni recouvrements. Ces caractères s'appliquent bien à l'espace primitif du jeune enfant qui est fait de telles déformations mais où quelques propriétés se remarquent néanmoins. Ainsi l'espace enfantin des deux premiers stades de l'intelligence sensori-motrice est topologique.

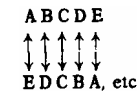
En effet, **les divers espaces sensoriels ne sont pas coordonnés entre eux**. Il n'y a pas de constance perceptive des formes ou des grandeurs et l'objet solide n'a aucune permanence. Mais, par la succion, le toucher, la vision de taches lumineuses, l'enfant peut appréhender perceptivement des rapports de voisinage, de séparation, d'ordre ou de succession temporelle, d'entourage, d'enveloppement, de continuité. Si donc, psychologiquement, l'espace enfantin se fait et se défait, il comporte néanmoins un certain nombre de propriétés. Aux stades 3 et 4 de l'intelligence sensori-motrice où la coordination entre la vision et la préhension est acquise, **on voit s'élaborer, jusqu'à douze mois, simultanément l'espace euclidien et l'espace projectif**. L'enfant acquiert la constance de l'objet (**objet permanent**) et par conséquent la constance des formes, des volumes, des figures, etc. En même temps, il se situe lui-même dans un espace homogène par **un effort de décentration par rapport au point de vue propre** qui cesse d'être absolu. La position du sujet dans l'espace devient relative aux cadres de référence. En d'autres termes, les figures euclidiennes se constituent **par la constance des dimensions de l'objet** demeurant relativement invariantes au cours des déplacements. Les figures projectives se construisent aussi par la coordination des points de vue sur l'objet ou la coordination des perspectives, d'où l'établissement de la constance de la forme et de la grandeur. C'est enfin aux 5<sup>e</sup> & 6<sup>e</sup> stades de l'intelligence sensori-motrice que débute l'espace représentatif (entre le onzième et le vingt quatrième mois).

Génétiquement donc, en ce qui concerne l'intelligence sensori-motrice, **l'espace topologique est le premier à se constituer**. De lui dérivent et l'espace métrique ou euclidien et l'espace projectif. Ceux-ci se construisent **parallèlement l'un à l'autre**. Ils sont à la fois distincts et solidaires.

**Cet ordre génétique se reproduit au niveau de la représentation grâce à des moyens supérieurs**. Entre **deux et sept ans** domine **l'espace topologique**. A partir de sept ans se constituent ensemble et en parallèle l'espace métrique ou euclidien et l'espace projectif.

PIAGET effectue un grand nombre d'expériences pour étudier les différents aspects de l'espace topologique chez le jeune enfant. Il appréhende en particulier **les rapports topologiques les plus simples**, tels que le voisinage et la séparation, dans l'espace graphique du dessin spontané, **dans la copie de figures géométriques**. A partir de quatre ans, l'enfant distingue les formes rectilignes et les formes curvilignes, puis le carré, le rectangle, le triangle et l'ellipse, puis, peu à peu, apparaît, vers cinq-six ans, le losange. C'est à sept ans que toutes les épreuves de copie de figures sont réussies.

**La notion d'ordre** qui constitue une troisième intuition topologique est étudiée avant celle d'enveloppement car, selon PIAGET, « **la relation « entre »**, qui exprime un enveloppement à une dimension, est elle-même une relation d'ordre (B situé entre A et C dans la suite ABC) ». Il demande alors à l'enfant de **reproduire un ordre linéaire** : enfiler des perles de couleurs différentes sur une tige dans un ordre identique au modèle. Il demande également de **traduire un ordre cyclique en un ordre linéaire simple** en faisant correspondre aux 7 à 9 perles d'un collier de perles de mêmes couleurs, 7 à 9 perles sur une tige rigide, ou bien à traduire l'ordre inverse d'une série de perles selon le rapport :



**Avant quatre ans, il n'y a aucune correspondance**. Après cet âge, on remarque une correspondance d'éléments mais **sans respect de l'ordre de placement**, puis, ensuite, apparaissent quelques couples selon le principe du voisinage, mais sans coordination entre eux. Entre 4 et 6 ans, **on assiste à une mise en correspondance optique**, c'est-à-dire par mise en correspondance des objets en regard les uns des autres. **Mais aussitôt que le dispositif ne permet plus cette mise en correspondance visuelle, le sujet ne peut plus reproduire l'ordre**. La relation « entre » n'est pas du tout comprise. Puis, vers le milieu de cette période, une grande mobilité se fait jour dans les correspondances d'ordre qui deviennent possibles **sans identité de configuration perceptive entre le modèle et la copie**. Si l'ordre cyclique peut être traduit en ordre linéaire, l'inverse se constitue par tâtonnement mais sans sûreté.

**A partir de 6-7 ans**, les correspondances prennent un caractère opératoire. **L'ordre inverse est construit grâce à la réversibilité de la pensée** ; un collier en forme de 8 peut être traduit en ordre linéaire ce qui n'était pas possible auparavant. Toutefois les rangées espacées constituent une difficulté qui néanmoins est assez vite surmontée. Les rapports d'enveloppement sont étudiés à l'aide de nœuds : on présente à l'enfant un nœud ordinaire (nœud plat, etc.) et on lui demande de faire la même chose avec une ficelle. La forme des nœuds est de plus en plus complexe, mais respecte toujours les rapports d'enveloppement. L'étude des notions de point et de continu termine l'appréhension des aspects de l'espace topologique chez l'enfant.

C'est donc à partir de l'âge de 5 ans que l'enfant accède à l'espace métrique ou euclidien et à l'espace projectif. La différence qui sépare les rapports topologiques des rapports projectifs tient au **mode de coordination des figures entre elles** » (R.E., p. 183). « Dans l'espace topologique, les relations de voisinage, de séparation, d'ordre, d'enveloppements et de continuité se constituent de proche en proche entre éléments d'une même figure ou d'une même configuration structurée par elles, et sont indépendantes de l'étirement ou de la contraction des formes en jeu, lesquelles ne comportent, par conséquent, de conservation ni des distances, ni même des droites, angles, etc. Ces **relations topologiques** ne conduisent donc nullement à la construction de systèmes d'ensemble réunissant une multiplicité de figures en fonction soit d'un jeu de perspectives soit d'axes de coordonnées, et c'est bien pourquoi elles sont psychologiquement élémentaires » (R.E., p. 183). L'espace topologique est donc **intérieur à la figure**, il exprime les propriétés intrinsèques. Cet espace n'est donc pas un espace total englobant toutes les figures. La construction de l'espace commence donc par la constitution des **objets eux-mêmes** avec leur espace intérieur avant de s'étendre jusqu'aux relations des objets entre eux dans un cadre plus vaste ou espace proprement dit.

« Avec l'espace projectif et euclidien, **le problème est au contraire de situer les objets et leurs configurations les uns par rapport aux autres**, selon des systèmes d'ensemble consistant, soit en **projections ou perspectives**, soit en « coordonnées » dépendant de certains axes ( ... ).

**L'espace projectif** débute donc lorsque l'objet ou sa figure ne sont plus envisagés en eux-mêmes, mais **selon un point de vue** : point de vue du sujet, point de vue d'autrui. Il suppose donc une coordination entre objets distincts les uns des autres sur le plan spatial.

**L'espace euclidien** qui, comme l'espace projectif, dérive de l'espace topologique, se construit **en parallèle** avec l'espace projectif. Il coordonne les objets entre eux **par rapport à un cadre d'ensemble ou par rapport à un système de référence stable** exigeant dès le départ la conservation et des surfaces et des distances. En outre, il existe des points de passage de l'espace projectif à l'espace euclidien.

### a) L'espace projectif

Si donc l'espace représentatif devient opératoire et situe les objets dans un système d'ensemble consistant en projections ou perspectives et en coordonnées selon certains axes, « la manifestation la plus simple de la recherche d'une organisation d'ensemble reliant les objets spatiaux entre eux selon des systèmes soit de points de vue projectifs, soit de coordonnées, est **la découverte de la droite représentative** » (R.E., p. 185). Cette dernière est loin d'être élémentaire. L'enfant, en effet, sait bien reconnaître une droite perceptivement, depuis longtemps, **mais la percevoir est une chose, se la représenter ou la construire mentalement au plan représentatif en est une autre**. A l'aide d'expériences très pertinentes vérifiées au Canada par LAURENDEAU et PINARD, PIAGET montre que c'est à 7 ans que la droite projective est construite de façon opératoire selon la technique de la visée.

On donne à l'enfant de petites allumettes fichées sur une base de pâte à modeler que l'on place sur des surfaces rectangulaires ou circulaires. On raconte une histoire où il sera question de **jouer à l'installation de lignes téléphoniques ou électriques**. On place le premier et le dernier poteau, près du bord, en sécante sur le cercle et en sécante sur le rectangle de façon que l'un se trouve sur un côté et l'autre sur un autre. Curieusement, **les petits suivent le bord des surfaces** et ce n'est qu'à sept ans que, quelle que soit la disposition des deux extrémités, **les poteaux intermédiaires se répartissent selon une ligne tout à fait droite**. Par conséquent, contrairement à ce que croyait la géométrie élémentaire, **il n'y a pas d'intuition primitive de la ligne droite**.

La découverte de la perspective est imputable à **une différenciation et à une coordination réunies des points de vue** qui atteste d'un détachement à l'égard de l'objet, doublé d'une prise de conscience du rapport qui le lie au sujet. La différenciation des points de vue est nette vers 5-7 ans, mais c'est vers 8-9 ans que la perspective intervient systématiquement dans le dessin.

La coordination des perspectives entre plusieurs objets a été étudiée avec l'expérience des trois montagnes.

D'autres expériences enfin consistent à opérer mentalement une section dans des volumes (cube, pyramide, cône, etc.) selon des inclinaisons différentes (parallèle à la base, transversale, à 75°, etc.) et à dessiner la surface de coupe que l'on obtiendrait. C'est entre 7 et 8 ans que les enfants y parviennent de même qu'ils sont capables aux mêmes âges du dépliement des mêmes volumes mais réalisés en carton collé bord à bord.

### b) Passage de l'espace projectif à l'espace euclidien

Corrélativement à la construction des points de vue (espace projectif), il se construit une coordination des objets comme tels aboutissant à l'espace euclidien : la construction des parallèles, des angles, des proportions ou similitudes effectuant la transition entre les deux. Pour PIAGET, « **les coordonnées de l'espace euclidien ne sont pas autre chose**,

**en leur point de départ, qu'un vaste réseau étendu à tous les objets** et consistant en relations d'ordre appliquées aux trois dimensions à la fois. Chaque objet situé dans ce réseau est donc coordonné par rapport aux autres selon les trois ordres de rapports simultanés : gauche x droite, dessus x dessous et devant x derrière, le long de lignes droites parallèles entre elles quant à l'une de ces dimensions et se croisant à angle droit avec celles orientées selon les deux autres » (R.E., p. 444). C'est pourquoi une étude pour savoir **à quel moment la verticale et l'horizontale se constituent** s'imposait.

L'étude de la verticale et de l'horizontale s'effectue dans les conditions suivantes :

1/ *verticale* : sur un flotteur en liège, on plante verticalement une allumette et on dépose le tout dans un bocal à demi-rempli d'eau en demandant à l'enfant de prévoir la position de l'allumette selon l'inclinaison.

- Dans le bouchon d'un bocal circulaire, on fixe un fil à plomb : prévoir l'inclinaison de celui-ci selon l'inclinaison correspondante du bocal.

- sur une « montagne » en pâte à modeler planter des allumettes figurant des arbres.

2/ *horizontale* : un bocal carré à demi rempli d'eau et un bocal ballon à demi rempli d'eau. On fait constater l'inclinaison du bocal par rapport à la surface du liquide, on enveloppe le bocal dans un morceau d'étoffe ne laissant passer que le bouchon et on demande à l'enfant, selon les inclinaisons, de **dessiner sur des figures toutes prêtes quelle est l'inclinaison de la surface du liquide**.

Jusqu'à 4-5 ans, il n'y a **ni horizontale, ni verticale**. Entre 5 et 6 ans, **la surface de l'eau est parallèle à la base du bocal** sans compréhension de l'inclinaison et les arbres sont plantés perpendiculairement aux flancs de la montagne. Entre 6 et 7 ans, on assiste à **un déplacement de l'eau dans la direction de l'inclinaison, mais sans parallélisme** : c'est un compromis entre deux positions planes de la surface. Puis, peu à peu, le niveau de l'eau cesse d'être conçu comme parallèle à la base du bocal. Il y a déjà **une dissociation entre la base du bocal et l'horizontale ou la verticale**. C'est entre 7 et 8 ans **que l'horizontale et la verticale sont réellement découvertes**. Mais c'est à partir de 9 ans seulement que l'horizontale et la verticale sont appliquées systématiquement et logiquement à toutes les situations.

### c) L'espace métrique et euclidien

« L'espace métrique ou euclidien repose sur la notion du déplacement représenté dans **un espace à trois dimensions structuré par un système de coordonnées** » (G.S., p. 11). L'étude des déplacements conduit à la mesure. Il apparaît alors que celle-ci n'est possible qu'intégrée dans un système de coordonnées. Pour qu'il y ait mesure, il faut qu'il y ait itération (ou déplacement) d'une unité sur la chose à mesurer, d'où **la nécessité de la conservation des longueurs durant la mesure**. Mais la conservation des longueurs repose elle-même sur celle des distances acquises à partir de 7 ans. La métrique toutefois n'est pas à une seule dimension ; elle s'étend, selon les cas, à 2 ou à 3 dimensions. C'est

pourquoi PIAGET étudie les coordonnées rectangulaires, les angles, etc. (mesure des angles, des triangles, somme des angles du triangle, etc.), problèmes infiniment plus difficiles et qui nous conduisent bien souvent au seuil du niveau formel. Enfin, la conservation des surfaces acquise vers 7 ans se complète par la conservation des volumes spatiaux à partir de 9 ans.

## 5. CONCLUSION

Nous avons pu remarquer que la reconstruction des structures du niveau sensori-moteur au plan de la représentation demandait **une période de temps infiniment plus longue**, en même temps qu'elle apparaissait infiniment plus complexe. La période préopératoire est **une préparation à l'avènement des opérations**. Elle se caractérise négativement par toutes les absences signalées : absence de conservations, absence de réversibilité, et, positivement, par l'exaltation de la pensée symbolique, du jeu, de la fantaisie, etc.

Pour ce qui est des structures du niveau des opérations concrètes, nous pouvons remarquer qu'à partir de sept ans **l'infra-logique se dissocie du logico-mathématique** jusque-là confondus. L'opératif qui recouvre l'infra-logique et le logico-mathématique nourrit des rapports avec le figuratif.

Le plus souvent, la représentation ou pensée s'accompagne d'images. Quel est leur rôle ? C'est à répondre à cette question que PIAGET et ses collaborateurs se sont attachés dans un ensemble d'études rassemblées dans « L'image mentale chez l'enfant ». Il apparaît que **l'image est nécessaire pour la représentation des états, mais qu'elle est insuffisante pour la compréhension des transformations**.

## BIBLIOGRAPHIE

Paragraphes 1 et 2.

Piaget, J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant*, Delachaux et Niestlé (abrégé : F.S.).

Piaget, J. (1956). *Psychologie de l'intelligence*, A. Colin.

Piaget, J. (1963). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Delachaux et Niestlé (abrégé : N.I.).

Piaget, J. (1966). *La psychologie de l'enfant*, P.U.F. (abrégé : P.E.).

Piaget, J. (1969). *Psychologie et pédagogie*, Médiations (abrégé : Ps.P.).

Piaget, J., & Inhelder, B. (1963). Les opérations intellectuelles et leur développement. In P. Fraisse et J. Piaget (Eds). *Traité de Psychologie Expérimentale* (chap. XXIV, tome VII). Paris : P.U.F. (abrégé : T.P.E. VII).

Paragraphe 3 et 4.

Bang, V., & Lunzer, E. (1965). *Les conservations spatiales* ; In Études d'épistémologie génétique (E.E.G.), XIX, P.U.F.

Gréco, P. (1972). Opérations et structures intellectuelles. In Encyclopaedia Universalis. Paris : 4e éd., tome VI, p. 217 (abrégé : E.U.).

Inhelder, B. (1963). *Le diagnostic du raisonnement chez les débiles mentaux*. Delachaux et Niestlé (abrégé : D.R.).

Inhelder, B., Piaget, J., & Szeminska, A. (1948) La géométrie spontanée de l'enfant. Paris : P.U.F. (abrégé : G.S.), rééd. 1974.

Morf, A. Smedslund, J., Bang, V., & Wohlwill, J.F. (1959). *L'apprentissage des structures logiques*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, tome IX, Paris : P.U.F.

Piaget, J., & Grize, B. (1972). *Essai de logique opératoire*. Paris : Dunod (abrégé : E.L.O.).

Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : P.U.F. (abrégé : R.E.).

Piaget, J., & Inhelder, B. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*. Paris : P.U.F. (abrégé : L.E.L.A.).

Piaget, J., & Inhelder, B. (1959). *La genèse des structures logiques élémentaires*. Delachaux et Niestlé (abrégé : G.S.L.E.).

Piaget, J., & Szeminska, A. (1964). *La genèse du nombre chez l'enfant*, Delachaux et Niestlé : 3e éd (abrégé : G.N.).

#### *Autres références non-citées*

Bang, V., Grize, Hatwell, Piaget, J., Seagrim, Vurpillot, (1964). *L'épistémologie de l'espace*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° XVIII. P.U.F.

Beth, Piaget, J. (1961). *Épistémologie mathématique et psychologie*, In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° XIV. P.U.F.

Dolle, J.M. (1973). *La genèse de la représentation chez l'enfant d'après Jean Piaget*, *La Pensée*, n° 168, avril.

Goustard, Gréco, P., Matalon, Piaget, J. (1959). *La logique des apprentissages*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° X. P.U.F.

Gréco, P., Grize, Papert, Piaget, J. (1960). *Problèmes de la construction du nombre*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° XI. P.U.F.

Gréco, P., Morf (1962). *Structures numériques élémentaires*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° XIII. P.U.F.

Gréco, P., Piaget, J. (1959). VII - *Apprentissage et connaissance*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° VII. P.U.F.

Laurendeau, M., & Pinard, A. (1968). *Les premières notions spatiales de l'enfant*, Delachaux et Niestlé.

Morf, Smedslund, Vinh Bang, Wohlwill (1959). *L'apprentissage des structures logiques*. In J. Piaget (Ed.), *Études d'épistémologie génétique*, n° IX. P.U.F.

Mounoud, P. (1970). *Structuration de l'instrument chez l'enfant*, Delachaux et Niestlé.

Mounoud, P. (1972). *Le développement des systèmes de représentation chez l'enfant*. *Bulletin de Psychologie*, XXV, pp. 261-272.

Mounoud, P. (1973). *Les conservations physiques chez le bébé*, *Bulletin de Psychologie*, 312, XXVII, pp. 722-728.

Mounoud, P. (1974). *La construction de l'objet par le bébé*, *Bulletin d'audiophonologie*, Besançon, 1974, 4<sup>e</sup> année, pp. 419-438.

Piaget, J. (1961). *Les mécanismes perceptifs*. Paris : P.U.F..

Piaget, J. (1963). *La construction du réel chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé.

Piaget, J. (1967). *Logique et connaissance scientifique*. La Pléiade.