

# **l'équilibration suffit-elle à guider la coordination des actions ?**

Jacques LAUTREY <sup>1</sup>

La grande énigme du développement cognitif est la nouveauté. Quels mécanismes peuvent en effet expliquer que certaines capacités, faisant jusque là défaut à l'enfant, apparaissent à un moment déterminé ? Les réponses le plus souvent données à cette question écartent le problème en niant qu'il y ait réellement nouveauté. Pour certains, l'organisation du comportement qui se manifeste à un moment donné du développement était génétiquement programmée et a seulement été différée (maturation, prénance des apparences, etc.). Pour d'autres, elle reflète l'organisation de l'environnement, que l'enfant intègre progressivement (le délai s'expliquant alors par le temps nécessaire à l'accumulation de l'expérience). L'originalité de la théorie de PIAGET est de rejeter à la fois ces interprétations innéistes et empiristes, pour se confronter avec l'explication de la nouveauté. Pour PIAGET, les structures cognitives procèdent d'une construction dont la source est à chercher dans les processus d'autorégulation — ou d'équilibration — qui gouvernent les actions du sujet et en provoquent la coordination progressive. Le rôle dévolu au processus d'équilibration dans la théorie est donc central. Il est aussi exclusif. Les informations tirées de la perception, de l'imitation, de l'imagerie mentale, fournissent un support indispensable aux opérations issues de la coordination des actions, mais elles n'en guident pas la construction.

C'est au contraire la structuration de ces aspects figuratifs de la connaissance qui est subordonnée à la construction des opérations. Dans la théorie, l'équilibration est donc à la fois nécessaire et suffisante pour guider la construction des structures cognitives. Or, si le processus d'équilibration nous paraît effectivement nécessaire pour rendre compte de l'émergence des structures cognitives — en quoi nous adhérons à l'alternative constructiviste ouverte par PIAGET — nous doutons qu'il y suffise. C'est du moins le point de vue que nous essaierons de défendre ici.

Notre doute tient d'abord à une difficulté sur laquelle les versions successives du modèle de l'équilibration paraissent achopper.

Le premier modèle détaillé du processus d'équilibration est celui qui fut publié dans le tome II des *Études d'épistémologie génétique* (PIAGET, 1957). Cette version, qui porte la marque de l'engouement de l'époque pour la théorie des jeux, rend compte du développement cognitif comme d'une succession de stratégies dont chacune devient la plus probable après que la précédente ait eu lieu. Ainsi observe-t-on au cours de la période des opérations concrètes quatre stratégies successives :

---

1. Laboratoire de psychologie différentielle, 41, rue Gay-Lussac, 75005 Paris. Ce travail a partiellement utilisé les moyens qui sont mis à notre disposition par l'Université René Descartes, l'École Pratique des Hautes Études (3<sup>e</sup> Section), le Conservatoire National des Arts et Métiers (I.N.O.P.), et le C.N.R.S. (ERA n° 79).

1) Centration sur l'un de deux caractères opposés (A) d'une configuration (par exemple la hauteur du niveau dans le cas d'un transvasement de liquide).

2) Centration sur l'autre des deux caractères (B) jusque là négligé (dans ce cas, la largeur du récipient).

3) Début de composition entre les deux caractères opposés A et B de la configuration (qui peut être inférée de la fluctuation des réponses « plus », « moins », ou « autant »).

4) Coordination compensatrice des deux caractères opposés A et B de la modification (qui, dans le cas des transvasements, conduit le sujet à considérer la conservation comme nécessaire).

Ces quatre stratégies sont très générales, et s'appliquent de la même manière aux autres opérations concrètes. Dans le cas de la sériation, les caractères A et B sont les relations « plus grand que » et « plus petit que » ; dans le cas de la classification, ce sont les actions de réunion et de dissociation. Le problème auquel s'attaque cette première version du modèle de l'équilibration, est d'expliquer pourquoi la stratégie 1 est d'abord la plus probable, et doit donc apparaître la première, et pourquoi celle-ci ayant été mise en œuvre, la stratégie 2 devient à son tour la plus probable, et ainsi de suite...

PIAGET n'a pas de peine à montrer que la centration sur un seul des deux caractères est plus probable que l'attention portée aux deux à la fois. Si la probabilité d'une centration sur A est de  $p$ , et sur B de  $p'$ , la probabilité d'une centration sur les deux à la fois est de  $p \cdot p' < p$  et  $p \cdot p' < p'$  (2). On peut aussi admettre, bien que cela soit moins évident, que lorsque les stratégies 1 et 2 ont eu lieu un certain nombre de fois, c'est-à-dire lorsqu'il y a eu alternance des centrations sur A et B, la centration sur A et B à la fois devienne plus probable. Par contre, nous avouons n'avoir jamais compris pourquoi la mise en œuvre de stratégie 1 augmenterait la probabilité d'occurrence de la stratégie 2. Il n'y aurait rien là de trop gênant si les probabilités de centration de A et de B étaient équivalentes, mais c'est rarement le cas. Lors du transvasement d'un liquide par exemple, la centration sur la seule hauteur du niveau d'eau est massivement plus fréquente que la centration sur la seule largeur. Si la centration sur la hauteur n'augmente pas la probabilité d'une centration sur la largeur, l'éventualité de centrations successives sur la hauteur et la largeur est elle-même peu probable. PIAGET a envisagé cette difficulté, puisqu'il a consacré un passage à prévenir l'objection en avançant deux raisons susceptibles d'expliquer une augmentation de la probabilité d'occurrence de la stratégie 2 : « *pour un corps comprenant des A et des B, le sujet peut débiter par des A et s'y attacher un certain temps, mais, même si  $p_A > p_B$  il y a peu de chances pour qu'il n'aperçoive jamais les B s'il est actif et explore réellement les configurations présentées : la probabilité d'une centration sur B s'accroît donc au cours même du déroulement des conduites, soit parce que le sujet se trouve tôt ou tard insatisfait de porter toujours le même jugement (sans pouvoir contrôler l'augmentation ou la diminution continues de quantité, etc. qu'il attribue à l'objet), soit parce que la succession des présentations crée des effets de contraste ou des effets sérieux qui attirent l'attention sur l'autre caractère négligé jusque là* » (1957, p. 66). Mais pourquoi le sujet serait-il « *tôt ou tard insatisfait de porter toujours le même jugement* » puisqu'il ne se heurte à aucun démenti empirique (du moins dans la conservation de la quantité, mais il se trouve précisément que cette conservation apparaît la première). Quant aux effets de contraste, sont-ils si nombreux dans l'expérience des enfants qui ne fréquentent pas les laboratoires de psychologie ? Les deux raisons qu'invoque cette version du modèle de l'équilibration pour expliquer la nécessité du passage de la centration sur A à la centration sur B paraissent faibles, et d'un autre niveau que le reste du modèle. Ce modèle n'a du reste pas convaincu PIAGET lui-même puisqu'il a éprouvé le besoin de lui en substituer un autre plus récemment (PIAGET, 1975).

---

2. Si la probabilité de la stratégie 3 est faible, elle n'est cependant pas nulle. Autrement dit, le modèle probabiliste tolère que certains sujets soient directement fluctuants sans passer par la non conservation franche, ce qui est assez inhabituel dans le système piagétien.

La version de 1975 confère un rôle central aux régulations, et intègre les apports des travaux sur la contradiction et sur la prise de conscience. Le nouveau modèle repose sur deux postulats qui ont statut d'hypothèses générales tirées de l'examen des faits :

1) « *Tout schème d'assimilation tend à s'alimenter, c'est-à-dire à s'incorporer les éléments extérieurs à lui et compatibles avec sa nature.*

2) « *Tout schème d'assimilation est obligé de s'accommoder aux éléments qu'il assimile, c'est-à-dire de se modifier en fonction de leurs particularités, mais sans perdre pour autant sa continuité (donc sa fermeture en tant que cycle de processus interdépendants), ni ses pouvoirs antérieurs d'assimilation.* »

Quant aux déséquilibres qui jouent le rôle de déclenchement dans le processus de construction de nouveaux schèmes, ils tiennent au primat initial des affirmations et des caractères positifs des objets ou opérations sur les négations, construites secondairement (l'absence d'un objet ne peut être perçue que secondairement et l'action est d'abord centrée sur le but à atteindre et non sur l'éloignement à partir de son point d'origine). Les caractères ainsi négligés jouent le rôle de perturbations qui font obstacle aux assimilations et s'opposent donc à la fermeture du cycle de processus en cours. Ces perturbations sont de deux sortes. D'abord celles que l'on pourrait dire « en relief » : résistances de l'objet, obstacles aux assimilations réciproques entre schèmes. Ces perturbations s'opposent aux assimilations et donnent lieu à des feed-back négatifs entraînant des corrections de l'action initiale. Ensuite, les perturbations que l'on pourrait dire « en creux » : les lacunes qui laissent les besoins insatisfaits et sont donc toujours relatives à un schème d'assimilation déjà activé. Celles-là tiennent à l'insuffisante alimentation d'un schème (cf. postulat 1) et donnent lieu à des feed-back positifs entraînant le prolongement de l'activité assimilatrice de ce schème. A la trajectoire linéaire de l'action, les feed-back positifs et négatifs ajoutent donc des rétroactions et des trajets en boucles qui sont la source de la réversibilité opératoire: Quant aux compensations qui résultent de ces régulations, elles fondent la construction de nouvelles structures cognitives, capables de rendre compte solidement des transformations et des conservations. Dans ce nouveau modèle, le passage d'une étape du développement à une autre tient donc aux régulations qu'enlènent les perturbations, elles-mêmes dues aux résistances des objets ou aux obstacles aux assimilations réciproques entre schèmes. Ceci confère aux résistances du réel un rôle qu'elles n'avaient pas avec le modèle probabiliste et lève un certain nombre d'objections qui pouvaient être faites à ce dernier, mais en suscite d'autres. Quelles sont en effet les perturbations qui peuvent expliquer le passage des centrations sur A aux centrations sur B ? L'exemple de la conservation est particulièrement choisi pour revenir sur cette question, puisque dans cette conduite, les observables négligés ne paraissent précisément pas perturber le sujet. L'enfant non conservant est prêt à convenir que le verre où l'eau monte plus haut est aussi moins large, sans que sa conviction sur l'inégalité des quantités soit entamée pour autant. Il n'est pas davantage troublé lorsqu'on lui fait constater qu'il y a toujours la même chose lorsque le liquide est remis dans le verre d'origine. Le modèle résoud cette difficulté en faisant appel à l'inconscient cognitif. L'élément non centré serait en réalité perçu, mais refoulé. « *En fait, si le schème retient certains caractères ou objets, c'est en vertu de processus et d'une organisation internes qui les rend assimilables mais qui, par le fait même, exercent une pression négative sur les éléments écartés. Cette pression est alors comparable à une sorte de refoulement dû, non pas à des contradictions entre sentiments comme le refoulement affectif, mais à des formes cognitives de contradiction ou d'incompatibilités, telles que, par exemple, l'allongement d'un boudin, conçu d'une certaine manière exclue son amincissement, etc.* ». (PIAGET, 1975, p. 140). Reste alors à expliquer pourquoi l'élément refoulé cesse de l'être à un certain moment, et sur ce point, la réponse ne nous paraît pas plus convaincante que celles du précédent modèle : « *Il va de soi que le passage de l'état initial, avec éléments valorisés et d'autres écartés, à l'état final, où tous deux (ou les anciens, plus certains des nouveaux) sont retenus et conceptualisés sur un pied d'égalité, sera assuré par des régulations de type normal : puisqu'il ne s'agit plus simplement de combler des lacunes, mais de lever les répressions des éléments*

*jusque là écartés*, la perturbation sera constituée par le pouvoir naissant des éléments qui tendent à pénétrer dans le champ des observables reconnus, *et la compensation consistera alors à modifier ces derniers jusqu'à acceptation possible* » (p. 141) (3). Nous partageons à propos de cette explication, le trouble exprimé par A. SZEMINSKA : « *J'avoue mon trouble : s'il y a des éléments qui tendent à entrer, alors c'est plus que du matérialisme et du réalisme. Je crois, par conséquent, que quelque chose est sous-entendu là que probablement je n'ai pas compris, et c'est la question que je pose* ». (in INHELDER et al., p. 120). Ce n'est pas tant l'invocation d'un inconscient cognitif qui nous gêne ici, que le caractère irréfutable de l'explication.

Plus généralement, ce modèle de l'équilibration nous paraît inégalement adapté à l'explication de deux moments distincts du développement. La conception qu'il propose peut en effet s'appliquer de manière cohérente à ce qui se passe une fois que deux centrations ont été mises en relation par le sujet. Le jeu des rétroactions et des anticipations qui les relient fournit alors une base crédible à un processus d'équilibration progressive. Par contre, et c'est seulement sur ce dernier point que nous avons mis l'accent ci-dessus, les versions successives du modèle n'apportent pas d'explication convaincante des raisons pour lesquelles le sujet qui se centre sur A et néglige B, va à un certain moment centrer B et lier les deux caractères. Pour rendre compte de ce qui se passe dans cette phase, les deux modèles de l'équilibration doivent être sollicités à la limite de leur élasticité. Or à cette « lacune » du modèle correspond précisément une « résistance » des faits expérimentaux.

Sur l'interprétation de la genèse de la notion de conservation, on se souvient de la controverse qui a opposé BRUNER à PIAGET. Avant de faire état de travaux récents qui font rebondir ce débat, il faut en rappeler l'essentiel. Pour BRUNER (1966), l'origine de la notion de conservation est à chercher dans une sorte de sens primitif de l'identité qui « *soit est inné, soit se développe bien avant que l'enfant soit actif dans la manipulation d'objets* ». PIAGET aurait occulté ce fait en mêlant dans la notion de conservation deux concepts distincts : la conservation de l'identité (est-ce encore la même chose ?) et la conservation de l'équivalence (est-ce encore la même quantité ?). Pour distinguer ces deux concepts, BRUNER propose à des enfants de cinq ans une expérience dans laquelle l'eau où flotte un canard est transvasée dans des récipients de formes différentes. Deux questions distinctes sont alors posées aux enfants : a) le canard a-t-il toujours « la même eau » que dans le récipient précédent ? (conservation de l'identité) b) le canard a-t-il maintenant plus, moins, ou autant d'eau pour nager ? (conservation de l'équivalence). Or tous les enfants qui conservent l'équivalence conservent l'identité, tandis que la réciproque n'est pas vraie. Ceci conforte BRUNER dans l'idée que la conservation de l'identité est un préalable à la conservation de l'équivalence (mais ne suffit évidemment pas à le démontrer). La non conservation de l'équivalence tiendrait alors à la « séduction perceptive » de la hauteur du niveau d'eau et pourrait être évitée en supprimant les indices perceptifs trompeurs. C'est ce que cherche à montrer la fameuse expérience dans laquelle le transvasement de liquides d'un verre standard dans des récipients de formes différentes, se fait derrière un écran masquant le niveau d'eau, mais permettant toutefois d'apercevoir le haut des récipients et donc d'en voir les dimensions. Après le transvasement, on demande à l'enfant s'il y a encore la même quantité d'eau, et on lui demande aussi d'anticiper le niveau auquel l'eau va monter. Lorsque les indices perceptifs sont ainsi masqués, la quasi-totalité des enfants pense, dès quatre ans, que le transvasement dans un verre de dimensions différentes a conservé la quantité de liquide. Certains d'entre eux, surtout parmi les plus jeunes, reviennent à un jugement de non conservation lorsqu'ensuite on leur montre les niveaux d'eau, mais l'apprentissage réalisé grâce au masquage permet des progrès spectaculaires entre prétest et post-test dès l'âge de cinq ans. Nous ne nous étendrons pas sur les considérations théoriques par lesquelles BRUNER explique ce fait. Il suffira d'indiquer que le masquage des indices perceptifs faciliterait à l'enfant le passage d'un système de représentation « iconique », prépondérant à cet âge, à un système

---

3. Souligné par nous.

de représentation « symbolique » (ici le langage), plus adapté à l'expression de la notion de conservation. La compensation et la réversibilité, qui sont au centre de l'explication piagétienne de la genèse de la notion de conservation sont ici secondaires. La preuve en serait que certains sujets invoquent les variations inverses de la largeur et de la hauteur, ou bien le retour à l'égalité qui résulterait du transvasement inverse, sans être conservants pour autant.

Sur ce dernier point, PIAGET reproche à BRUNER de confondre compensation et covariation, ainsi que réversibilité et renversabilité. Mais l'essentiel de son interprétation des conservations observées par BRUNER s'appuie sur une expérience réalisée avec des enfants de 4 à 8 ans, dans le cadre des recherches sur l'image mentale (PIAGET et INHELDER, 1963, 1966). Dans cette recherche, plusieurs questions étaient posées aux enfants :

- 1) Anticipation du niveau d'eau dans le verre d'arrivée avant que le transvasement ait eu lieu.
- 2) Versement équitable par le sujet dans deux verres de formes différentes.
- 3) Question d'anticipation de la conservation, le transvasement étant cette fois-ci effectué dans un verre gainé de carton (ce qui équivaut au masquage du niveau d'eau par l'écran chez BRUNER).
- 4) Question classique de conservation, le niveau étant visible.

Quatre patterns de réponse sont observés dans cette série d'épreuves :

a) Certains enfants anticipent la conservation, échouent à l'anticipation du niveau de liquide car ils croient qu'il se conserve aussi, et concluent donc à la non conservation lorsqu'ils voient le résultat du transvasement dans l'épreuve finale (30 %).

b) D'autres par contre, anticipent correctement les niveaux, mais échouent pourtant à la conservation finale (23 %). Ce sont les covariations que BRUNER interprète comme des compensations. PIAGET les attribue à des images souvenirs reposant sur des constatations antérieures à l'examen. Ces covariations qualitatives ne suffisent pas à entraîner la conservation ; elles doivent pour cela s'accompagner d'une compensation extensive des variations (compréhension de la proportionnalité des accroissements en hauteur et des diminutions en largeur).

c) On trouve aussi le pattern sans surprise dans lequel l'anticipation correcte de la conservation, est suivie du jugement de conservation dans la situation finale (42 %).

d) Enfin, « quelques rares sujets aberrants » anticipent la conservation (par simple identité) sans être capables d'anticiper les niveaux et réussissent cependant la conservation finale (5 %).

La critique la plus importante de PIAGET à BRUNER porte sur l'interprétation de la conservation par identité provoquée par le masquage des indices perceptifs. Pour PIAGET, ce n'est qu'une pseudo-conservation, correspondant au pattern classé (a) dans sa propre expérience. Ce mode de réponse caractérise les enfants qui anticipent la conservation, mais s'attendent à ce que le niveau reste le même quelles que soient les dimensions du verre. Leur conservation apparente tiendrait donc seulement à leur incapacité à se représenter la transformation. Autrement dit, ils seraient en deça de la simple covariation qualitative.

Cette interprétation est mise en question par les résultats d'une recherche récente, dans laquelle l'expérience de PIAGET sur l'image mentale a été répliquée avec 48 enfants ( $m = 5a 10 m$ ) de dernière année de maternelle et 48 enfants ( $m = 6a 11 m$ ) de première année d'école élémentaire (ACREDOLO et ACREDOLO, 1979). L'ordre des questions posées aux enfants est le suivant :

- 1) anticipation de la conservation
- 2) anticipation du niveau
- 3) nouvelle anticipation de la conservation
- 4) situation classique de conservation.

Les auteurs retrouvent, dans des proportions différentes, les quatre patterns de réponse observés par PIAGET, mais apportent un fait nouveau et intéressant en montrant l'existence d'un cinquième pattern. Une proportion non négligeable de

sujets (29 %), non conservants à l'épreuve finale, s'avère en effet capable d'anticiper d'une part la conservation et d'autre part la variation du niveau d'eau. À côté du pattern de pseudo-conservation décrit par PIAGET (qui est observé ici sur 18 % des sujets) il existe donc une autre forme préopératoire d'anticipation de la conservation. Cette dernière ne peut être interprétée comme une simple incapacité à imaginer la transformation en jeu, puisqu'elle va de pair avec l'anticipation de la covariation. Elle n'est pas non plus spécifique au transvasement de liquide. Une série d'expériences effectuées par les mêmes auteurs sur la conservation du nombre, de la surface, et de la longueur, montre qu'il s'agit d'un phénomène général (ACREDOLO et ACREDOLO, 1980). Ce fait est un de ceux qui apportent un éclairage nouveau aux problèmes soulevés à propos du modèle de l'équilibration. Nous y reviendrons un peu plus loin.

Auparavant, nous voudrions souligner qu'un phénomène de même allure se dégage des travaux récents sur les acquisitions du domaine logico-mathématique.

PIAGET a interprété la réussite de l'épreuve de quantification de l'inclusion de classes comme une manifestation de la fermeture d'une structure. L'enfant préopératoire est capable de classer des fleurs en tenant compte de leurs ressemblances et de leurs différences, par exemple, de mettre toutes les marguerites (A) dans une même collection et toutes les roses (A') dans une autre. Il est aussi capable de dire que les roses et les marguerites sont toutes des fleurs et de les réunir pour former une collection de fleurs (B). Mais en lui posant la fameuse question sur les extensions de la classe emboîtante et de la classe emboîtée — « y a-t-il plus de fleurs ou plus de marguerites » (plus de B ou plus de A) — on peut voir qu'il n'articule pas encore les différentes collections dans une relation hiérarchique d'inclusion. Il manifeste en effet une étrange incapacité à comparer les extensions des fleurs et des marguerites, et substitue à cette comparaison celle des deux sous-classes. PIAGET a expliqué ce comportement par l'impossibilité dans laquelle se trouve l'enfant préopératoire, de conserver B comme totalité lorsque ses parties A et A' sont dissociées en pensée. Pour que la classe B se conserve dans cette comparaison, la sous-classe A doit être conçue comme B-A', c'est-à-dire qu'elle doit être pensée à la fois comme « marguerites » et comme « Fleurs auxquelles on a retiré les roses ». Ce serait donc la simultanéité de la réunion ( $B = A + A'$ ) et de la dissociation ( $A = B - A'$ ), autrement dit la coordination de ces deux schèmes d'action dans un même groupement, qui expliquerait la conservation du tout.

Si la réussite de l'épreuve de quantification de l'inclusion, que PIAGET observe vers 7-8 ans en moyenne, tient bien à la fermeture d'une structure, elle devrait alors s'accompagner d'une compréhension du caractère nécessaire de la supériorité de la classe emboîtante (B) sur la classe emboîtée (A). Or il ne semble pas que ce soit le cas. Dans une expérience portant sur 38 enfants de cinq à dix ans, VOELIN (1976) a posé la question d'inclusion avec un matériel de fleurs comportant 12 fleurs jaunes et 8 fleurs vertes. Aux enfants répondant qu'il y avait plus de fleurs que de fleurs jaunes, et donc réputés incluant, VOELIN a ensuite demandé : « Est-ce qu'il y aurait un moyen pour faire qu'on ait devant nous plus de fleurs jaunes que de fleurs » ? Une partie des enfants, surtout parmi les plus jeunes, répond alors « avec une grande assurance » qu'on peut obtenir plus de fleurs jaunes que de fleurs moyennant l'adjonction de fleurs jaunes, ou la suppression de toutes les fleurs non jaunes. En le faisant, certains — mais pas tous — constatent empiriquement l'impossibilité, ce qui n'implique encore aucune prise de conscience de son caractère nécessaire. Ceux qui expriment d'emblée cette nécessité sont encore peu nombreux à dix ans. Des résultats analogues ont été obtenus par MARKMAN (1978) avec des enfants du 2<sup>e</sup> au 6<sup>e</sup> grade (7 à 12 ans environ). Après un prétest qui lui permettait de ne retenir que les enfants réussissant la question classique de quantification de l'inclusion, MARKMAN posait une question analogue à celle de VOELIN, avec quatre matériels différents. Par exemple, avec des « couverts » comprenant des « cuillers » et des « fourchettes », elle demandait « Peux-tu faire en sorte qu'il y ait plus de cuillers que de couverts sur la table ». Une réussite moyenne de trois items sur quatre n'intervient que vers dix ans. Les résultats d'une recherche que nous effectuons actuellement avec J. BIDEAUD vont eux aussi dans le même sens.

Avec des matériels pour lesquels la réussite à la question classique d'inclusion se situe vers 7-8 ans, il faut attendre environ dix ans pour que la fréquence moyenne de réussite à la question « Peut-on faire quelque chose pour avoir plus de A que de B » dépasse 50 %.

On trouve donc bien une réussite de la quantification de l'inclusion qui s'accompagne d'une prise de conscience du caractère nécessaire de la supériorité de la classe emboîtante et repose donc probablement sur la fermeture d'une structure. Mais cette réussite est plus tardive que ne le pensait PIAGET et ne caractérise une majorité d'enfants qu'à l'aube des opérations formelles. Reste alors à expliquer la forme de réussite plus précoce à laquelle l'interprétation « Opérateur » ci-dessus ne s'applique pas.

L'analyse des conduites laisse penser que les enfants donnent alors la bonne réponse en comparant successivement en représentation, l'extension de la collection B et celle de la collection A. Ces deux représentations sont dissociées et portent semble-t-il essentiellement sur la taille de ce que VOELIN appelle « l'enveloppe » de chaque collection. De telle sorte qu'en rajoutant des marguerites dans l'enveloppe des marguerites, l'enfant peut s'imaginer en accroître l'extension sans pour autant accroître la taille de « l'enveloppe » des fleurs. Le fait que les marguerites se situent ainsi à deux endroits différents ne trouble pas outre mesure ces sujets, comme le montre la réponse que nous fait l'un d'entre eux, en nous expliquant comment s'y prendre pour avoir plus de marguerites que de fleurs (avec dix marguerites et deux roses) : « *Par exemple, on peut enlever les deux roses et remettre ces deux marguerites* (il s'agit de deux marguerites intentionnellement laissées à part sur la table) / et alors ? / *alors il y aurait plus de marguerites que de fleurs... d'accord, les marguerites c'est une fleur, mais il y aurait quand même plus de marguerites* ». Certains sujets sont même prêts, lorsqu'ils constatent empiriquement qu'ils ne parviennent pas à avoir plus de marguerites que de fleurs, à ajouter dans « l'enveloppe » des marguerites quelque chose qui ne soit pas une fleur, montrant bien là que seule la dimension spatiale ou numérique de l'extension est prise en considération. Ainsi l'un d'entre eux proposait-il la solution suivante (avec un matériel comprenant dix pommes et deux oranges) : « A la place (en montrant les deux oranges), il faudrait mettre autre chose qui ne serait pas des fruits, par exemple, il faudrait mettre deux cubes, et ça ferait plus de pommes que de fruits ». Ici, « les « extensions » sont en fait des représentations figurées de l'espace occupé par les collections à comparer » (VOELIN, 1976).

La réponse correcte à la question de quantification de l'inclusion peut donc être obtenue par deux processus différents, l'un « opératoire », mais plus tardif que ne le pensait PIAGET, l'autre, que l'on pourrait dire « figuratif », donnant lieu à des réussites plus précoces (4). La réussite qui repose sur la représentation figurée des deux extensions à comparer peut être qualifiée à bon droit de pseudo-inclusion, puisqu'elle ne repose pas sur un réel emboîtement des deux classes considérées. Mais le problème est ailleurs. Il faut en effet se souvenir qu'avant 7-8 ans (cet âge variant évidemment en fonction des matériels), l'enfant ne réussit pas même la quantification « figurative » des extensions, parce qu'il ne parvient pas à conserver la totalité B lorsqu'il dissocie A et A' en pensée. La réussite de la pseudo-inclusion elle-même repose donc sur l'émergence d'une forme de « conservation » du tout qui ne peut alors être considérée comme le produit du groupement additif des classes. Notre propos n'est pas d'assimiler cette forme primitive de « conservation » de la totalité à celle qui résulte de la coordination de la réunion et de la dissociation dans un même groupement. Nous observons simplement que là encore, une forme préopératoire de « conservation » de la totalité précède sa conservation opératoire.

Cette relation d'antériorité n'est pas plus réservée à la logique des classes dans le domaine logico-mathématique, qu'elle ne l'était à la conservation de la quantité de liquide dans le domaine physique. Les travaux récents sur la relation de transiti-

---

4. Ceci pourrait expliquer la forme bimodale de la distribution des âges de réussite, qu'observe WINER (1980) dans sa revue des recherches sur la quantification de l'inclusion.

tivité laissent en effet apercevoir un phénomène analogue. On y trouve aussi une réussite précoce des épreuves de sériation (BRYANT et TRABASSO, 1971), dont on peut montrer qu'elle repose sur des techniques figuratives (DE BOYSSON-BARDIES et O'REGAN, 1973), alors que les situations contraignant aux inférences transitives par suppression des recours offerts par le traitement perceptif (GILLIERON, 1976) ou représentatif (BOTSON et DELIEGE 1979 ; GILLIERON, 1977) repoussent la transitivité « opératoire » vers 10-12 ans.

La place manque pour convaincre le lecteur que ce phénomène n'est pas davantage limité à la période des opérations concrètes. Nous le renvoyons à la belle expérience de MOORE et al. (1978), sur la délicate question des rapports entre la permanence de l'objet et la coordination des déplacements au cours de la période sensori-motrice. La permanence de l'objet ne se manifeste ni aussi précocement que le pensait BOWER, ni aussi tardivement que le croyait PIAGET. Une forme de permanence s'avère être en place vers l'âge de neuf mois, donc nettement avant la fermeture du groupe des déplacements, que PIAGET situe vers dix-huit mois.

Comment interpréter cette fâcheuse tendance des invariants à précéder les structures dont ils sont censés procéder ?

La question de fond est de savoir si une certaine forme de représentation des transformations, d'anticipation de leurs résultats, est concevable autrement que comme produit des structures cognitives. Sur ce point au moins, PIAGET et les partisans de l'innéisme se retrouvent pour répondre par la négative. Cela conduit le premier à nier qu'il puisse y avoir une réelle anticipation de l'invariance avant la mise en place des structures opératoires, et les seconds à interpréter la présence précoce d'invariants comme la manifestation de structures cognitives innées. Admettant une identité de nature et une continuité entre les formes successives d'invariants, les partisans du préformisme doivent alors, en contrepartie, tenter d'expliquer les disparitions et résurgences de ces structures innées ou de leurs manifestations, au cours du développement (cf. MEHLER et BEVER, 1967 ; BOWER, 1978 ; MOUNOUD, 1980).

L'interprétation que nous proposons ci-dessous fait au contraire l'hypothèse d'une discontinuité et d'une différence de nature entre les formes successives d'invariance. Constructiviste dans sa forme, elle s'écarte cependant de la théorie de PIAGET sur deux points. D'une part, nous admettons l'existence de formes préopératoires d'invariance, autres que celles relevant d'une simple incapacité de l'enfant à imaginer les transformations en jeu (c'est en effet ce que suggèrent les faits présentés plus haut). D'autre part, nous ne croyons pas que leur antériorité sur les structures opératoires relève de la coïncidence. Nous faisons au contraire l'hypothèse qu'elles jouent un rôle dans la construction opératoire, et plus précisément, qu'elles comblent la « lacune » du modèle de l'équilibration sur les raisons pour lesquelles l'enfant ayant centré un caractère A éprouve le besoin de passer à la centration du caractère opposé B.

Le premier point admet qu'une forme de représentation des transformations, d'anticipation de leurs résultats, puisse dériver d'un autre processus que des coordinations d'actions et de leur équilibration. Est-on si sûr en effet que la perception, l'action dans ses aspects d'imitation, l'imagerie mentale, etc., ne permettent pas de tirer des transformations observées ou imitées, certaines formes de permanence, d'identité, voire de « conservation », sans attendre que les structures opératoires soient en place ? Il est vrai que la théorie de PIAGET limite à la représentation des configurations statiques la compétence de ces aspects figuratifs de la connaissance. Ils ne pourraient donner lieu à la représentation de transformations qu'encadrés par les structures opératoires. La subordination du figuratif à l'opératif et l'exclusivité du processus d'équilibration dans le guidage de la construction opératoire sont dans la théorie les deux faces d'une même conception du développement. Aussi, l'hypothèse selon laquelle le processus d'équilibration ne suffit pas à guider la coordination des actions conduit-elle très logiquement à mettre aussi en question la subordination du figuratif aux structures opératoires. Mais envisager pour ces aspects de la connaissance une origine propre et des formes d'interaction différentes, tout en

continuant à les appeler « figuratifs », risque de prêter à confusion. Il y a dans la théorie une assimilation du figuratif au statique que nous souhaitons éviter. Par contre, nous souhaitons en conserver l'idée d'une forme d'accès à la réalité, plus immédiate que celle fournie par les constructions opératoires ; l'idée d'une forme de connaissance, en jeu dès la naissance et tout au long de l'existence, dont la fonction serait de toujours « tirer au plus court ». Il nous semble que le concept de « réalisation », proposé par REUHLIN (1973) offre un cadre de départ à la définition de cette sorte de fonctionnement. A côté d'un processus de formalisation, correspondant pour l'essentiel à celui décrit par PIAGET, REUHLIN définit en effet la place d'un processus de « réalisation » ayant pour fonction « *de générer des contenus, c'est-à-dire des blocs unitaires d'informations, non articulés, non sécables, susceptibles de fournir dans certains cas des modalités d'adaptation plus économiques que celles qui sont réglées par la formalisation et chargés dans tous les cas de fournir à celle-ci des données auxquelles elle puisse s'appliquer* ».

Le processus de « réalisation » peut fournir à l'enfant des modèles de la réalité, en traitant « en bloc » une grande variété d'informations dont la conjonction permet des anticipations généralement efficaces. Ces modèles ne comportent pas ou peu d'articulation interne. Il s'agit de constructions globales, peu différenciées, dont la fonction paraît essentiellement tournée vers la préparation de l'action. Fournissant une sorte de résultante d'un ensemble d'informations, de tels modèles permettent un pari sur le résultat de l'action. Ils donnent ainsi lieu à des réussites qui ne peuvent être explicitées par l'enfant, non pas parce qu'il n'a pas les capacités verbales suffisantes, comme le pense par exemple SIEGEL (1980), mais parce que ces réussites ne sont pas explicites.

L'absence d'articulation interne a pour conséquence l'absence de nécessité. L'anticipation préopératoire de la conservation est un pari global, qui réussit généralement, mais peut échouer ici et maintenant. La supériorité de l'extension des fleurs sur celle des marguerites se vérifie d'habitude, mais rien ne s'oppose à ce qu'il en aille autrement. Ce que la coordination des actions de réunion et de dissociation apprend alors à l'enfant, ce n'est pas qu'il y a plus de fleurs que de marguerites — il avait déjà de bonnes raisons de s'en douter — mais c'est qu'il ne peut en être autrement.

La réalisation fournit donc à l'enfant de manière relativement immédiate, des modèles de la réalité d'emblée complexes, permettant des réponses généralement adaptées, dans des situations impliquant le traitement d'une quantité d'information très supérieure à ce que ses possibilités opératoires du moment lui permettraient de maîtriser. Ces modèles sont certes remaniés ensuite avec la mise en place de nouvelles structures opératoires. Toutefois, les remaniements laissent subsister dans l'agencement des modèles ou représentations, certaines propriétés liées à leur origine distincte. Aussi, le contenu d'une structure opératoire de niveau  $n$  est-il toujours la structure de niveau  $n-1$  *plus quelques autres contraintes*.

Nous interprétons par contre le fonctionnement opératoire comme un processus de reprogrammation, susceptible de générer de nouveaux modèles là où les anticipations auxquelles les précédents donnaient lieu ne coïncident plus avec les résultats de l'action (soit que le modèle s'avère inadapté à une situation nouvelle, soit qu'une réorganisation propre au schème d'action lui-même modifie la lecture des résultats d'une même expérience). L'anticipation liée à l'existence d'un modèle est alors une des composantes du guidage dans le processus de reconstruction qui s'engage.

Ceci nous amène au deuxième point, c'est-à-dire à l'hypothèse selon laquelle les anticipations précoces de l'invariance — conçues maintenant comme issues du processus de « réalisation » — interviennent dans le guidage de la construction opératoire, et plus précisément, comblent la « lacune » du modèle de l'équilibration sur les raisons pour lesquelles l'enfant ayant centré un caractère A, éprouve le besoin de passer à la centration du caractère opposé B.

Dans l'exemple de la conservation, telle qu'elle est décrite par ACREDOLO et ACREDOLO (1979), le conflit *initial* ne tiendrait pas aux contradictions dues à

l'alternance des centrations sur la hauteur et la largeur (car il faut d'abord expliquer pourquoi le sujet qui a centré la hauteur éprouve le besoin de centrer la largeur), mais à la contradiction qui existe entre l'anticipation de la conservation et le jugement de non conservation auquel conduit la centration sur la hauteur. Par conséquent, si le jugement de non conservation n'est contredit par aucun fait empirique, il dément pourtant une représentation préalable du résultat de l'action. Ce conflit enclencherait d'autres centrations, en accordant une valence plus forte à celles qui explorent les variations de sens inverse (une augmentation plus importante que prévu en un endroit incite, plus ou moins consciemment, à chercher si rien n'a été perdu ailleurs). Une fois frayée la voie entre les centrations sur la hauteur et celles de sens inverse sur la largeur, les mécanismes de régulation décrits par le modèle de l'équilibration suffisent à rendre compte de l'évolution de la covariation à la compensation.

Dans le cas de l'inclusion de classe, l'apparition d'une forme de conservation de la totalité, permettant des représentations juxtaposées du tout et des parties, modifie le paysage cognitif. Elle a pour effet le plus visible de permettre la quantification des extensions des différentes collections en présence, ce qui a conduit à considérer — à tort — que l'opération d'inclusion était alors en place. Mais du seul fait de sa présence, cette nouvelle forme de représentation génère de nouvelles attentes et conduit le sujet à anticiper différemment le résultat de ses actions. Pour l'enfant qui s'appuie sur cette représentation juxtaposée du tout et des parties, rien ne s'oppose à ce qu'il puisse obtenir plus de marguerites que de fleurs, ou à ce qu'il puisse mettre toutes les fleurs dans un vase et les marguerites dans un autre. Les résultats des actions guidées par cette représentation entrent alors en conflit avec les attentes. L'impossibilité matérielle de mettre les fleurs dans un vase et les marguerites dans un autre attire l'attention sur le fait que les marguerites sont déjà dans les fleurs, autrement dit, sur le fait que  $A = B - A'$ . Le passage de la centration sur la réunion ( $B = A + A'$ ) à la centration sur la dissociation ( $A = B - A'$ ) est donc là aussi frayé par le conflit entre l'anticipation et le résultat de l'action, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une préprogrammation de cette coordination.

Enfin pour ce qui est de l'objet permanent, les caractères A et B sont la disparition et le retour de l'objet, supposé avoir cessé d'exister entre temps. Or il est bien difficile d'expliquer le passage de la centration sur A à la centration sur B sans une forme préalable de permanence. Il n'y a en effet de centration sur le retour que si la disparition a provoqué cette attente, et donc si une certaine forme de permanence est supposée. Mais il n'est pas possible de confondre cette forme préalable de permanence avec celle qui va se construire en différenciant l'objet de l'action de recherche permettant de le retrouver. Le malentendu vient de ce que MOORE et al. parlent de la première et PIAGET de la seconde. Ce que nous essayons de dire, c'est que celle de MOORE et al. est nécessaire pour que celle de PIAGET soit possible.

Dans ces exemples, la forme générale du processus de guidage d'une centration sur un caractère A à une centration sur un caractère B, réside dans le conflit entre les attentes générées par une représentation préalable de certaines propriétés de la transformation et le résultat de l'action correspondante. Cette forme de conflit suppose que la représentation des transformations ait une source distincte de la structuration opératoire.

Les attentes générées par le processus de « réalisation » ont plus d'un rapport avec les intuitions d'origine figurative dont PIAGET a souligné le rôle au cours de la période préopératoire (en qualifiant parfois ce rôle d'« abusivement prépondérant »). Cependant, dans sa théorie, les intuitions d'origine figurative occupent provisoirement l'espace laissé par l'absence des opérations concrètes, et leur sont subordonnées dès que ces dernières se mettent en place. Les intuitions figuratives ne jouent aucun rôle dans le guidage de la structuration opératoire, qui prend sa source ailleurs. Il existe une rupture entre la période préopératoire, conçue comme période intuitive, et celle qui la suit. La filiation entre la période préopératoire et les opérations concrètes n'est apparue que plus tard dans l'œuvre de PIAGET, avec l'étude des fonctions (PIAGET, 1968). La période préopératoire fut alors caractérisée comme celle de la genèse des dépendances fonctionnelles liées à l'action. Pour

reprendre notre exemple de la conservation de la quantité de liquide, l'enfant apprend par l'action de verser dans un récipient, que plus il verse et donc plus il y a de liquide, plus le niveau monte. Une dépendance fonctionnelle s'établit entre l'action de verser et le niveau de liquide, qui l'amène à juger qu'il y a plus à boire quand le niveau de liquide est plus haut (5). Les dépendances fonctionnelles n'étant pas réversibles, elles constituent ce que PIAGET a joliment appelé « une moitié de logique ». Pour constituer la logique opératoire, l'enfant doit en effet réunir ces « moitiés » en mettant en relation les dépendances fonctionnelles qu'il a découvertes (celles qui sont relatives à la hauteur d'une part et à la largeur d'autre part dans l'exemple de la conservation). Dans la théorie, les intuitions d'origine figurative, qui co-existent pourtant avec les fonctions au cours de la même période, ne jouent aucun rôle dans la réunion des deux « moitiés de logique », c'est-à-dire dans le passage d'une centration sur A à une centration sur B. Ce parti pris oblige à placer dans la « moitié de logique » elle-même les raisons de son dépassement, et donne prise à l'objection très forte de FODOR (1979) selon laquelle il n'est pas possible d'apprendre une logique « plus forte » sur la base d'une logique « plus faible ». Pour FODOR, l'apprentissage d'une logique de niveau  $n$  ne peut se faire qu'en vérifiant une « hypothèse ». Si cette hypothèse n'est pas contenue dans le niveau  $n-1$ , il n'est pas possible de passer de  $n-1$  à  $n$ . Mais si elle y est contenue, le niveau  $n$  est déjà dans le niveau  $n-1$  et il n'y a pas apprentissage. De cette impossibilité d'apprendre une logique « plus forte » à partir d'une logique « plus faible », FODOR conclut que les structures cognitives sont nécessairement innées.

Remarquons d'abord que ce paradoxe éclaire parfaitement l'ambiguïté — déjà soulignée — du statut de la perturbation dans le dernier modèle de l'équilibration (PIAGET, 1975). Le recours à l'inconscient cognitif permet de placer l'« hypothèse » sur le lien entre A et B au niveau  $n-1$  tout en ne l'y mettant pas. En effet, dire que le sujet qui centre l'augmentation de hauteur perçoit la diminution de largeur concomitante revient à intégrer l'« hypothèse » sur le lien entre les deux centrations dans le niveau  $n-1$ , mais dire que la perception de la diminution de largeur est refoulée revient à l'en écarter. La nécessité de réintégrer l'« hypothèse » dans le niveau  $n-1$  pour rendre compte du passage au niveau  $n$  contraint alors à doter les éléments refoulés de propriétés mystérieuses expliquant qu'ils « tendent à rentrer dans le champ des observables reconnus » le moment venu.

Mais tout en reconnaissant la pertinence de l'objection de FODOR, nous n'en concluons pas, comme lui, que les structures cognitives sont nécessairement innées. La logique relative à l'action n'est pas fermée sur elle-même. Elle coexiste au cours de la période préopératoire — mais aussi après — avec une autre forme de connaissance qui se manifeste par des intuitions d'origine figurative, ou dans notre terminologie, des anticipations issues du processus de réalisation. L'« hypothèse » ne fait donc pas partie du niveau  $n-1$  de la logique propre à l'action, c'est-à-dire des dépendances fonctionnelles, mais relève d'une autre source de connaissance, celle des intuitions figuratives. Ainsi, par les mécanismes décrits plus haut, l'anticipation préopératoire de la conservation fait-elle fonction d'« hypothèse » guidant le passage de la centration sur A à la centration sur B, ce qui évite au système d'avoir à se « tirer par les bottes » pour s'élever.

Nous avons dit qu'en postulant l'identité de nature des différentes formes d'invariance, les partisans du préformisme doivent en contre partie expliquer les disparitions et résurgences des structures ou de leurs manifestations. Réciproquement, en postulant la différence de nature, nous devons rendre compte des ressemblances entre les différentes formes d'invariance. Ces ressemblances ne recèlent-elles pas un paradoxe qui reviendrait à admettre qu'une connaissance ne peut être élaborée que si elle existe déjà sous une autre forme ?

---

5. Le fait que cette nouvelle connaissance donne lieu à des jugements faux lorsqu'elle vient interférer avec une intuition figurative de conservation, ne peut être interprété comme une régression que si la forme du développement est envisagée du seul point de vue de la performance. Du point de vue des processus, elle reste un progrès dans la sphère qui est la sienne.

Tout d'abord, la reconstruction ne présuppose pas une représentation correcte. L'anticipation préopératoire de la conservation de la quantité est certes correcte et se trouve confirmée par la reconstruction opératoire qu'elle contribue à guider. Mais les anticipations auxquelles donnent lieu les représentations juxtaposées de la classe emboîtant et de la classe emboîtée sont incorrectes et guident cependant tout aussi bien l'opération d'inclusion. L'important n'est donc pas qu'il y ait une représentation préalable correcte, mais qu'il y ait une représentation préalable tout court, dont l'élaboration ne relève pas des seules opérations. Tout se passe comme si la structuration opératoire ne pouvait se passer de la matière première que lui fournit le processus de réalisation. Les opérations ne traitent pas directement la réalité mais passent par la médiation des modèles symboliques que leur fournit le processus de réalisation.

Ensuite, la ressemblance entre les formes successives d'invariance n'est qu'apparente. L'anticipation préopératoire de la conservation de la quantité appréhende la transformation « en bloc » sans pouvoir en articuler les différents aspects, et ne comporte pas de nécessité. Dans la logique des classes, la première forme de « conservation » de la totalité, qui permet la comparaison des extensions du tout et de la partie, ne ressemble pas non plus à celle qui résulte de l'opération d'inclusion. En effet, la première ne conserve pas la supériorité de la classe emboîtant sur la classe emboîtée (puisque l'enfant croit possible d'avoir plus de marguerites que de fleurs), alors qu'en l'occurrence, la seule conservation qui puisse être qualifiée d'opératoire est celle-là. Il y a bien là création de nouveautés, et il est donc abusif d'employer le même terme pour des conduites aussi différentes. Le terme de conservation doit être réservé aux invariants issus des constructions opératoires, et nous appellerons « réalisations » les formes d'anticipation de l'invariance que nous attribuons au processus de réalisation.

Enfin, pour rendre compte de ce qui reste de ressemblance entre les « réalisations » et les invariants opératoires, l'explication fonctionnaliste suffit. Détecter l'invariance et la stabilité sous les transformations apparentes est une nécessité vitale pour les organismes vivants. C'est plus exactement parce qu'ils sont ainsi qu'ils sont vivants. Cette même fonction peut être assurée par des moyens très différents et inégalement efficaces. La raison des ressemblances observées dans les conduites générées par des processus différents est à chercher dans l'identité de projet et non dans l'identité de structure. La solution de l'énigme que constitue l'apparition de nouveautés au cours du développement cognitif est peut-être alors dans les formes d'interaction contradictoires, de synergie et de conflit, auxquelles donne lieu la mise en œuvre simultanée de ces différents processus d'adaptation à une même réalité.

La conception du développement cognitif qui vient d'être présentée s'inscrit donc dans l'optique constructiviste ouverte par PIAGET, mais fait l'hypothèse d'une articulation différente entre aspects figuratifs et opératifs de la connaissance. Nous n'avons en effet jamais considéré la théorie de PIAGET comme un dogme dont il ne resterait maintenant qu'à faire l'exégèse, mais comme un corps d'hypothèses ouvert sur l'expérience, offrant un merveilleux instrument de recherche à qui veut s'en servir. C'est le sens de l'hommage que nous avons voulu lui rendre ici.

*15 mars 1981*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACREDOLO (C.), ACREDOLO (L.P.). - Identity, compensation, and conservation, *Child development*, 1979, 50, 524-535.
- ACREDOLO (C.), ACREDOLO (L.P.). - The anticipation of conservation phenomenon : conservation or pseudoconservation, *Child development*, 1980, 51, 667-675.
- BOTSON (C.), DELIEGE (M.). - Quelques facteurs intervenant dans la progression des raisonnements élémentaires, *Bulletin de psychologie*, 1979, 32, n° 340, 539-555.
- BOWER (T.G.R.). - Le développement de l'enfant : disparition et résurgence des aptitudes, *Pour la science*, 1978, 1, 93-105.
- BRUNER (J.S.). - On the conservation of liquids. In J.S. BRUNER, R.R. OLVER, P.M. GREENFIELD et al., *Studies in cognitive growth*, New-York, Wiley, 1960.
- BRYANT (P.), TRABASSO (T.). - Transitive inferences and memory in young children, *Nature*, 1971, 232, 456-458.
- DE BOYSSON-BARDIES (B.), O'REGAN (K.J.). - What children do in spite of adult hypothesis ? *Nature*, 1973, 246, 531-534.
- FODOR (J.). - Fixation de croyances et acquisition de concepts, in M. PIATELLI-PALMARINI, *Théories du Langage, théories de l'apprentissage*, Paris, Seuil, 1979, 219-225.
- GILLIERON (C.). - Le rôle de la situation et de l'objet expérimental dans l'interprétation des conduites logiques. Les décalages et la sériation, *Archives de psychologie*, 1976, 44, monogr. n° 3.
- GILLIERON (C.). - Serial order and vicariant order : the limits of isomorphism, *Archives de psychologie*, 1977, 45, 175, 183-204.
- INHOLDER (B.), GARCIA (R.), VONECHE (J.). - *Epistémologie génétique et équilibration*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1977.
- LAUTREY (J.). - Théorie opératoire et tests opératoires, *Revue de psychologie appliquée*, numéro spécial du Congrès international de psychologie de l'enfant de Paris, 1979, 29, 2, 161-177.
- LAUTREY (J.). - La variabilité intra-individuelle du niveau de développement opératoire et ses implications théoriques, *Bulletin de psychologie*, 1980, 33, n° 345, p. 685-697.
- MARKMAN (E.M.). - The facilitation of part-whole comparisons by use of the collective noun « family », *Child development*, 1973, 44, 837-840.
- MARKMAN (E.M.). - Empirical versus logical solutions to part-whole comparison problems concerning classes and collections, *Child development*, 1978, 49, 168-177.
- MARKMAN (E.M.). - Classes and collections : conceptual organization and numerical abilities, *Cognitive psychology*, 1979, 11, 395-411.
- MARKMAN (E.M.), SEIBERT (J.). - Classes and collections, internal organization and resulting holistic properties, *Cognitive psychology*, 1976, 8, 561-577.
- MEHLER (J.), BEVER (T.G.). - Cognitive capacity of very young children, *Science*, 1967, 158, 141-142.
- MEHLER (J.), BEVER (T.G.). - Reply by J. MEHLER and T.G. BEVER, *Science*, 1968, 162, 979-981.
- MOUNOUD (P.). - Développement cognitif : construction de structures ou construction d'organisations internes, *Bulletin de psychologie*, 1980, 33, n° 343, 107-118.
- MOORE (K.), BORTON (R.), LEE DARBY (B.). - Visual tracking in young infants : evidence for object identity or object permanence, *Journal of experimental child psychology*, 1978, 25, 183-198.
- PIAGET (J.). - Logique et équilibre dans les comportements du sujet, in L. APOSTEL, B. MANDELBROT, J. PIAGET, *Logique et équilibre*, E.E.G. T. II, Paris, P.U.F., 1957.
- PIAGET (J.). - Cognitions and conservations : two views, *Contemporary psychology*, 1967, 12, 532-533.
- PIAGET (J.). - Quantification, conservation, and nativism, *Science*, 1968, 162, 976-979.
- PIAGET (J.). - *Epistémologie et psychologie de la fonction*, Études d'épistémologie génétique, 23, Paris, P.U.F., 1968.
- PIAGET (J.). - *L'équilibration des structures cognitives*, E.E.G., XXXII, Paris, P.U.F., 1975.

- PIAGET (J.), INHELDER (B.). - Les images mentales, in P. FRAISSE et J. PIAGET (éds), *Traité de psychologie expérimentale*, Paris, P.U.F., 1963.
- PIAGET (J.), INHELDER (B.). - *L'image mentale chez l'enfant*, Paris, P.U.F., 1966.
- PIAGET (J.), SINCLAIR (H.), VINH BANG. - *Epistémologie et psychologie de l'identité*, E.E.G., XXIV, Paris, P.U.F., 1968.
- PIAGET (J.), SZEMINSKA (A.). - *La genèse du nombre chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1941.
- REUCHLIN (M.). - Formalisation et réalisation dans la pensée naturelle : une hypothèse, *Journal de psychologie normale et pathologique*, 1973, 4, 389-408.
- SIEGEL (L.S.). - Le jeune enfant est-il vraiment préopérateur, *Bulletin de psychologie*, 1980 33, n° 345, 637-644.
- VOELIN (C.). - Deux expériences à propos de l'extension dans l'épreuve de quantification de l'inclusion, *Revue Suisse de psychologie*, 1976, 35, 4, 269-284.
- WINER (G.A.). - Class inclusion reasoning in children : A review of the empirical litterature, *Child development*, 1980, 51, 309-328.