

LA PARTIE, LE TOUT ET L'EQUILIBRATION

Jacques Vonèche & Silvia Parrat-Dayan

Le concept de totalité en tant que totalité organique, intéresse Piaget dès l'apparition de *Recherche* (1918). Ce concept implique logiquement l'étude du problème de la relation entre la partie et le tout.¹ Dans son autobiographie (1976), Piaget affirme que "(...) *dans tous les domaines de la vie (organique, mentale, sociale) il existe des "totalités qualitativement distinctes de leurs parties et qui leur imposent une organisation. Par conséquent il n'existe pas d'éléments isolés. La réalité élémentaire dépend nécessairement d'un tout qui l'informe. Mais les relations entre le tout et la partie varient d'une structure à l'autre car il faut distinguer quatre actions toujours présentes: l'action du tout sur lui même (conservation), l'action du tout sur les parties (modification ou conservation), l'action des parties sur elles-mêmes (conservation), et l'action des parties sur le tout (modification ou conservation). Ces quatre actions s'équilibrent dans une structure totale mais il y a alors trois possibilités d'équilibre: (1) prédominance du tout avec modification des parties; (2) prédominance des parties avec modification des parties; (3) conservation réciproque des parties et du tout*". Et il ajoute "(...) *seule la dernière forme d'équilibre est "stable"*" (p. 6-7). Piaget va situer cette troisième forme d'équilibre dans un contexte normatif, pour utiliser le langage de Bideaud (1991). Comme on peut le voir, Piaget lie les concepts d'équilibre, structure et conservation à la relation de partie à tout.

La structure de la totalité constitue une problématique importante de la réflexion aussi bien philosophique que scientifique, ce qui pose de

¹ Comme le dit Lévinas(1985), la notion de tout et de totalité échappent à la définition et on ne peut les situer que par rapport à d'autres notions fondamentales telles que, par exemple, la notion de partie.

nombreuses questions telles que, par exemple: Est-ce que la totalité suppose la synthèse de l'unité et de la pluralité? Comment concilier l'unité dans la multiplicité? Comment concilier la constance dans le changement? Quel est le rapport entre le général et le particulier? Comment comprendre le passage des interactions locales entre composantes simples à une unité globale d'ordre supérieur qui fonctionne comme un tout? Le tout est-il simplement la somme de ses parties? Que veut dire somme des parties? Implique-t-elle l'émergence d'une totalité inanalysable? L'analyse suppose-t-elle nécessairement la notion de réductionnisme, comme certains auteurs semblent le dire? L'émergence serait-elle liée à l'idée d'une complexification ou, comme le dit Stengers (1987), les questions qualitativement nouvelles traduisent le caractère trop pauvre des instruments conceptuels qui ne peuvent plus convenir aux questions qu'on se pose? L'affirmation que le tout est plus que la somme des parties implique-t-elle que l'étude des parties ne peut rien apprendre sur le tout? Et, comme le dit encore Stengers, que signifie l'expression somme des parties. Pouvons nous traiter toutes les sommes, sous prétexte qu'elles ont les mêmes parties, selon le même modèle général? Enfin que représente l'idée de totalité?

Nous allons considérer cette dernière question dans la théorie de Piaget. Le problème peut être abordé selon deux points de vue différents. D'une part, on pourrait essayer de dégager l'idée de totalité (tout-structure), au niveau de la théorie du développement construite par Piaget. Dans ce cas, et dans la mesure où l'auteur décrit des structures stables mais qui changent dans le temps, il s'agirait de comprendre la relation stabilité/-changement au cours de la description et de l'analyse de l'ontogenèse. Comment des structures qui ne sont pas déterminées a priori, peuvent-elles évoluer? Par ailleurs, comme le système piagetien s'appuie sur un modèle logique qui, par conséquent, n'est pas temporel on pourrait se demander si ce modèle est pertinent pour décrire l'histoire de la pensée individuelle qui, elle, fait partie d'un organisme vivant que de ce fait n'échappe pas à la temporalité. Cependant, dans la mesure où Piaget se réfère aussi à un modèle causal, on peut se demander comment il coordonne ces deux modèles entre eux. Dans ce sens on pourrait analyser la conception de Piaget concernant le développement de la pensée comme une construction intégrant les contraintes d'une organisation logique et les interactions spatio-temporelles avec le milieu. Ce qui pose la question de l'ouverture du dit système aux variations du milieu.

Mais d'autre part, on pourrait aussi étudier le problème du tout et de la partie au niveau de la conceptualisation que l'enfant s'en fait. Ce qui nous conduit aussi à dégager l'idée que Piaget se fait de la totalité. C'est ce deuxième point qui fera l'objet de nos réflexions.

Dès 1921, Piaget va étudier la relation partie/tout expérimentalement à travers l'analyse des processus psychologiques sous-jacents aux opérations logiques. Dès ses premiers écrits psychologiques (1921-1922), Piaget lie la psychologie à la logique et la relation partie/tout est conçue comme une relation d'inclusion logique. Cependant, à cette époque, Piaget considère aussi les liaisons de partie à tout comme une figure de rhétorique. Ainsi il affirme, dans un article de 1923, que dans l'imagination, dans la plastique du langage, dans le rêve, il est fréquent de représenter une partie d'un objet quelconque isolé de son tout ou de figurer le tout par la partie elle-même. La pensée de l'enfant, étant caractérisée par l'incapacité synthétique, elle retrouve ce type de liaison partie/tout, considérée cette fois non plus comme une figure de rhétorique, mais comme "un manque". Piaget avait montré dans son article de 1921, que l'enfant ne comprend pas le génitif "de" dans les locutions telles que "une partie de mes fleurs" ou "quelques unes de mes fleurs". Comme le dit Piaget (1923) *"sa tendance (à l'enfant) à l'économie le pousse à comprendre ces locutions comme suit: "mes quelques fleurs". De même, dans l'apprentissage de la notion de fraction l'enfant comprend mal qu'un quart ou une moitié soient nécessairement une partie de quelque chose, il les considère en soi (...) il ne se soucie plus du tout"* (p. 300).

Ainsi, Piaget pense qu'il y a absence de représentations inclusives chez les jeunes enfants, ce qui n'est pas le cas chez l'adulte où *"la conceptualisation entraîne une hiérarchie des classes logiques se substituant et interférant de manière à exiger un gros effort d'attention pour être discernées et pour rester rigides"* (p. 300). Si bien que, au niveau de la pensée, qui est celui que Piaget va étudier, la relation partie/tout se situe exclusivement dans le domaine logique. Ceci devient explicite dès les années 1940 lorsque Piaget focalise son attention sur les opérations concrètes. Il abordera alors ce qu'il appelle "les structures de totalité opératoire". Le tout et la partie sont vus à travers les structures de groupement. Ces structures, dit Piaget, déterminent les types d'équilibre vers lequel tend l'évolution toute entière. Disons plus précisément avec Maury (1984), que Piaget met le rassemblement et la partition en actes dans les expériences de conservation. Le problème du tout et la partie revient à

celui de la conservation de quantités. Si une quantité se conserve c'est parce que le tout est égal à la somme des parties.

Or, la relation du tout à ses parties peut apparaître de deux manières différentes que Piaget considère comme isomorphes. D'une part, à travers le fractionnement et la reconstitution d'un tout continu en ses parties (point, éléments, fragments). D'autre part à travers la combinaison et la séparation de plusieurs objets discrets. La première manière constitue ce que Piaget appellera l'infralogique, la deuxième correspond au domaine de la logique. Dans les deux cas la relation partie/tout, est vue en tant que rapport logique d'inclusion.

C'est dans ce contexte que Piaget envisage le problème de la totalité. Dans la mesure où il y a une totalité permanente, dit Piaget, il y a par conséquent subordination des parties à un tout et donc conservation opératoire. Or, si l'on examine les travaux de Piaget sur cette question, de 1921 jusqu'à ses ultimes travaux, force est bien de constater que l'idée qu'il se fait de la totalité et de la partie est assez limitée. En effet, tout se passe chez Piaget comme si le fractionnement portait toujours sur un objet unique dont les parties seraient des segments le reconstituant dans son hic et nunc substantiel. Bien plus, les transformations sont des transformations portant sur un seul et même objet: une boulette d'argile, une quantité donnée de liquide etc. Or, et ceci est étonnant, dans les expériences classiques de conservation, cet objet que l'on "triturer" ainsi de mille manières est toujours comparé à un objet identique non transformé tout au long de l'expérience. Si bien que l'on se demande pourquoi Piaget n'a pas songé à concevoir le problème de la partition au delà de celui de l'identité de la quantité modifiée. Or, Piaget ne pouvait concevoir le problème de la partition de totalités équivalentes pour la bonne raison que la quantité inchangée, n'est, dans sa méthodologie expérimentale, qu'un aide-mémoire pour l'enfant, un témoin de l'état initial de l'objet transformé. Comme la conservation de l'identité de la boulette transformée précède de quelque temps celle de l'égalité entre les deux boules, on peut se demander si l'enfant plutôt que de s'interroger sur la conservation de l'objet transformé n'est pas en train de résoudre le problème de la comparaison de l'objet transformé à la boulette inchangée, ce qui représenterait, pour l'enfant un problème supplémentaire. On arrive alors à la conclusion que la référence forcée par l'expérimentateur à une totalité-témoin inchangée inhibe des processus de pensée antérieurement et indépendamment conservateurs. Dans ces conditions, ce pourrait être bien la méthodologie

piagétienne sur la notion de totalité qui empêcherait de dissocier les facteurs en jeu dans son expérience: conservation, comparativité et partition-réunion de totalités.

C'est pourquoi nous nous sommes interrogés sur les limites de la totalité. Ce qui nous a conduit à formuler l'hypothèse que la relation entre le tout et les parties est une relation qui se transforme graduellement en fonction des significations différentes que lui attribue l'enfant (Parrat-Dayan, 1985; Parrat-Dayan et Vonèche, 1991). Ces significations sont elles mêmes fonction du niveau de connaissance du sujet, de la conception qu'il se forme de la totalité ainsi que de sa représentation du problème à résoudre. Cette représentation dépend du point de vue du sujet aussi bien que des situations-problèmes qu'on lui pose.

En effet comme le remarque Reuchlin (1973)

"lorsque un contenu intervient dans la pensée naturelle, il y apporte de façon indissociable (ou difficilement dissociable) plusieurs informations. L'existence de ces liaisons rigides se manifeste en particulier dans le cas où le déroulement de la pensée naturelle ne suit pas les attentes du logicien. Les inférences "naturelles" n'utilisent pas seulement, dans les contenus sur lesquels elles portent, les informations qui seraient pertinentes au problème à résoudre. Ces inférences tendent à faire intervenir aussi d'autres informations présentes dans le contenu, mais logiquement étrangères au problème posé, et qui suscitent toutes sortes de perturbations dans le déroulement de la pensée logique: certaines déductions logiquement fondées sont ressenties comme inacceptables par l'effet de ces informations ou réactions parasites; elles peuvent aussi déclencher des séquences de pensée formelle qui, sans lien nécessaire avec le problème, viennent interférer avec le raisonnement effectivement utile à la résolution" (p.395)

Nous avons étudié le problème de la totalité à travers la notion de moitié qui représente un rapport particulièrement bien défini entre la partie et le tout. Selon Piaget, Inhelder et Szeminska (1948), dans la mesure où il y a une totalité permanente il y a subordination des parties au tout, et par conséquent, conservation opératoire. Considéré dans cette perspective la notion de partie devrait dépendre des notions de conservation. Cependant nous avons pu constater lors d'une étude de la notion de moitié (Parrat-Dayan, 1980), que la conservation du tout n'entraîne pas la conservation de la partie. Ceci nous a conduit à différencier deux types de fractions qui correspondent à deux conceptions différentes de la totali-

té. D'une part la fraction sur l'objet, qui suppose l'intégration des opérations de partage et de réunion localement, et qui correspond à la notion de totalité donnée par Piaget dans le domaine des conservations. D'autre part, la fraction relationnelle qui nécessite un élargissement de la notion de totalité. Elle suppose la mise en relation d'un double système d'unités, et par conséquent la conservation de la relation que chaque fraction entretient avec l'unité respective de référence. Ainsi nous avons montré que le rapport de partie à tout ne se conserve pas pour l'enfant lorsque les totalités initiales sont différentes. Ce rapport ne se conserve pas non plus lorsque les totalités de départ sont équivalentes, la relation étant la même (faire la moitié, par exemple) mais le résultat obtenu apparaissant chaque fois sous une forme différente. Pour que le rapport partie à tout puisse se conserver il faut pouvoir se rapporter à l'unité de référence abstraite qui permet la comparaison de deux totalités différentes.

Dans ce contexte nous avons pu montrer que, bien que la notion de moitié paraisse simple, sa construction est difficile en réalité. C'est ainsi que l'enfant capable de donner la moitié d'un ruban par rabattement des deux moitiés l'une sur l'autre rencontre des difficultés considérables pour produire la moitié d'un objet rigide et donc non pliable comme une baguette de spaghetti. La nature du matériel l'empêche ici d'avoir recours à des pratiques cognitives simples car les inégalités qui résultent de la cassure du spaghetti sont traitées par les enfants de manières différentes selon leur âge et leur degré de développement cognitif. De même un enfant incapable de satisfaire à la consigne de donner la moitié de six pommes à une poupée accomplit parfaitement le partage de six pommes entre deux poupées. C'est que la présence d'une seconde poupée lui permet de recourir au schème pratique du partage sans devoir abstraire le concept de moitié du nombre six. En effet, demander la moitié de six pommes à un enfant c'est le contraindre à penser les six pommes comme une totalité telle que la réunion des parties reconstitue le tout, que les deux parties soient disjointes (c'est à dire sans partie commune) et enfin qu'aucune des parties ne forme une classe vide. On avouera que ce n'est pas simple, même en action. C'est pourquoi l'on observe une grande variété de comportements chez les petits. Les enfants plus âgés, ayant coupé les six pommes pour en obtenir la moitié se voient, eux, confrontés à d'autres difficultés, car ils doivent coordonner la partition de chaque élément (pomme) avec la partition de l'ensemble.

On pourrait sans doute être tenté de penser ces difficultés comme une

pure question de vocabulaire. En effet, demander la moitié de quelque chose est apparemment ambigu. On sait, en effet, que, pour les plus petits, la "moitié" d'un morceau de chocolat cela peut être un bout, parfois infime de ce chocolat. Mais cette question est purement sémantique. Les différences observées entre les enfants d'âges différents renvoient en fait à leur compréhension du problème, puisque la question posée par l'expérimentateur reste inchangée dans toutes les situations. Par ailleurs, on pourrait être tenté d'expliquer par la nature du matériel les difficultés rencontrées par les enfants. En effet, nous avons constaté, dans un premier temps, que prendre la moitié d'un ensemble d'éléments discrets présentait plus de difficultés que de réaliser la même opération sur un continu. La complexité du problème de l'unité et de sa division telle qu'elle ressort de l'histoire de l'arithmétique, plaiderait en faveur d'une telle interprétation. En outre, nous nous sommes aperçus en analysant nos différentes situations expérimentales, que contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce n'était pas seulement la nature du matériel qui était source de difficulté. En effet, dès que l'enfant agit sur le matériel, il change la nature de celui-ci en traitant, par exemple, un ensemble d'éléments discrets comme un continu. Mais ce faisant, il altère la nature du problème posé. Car par son action sur le matériel, le sujet aboutit parfois à des résultats inattendus pour lui; ce qui peut, suivant son niveau de compréhension, le perturber ou non. A partir de ces considérations nous avons pu montrer d'une part l'hétérogénéité avec l'âge des conduites des enfants au niveau de la "réussite" et d'autre part le "statut" de la réussite, dans ce sens qu'une même conduite peut avoir une signification différente en fonction de l'âge. Pour illustrer ceci rappelons l'une des situations proposées: donner la moitié de cinq pommes (selon différentes modalités). La consigne est claire: l'expérimentateur demande à l'enfant de donner la moitié de toutes les pommes qui sont devant lui, en faisant le geste qui embrasse la totalité des pommes. Les réponses des enfants à cette consigne sont extrêmement diverses. Nous avons essayé d'expliquer cette diversité par les aspects différents de la situation expérimentale, aspects qui ne sont pas toujours dissociés par l'enfant. Les jeunes enfants (4-5 ans), lorsqu'ils ne considèrent pas l'ensemble de cinq pommes comme un continu que l'on peut "couper" (ce qui peut aboutir à une solution correcte ou non) ne se centrent pas sur la totalité proposée, mais sur chaque unité de la totalité, considérée chacune comme un tout (ou plutôt un objet) particulier. L'enfant donnera la moitié d'une pomme, ou

encore la moitié de chaque pomme. Une première source d'ambiguïté apparaît chez l'enfant par défaut de différenciation suffisante entre l'unité et le tout (l'ensemble). Chaque pomme étant un tout en soi, l'unité est la pomme. Mais l'enfant peut, par ailleurs, partager chacune des pommes, donc toutes les pommes. De lors, deux référentiels peuvent coexister de manière indifférenciée pour l'enfant. D'une part, la pomme, conçue comme unité, est coupée en deux moitiés et chaque moitié évoque l'unité (la pomme de laquelle la moitié a été prélevée), mais il y a aussi un reste (les quatre autres pommes entières, soit le reste de l'ensemble duquel la pomme coupée en deux a été prélevée) et que l'enfant peut partager. D'autre part, si l'enfant coupe chaque pomme il agit sur l'ensemble des pommes, mais il y a alors disparition du tout (l'ensemble de départ). Supposons que l'enfant doive, en suivant la consigne partager entre deux poupées. Il va partager les demi-pommes. Mais qu'est-ce alors la moitié de cinq pommes? Un même enfant pourra osciller et dire ou indiquer: une demi-pomme, ou deux demi-pommes (tout ce qui dans une pomme est "cassé") ou encore toutes les demi-pommes (tout ce qui est "cassé", mais il y a alors beaucoup des moitiés). Ainsi, de la moitié d'une pomme (une demi-pomme), l'enfant peut passer à la moitié de toutes les pommes, et "la moitié" devient alors "les moitiés" parce qu'il s'agit précisément de donner la moitié de toutes les pommes. Un rappel de consigne: "il ne s'agit pas de donner tout mais la moitié", peut encore ramener l'enfant à dire ou indiquer que la moitié de cinq pommes est un demi-pomme (nouvelle centration sur l'unité pomme) ou quelques demi-pommes (donc une partie de l'ensemble). Autrement dit, l'une des premières raisons de l'ambiguïté réside dans le fait que l'enfant ne sait pas quel est le référentiel à considérer: l'unité (la pomme) ou le tout (l'ensemble).

Une autre source d'ambiguïté chez les jeune enfants est fournie par le rapport entre l'action et son résultat. Selon ce sur quoi l'enfant se centre, deux possibilités peuvent apparaître: soit les demi-pommes deviennent des "éléments" qu'on partage, et la moitié se justifie par l'égalité des parties (l'enfant donne "la même chose des choses" à chacune des poupées), soit par une nouvelle centration sur l'unité, la moitié devient une demi-pomme, une chose qui n'est pas entière, une pomme incomplète. Notons encore que, dans tous les cas, les conduites sont liées à l'action de couper et, une fois les pommes coupées le résultat de l'action dirige le regard de l'enfant vers "la chose non complète", une demi-pomme devient la moitié ou vers l'égalité des parties et la moitié est

justifiée par "la même chose" des demi-pommes.

Entre 6 et 8 ans, une autre série des conduites apparaît, se caractérisant par le partage de l'ensemble, et donc par une compréhension de la consigne comme devant agir sur la totalité. Différents types de conduite peuvent se présenter: Partage par itération symétrique des éléments et élimination de la pomme du milieu; partage par séparation aboutissant à deux sous-ensembles inégaux, puis rétablissement de l'égalité par adjonction ou élimination d'un élément; partage par itération, puis adjonction ou élimination d'un élément; élimination ou adjonction d'un élément, puis partage par itération ou séparation; partage par itération ou séparation aboutissant à deux sous-ensembles inégaux.

Ces procédures, qui évitent la demi-unité, lèvent toutes l'ambiguïté. La moitié consiste à partager le tout en deux parties égales et c'est la moitié justement "parce qu'elles sont égales", ou en deux parties inégales, et c'est la moitié parce qu'elles reconstituent le tout, ou encore, ayant partagé le tout en deux parties inégales, la moitié est le sous-ensemble le plus petit. L'expérimentateur réintroduit alors, par méthode, l'ambiguïté en proposant une situation où il introduit des demi-unités et des unités. Cette situation non seulement met l'enfant devant des pommes déjà coupées mais suggère à son tour la possibilité de couper. L'ambiguïté réapparaît, soit sous la même forme que chez les enfants plus jeunes par confusion entre deux référentiels l'unité et l'ensemble, soit par la difficulté de partager des éléments de "classes" différentes (pommes entières, pommes coupées). Ainsi un enfant devant partager entre deux poupées 4 pommes dont l'une est partagée en deux peut aboutir à une solution incorrecte car il n'attribue à chaque poupée que les éléments d'une même classe (soit des pommes entières, soit des pommes coupées). Chaque poupée aura une pomme et demi et l'enfant laissera de côté un reste, soit une pomme entière. Ce même enfant devant partager 5 pommes dont l'une est coupée en deux, aboutira naturellement à une solution exacte, alors que nous savons combien il est difficile de faire la moitié d'un nombre impair, soit lorsque les pommes sont entières, soit lorsque l'enfant, ayant eu l'idée de partager chaque pomme en deux, ne sait plus à quoi correspond la moitié.

Les enfants de 6 à 8 ans sont donc sensibles à deux types d'ambiguïté: la référence au tout, comme les enfants plus jeunes, et la difficulté à partager des éléments de classes différentes.

Vers neuf ans, apparaît une nouvelle raison d'ambiguïtés lorsque

l'enfant essaiera d'attribuer une valeur à la demi-unité. L'enfant ne différenciant pas le nombre et l'objet ne saura pas ce que la demi-unité vaut: un demi ou un et demi. La confusion entre le nombre et l'objet donne lieu à une autre ambiguïté chez les enfants qui, en coupant toutes les pommes essayent de considérer le tout. Celui-ci se trouvant multiplié par la division de chaque élément devient pour l'enfant, la moitié "en ajoutant", par rapport à "la moitié en enlevant". En voulant faire la moitié (moins que l'entier ou selon l'enfant, la moitié en enlevant), l'enfant obtient le double (la moitié en ajoutant, selon l'enfant). Or, le problème concernant "la moitié en ajoutant" est tout autre. Dans l'ensemble des nombres rationnels, où situer l'entier cinq par rapport au double et à la moitié? Ce problème ne sera plus source de confusion lorsque l'enfant comprendra que la moitié de cinq est deux et demi parce que "cinq divisé par deux est égal à deux et demi", ou "parce que deux et demi plus deux et demi est égal à cinq", bien que l'on puisse affirmer que ces deux réponses soient de niveau différent car l'une justifie le résultat de manière multiplicative et l'autre de manière additive.

En conclusion, des conduites semblables peuvent apparaître à 5 et à 10 ans. A travers une procédure de partage par correspondance terme à terme les enfants arrivent à un résultat satisfaisant: ils partagent chaque pomme en deux et distribuent le tout en deux parties égales. Mais dans les deux cas des difficultés conceptuelles qui sont dépendantes de l'équipement cognitif du sujet subsistent. Ainsi pour un enfant de cinq ans qui coupe toutes les pommes, la moitié peut être une demi-pomme, toutes les demi-pommes ou quelques demi-pommes, par confusion entre l'unité et le tout. Pour un enfant de 10 ans qui procède de la même manière, la moitié sera, soit chaque demi-pomme(cinq moitiés), par incoordination du tout et de l'unité, soit toutes les demi-pommes par confusion entre le nombre et l'unité, entre la moitié et le double. Un enfant de six ans pourra dire que la moitié de cinq pommes est constituée par quatre pommes, parce qu'on peut les partager et qu'il en reste encore une comme témoin du tout ("l'entière"), par juxtaposition du tout et de la partie. Un enfant plus âgé parlera de quatre moitiés (les deux moitiés des quatre pommes entières et les deux moitiés de la cinquième pomme coupée en deux) par un effort de coordination du tout et de l'unité. De même un jeune enfant ne trouvera aucune difficulté à traiter les pommes et les demi-pommes comme des objets et pourra ainsi partager des éléments de classes différentes alors qu'un enfant plus âgé sera gêné dans une situa-

tion analogue. Il s'agit par conséquent, de considérer à la fois la nature du matériel, l'action de l'enfant sur le matériel et le produit de cette action sur les schèmes cognitifs de l'enfant ainsi que le niveau cognitif général du sujet y compris l'interaction entre schèmes logiques et infralogiques propre à toute mesure.

Comme on le voit donc, la partie et le tout entretiennent des rapports plus complexes que ceux imaginés par Piaget au début de sa vie scientifique. Il en va de même du concept d'équilibration qui est lié de près au concept de totalité. Si, dès le départ, en 1918, Piaget enracine la logique dans le biologique et le biologique dans la logique en créant une sorte de bio-logique, les modalités de cet enracinement ne cesseront de varier au cours de sa carrière.

En effet, comme nous le rappelions au début de ces pages, la seule forme d'équilibre stable qu'imagine Piaget en 1918 est celle de la conservation réciproque des parties et du tout qui est une forme éminemment logique puisqu'elle repose sur la réversibilité progressive de la pensée par un processus de compensations réciproques entre le sujet et le milieu dont la forme idéale est la coopération qu'il faut écrire co-opération. En effet, c'est le telos constitué par la Raison qui déclenche et règle la marche vers des formes supérieures d'équilibre. On reconnaîtra aisément l'influence des idées du philosophe français Fouillé (1893) dans cette première conception de Piaget démontrée empiriquement dans *Le Jugement et le Raisonnement* (1924) et surtout, du point de vue de la coopération dans *Le Jugement Moral* (1932).

Faisant suite à cette première vision sociale et logique, la pensée de Piaget, par un mouvement de balancier intéressant, retourne vers ses sources biologiques et psychologiques. Alors que le normatif l'emportait dans la première vision de l'équilibration, comme l'illustrent des phrases comme "la logique est une morale de la pensée comme la morale est une logique de l'action" (1978, p. 322), le biologique l'emporte dans la deuxième étape. Les travaux sur *La naissance de l'intelligence chez l'enfant* (1936), montrent bien que le processus d'évolution dirigée s'explique en termes d'adaptation biologique et plus précisément d'équilibre entre les pôles d'assimilation et d'accommodation de la dite adaptation par le truchement d'une plus ample coordination des schèmes du sujet entre eux (une autre forme de coopération) permettant une dialectique claire entre le sujet et l'objet, gage d'une meilleure connaissance du monde.

Dans les années quarante, Piaget va essayer de coordonner les dimensions logiques et biologiques entre elles par le moyen de deux concepts centraux dans ses réflexions de l'époque: le groupement et la régulation. La notion de groupement est sensée expliquer non seulement l'apparition de nouvelles structures mentales sous l'effet du développement mais aussi le développement lui-même (1941/5). La régulation, (1942/5) issue des structures rythmiques et débouchant sur l'opération donc la réversibilité, représente le pôle biologisant de la pensée de Piaget à ce moment.

Mais c'est dans les années cinquante que Piaget va réfléchir explicitement à une véritable théorie de l'équilibration. Sous l'influence de la cybernétique, de la théorie de l'information et des jeux, Piaget élabore, dans le cadre du Centre d'épistémologie génétique nouvellement créée, en 1955, un modèle probabiliste de l'équilibration qui doit beaucoup à sa théorie des centrations relatives en perception visuelle (1943, 1945, 1961). L'équilibration est définie en 1957 comme un mécanisme de compensation des perturbations engendrées par le milieu dans les structures mentales du sujet sur le modèle stochastique des régulations perceptives. La marche vers l'équilibre est décrite comme l'acquisition de la conservation: centration sur un aspect de la situation, puis sur l'autre négligé par la première centration, oscillation entre ces deux pôles d'attraction puis coordination de deux aspects sur une synthèse nouvelle. Une telle dialectique devient profondément causale pour Piaget sans pourtant être déterministe puisqu'elle est statistique. Il passe de la sorte d'un modèle téléologique du développement à un modèle explicatif abstrait qui englobe l'ensemble des activités cognitives du sujet.

Ce modèle ne le satisfait malheureusement pas et ceci dès sa parution. Car, par son abstraction statistique même, il l'éloigne d'un aspect fondamental de sa pensée, le biologisme. En effet, sa douloureuse crise d'identité adolescente (magistralement décrite par Piaget lui-même dans *Recherche*, 1918) avait été provoquée par son désir de réunifier vérité et valeur sous les espèces, alors si vivantes, de l'opposition entre la foi et de la science. Or, cette réunification n'avait été possible pour lui que grâce à sa découverte du bergsonisme à travers une lecture bien particulière de *L'évolution créatrice* (1907) voyant dans la Vie un absolu vers lequel tend tout élan vital.

Par son retour à la science aristotélicienne des genres, Bergson avait convaincu Piaget qu'il tenait la solution à son problème. Si toute la Vie

tend vers un état final naturel qui est la Vie et la Vie en plénitude, l'Homme tend vers son état naturel qui est la Morale et la morale absolue, qui n'est autre, pour Piaget, que le prolongement de la Vie en abondance. Il fallait donc rendre à la vie et au vivant la part qui était la leur. Les rencontres de l'O.M.S. sur le développement biopsychologique de l'enfant avec Bertalanffy, Tanner, Grey Walter et Lorenz furent déterminantes à cet égard parce qu'elles présentaient une analyse biologisante de l'auto-organisation des systèmes en développement.

Or c'est sur ce point précis que la plupart des mesinterprétations de Piaget ont eu lieu comme nous allons le voir maintenant par l'examen de la réception de l'idée d'équilibration dans le monde savant. Mais avant de passer à cet examen, il nous faut revenir sur la notion d'auto-organisation telle qu'elle apparaît dans l'oeuvre de Piaget dans la deuxième partie de sa vie.

En effet, Piaget n'entend pas auto-organisation dans le sens habituel du terme. La notion d'auto-organisation est chez lui axée sur l'ouverture vers des nouveaux possibles, alors que la cybernétique (Ashby, 1947) met l'accent sur les systèmes fermés. Quoique la notion de *telos* se rapproche de celle d'attracteur dans la théorie de Prigogine (Inhelder, Garcia, Vonèche, 1976) Piaget conçoit toujours le développement comme une assimilation de la perturbation mésologique par les structures subjectives, alors que pour Prigogine le changement est le produit d'une dissipation sur le milieu. Contrairement aux systèmes simplificateurs qui sont des systèmes de progrès par élimination des perturbations comme l'est le darwinisme qui sélectionne après coup, par élimination du cycle vital, les espèces vivantes, la théorie de Piaget est une théorie de l'assimilation sans élimination (ce qui est un curieux être vivant du reste). En biologie il n'y a guère qu' Atlan (1972), avec son idée d'ouverture sur davantage de possibles dans les systèmes où l'entropie maximum est supérieure à l'entropie réelle, qui puisse se rapprocher de l'ouverture piagetienne sur des nouveaux possibles.

La première raison pour laquelle les différentes théories existantes de l'auto-organisation ne satisfont pas le modèle piagetien nous semble être la dimension anticipatrice de la connaissance qui se trouve au coeur du système piagetien et qui s'oppose à l'idée plus ou moins générale de développement par choc et régulation après coup. On peut, en effet, apprendre de l'expérience de deux manières différentes. Soit, on n'a rien vu venir et on reçoit le choc des événements; ce qui paraît le plus souvent

le cas dans la vie des sociétés humaines (choc pétrolier, guerres, chômage). Soit, on essaie d'anticiper les perturbations possibles afin de les éviter. Cette dernière manière nettement plus intelligente est rarement appliquée, si bien qu'elle a fait l'objet de peu de modèles théoriques d'auto-organisation spécialement au niveau biologique où la prégnance du modèle darwinien est telle que l'on ne raisonne que par choc. Il faut relire, à cet égard, l'essai anti-darwinien du jeune Piaget, *La Biologie et la guerre*, (1918) pour comprendre le caractère proprement belliqueux du darwinisme.

La seconde raison pour laquelle l'auto-organisation piagetienne est mal comprise réside dans la dualité de sa nature. La théorie de Piaget apparaît comme paradigmatiquement organismique, ce qu'elle est au niveau fonctionnel, mais elle est aussi mécaniste au niveau structural. Ce qui lui permet de croire à la continuité fonctionnelle dans la discontinuité structurale, puisque, si le mécanisme se définit par le hasard, le relatif, le réversible et le continu, l'organismique se caractérise par une orientation universelle irréversible et discontinue dans ses manifestations. Si bien que le modèle fondamental (quoique non explicite) chez Piaget est la dialectique organisationnelle du progrès dans laquelle les sous-systèmes s'unissent dans une action commune; ce qui donne lieu à une différenciation par coordination réciproque des différentes contributions en termes de complémentarité. Les contradictions du système ainsi engendrées sont dépassées dans une dernière phase de consolidation du système.

C'est donc toute cette face cachée des conceptions piagetiennes trop rarement thématifiée comme telle, la co-opération, qui est le moteur réel de la théorie bien plus que le système bio-logique qui paraît l'étayer à première vue.

Nous allons voir à présent que ceci n'a pas été compris sinon par Chapman (1992) dont le décès prématuré nous a privé d'une grande théorie.

La réception de Piaget dans le monde anglo-saxon Considérations générales.

Le corpus que nous allons analyser présente une hétérogénéité considérable. En effet, comme nous l'avons vu, ce corpus est constitué pour l'essentiel par des travaux résultant de la publication du livre de 1975,

d'une part. D'autre part, il s'agit, tantôt de livres, tantôt de comptes rendus bibliographiques ou de notes philosophiques ou épistémologiques. Enfin, souvent les auteurs glissent subrepticement de la notion d'équilibration à l'ensemble de la théorie piagétienne. Si bien que le résultat est assez surprenant: le point central de la théorie piagétienne n'aura été étudié qu'à l'occasion d'un événement extérieur comme la publication d'un livre par son auteur, alors que de concepts simples et plus ou moins indépendants de la théorie comme la conservation, par exemple, ont fait l'objet de recherches étendues et nombreuses. Ce qui tendrait à prouver que la théorie de Piaget, aussi étrange que cela puisse paraître reste encore à découvrir pour l'essentiel. Toute la question est alors de savoir si cela est dû au caractère superfétatoire de cette théorie comme le voudraient certains ou si c'est le reflet de la paresse mentale des lecteurs de Piaget sinon de la radicale innovation de cette théorie.

L'équilibration de Piaget ou les malheurs de Sophie Haroutunian.

La critique la plus complète et la mieux articulée de la théorie piagétienne de l'équilibration se lit dans *Equilibrium in the Balance* (1983) de S. Haroutunian. Pour l'essentiel Haroutunian pense que les concepts d'assimilation et d'accommodation présupposent que l'individu, soit s'adapte à son milieu, soit adapte le milieu à lui même. Ce qui présuppose à son tour que le but de telles relations sujet-milieu soit l'équilibre dont le principe est l'homéostasie. Quant un déséquilibre apparaît, celui-ci est compensé par une équilibration majorante qui conduit à un autre type d'équilibre. Mais comment ceci peut-il expliquer le développement? Car le développement suppose par définition, l'existence d'une direction des processus en question. Dès lors il n'y a que deux solutions possibles: soit le développement résulte du hasard des rencontres avec le milieu (c'est la solution qui paraît dominer dans *Logique et Equilibre*), soit il est dû à une organisation innée du sujet qui va dans le sens du développement. Dans le premier cas nous revenons à l'idée empiriste d'une totale plasticité de l'organisme face au milieu et à ses contraintes. Dans le second nous avons affaire à une sous-variété plus ou moins élaborée du préformisme.

Si l'empirisme est bien la tête de turc de Piaget, poursuit Haroutunian, il n'en reste pas moins que, nonobstant ses thèses interac-

tionnistes, Piaget ne peut exclure l'idée que toutes les possibilités de développement futur sont innées. Elle trouve une preuve de ceci dans les notions de créodes et d'épigenèse ainsi que dans la théorie de la phénocopie proposées par Piaget. Parmi tous les possibles, un seul s'actualiserait au fait et ceci sous la pression sélective du milieu.

Comme on le voit, Haroutunian ramène Piaget à une espèce de sélectionisme néo-darwinien proche de la théorie immunologique proposée par Edelman selon lequel l'organisme possède une panoplie complète de ripostes possibles aux attaques virales mais qu'il faut un certain temps à l'organisme: 1. pour reconnaître le virus attaquant; 2. pour passer en revue ses défenses et 3. choisir la réponse adéquate. Ce qui favorise le rôle du hasard dans le développement cognitif si l'on transpose le modèle à la vie de l'esprit. La connaissance ne progresserait qu'à coups de dés. Et chacun sait, depuis Mallarmé, que "jamais un coup de dé n'abolira le hasard...". Ceci est une incompréhension totale de l'oeuvre de Piaget pour qui la praxis n'est justement comprise ni comme l'effet du hasard, ni comme exécution pure d'une structure innée, ni même comme une simple algèbre booléenne d'un système de relations objectives. C'est en outre oublier que Piaget, comme penseur, s'inscrit dans une tradition continentale européenne qui oppose non pas "nature" à "nurture" mais ontogenèse à phylogenèse, c'est à dire des processus temporels et historiques à des structures stables et intemporelles. C'est enfin nier toute la dimension fonctionnelle de l'oeuvre de Piaget qui refuse les dualités irréductibles au profit d'une reconstruction. Comme le disait excellemment Doise, "la stratégie de Piaget consiste, face à deux camps opposés, à réduire l'antagonisme en redéfinissant le champ" (communication personnelle).

De quelques comptes rendus

Un second groupe des travaux sur l'équilibration est constitué par les revues critiques du livre sur l'équilibration paru en anglais sous le titre significatif de *The Development of Thought: the equilibration of cognitive structures*. Ces revues vont de la simple note à la discussion substantielle comme du pur résumé du livre à la critique sérieuse.

Pour illustrer ce genre, nous avons choisi trois revues qui nous paraissent caractéristiques d'objectifs différents. Tout d'abord celle du

couple Modgil (1978) qui représente le point de vue d'une présentation aux lecteurs de la théorie de Piaget sans rapport réflexif à celle-ci. Ensuite, la revue de L. Smith qui tente de mettre Piaget en perspective avec d'autres épistémologues. Enfin un travail qui dépasse, par son ampleur historique et critique, le compte-rendu analytique d'une nouvelle publication pour formuler une réflexion originale et approfondie sur l'évolution des idées chez Piaget de *Recherche* à *L'équilibration des structures cognitives*. (Chapman, 1991)

Les Modgil remarquent que la théorie de 1975 diffère de celle de 1957 sur quelques points essentiels: tout d'abord, l'apparition de la phénocopie comme extension du modèle général de l'assimilation/accommodation; ensuite les correspondances négations/ affirmations remplacent les probabilités séquentielles; enfin le rôle de la prise de conscience, de la contradiction des compensations et de la commutabilité est, dans chaque cas, plus précis et plus clair, si bien que les processus par lesquels se fait le développement mental sont enfin bien mis en lumière. Les Modgil insistent aussi sur un autre point cher aux Anglo-saxons, à savoir que ce n'est pas le besoin qui motive le changement mais bien l'équilibration qui prend trois formes différentes: 1. interaction sujet/objet; 2. interaction entre sous-systèmes et 3. relations entre les sous-systèmes et la totalité appelées aujourd'hui équilibration entre différenciation et intégration.

A les lire, on se rend compte combien l'idée même d'une motivation qui repose sur un besoin cognitif, le "besoin" de savoir et de connaître paraît étrange aux psychologues anglo-saxons. De plus, la distinction entre équilibre et équilibration semble poser problème. Enfin le caractère explicatif de l'équilibration paraît peu clair. En effet, pour eux, l'équilibration est le processus par lequel se fait le changement cognitif. La condition nécessaire en est la présence d'un déséquilibre ou d'une contradiction, si bien que l'on a parfois l'impression que le déséquilibre est le véritable facteur explicatif. En effet, ils voient dans le déséquilibre (ou la contradiction) la motivation du changement cognitif. C'est ce que saisit fort pertinemment Smith (1979) dans sa revue qui ouvre des perspectives intéressantes: l'équilibration résulte des actions compensatrices (feed-back négatif) visant à annuler la contradiction et à ramener l'organisme au status quo ante. Dès lors, pour retrouver l'état d'équilibre l'organisme doit pouvoir percevoir la contradiction. Ce qui suppose l'existence d'inférences de la part du sujet ou de l'organisme pour pouvoir fonctionner. En

effet, le sujet doit inférer de la résistance de l'objet la force nécessaire à le mouvoir, par exemple. Cette inférence serait analogue au *modus ponens* en logique: le sujet poserait la dépendance d'un état des choses d'un autre antécédent et à partir de cette supposition agirait pour engendrer l'état antérieur à partir de l'état actuel.

Smith fait remarquer que le statut épistémologique et ontologique du concept d'inférence est remarquablement peu clair et que l'articulation du concept avec les actions pratiques du sujet pour amener le *status quo ante* n'est pas très explicite non plus. En effet, le contrôle de la validité d'une inférence suppose un sujet conscient qui doublerait, en quelque sorte, le sujet épistémique défini comme un niveau d'organisation structurelle par opposition au sujet psychologique doué lui d'une vie mentale autonome. Dès lors, la distinction entre sujet réel et sujet épistémique serait floue, puisque le sujet épistémique serait lui même conscient, capable de formuler des projets, de tirer des plans et de se donner des buts c'est à dire doté d'une vie mentale propre. D'où la difficulté de la notion de sujet épistémique pur et quelques doutes sur sa nécessité théorique.

Par ailleurs, ceci n'est pas sans effet sur l'opposition entre Popper et Piaget. En effet, si, pour Piaget, le développement cognitif est dû à l'apparition de nouvelles structures mentales les unes après les autres selon une séquence logiquement progressive sans que le sujet conscient ait beaucoup à y faire, pour Popper, (*Objective Knowledge*) la conscience joue un rôle fondamental dans l'acquisition des connaissances. De même, le structuralisme de Piaget l'oblige à poser que tout acte d'intelligence présuppose une opération mentale qui le précède. Ce qui l'oppose au comportementalisme d'un Ryle (*The Concept of Mind*) pour lequel ce prérequis n'est pas nécessaire.

Piaget, pour qui l'intelligence et le langage ne sont pas nécessairement liés, s'oppose au Wittgenstein des *Philosophical Investigations*. Enfin, Piaget s'oppose au physicalisme d'Amstrong et de Feyerabend.

Comme on le voit, le mérite de la discussion de Smith réside surtout dans le fait qu'il situe très exactement Piaget dans le débat d'idées anglo-saxon et qu'il prend au sérieux les prétentions de l'épistémologie génétique.

M. Chapman va encore plus loin dans cette direction. Il fait remarquer que beaucoup de psychologues par ailleurs réceptifs aux idées de Piaget ont considéré que les concepts d'équilibre et d'équilibration constituent un "surplus baggage", comme dit Bruner. Chapman considère

ensuite les origines du concept d'équilibre tel qu'il apparaît pour la première fois dans Recherche, et dont les lois sont: 1. la tendance de toute organisation à se conserver elle même; 2. l'ouverture de toute organisation au milieu qui peut en modifier les différentes parties et les mettre en conflit avec le tout ; 3. le tout se modifie lui même pour réduire le conflit entre les parties; 4. ce compromis tend à évoluer vers une forme d'équilibre plus stable caractérisée par une mutuelle conservation des parties et du tout. Ces quatre lois d'équilibre déterminent un processus plutôt qu'un état. Ce processus est directionnel sans pourtant être prédéterminé par un but final: il est donc plus téléonomique que téléologique.

Chapman passe en revue ensuite les formes d'équilibre dans l'action et la pensée. Il montre ainsi que *Le jugement et le raisonnement chez l'enfant* (1924) est caractérisé, pour Piaget, par le syncrétisme et la juxtaposition où le syncrétisme représente le primat du tout sur les parties, tandis que la juxtaposition en est l'inverse, à savoir: le primat des parties sur le tout. La *réversibilité* sera la notion-clé permettant le dépassement de cette opposition. De même, l'égoïsme infantile se caractérise par le primat de la partie sur le tout, tandis que la contrainte parentale et autoritaire représente l'inverse. Pour équilibrer le primat du tout sur les parties qu'est la contrainte avec l'égoïsme il faut avoir recours à une forme supérieure d'équilibre qui est la *coopération*.

De plus, dans *La Naissance de l'intelligence* (1936) Piaget oppose deux formes d'équilibre: *l'organisation* qui est l'équilibre des parties et du tout à l'intérieur des schèmes du sujet et *l'adaptation* qui est l'équilibre entre le milieu et l'organisme. Ultérieurement le modèle de l'équilibre organisationnel sera découvert par Piaget sous les espèces du *groupement*.

A ce point de son évolution, Piaget bascule dans le structuralisme des opérations et ne s'intéresse plus tellement aux processus d'équilibration mais aux stades successifs d'équilibre qu'il définit dans les années quarante.

Ce n'est que dans les années cinquante qu'il revient sur l'équilibration comme processus sous l'influence de la théorie des systèmes ouverts (Bertalanffy, 1969) ou hiérarchiques (Weiss, 1971) de "L'équilibre des systèmes auto-organisés" de Ashby (1947) mais avec cette différence qu'il met l'accent sur l'anticipation et la compensation des perturbations par l'organisme. Le concept-clé ici est celui de *décentration*.

Dans le texte de 1975, Piaget reprend les quatre lois d'équilibre de

Recherche sous une forme différente. En effet, il parle maintenant de trois formes d'équilibre: 1. équilibration entre schèmes et objets extérieurs; 2. équilibration des schèmes entre eux; 3. équilibration entre schèmes individuels et les structures d'ensemble dont ils font partie. Il montre ensuite les trois stades de compensation des perturbations: alpha, beta et gamma.

En 1981, avec *Le possible et le nécessaire*, Piaget indique qu'une théorie de l'équilibration est insuffisante pour une application constructiviste de la genèse de la pensée, car on pourrait toujours argumenter que le mécanisme régulateur de cette genèse est soit inné, soit appris. Dès lors, il lui faut inventer cette idée de "l'ouverture sur de nouveaux possibles".

Ce qui va le rapprocher des cybernéticiens et des théoriciens de l'auto-organisation et particulièrement de personnes comme Prigogine. Mais, si l'organisation se produit, chez Prigogine, par dissipation de l'entropie dans le milieu et *hors* du système s'auto-organisant, pour Piaget, au contraire, les échanges se font dans l'autre sens: il s'agit toujours chez lui d'une *assimilation* et non d'une élimination.

Nous pensons, quant à nous, à ce propos, qu'il est assez étrange que Piaget n'ait pas pensé à une forme d'équilibre supérieure entre assimilation et élimination pour faire avancer le constructivisme. Ceci est d'autant plus surprenant que dans sa réponse à von Foerster, lors de son propre quatre-vingtième anniversaire, Piaget est sensible à la dialectique entre la double nécessité d'ouverture vers des nouveaux possibles (pôle éliminateur) et de fermeture du cercle des implications réciproques indispensables à la formation des systèmes et des sous-systèmes de la pensée (pôle assimilateur). Certes, comme le remarque Piaget lui-même à Foerster, ces deux exigences sont contradictoires. Mais nous pensons qu'un auteur qui fait un tel cas du passage d'apprentissage par choc (perturbations) à celui par anticipation pour le développement de l'intelligence aurait pu se rapprocher d'Atlan (1972) pour qui l'auto-organisation résulte de l'accroissement du nombre de nouveaux états possibles mis à disposition du système s'auto-organisant par l'accroissement de l'entropie maxima à un taux supérieur à celui de l'entropie réelle. Il y a là une dialectique entre le réel et le virtuel qui aurait pu fasciner Piaget.

Pour revenir à la revue de Chapman, ce dernier introduit la dimension sémiotique dans la théorie de l'équilibration. En effet, pense-t-il, à la suite d'autres penseurs (Broughton, 1981; Hamlyn, 1978: Rotman,

1977) le biologisme de Piaget tend à calquer les relations sujet/objet sur le modèle des rapports entre l'organisme et son milieu. C'est là négliger la dimension symbolique de la connaissance qui donne une signification au monde et qui le rend humain par l'intersubjectivité, une forme d'interaction relativement peu discutée par Piaget. Chapman en profite pour rappeler sa triade personnelle: le sujet connaissant, l'objet de la connaissance et le co-sujet ou interlocuteur, triade qu'il appelle le *triangle épistémique*. Chapman voulait, avant sa mort, ajouter à l'opérativité, la communicativité dans un sens proche de J. Habermas (1981-84-89). Au fond, Chapman pense introduire cette dimension comme une forme particulière de la contradiction, puisque la contradiction peut venir, sans doute des faits, mais surtout d'un contradicteur ou d'une contradictrice avec lesquels on a un conflit d'opinion. L'argumentation qui s'en suit dans l'évaluation des raisons réciproques de défendre un point de vue constitue une forme possible d'équilibre dialectique entre les affirmations des uns et les dénégations des autres. C'est en somme revenir à ce que Doise disait de Piaget lui-même: dépasser la lutte des clans par une redéfinition du champ.

L'autre forme de perturbation discutée par Piaget est la lacune. Celle-ci aussi a son analogue intersubjectif dans l'interrogation, le questionnement d'un sujet par un autre dont J. Hintikka (1982, 1984, 1988) a fait la théorie. Cette méthode de produire des connaissances nouvelles est aussi vieille que Socrate et sa maïeutique dont la codification normative fut faite par la logique aristotélicienne. Piaget en avait une première analyse, en 1923, dans *Le langage et la pensée chez l'enfant*, mais n'y était jamais revenu bien qu'il ait continué à interroger les enfants de manière socratique. Il y a, ici, une possibilité de réconcilier Piaget avec Vygotski d'une manière qui ne serait ni triviale, ni artificielle.

En conclusion, Chapman pense qu'il peut distinguer au moins deux plans: le plan intrapsychique des opérations et le plan interpsychique des coopérations dont Bogdanov (1919-1921) a fait la théorie et dont Doise et Mugny (1985) ont fait l'analyse empirique, pour assouplir le principe d'équilibration.

Équilibration et philosophie

La troisième sorte des travaux engendrés par la théorie piagétienne de

l'équilibration est d'ordre philosophique. S. Haroutunian (1985) pense, par exemple, que Piaget ne peut expliquer la possibilité de la connaissance pour la simple et bonne raison qu'il ne possède pas une théorie de l'intersubjectivité de la vérité. Cette faiblesse est expliquée par J.A. Rowell (1983) en termes de programmes de recherche, au sens de Lakatos. Pour lui, la théorie de l'équilibration est un programme à ses débuts. Sa validité ne peut donc être testée avec précision. Dans la même veine, mais d'un point de vue différent M. Boden (1982) pense que l'équilibration n'est pas une explication parce qu'elle n'est pas "computational" comme si ce qui n'est pas "computational" était nécessairement inutile ou inexistant. Boden semble oublier que l'intelligence artificielle est un système fermé alors que la vie est un système ouvert. Brent (1978) compare le concept d'assimilation au processus thermodynamique de rupture de structure. Il voit une ressemblance trop grande entre les deux concepts car, pour lui, tous deux extraient du milieu l'information adaptative dont ils ont besoin. Brent oublie que l'un procède par ingestion et l'autre par élimination.

Haensly, Chissom et Nash (1978) confondent carrément l'équilibration avec ce que les Anglo-saxons appellent "concept attainment".

Haroutunian (1978) critique les concepts d'assimilation et d'accommodation chez Piaget. En effet, si l'assimilation biologique ne fait pas problème pour elle, puisqu'il s'agit d'une transformation chimique d'un corps en un autre, il ne peut en être de même pour l'assimilation cognitive où l'objet de connaissance ne peut être transformé sous peine de cesser d'exister. On peut appliquer la même forme de raisonnement à l'accommodation: si les schèmes s'accommodent il s'agit de l'une de deux choses, ou bien on change de catégorie d'entendement, mais cette catégorie serait néanmoins préexistante à l'expérience et donc il n'y aurait pas de changement à proprement parler, ou bien ce sont les propriétés des schèmes qui sont modifiées auquel cas ce ne sont plus les mêmes schèmes, puisqu'ils ne sont plus définis par les mêmes propriétés. Donc le caractère explicatif de l'assimilation et de l'accommodation reste nul et non avenue.

Comme on le voit, l'idée d'Haroutunian c'est que la transition d'un état d'équilibre à un autre se précède toujours elle-même, Piaget ne fait que constater le changement après coup; il ne dit pas comment il a eu lieu.

Riegel (1975) compare l'équilibration à la dialectique marxiste. Il

considère que la dialectique entre l'assimilation et l'accommodation est une fausse dialectique parce qu'elle se centre sur les états d'équilibre et non sur les déséquilibres qui sont seuls producteurs de changement. En outre, la dialectique piagétienne porte seulement sur les relations entre le sujet et l'objet ignorant superbement la dialectique intersubjective et l'interaction individu/culture. L'équilibration est donc une théorie insuffisante par fausse centration.

Équilibration et recherches empiriques

Un quatrième groupe de travaux inspiré par l'équilibration est constitué par des recherches empiriques sur la question. Elles n'appartiennent donc pas au contexte de cet exposé théorique, d'une part. D'autre part, ces recherches tendent à préciser le rôle de facteurs adventices comme le milieu, la culture ou l'hérédité quand elles n'utilisent pas le modèle de l'équilibration pour réfuter les théories du modelage social ou de l'apprentissage classique.

Autres discussions

La littérature de langue française a peu discuté la théorie piagétienne de l'équilibration, exception faite de Gérald Noelting (1982), Rémy Droz et Henri Volken (1991) et Jacques Lautrey.

Noelting propose une définition nouvelle de l'équilibration. Au lieu de considérer l'équilibration comme une réaction au milieu par compensation d'une perturbation, comme le voulait Piaget, il propose de la penser comme une action avec le milieu par coordination des données stables du sujet (les schèmes) avec celles du milieu qui orientent les comportements du sujet dans une direction précise. Droz et Volken (1991) s'intéressent, quant à eux, à la portée heuristique et au devenir d'un concept qu'ils considèrent comme *utopique*. Comme beaucoup d'auteurs avant eux, ils font remarquer que Piaget a trop publié et qu'il s'en trouve comme encombré dans sa pensée. Cet excès de publications leur permet toutefois de faire leur miel des différentes approximations du concept d'équilibration chez Piaget. Ils considèrent que ces approximations successives permettent un affinement des concepts d'équilibre et d'équilibration au

long de l'oeuvre. Le concept est, pour eux, une centration sur des processus de transformation dans le temps, d'abord, sous la forme des simples rythmes contrastés, puis des régulations représentées pour devenir enfin opératoire (au sens piagetien du terme, à savoir: action intériorisée, réversible et solidaire d'un groupe de transformation). *En reprenant le schéma conceptuel "rythmes, régulation, équilibration", propre à Piaget, on pourrait caractériser sa démarche en disant que son effort pour créer de toutes pièces un concept qui aurait pour fonction de permettre un discours sur le développement qui soit plus topique, plus spécifique et surtout plus fécond du point de vue heuristique passe par des moments rhétoriques différents. Ces moments présentent une certaine analogie avec le développement de l'intelligence chez l'enfant. Tout d'abord, il s'agit pour le sujet Piaget d'adresser au réel des questions, en les répétant et en les variant successivement, afin de découvrir lesquelles déclenchent les effets les plus intéressants. Cette procédure correspond dans le modèle piagetien du développement à une phase de rythmes répétitifs et variés dont les réactions circulaires tertiaires constituent le meilleur exemple dans le développement du nourrisson: découvrir des objets nouveaux et des actions nouvelles, et varier les actions sur ces objets pour découvrir les caractéristiques des objets et celles des actions. Dans un deuxième temps, le sujet Piaget introduit une série des régulations plus au moins systématiques accompagnées de compréhensions plus ou moins brusques qui débouchent finalement par un processus d'équilibre/équilibration sur une structure d'ensemble cohérente nouvelle: le sujet Piaget établit un nouveau texte, temporairement et provisoirement définitif sur l'équilibration. On voit d'emblée qu'une telle séquence constitue le point de départ d'une série de cycles qui peuvent se répéter jusqu'à ce que le sujet Piaget soit parvenu à un résultat satisfaisant (p. ex., Piaget, 1945, 1959, 1967, 1975, etc. (Droz et Volken, 1991, p. 64-65).*

Ils voient dans ce triple mouvement le signe même du constructivisme piagetien, puisqu'un organisme rétablissant un équilibre ou anticipant un déséquilibre n'est pas contraint de se servir des mécanismes tout faits, établis à l'avance et relativement fins, mais au contraire peut ainsi inventer des moyens nouveaux d'adaptation au réel. Deuxièmement, ces mécanismes une fois intériorisés deviennent des réponses toutes faites qui permettront d'anticiper la perturbation d'ordre supérieur et d'y s'adapter. L'équilibration serait, dès lors, une sorte de météorologie dont l'imprévu ferait tout le charme pour Piaget. On anticipe une perturbation; lors-

qu'elle arrive on l'assimile. Par cette assimilation généralisatrice, on est prêt pour affronter des nouvelles situations plus complexes.

Jacques Lautrey (1981) dans un article d'hommage à Piaget, tente d'ouvrir une voie autre à la conception piagetienne de l'équilibration et qu'il découvre dans une série d'expériences qui lui paraissent poser difficulté à la théorie piagetienne. Lautrey souligne une difficulté réelle de la théorie piagetienne: le passage de la logique de l'action à la logique de l'opération. La logique de l'action n'est, selon l'expression de Piaget, qu'une "demi-logique", faute de réversibilité. Cependant, Lautrey considère cette logique comme une sorte de préfiguration de la logique opératoire. Il voit dans les formes d'invariance préopératoire, dépendantes selon lui, des processus de "réalisation" de Reuchlin (1973) des pierres d'attente de la conservation opératoire. Piaget ne prétend pas autre chose, mais ne parvient pas à expliquer ce passage, non pour les raisons invoquées par Lautrey et qui tiendraient à l'insuffisance de l'équilibration dans le guidage de la coordination des actions, mais parce qu'il est impossible d'expliquer comment des actions qui ont pour but d'être efficaces se voient tout-à-coup attacher des valeurs de vérité. On peut très bien comprendre comment les actions s'intériorisent en représentations. Mais le passage de la représentation à l'opération suppose non seulement la réversibilité mais surtout l'existence d'une valeur de vérité. D'où sort-elle? La question n'est pas simple. Ce ne peut être de l'action elle-même, sinon ce serait de la renversabilité. Ce ne peut être de l'intériorisation qui ne garantit en rien la vérité ou la fausseté d'une proposition. Serait-ce de la réversibilité? Certes, mais seulement dans la mesure où celle-ci constitue le mécanisme de la preuve à l'intérieur des systèmes de valeurs de vérité. Mais la valeur de vérité précède toujours nécessairement la preuve de vérité. Quelle est donc cette révolution copernicienne qui n'intervient qu'une fois dans le développement de l'enfant?

Pour Pilar Lacasa Diaz, seule auteure de langue espagnole ayant explicitement discuté l'équilibration, ce concept permet d'échapper tant à l'empirisme qu'à l'apriorisme parce qu'il est auto-régulation, formateur des structures tout en établissant une continuité dans le développement grâce à sa puissance dialectique qui permet de compenser les transformations et d'assimiler les perturbations de manière toujours majorante.

Dans la littérature italienne, seuls Groppo et al. dans une série de trois articles, Groppo et Livreta Sempio (1979, 1981, a) et les mêmes plus Pelanda (1981, b), reprennent la notion d'équilibration. Ces auteurs

ne considèrent d'abord que le modèle probabiliste de 1957 qu'ils opposent à l'équilibration de Heinz Werner (1948). Pour eux, le modèle piagetien insiste sur les aspects de face interne du comportement: intention et autorégulation, tandis que, pour Werner il s'agit d'une équilibration entre le sujet et le milieu dans laquelle le déséquilibre joue un rôle moteur dans le développement et explique son mouvement en spirale.

La notion d'équilibration n'a semble-t-il, guère intéressé les psychologues germanophones. Ce sont essentiellement des philosophes comme Fetz et Kesselring qui s'y sont attachés. Fetz (1988) présente les différents aspects de la théorie piagetienne de l'équilibration en soulignant le caractère dialectique de ce processus tant au niveau de l'adaptation (sous sa double forme d'assimilation et d'accommodation) qu'à celui des régulations (y compris les opérations comme formes accomplies de la régulation). Il met, en outre, en évidence les rôles de la négation, de la nécessité et de la contradiction pour montrer que Piaget dépasse les notions de matérialisme et d'idéalisme.

Kesselring (1987) lie, par contre, davantage Piaget à Hegel tout en reconnaissant que l'influence de l'un sur l'autre a dû être médiatisée par des tiers, puisque Piaget n'apparaît pas clairement comme un lecteur de la philosophie dialectique en général. Siegfried Hoppe-Graff (1993), dans un épilogue sur les perspectives du constructivisme structuro-génétique reprend un certain nombre des critiques à la théorie de l'équilibration. Nous allons les passer rapidement en revue ici. Tout d'abord, la théorie de l'équilibration n'a rien à dire à propos de trop de phénomènes du développement cognitif comme les différences individuelles dans les rythmes du développement, dans les différents contenus ou domaines. Ensuite, la théorie de l'équilibration est une reconstruction rationnelle de la construction progressive des structures cognitives de plus en plus complexes à l'intérieur d'un sujet épistémique pensé. Elle n'a donc rien à voir avec les processus cognitifs réels d'un sujet psychologique. Enfin, la théorie de l'équilibration décrit un principe de développement tiré de la biologie et par conséquent applicable à ce domaine et non à la connaissance qui est un processus psychologique se déroulant dans une sphère sociale, culturelle et historique donnée.

A ceci, Hoppe-Graff répond que ces objections ne sont guère valables puisqu'elles ne distinguent pas les conditions d'existence des fondements d'une théorie. En définitive, la difficulté réside en ceci que les concepts-clés de la théorie: perturbations, régulations et coordinations,

sont les prolégomènes à toute théorie psychologique. Par conséquent, la théorie épistémologique de l'équilibration examine les conditions de possibilité d'une théorie psychologique du développement.

Une autre critique de l'équilibration reproche à celle-ci de n'être pas "empirisable", tant parce que ses postulats sont trop flous et ses concepts trop mal formulés que parce qu'ils ne sont pas réfutables. A quoi, Hoppe-Graff répond une fois de plus que l'acceptation de la notion de progrès cognitif par un cycle de déséquilibres et de ré-équilibres (majorantes) à un niveau supérieur n'appartient pas au domaine empirique. Le principe d'équilibration appartient en définitive au noyau dur des hypothèses piagetiennes qui ne sont pas empiriquement testables et non à la "ceinture extérieure" des hypothèses auxiliaires (au sens de Lakatos) qui sont empiriquement réfutables. Les notions centrales d'une théorie ne peuvent être définies en termes opérationnalisables au sens de Bridgeman mais elles présentent cependant une valeur heuristique importante comme l'a montré Imre Lakatos.

Une deuxième critique à la théorie de l'équilibration prétend qu'au lieu de codifier le développement, l'équilibration devrait l'expliquer. En d'autres termes, l'équilibration permet toujours la reconstruction, *après coup*, des progrès cognitifs.

Ceci soulève la question fondamentale de la nature du développement et de l'innovation. Or, parmi les théories à disposition, aucune des théories concurrentes de l'équilibration n'offre un niveau de complexité, de différenciation et de fondement comparable. Les prétendues faiblesses de la théorie portent en définitive uniquement sur le fait que, comme principe général de changement la théorie de l'équilibration peut sans doute être encore améliorée. Mais ceci constitue un bon point de départ, remarque finalement Hoppe-Graff.

Ce sont précisément ces questions que Pierre Moessinger (1978) reprend dans un article sur l'équilibration chez Piaget et, en 1979, dans un article sur l'abstraction réfléchissante. Il essaie de montrer que l'équilibration majorante est, chez Piaget, à la fois un concept purement théorique dont les raisons d'existence sont de pure nécessité descriptive et un concept empiriquement psychologique dérivé du besoin d'activité du sujet et du postulat d'assimilation continue. Dans certains cas, ajoute Moessinger, il est impossible de décider entre ces deux possibilités. Si bien que Moessinger en revient au point de vue de Papert (Inhelder et al., 1977) pour expliquer la nécessité de la théorie de l'équilibration. On sait que,

pour Seymour Papert, il n'existe que trois manières d'expliquer l'intelligence: l'innéisme de Chomsky, le bricolage de Newel et Simon pour qui l'intelligence est faite de l'assemblage de parties isolées ou l'équilibration piagetienne. Les deux premières explications éliminent toute forme de nouveauté et de créativité puisque tout y est pré-programmé soit dans les parties (Newel et Simon) soit dans le tout (Chomsky). Comme il faut bien expliquer l'innovation, dit Papert, il faudra nécessairement remplacer l'équilibration piagetienne par une autre théorie de l'équilibration, si l'on considère la théorie de Piaget comme fausse, incomplète ou mal faite.

Conclusion

Comme on vient de le lire, les lois qui gouvernent le concept piagetien d'équilibre sont très étroitement liées aux notions de partie et de tout, puisque la stabilité croissante des formes d'équilibre reconnues par Piaget dépend de la conservation mutuelle des parties et du tout. C'est pourquoi nous avons essayé de montrer, par une série d'expériences sur la pensée de l'enfant, que la conception piagetienne de la partie et du tout est trop limitée et qu'il faut l'élargir considérablement par l'introduction des concepts nouveaux tels que la distinction entre fraction-objet et fraction-relation, élargissement qui demeure dans le droit fil de la pensée de Piaget d'une équilibration majorante.

Par ailleurs, la réception des idées de Piaget sur l'équilibration est aussi indicative. Tout d'abord, elle oblige les piagetiens à approfondir la distinction entre partie et tout, comme nous venons de le voir. Ensuite, elle les contraint à opposer et synthétiser deux formes d'équilibre distinctes: l'organisation et l'adaptation là où Piaget ne faisait que les opposer. Si l'organisation est l'équilibre interne au sujet entre les parties et le tout, l'adaptation est l'équilibre entre le sujet et le milieu ou plus généralement entre les organismes et leur milieu. Or, si pour l'organisation interne Piaget trouve un modèle qui est le groupement, on ne peut pas en dire autant pour la phénocopie comme modèle de l'adaptation, car ce modèle semble dépassé par Piaget lui-même par son système des trois stades de compensation des perturbations: alpha, bêta et gamma dont le degré de généralité est tel qu'il peut s'appliquer à peu près à tout (et à rien par conséquent).

C'est là qu'on perçoit le plus clairement l'ambivalence épistémologi-

que de Piaget qui se centre tantôt sur les mécanismes et le fonctionnement dans ses explications, tantôt sur les structures, comme s'il n'y avait pas opposition systémique entre les notions de structure et de fonction, opposition qui se redouble dans l'opposition entre structure et genèse. En effet, une structure s'explique elle-même de manière en quelque sorte endogène, tandis qu'une genèse s'effectue toujours en fonction d'un telos ou modèle idéal extérieur à elle-même, sans lequel on ne peut parler d'états plus ou moins avancés, de maturité plus ou moins grande.

En outre, sur le plan organisationnel lui-même, la théorie de l'assimilation (que Piaget reprend de Claparède) empêche l'élimination de trouver sa place. Nous sommes, en effet, dans une forme d'explication qui utilise une métaphore organique mais sans système excréteur! Piaget ne sera sensible à ce problème qu'en 1981 (*Le possible et le nécessaire*) moment où la nécessité d'ouverture vers des nouveaux possibles peut être conceptualisée comme un pôle éliminateur s'opposant à la fermeture du cercle des implications réciproques indispensables à la formation des systèmes de pensée et représentant le pôle assimilateur.

Enfin, la métaphore organique employée par Piaget pour expliquer le développement mental exclut la dimension sémiotique de la connaissance qui revient, comme le retour du réprimé, par le biais de la logique des significations au plan théorique mais aussi par celui du conflit cognitif, du mode d'interrogation de Piaget et de la co-construction des connaissances avec l'expérimentateur par l'enfant.

En conclusion, on pourrait améliorer considérablement la théorie de l'équilibration en y incluant des éléments tirés des attracteurs de Prigogine, de l'auto-organisation d' Atlan et de la communicativité de Habermas. Car, comme le faisait remarquer Papert, il n'y a pas d'autre théorie pour expliquer la nouveauté que l'équilibration.

Université de Genève

BIBLIOGRAPHIE

- Ashby W. R. (1947). Dynamics of the cerebral cortex automatic development of equilibrium in self-organizing systems. *Psychometrika*, 2, 135-140.
- Atlan H. (1972). *Organisation biologique et théorie de l'information*.

Paris: Hermann.

- Bergson H. (1907). *L'évolution créatrice*. Paris: Alcan.
- Bertalanfy L. von (1968). *General systems theory*. N. Y.: Braziller.
- Bideau J. et Houdé O. (1991). *Cognition et développement*. Berne: Peter Lang.
- Boden M. (1982). Is equilibration important? A view from artificial intelligence. *British Journal of Psychology*, 73, 165-173.
- Bogdanov A. (1919-1921). *Essays in tektology: The general science of organisation*. 1984, Seaside Intersystems (original russe).
- Brent S. B. (1978). Prigogine's Model for Self-Organization in Nonequilibrium Systems, *Human Development*, 21, 374-387.
- Broughton J. M. (1981). Piaget's structural developmental psychology: III: Function and the problem of knowledge. IV: Knowledge without a self and without a history. *Human development*, 24, 257-285; 320-346.
- Chaillé Ch. (1979). The development of thought: equilibration of cognitive structures translated by A. Rosin, *compte rendu. Harvard Educational Review*, 49, (1), 101-105.
- Chapman M. (1991). Equilibration and dialectica of organization. In Putall P. & Beilin H. (Eds). *Piaget in Retrospect and Prospect*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Doise W. & Mugny G. (1985). *The social development of the intellect*. Oxford: Pergamon Press.
- Droz R. & Volken H. (1991). L'équilibration piagetienne. Portée heuristique et devenir d'un concept utopique. *Revue Européenne des Sciences Sociales*. XXXIX, 89, 55-73.
- Edelstein W. (1993). Soziale konstruktion und die äquilibration kognitiver strukturen: zur entehung individueller unterschiede in der entwicklung. In *Die Konstruktion kognitiver strukturen*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Fetz R. (1988). *Struktur und genese: Jean Piaget transformation der Philosophie*. Bern & Stuttgart: Haupt.
- Fouillé A. (1893). *Psychologie des idées-forces*. Paris: Alcan.
- Groppo M. & Livreta Sempio O. (1979). Considerazioni sulle ricerche sul disequilibrio operatorio. *Studi di Psicologia*, 2, 251-264.
- Groppo M. & Livreta Sempio O. (1981, a). Disequilibrio operatorio: ipotesi per un intervento didattico. *Ricerche di Psicologia*, 19, 23-65.

- Grosso M., Livreta Sempio O. & Pelanda E. (1981, b). Il cambiamento cognitivo nelle prospettive del disequilibrio operatorio: il continuo unidimensionale e la copia grafica. *Archivio di Psicologia, Neurologia et Psichiatria*, 42, 3-4, 403-430.
- Habermas G. (1984-1989). *The theory of communicative action*. vol. 1 et 2 Boston: Beacon (original allemand, 1981).
- Hamlyn D. (1975). *Experience and growth of understanding*. London: Routledge & Kegan.
- Haroutunian S. (1978). Piaget's explanation of "stage" transition The monist, *An International Journal of General Philosophical Inquiry*, 6, (4), 622-635.
- Haroutunian S. (1979). Biology and Knowledge, translated by Walsh B., compte rendu, *Harvard Educational Review*, vol. 49, (1), 93-99.
- Haroutunian S. (1983). *Equilibrium in the Balance*. New York, Berlin, Tokio: Springer.
- Haroutunian S. (1985). Can Jean Piaget explain the possibility of knowledge?, *Synthèse*, 65, 65-86.
- Haensly P. A. Chissom B. and Nash W. R. (1978). Dissonance and information in equilibration to formal operations, *Perceptual and Motor Skills*, 47, 1159-1170.
- Hintikka J. et M. B. (1982). Sherlock Holmes confronts modern logic: Toward a theory of information-seeking through questioning. In E.M. Barth et J. Martens. *Argumentation: approaches to theory formation*. Amsterdam: Jhon Benjamins.
- Hintikka J. (1984). (Questionner comme méthode philosophique) en finois. In J. et M.B. Hintikka (*Logique de l'épistémologie et épistémologie de la logique*. Turku: Presses Universitaires). (1989) Traduction anglaise, Dordrecht: Reidel.
- Hintikka J. (1989). The role of logic in argumentation. *The Monist*, 72, 3-24.
- Hopper-Graff S. (1993). Epilog: Perspektiven des strukturalistischen Konstruktivismus. In *Die Konstruktion kognitiver Strukturen*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Inhelder B., Garcia R. & J. Vonèche (Eds.). (1977). *Épistémologie génétique et équilibration*. Neuchâtel, Paris, Montreal: Delachaux et Niestlé.
- Kesselring Th. (1988). *Jean Piaget*. München: C. H. Beck .

- Lacasa Diaz P. (1981). La epistemología genética de J. Piaget como saber interdisciplinar. *Pensamiento*, 37, 148, 385-400.
- Lautrey J. (1981). L'équilibration suffit-elle à guider la coordination des actions? *Psychologie Française*, 26, 3-4, 259-272.
- Lévinas E. (1985). Article Totalité-totalisation. In: *Encyclopaedia Universalis*, Paris: Encyclopaedia Universalis. Ed. 18 p. 102-104).
- Maury L. (1984). *Piaget et l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Modgil S. and C. (1978). The development of thought: Equilibration of Cognitive Structures translated by A. Rosin, compte rendu, *Educational Research*, 21, 75-76.
- Moessinger P. (1978). Piaget on equilibration. *Human Development*, 21, 255-267.
- Moessinger P. (1979). L'abstraction réfléchissante, problème central de l'épistémologie piagétienne. *Raison Présente*, 204, 128-133.
- Noelting G. (1982). *Le développement cognitif et le mécanisme de l'équilibration*. Chicoutimi, Québec: G. Morin.
- Parrat-Dayan S. (1980). *Etude génétique de la notion de moitié*. Genève: J.-L. de Rougemont.
- Parrat-Dayan S. (1985). A propos de la notion de moitié: rôle du contexte expérimental. *Archives de Psychologie*, 53, 433-438.
- Parrat-Dayan S. et Vonèche J. (1991). Conservation, notions et pratiques cognitives: étude de leurs interrelations. In: J. Bideaud, Cl. Meljac & J.P. Fischer, Eds. *Les chemins du nombre*. Lille: Presses Universitaires de Lille.
- Piaget J. (1918). *Recherche*. Lausanne: La Concorde.
- Piaget J. (1918). La biologie et la guerre. *Feuille Centrale de la Société Suisse de Zoologie*, 58, 5, 374-380.
- Piaget J. (1921). Essai sur quelques aspects du développement de la notion de partie chez l'enfant, *Journal de Psychologie Normale et Pathologique*, 18 (6), p. 449-480.
- Piaget J. (1921). Une forme verbale de la comparaison chez l'enfant: un cas de transition entre le jugement prédicatif et le jugement de relation, *Archives de Psychologie*, 18 (69-70), p. 141-172.
- Piaget J. (1922). Essai sur la multiplication logique et les débuts de la pensée formelle chez l'enfant, *Journal de Psychologie Normale et Pathologique*, 19, p. 222-261.

- Piaget J. (1923). La pensée symbolique et la pensée de l'enfant, *Archives de Psychologie*, 18 (72), p. 275-304.
- Piaget J. (1923). *Le langage et la pensée chez l'enfant*. Neuchâtel; Paris: Delachaux et Niestlé.
- Piaget J. (1924). *Le jugement et le raisonnement chez l'enfant*. Neuchâtel; Paris: Delachaux et Niestlé.
- Piaget J. (1932). *Le jugement moral chez l'enfant*. Paris: Alcan.
- Piaget J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel; Paris: Delachaux et Niestlé.
- Piaget J. (1941). Le mécanisme du développement mental et les lois du groupement des opérations: esquisse d'une théorie opératoire de l'intelligence, *Archives de Psychologie*, 28 (112), 193-213.
- Piaget J. (1943). Le développement mental chez l'enfant, *Juventus Helvetica: notre jeune génération*, 2, 123-140.
- Piaget J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant: imitation jeu et rêve, image et représentation*. Paris: Delachaux et Niestlé.
- Piaget J., Inhelder B. & Szeminska A. (1948). *La géométrie spontanée chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget J., Apostel L. & Mandelbrot B. (1957). *Logique et équilibre*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget J. (1961). *Les mécanismes perceptifs: modèles probabilistes, analyse génétique, relations avec l'intelligence*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget J. (1967). *Biologie et connaissance: essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs*. Paris: Gallimard.
- Piaget J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives: problème central du développement*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget J. (1976). Autobiographie. In *Revue Européenne des Sciences Sociales*, XIV, Genève: Droz.
- Piaget J. (1977). Discussion des thèses... In B. Inhelder, R. Garcia & J. Vonèche (Eds.), *Epistémologie génétique et équilibration*. Neuchâtel, Paris, Montreal: Delachaux et Niestlé.
- Piaget J. (1981). *Le possible et le nécessaire*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Popper K. (1979). *Objective knowledge*. N. Y.: Oxford University Press.

- Prigogine I. (1976). La genèse des structures physico-chimiques. In B. Inhelder, R. Garcia & J. Vonèche: *Epistémologie génétique et équilibration*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Reuchlin M. (1973). Formalisation et réalisation dans la pensée naturelle: une hypothèse, *Journal de Psychologie Normale et Pathologique*, 70, 389-408.
- Riegel K. F. (1975a). Toward a dialectical theory of development, *Human Development*, 18, 50-64.
- Riegel K. F. (1975b). From traits and equilibrium toward developmental dialectics, *Nebraska Symposium on Motivation*, 23, 349-407.
- Rowel J. A. (1983). Equilibration: Developing the hard core of the piagetian research program, *Human Development*, 26, 61-71.
- Rotman B. (1977). *Jean Piaget Psychologist of the Real*. Hassocks: Harvester Press.
- Ryle G. (1962). *The concept of Mind*. London: Hutchison.
- Smith L. (1979) The development of thought: Equilibration of Cognitive Structures translated by A. Rosin, compte rendu. *British Journal of Psychology*, 70, 579-586.
- Stengers I. (1987). Complexité. Effet de mode ou problème? In: *D'une science à l'autre. Des concepts nomades*, Paris: Seuil, p331-351).
- Weiss P. (1971). The basic concept of hierarchie Systems. In P. A. Weiss *Hierarchically organizeed systems in theory and Practice*. N. Y.: Hafner.
- Werner H. (1948). *Comparative psychology of mental development*. New York: International Universities Press.
- Wittgenstein L. (1958). *Philosophical Investigations*. Oxford: Basil Blackwell.