

L'ÉMERGENCE
DE CONDUITES
NOUVELLES :
RAPPORTS
DIALECTIQUES
ENTRE
SYSTÈMES DE
CONNAISSANCES (1)

Pierre MOUNOUD*

1. Ce texte est paru en anglais sous le titre « The emergence of new skills : Dialectic relations between knowledge systems », in G.J.P. Savelsberg (Ed.), *The Development of Coordination in Infancy* (pp. 13-46). Amsterdam, North Holland, 1993.

* Université de Genève.
Faculté de Psychologie et
des Sciences de l'Education
9, route de Drize
CH - 1227 Carouge.

RÉSUMÉ :

Au début de tout processus de développement ou d'apprentissage, les conduites peuvent être décrites comme déterminées simultanément par deux systèmes distincts de connaissances. Un premier système plutôt achevé et *automatisé* capable d'intégrer une grande quantité d'informations de façon « directe » (traitements ascendants) se manifeste sous forme de connaissances pratiques. Un deuxième système en *élaboration* qui s'exprime sous forme de connaissances conceptuelles sélectionne et réinterprète une partie seulement des informations traitées par le premier système, celles estimées pertinentes par rapport au but poursuivi de façon explicite ou consciente. Ces deux systèmes entretiennent des rapports hiérarchiques complexes qui s'inversent au cours du temps : les formes « conceptuelles » du nouveau système de connaissances sont initialement dirigées ou encadrées par les formes « pratiques » du premier système mais finissent par les contrôler et les intégrer. Le terme de « pratique » est attribué à toutes conduites automatisées (matérielles ou mentales) pour lesquelles les activités cognitives antérieures qui ont permis de les constituer ne sont plus accessibles ou explicites.

MOTS CLÉS :

Origines des connaissances, développement cognitif et moteur, intelligence pratique et intelligence conceptuelle, permanence de l'objet.

SUMMARY:

At the beginning of every learning or developmental process, behaviors can be described as determined simultaneously by two different knowledge systems. A rather achieved and *automatized* system integrating a large amount of information in a « direct » way (bottom-up) reveals itself in practical forms of knowledge. Another system *in elaboration* reveals itself in conceptual forms which select and reinterpret subsamples of information that are relevant regarding the pursued goals. These two systems maintain hierarchical and fairly complex relations which reverse over time: The conceptual forms produced by the new knowledge system are initially directed or framed by the practical forms of the previous system, but finally end up controlling and integrating them. The term practical is attributed to every automatized behavior (material or mental) for which all the previous cognitive activities having constituted it are not accessible or explicit anymore.

KEY WORDS :

Origins of knowledge; Cognitive and motor development; Practical and conceptual intelligence; Knowledge systems; Object permanence, object concept; Reaching and grasping behaviors.

1. INTRODUCTION

L'apparition de conduites sensorimotrices nouvelles chez le bébé, telles que par exemple, les différents types de préhension d'objet ou les diverses solutions dans les tâches de recherche d'objet derrière une barrière transparente (object retrieval), a été considérée par de nombreux psychologues comme indépendante du développement cognitif ou conceptuel (cf. par exemple Hofsten, 1990 ; Mandler, 1988 ; Thelen, 1989). En particulier la perspective naturelle dynamique développée par Kugler, Kelso et Turvey (1982) rejette la notion de « systèmes centraux » ou « systèmes » prescriptifs. La thèse que j'aimerais soutenir consiste à dire au contraire que l'apparition de toute conduite sensorimotrice nouvelle nécessite l'intervention de nouvelles conceptualisations ou, plus simplement dit, de nouvelles connaissances produites par l'entrée en fonction d'un nouveau système de connaissances. Mais il est crucial d'ajouter ici que les nouvelles connaissances ou conceptualisations ne peuvent s'élaborer que sur la base des formes pratiques de connaissances déterminées par le système de connaissances préalable. Le nouveau système de connaissances se manifesterait tout d'abord sous forme de conceptualisations conscientes avant de se transformer à son tour en connaissances pratiques, plus ou moins automatisées dont le sujet n'a plus conscience des processus d'élaboration (Mounoud, 1990b).

Par conséquent je présenterai dans ce chapitre une hypothèse sur la transformation des *connaissances* chez l'enfant au cours de ses premières années, ce que les psychologues appelaient au début du siècle le développement de son *intelligence*, ce que certains appelleraient aujourd'hui le développement de ses *systèmes centraux*. Contrairement A Fodor (1983), je pense que l'objet principal de la psychologie est bien davantage l'étude des systèmes centraux que celle des modules innés spécialisés. Ainsi je considère que les connaissances de l'enfant se manifestent aussi bien dans les conduites d'identification et de *reconnaissance perceptive*, comme la reconnaissance des visages ou des mots, que dans les conduites d'évocation d'objet(s) ou d'événements absents, de production langagière ou d'imitation ; de même les connaissances du sujet se manifestent tout autant par des capacités de *poursuite visuelle* d'un objet qui se déplace, ou de *localisation* spatiale d'un son, que par ses capacités de *prise manuelle* d'objets dans différents contextes (posés sur un support en déplacement, situés derrière une barrière, placés successivement sous différents caches, ou variant en taille, en poids, en orientation, en position). Dans cette perspective, les différentes conduites témoignent toutes de *connaissances* ou encore de « concepts » relatifs aux objets et aux actions (ce qu'on peut aussi appeler des schèmes d'action et de pensée). Il peut s'agir de « concepts » ou de catégories *constituées* et *automatisées*, auxquelles les entrées sensorielles auraient un accès direct, ou au contraire de conceptualisations ou catégorisations *en cours d'élaboration*.

En ce qui concerne le bébé, ces termes peuvent paraître inappropriés. Néanmoins, comme d'autres collègues (Spelke, 1991, ou Mandler, 1988), je les utiliserai en prenant soin de distinguer des niveaux et des types différents de conceptualisation ou de schématisation. Les conceptualisations que manifeste le nouveau-né au travers de ses actions sont bien différentes de celles d'un bébé de 3 mois déjà, ou de 12 mois, ou de celles d'un enfant de 6 ans par exemple. Chez l'enfant, ces niveaux de connaissance correspondraient à différentes organisations mentales, à l'intervention de différentes structures ou centres de traitement et de représentation, ou encore à ce que j'appellerai dans ce chapitre différents *systèmes de connaissances*.

C'est ainsi qu'au lieu de m'intéresser aux spécificités propres aux différents domaines, je m'intéresse au contraire à ce qu'il y a de commun à ces domaines du point de vue de la définition des systèmes de connaissances impliqués, ainsi que des processus de développement (Mounoud, 1986a). Il ne s'agit pas de mettre en doute la spécificité propre à chaque domaine mais plutôt de suggérer une centration. Signalons que plusieurs théories dites néo-piagésiennes comme celles de Case (1985) et de Pascual-Leone (1987) sont également favorables à l'idée de l'existence de mécanismes généraux, en plus, bien entendu, de la reconnaissance de mécanismes spécifiques.

II. LA DISTINCTION ENTRE DEUX TYPES D'INTELLIGENCES OU DE CONNAISSANCES.

Indépendamment des distinctions faites entre domaines de connaissances, les psychologues ont opposé dès le début du siècle deux types de connaissances ou d'intelligences, le plus souvent qualifiés d'*intelligence pratique ou concrète* (ou encore intelligence des situations) et d'*intelligence conceptuelle ou représentative* (ou discursive ou verbale).

Ces deux types d'intelligences ont été utilisés pour opposer des *niveaux de développement*, soit entre espèces - les singes supérieurs et l'homme (Kohler, 1917) - soit au sein de la même espèce, pour opposer des *étapes de la phylogenèse* dans les études ethnographiques sur la genèse des premiers instruments (homo habilis et homo sapiens) (Leroi-Gourhan, 1964), soit des *étapes de l'ontogenèse* (Piaget, 1936 ; Rey, 1934 ; Wallon, 1945), soit enfin pour distinguer différentes *catégories de troubles consécutifs* à des lésions cérébrales, en particulier les diverses variétés d'apraxies et d'agnosies (sans parler des asymbolies et des aphasies) (Seron & Feyereisen, 1987). Il est également possible de rapprocher les connaissances pratiques et conceptuelles de ce que l'on désigne habi-

tuellement dans la vie quotidienne par connaissances intuitives et connaissances rationnelles.

Des oppositions plus ou moins apparentées sont toujours très présentes aujourd'hui dans les sciences cognitives, le plus souvent sans référence à l'histoire, entre connaissances *procédures* et connaissances *déclaratives*, entre *savoir-faire* et savoirs, entre niveaux non symboliques et symboliques de traitement, entre des connaissances *accessibles* ou *non accessibles* à la conscience ou, enfin, entre mémoires *implicites* ou *explicites*.

En résumé, il serait possible de dire que les oppositions entre connaissances pratiques et connaissances conceptuelles ont été le plus souvent utilisées dans le passé pour distinguer des *niveaux* ou systèmes non contemporains de connaissances ou d'activité (des étapes différentes d'un processus historique). Ces oppositions ont aussi été utilisées dans le passé et sont encore employées actuellement pour opposer des systèmes contemporains de connaissances, mais de *nature* différente et nettement dissociés.

Chez Piaget (1936) par exemple, on trouvera simultanément ces deux conceptions (différences de niveau et de nature ou différence de nature). D'une part, il a opposé l'*intelligence sensorimotrice* (non symbolique) du bébé à l'*intelligence représentative* (symbolique) de l'enfant plus âgé, la seconde dérivant de la première. Et, d'autre part, il a considéré que au-delà du stade sensorimoteur, le développement de l'*intelligence sensorimotrice* se prolongeait en *intelligence pratique* « qui subsiste sous les réalités verbales ou conceptuelles » selon des décalages en extension (ou horizontaux) et en *intelligence représentative* (ou conceptuelle ou discursive) caractérisant l'émergence de la *pensée* selon des décalages en compréhension (ou verticaux), ces deux évolutions étant fondamentalement indépendantes. On sait que Piaget, *au-delà de la période sensorimotrice*, n'a étudié et valorisé que le développement de ce qu'il appelait l'intelligence représentative (ou pensée ou raisonnement) n'ayant que peu ou pas d'intérêt pour ce qu'il appelait l'intelligence pratique (exception faite pour son ouvrage intitulé « Réussir et comprendre », Piaget, 1974, publié beaucoup plus tardivement). A la même époque, Rey (1934) a développé une théorie assez proche mais symétrique en quelque sorte à celle de Piaget (dont il avait par ailleurs connaissance), opposant au développement des *conduites pratiques* « qui permettent de résoudre la majorité des problèmes que pose la vie courante », le développement d'une *pensée rationnelle* considérée comme « prise de conscience plus ou moins heureuse des relations dirigeant l'activité » (p. 222). Il admettait toutefois que ces superstructures (la pensée) puissent faciliter en retour l'activité. On comprend aisément qu'avec un tel point de vue ses intérêts se soient

portés prioritairement vers l'étude des conduites pratiques (à l'inverse de Piaget).

Dès 1968, dans ma thèse de doctorat (Mounoud, 1968, 1970), j'ai remis en question l'idée d'utiliser l'opposition entre « pratique » et « conceptuel » pour différencier des *systèmes de connaissances* de nature (et/ou de niveaux) différents, comme par exemple avec ou sans représentation symbolique (comme l'ont fait en particulier Piaget et Wallon). Par contre, les qualificatifs de « pratique » et de « conceptuel » peuvent être tout à fait adéquats pour caractériser deux *formes* (d'expression) ou deux états distincts de n'importe quel système de connaissances. Dans le modèle que j'ai tenté d'élaborer, ces différents systèmes de connaissances sont appelés « sensoriel », « perceptif », « concret » (appelé antérieurement « conceptuel ») et « formel ». Chacun de ces systèmes de connaissances de nature différente peut donc se présenter au cours du développement sous forme « conceptuelle » ou sous forme « pratique ».

Compte tenu de ce qui précède, il me semble possible d'affirmer que, chez l'être humain, (1) les formes « pratiques » de connaissances d'un système donné résultent (onto- ou phylogénétiquement) de formes « conceptuelles » antérieures de ce même système, qui se sont sédimentées (ou encapsulées) et qui ne sont plus, ou difficilement, accessibles à la conscience (ou qui ne sont plus explicites) ; (2) les formes « pratiques » de connaissances d'un système donné ne peuvent se transformer (ou se modifier) qualitativement que par l'intervention des formes « conceptuelles » d'un autre système de connaissances plus abstrait ; (3) les formes « conceptuelles » d'un nouveau système de connaissances ne se développent pas en dehors de la mise en oeuvre (ou mise en jeu) des formes « pratiques » de connaissances du système déjà élaboré (la voie purement contemplative, dite de l'astronome, serait donc exclue ! Cf. Lécuyer, (1989) ; (4) et, enfin, si chez l'être humain le développement cognitif s'effectue en stades ou niveaux, les différences entre deux stades successifs n'ont rien à voir avec l'opposition entre connaissances pratiques et connaissances conceptuelles.

Par ailleurs, chez tout sujet engagé dans un processus de développement ou d'apprentissage, il existerait simultanément *deux systèmes de connaissances* (« sensoriel » et « perceptif » par exemple), qui se différencieraient par leur *degré relatif de développement*. Un système plus ou moins achevé et automatisé, se manifesterait sous forme « pratique », l'autre système en élaboration se manifesterait sous forme « conceptuelle ». Ces deux systèmes entretiendraient des *rappports hiérarchiques ou coopératifs complexes* qui s'inverseraient au cours du temps : le « conceptuel » du nouveau système de connaissances serait tout d'abord dirigé, encadré par le « pratique » de l'ancien système mais finirait par le contrôler et l'intégrer. Je développerai ces idées ultérieurement.

Pour ne pas être mal interprété, il est nécessaire de préciser que, pour moi, un raisonnement constitué ou une théorie achevée doivent aussi être considérés comme des formes pratiques de connaissances, comme des *savoir-faire*. Ce qualificatif de *pratique* est attribué aux conduites automatisées, matérielles ou mentales, pour lesquelles l'ensemble des cheminements, des activités cognitives antérieures qui ont permis de les constituer, ne sont plus accessibles à la conscience, plus explicites, ou seulement très partiellement.

C'est au cours de ces vingt dernières années que j'ai progressivement développé ces idées avec l'aide en particulier de plusieurs collaborateurs (Mounoud, 1971, 1979, 1986b, 1988, 1990a ; Mounoud & Hauert, 1982 ; Mounoud & Vinter, 1981 ; Hauert, 1980, 1990 ; Vinter, 1985, 1989 ; Mounoud, Badan & Zesiger, en préparation).

Modifier la signification de l'opposition entre connaissances pratiques et connaissances conceptuelles, si fortement ancrée dans l'histoire de la psychologie, n'est pas chose facile. Je pense qu'aujourd'hui encore l'idée d'une différence diachronique de *niveau* de développement ou d'une différence diachronique ou synchronique de *nature* profonde entre connaissances pratiques et connaissances conceptuelles est prédominante sur l'idée de différences uniquement relatives à des *degrés d'achèvement*, des *degrés d'accessibilité* ou *d'explicitabilité* au sein d'un système donné de connaissances.

Pour poursuivre mon analyse, j'exposerai maintenant ma conception du passage d'un niveau de développement cognitif à un autre qualitativement différent. Comme nous l'avons vu, une façon classique d'envisager ce passage consiste à opposer un niveau sensorimoteur ou pratique à un niveau représentatif ou conceptuel. J'ai déjà fait part de mon désaccord avec cette solution. J'illustrerai ensuite ma conception au moyen du développement des conduites de préhension. Je présenterai enfin la conception de Jean Mandler qui a tenté, comme je l'ai fait, de fournir un modèle du développement cognitif du jeune enfant fondé sur un système double de connaissances (Mandler, 1988). Dans cette conception, comme nous le verrons, les connaissances sensorimotrices et les connaissances conceptuelles se développeraient simultanément et en parallèle.

III. LE DÉVELOPPEMENT DES CONDUITES COMME PROCESSUS DE CONCEPTUALISATION.

Un des problèmes majeurs dans l'étude du développement du bébé et de l'enfant est de comprendre le passage d'une organisation dite initiale des comportements à une organisation ultérieure généralement

considérée comme qualitativement différente et le plus souvent meilleure du point de vue de l'adaptation du sujet aux différents milieux auxquels il est confronté (physique, social...).

Je vais tenter de donner une formulation générale de la thèse que je défends, une formulation applicable à toutes les étapes du développement, indépendante d'un niveau particulier de développement. Il serait possible de dire que les conduites de tout sujet engagé dans un processus de développement ou d'apprentissage peuvent être décrites comme déterminées simultanément par *deux systèmes distincts de connaissances* (c'est-à-dire deux systèmes distincts de représentations couplés à des procédures).

Il y aurait, d'une part, un premier système de connaissances composé de *représentations constituées et sédimentées* (ou encapsulées) au moyen desquelles les données sensorielles seraient directement interprétables, fusionnées à des procédures d'action automatisées. Ce premier système de connaissances s'exprimerait sous forme « pratique ».

Et il y aurait, d'autre part, un deuxième système de connaissances composé des *représentations en élaboration*, couplées avec des procédures d'action elles-mêmes en élaboration. Ce deuxième système de connaissances s'exprimerait tout d'abord sous forme « conceptuelle », parce que manifestant un processus actuel de construction, mettant en jeu des représentations accessibles à la conscience.

Ces deux systèmes contemporains de connaissances ou de représentations se manifesteraient donc sous des formes différentes qui correspondent aux deux formes « pratiques » et « conceptuelles » précédemment définies (cf. supra). Ils définiraient également deux modes de planification et de contrôle de l'action (appelés parfois « déclenché » et « contrôlé »), deux modes de fonctionnement (automatique et volontaire ou ascendant et descendant). Il serait aussi possible de faire correspondre ces deux systèmes de connaissances aux deux systèmes de contrôle des schèmes d'action et de pensée définis par Shallice (1991) : le système automatisé (« contention scheduling ») et le système de supervision.

La capacité de produire de nouvelles conduites, c'est-à-dire d'élaborer de nouvelles représentations, ainsi que de nouvelles procédures, serait due chez l'enfant à l'entrée en fonction de nouveaux centres et de nouvelles structures (que j'avais appelés antérieurement nouveaux systèmes de codage). Chez l'adulte on peut penser que l'acquisition de nouvelles conduites, la résolution de nouveaux problèmes, nécessitent l'intervention de certains centres ou structures spécialisées pour élaborer conceptuellement et consciemment de nouvelles dimensions d'une situation ou réélaborer certaines dimensions connues dans un nouveau contexte. Ces centres ou structures interviendraient transitoirement

jusqu'à la mise en place de nouvelles pratiques plus ou moins automatisées (Mounoud, 1988, 1990b).

Ces centres de (re)conceptualisation (ou les nouveaux systèmes de connaissances) analyseraient une partie seulement des dimensions ou informations traitées plus ou moins automatiquement par les systèmes de connaissances préalables au cours de la mise en oeuvre d'activités complexes. Ces analyses donneraient naissance à des représentations nouvelles. Toutefois, dans un premier temps, ces représentations nouvelles ou conceptions seraient nécessairement élémentaires dans le sens où, précisément, elles ne prendraient en considération que certains aspects de la situation rencontrée.

Ces nouvelles représentations élémentaires permettraient d'élaborer de nouvelles procédures d'actions simples ou élémentaires, limitées à une fonction simple, à un geste, à une praxie, à une propriété, à une idée. Ces nouvelles procédures se substitueraient progressivement aux procédures automatisées ou les inhiberaient.

Puis les diverses représentations et procédures élémentaires élaborées se composeraient tout d'abord par juxtaposition avant de s'intégrer de façon plus organique pour constituer de nouvelles totalités, de nouvelles représentations globales à l'origine de nouvelles conduites complexes (par exemple, apparition autour de 12-13 mois de la préhension de type adulte où les phases d'approche et de saisie sont complètement intégrées ou coordonnées ; apparition des premiers mots où les syllabes ne sont plus simplement juxtaposées mais intégrées en un tout).

Compte tenu de ce qui précède, il devient possible de définir ce que je suggère d'appeler le *processus de conceptualisation* (que j'ai également appelé processus de construction de représentations nouvelles (Mounoud, 1979) ou processus de thématization (Mounoud, 1988)). C'est le processus par lequel le sujet, *au cours d'activités (matérielles ou mentales) contrôlées par un premier système de connaissances constitué* [ou à l'occasion de la mise en oeuvre des formes pratiques d'un premier système de connaissances] sélectionne ou échantillonne, au moyen d'un nouveau système de connaissances (d'autres centres ou structures de représentation et de traitement), une information remarquable par rapport au but poursuivi pour la représenter (l'analyser, l'évaluer). *Existence simultanée de deux systèmes de connaissances en parallèle* constituerait la dynamique du développement. Le moteur du développement, selon la célèbre formule de Piaget, ne serait pas l'action comme il l'avait soutenu mais les rapports dialectiques qui s'instaurent entre deux systèmes de connaissances.

Ces représentations vont rendre possibles de nouvelles mises en relations ou comparaisons entre objets ou événements, entre parties d'objet, entre actions et surtout entre les objets et les actions du sujet.

Ces mises en relation permettent au sujet d'établir de nouvelles *inférences*, de nouveaux liens entre significations qui sont temporairement accessibles à la conscience ou explicites, tout au moins partiellement. C'est ce que Piaget (1936) à la suite de Claparède (1933) a appelé les *liaisons d'implication* au sens large. Ce dernier définissait ces implications comme « des associations doublées d'un sentiment de nécessité émanant du dedans et non engendré par la répétition » (Claparède, 1918). Je trouve cette définition remarquable parce qu'elle me semble bien traduire le processus de conceptualisation en cours chez son auteur 1/4 ! Je pense que ce « sentiment de nécessité » provient du fait que ces « associations » ou mises en relation sont établies au cours d'actions automatisées et dirigées par le système de connaissances préalable. Ce serait le fonctionnement du sujet guidé par ses connaissances préalables (inaccessibles à la conscience) qui conférerait aux nouvelles connaissances « conceptuelles » en construction leur valeur de nécessité. Il s'agit là d'un point crucial.

En effet, ce processus ne saurait fonctionner de façon satisfaisante si les actions et les perceptions du sujet n'étaient pas déterminées par des *connaissances préalables* (résultant bien entendu elles-mêmes d'une genèse antérieure). Faute de quoi il faudrait avoir recours à l'hypothèse d'activités initiales produites au hasard. A ce propos, je citerai encore une fois Piaget : « Les résultats (de l'expérience) en grande partie fortuits n'acquiescent cependant des significations que grâce aux *schèmes cachés mais agissants* qui les éclairent » (Piaget, 1937, p. 350 (souligné par moi)). Ces « schèmes cachés » correspondent à ce qu'on appelle aujourd'hui des processus de représentation et de traitement encapsulés, modularisés, ou encore sédimentés.

Il est évident qu'au fur et à mesure de la constitution de ces nouvelles liaisons, mises en relation ou inférences « conceptuelles », de nouvelles procédures de planification et de contrôle des actions vont se mettre en place. Ces nouvelles procédures se substitueraient tout d'abord aux précédentes, sur lesquelles elles exerceraient une action inhibitrice avant de les prendre sous leur contrôle et de les intégrer ou les incorporer.

Je me suis opposé ailleurs (Mounoud, 1990) aux théories purement inductives du développement des catégorisations comme celle de Harnad (1987) en psychologie et celle de Edelman (1987) en neurobiologie du développement. Mon objection fondamentale est précisément relative à l'absence de prise en considération de l'existence des connaissances ou de catégories *préalables* au processus de genèse qu'ils décrivent. Or, il me semble évident que l'histoire du développement est bien différente avec ou sans ces connaissances préalables.

IV. ILLUSTRATION DU PROCESSUS DE CONCEPTUALISATION

Le développement des conduites de préhension me semble idéal pour essayer d'illustrer maintenant ce processus de reconceptualisation, même si pour de nombreux collègues il ne s'agit que d'activités motrices qui n'auraient rien à voir avec des représentations symboliques.

Prendre des objets suppose au minimum une coordination entre trois grands systèmes : le système oeil-tête, le système bras-main et le système postural. Par ailleurs, il est possible de considérer le geste de préhension comme un mouvement complexe qui peut se décomposer de façon schématique en deux actions élémentaires : l'approche et la saisie. Dès sa naissance le bébé manifeste des activités coordonnées ou intégrées de ces trois systèmes et présente une conduite qui a été décrite comme une forme précoce de préhension (phase 1) généralement considérée comme non fonctionnelle (Hofsten, 1982). Ces préhensions précoces réalisent ou simulent les deux fonctions principales de cette activité complexe : l'extension du membre supérieur et l'ouverture et la fermeture de la main en direction d'un objet perçu visuellement (bien entendu, dans certaines conditions ou contextes particuliers).

Pour décrire les *coordinations* manifestées par le nouveau-né dans ce type de conduite, plusieurs termes ont été utilisés (en plus de celui de coordination), en particulier ceux de *synergie*, de *couplage* ou de *pattern* et on parle par exemple de couplage étroit (Rosenbaum, 1991), de mouvements synergistes couplés (Hofsten, 1990), de pattern parfaitement intégré (Halverson, 1931), de coordinations intersensorimotrices (Mounoud et Vinter, 1981), ou encore de structures coordinatives (Bernstein, 1967 ; Kugler, Kelso and Turvey, 1982).

Le développement ultérieur des conduites du bébé est décrit par une *dissociation* progressive des coordinations initiales (phase 2). Il est question d'interruption des couplages ou *découplage*, de rupture des synergies, d'individualisation de patterns partiels (partial patterns individualized) (Halverson, 1931), d'inhibition des réactions réflexes et automatiques, etc.

A ces descriptions en terme de ruptures (breaking-up) ou d'inhibition succèdent des descriptions à nouveau en termes de *composition*, *coordination*, *intégration*, synergie, séquentialisation, qui manifestent l'émergence des conduites souvent décrites comme conscientes et volontaires (phase 3). Il est question par exemple d'« intégrer et synchroniser des sous-actions dans une séquence continue » (« integrating and synchronizing subactions in a continuous sequence ») (Hofsten, 1990). De telles descriptions du développement de l'activité de préhension (couplage forcé, découplage, intégration) se trouvent dans la littérature depuis

le début jusqu'à la fin du siècle (cf. en particulier Halverson, 1931 ; Hofsten, 1990).

A ces descriptions s'opposent en partie les descriptions que j'appellerai « à la Piaget », dans lesquelles les actions sont décrites initialement comme isolées, non coordonnées ou hétérogènes, pour aboutir finalement à un état de coordination.

C'est à ce type de description que se sont rattachés des auteurs tels que White, Castle et Held (1964) dans leur célèbre étude du développement de la préhension, analysée comme coordination des systèmes « visuo-moteurs » et « tactilo-moteurs ». Au niveau de la description, il est possible de considérer la version « à la Piaget » comme une partie tronquée de la version plus complète présentée initialement. Par contre, au niveau de l'interprétation, l'histoire est différente. L'état initial de coordination ou de couplage joue-t-il un rôle dans le développement ultérieur des conduites ? On sait que pour Piaget les schèmes se coordonnent parce que c'est leur tendance spontanée de s'assimiler réciproquement. J'ai critiqué ailleurs cet aspect de sa théorie (Mounoud, 1979).

Le développement des conduites de préhension a aussi été décrit du point de vue du rôle du *système visuel*. Plusieurs auteurs, dont White et al. (1964), ont considéré que l'évolution des conduites de préhension allait de conduites visuellement contrôlées (du 3^e au 5^e mois environ) à des conduites visuellement déclenchées (6^e mois environ). D'autres auteurs ont considéré au contraire que les conduites de préhension évoluaient de déclenchées à contrôlées visuellement, ce changement étant généralement situé au-delà du sixième mois (Bower, 1974). Une façon de mettre de l'ordre dans ces descriptions à première vue incompatibles consiste à introduire la distinction entre *motricité proximale* et *motricité distale*. De ce point de vue tout se passe comme si la première année de la vie du bébé pouvait se décomposer grossièrement en deux étapes.

Une *première étape* qui s'achèverait autour de l'âge de six mois concernerait principalement le développement de la motricité proximale avec la réalisation d'une prise grossière de type palmaire (with a crude palmar grasp) (Manchester, 1988) et une coordination encore globale entre les articulations de l'épaule et du coude. En particulier, la régulation du tonus musculaire, encore grossière, est réalisée par la contraction simultanée de groupes musculaires antagonistes (Mounoud, 1973 ; Mounoud & Bower, 1974). Ce sont White, Castle et Held (1964) qui ont donné la meilleure description de cette première étape, qui atteint selon leurs termes un niveau optimal (« top level ») au cours du sixième mois. A ce niveau, les conduites sont décrites comme visuellement déclenchées. Avant d'atteindre cet optimum, les conduites sont décrites comme visuellement contrôlées, conformément aux descriptions de Piaget (1936) et de Hofsten (1990).

Au cours d'une *deuxième étape* qui se situe durant la deuxième moitié de la première année, se développe principalement la motricité distale concernant la préhension fine (qui se caractérise par un haut degré de différenciation de l'activité des doigts), ainsi que la coordination raffinée des articulations de l'épaule et du coude qui permet la réalisation d'une atteinte directe. Cette phase s'achève par une intégration complète des aspects proximaux et distaux des activités de préhension. On assiste alors principalement entre le 7^e et le 10^e mois au rôle primordial qu'acquiert le contrôle visuel par rapport à l'orientation de la main, à l'écartement des doigts, à la mise en forme de la main (shaping) et à la planification temporelle de la fermeture de la main. Il s'agit cette fois du contrôle visuel de la motricité distale.

L'importance du contrôle visuel durant cette deuxième étape a été particulièrement bien mise en évidence récemment par Diamond & Gilbert (1989) dans leurs recherches sur la préhension d'objets situés derrière des barrières transparentes. C'est entre 6 1/2 et 8 1/2 mois que les bébés ne parviennent pas à dissocier la ligne de vue (visée) et la ligne de prise. En d'autres termes, ils ont besoin d'exercer un contrôle continu des positions relatives de leur main et de l'objet à saisir.

Il est surprenant de constater que plusieurs publications récentes sur le développement de la préhension et sur le rôle des contrôles visuels n'étudient que des bébés âgés de 5 et 7 mois, en particulier lorsqu'il s'agit de répliquer les recherches de Wishart et al. (1978) réalisées avec des bébés de 4 à 11 mois. C'est le cas en particulier des recherches étudiant l'évolution de la préhension d'objet dans l'obscurité (Stack et al., 1989 ; Clifton et al., 1991). De mon point de vue, l'âge de 7 mois caractérise autant l'achèvement du développement de l'activité motrice proximale (proximal motor activity) que le début du développement de l'activité motrice distale. Compte tenu des données de la littérature, il me semble nécessaire d'étudier le rôle des contrôles visuels jusqu'à l'âge de douze mois au moins. C'est ainsi qu'entre 5 et 9 mois, Morrongiello et Rocca (1989) parlent d'une augmentation du contrôle visuel par rapport à l'orientation de la main durant l'acte de préhension (« increasing visual control with respect to hand orientation during the act of reaching »).

Nos propres recherches sur la prise d'un objet qui se déplace latéralement après l'initiation du geste avec des bébés âgés de 5 à 14 mois ont également permis de mettre en évidence le rôle prépondérant joué par le contrôle visuel, en particulier chez les bébés de 9 mois par rapport aux bébés de 7 1/2 mois et de 12 mois (Mounoud et al., 1991). Fetters et Todd (1987) signalent une tendance à l'augmentation du nombre d'unités de mouvement par prise chez les bébés de 7 mois et 9 mois (« a tendency to an increase in the number of units per reach in the 7- and 9- month ages »).

Nous avons vu comment il était nécessaire de distinguer des *niveaux de contrôle visuo-moteur* par rapport aux aspects proximaux et distaux de la préhension comme le soulignent en particulier Morrongiello et Rocca (1989) dans la discussion de leur article.

Vers la fin de la première année apparaît une forme de préhension qu'Halverson (1931) avait considérée comme proche de la forme adulte, où le contrôle visuel en cours d'exécution ne joue plus un rôle aussi crucial que durant les mois précédents. La conduite peut à nouveau être considérée comme déclenchée visuellement (dans un sens large) même si à bien des points de vue le contrôle visuel reste fondamental pendant l'exécution du mouvement (Biguer et al., 1985).

L'interprétation que je propose de cette genèse consiste à dire que les couplages forcés ou synergies manifestés par le nouveau-né et décrits comme préhension précoce (et qui se manifestent également plus tard durant les premiers mois de façon plus restreinte) seraient déterminés par les représentations constituées et sédimentées (ou encapsulées) que j'ai suggéré d'appeler « sensorielles ». Ces représentations sont fusionnées avec des procédures sensorimotrices automatisées. Il s'agit de la manifestation sous la forme « pratique » du premier système de connaissances « sensorielles ». Il s'agirait d'une description « psychologique » des fonctions réalisées par les structures principalement sous-corticales qui détermineraient les coordinations initiales précoces.

Toutes les conduites décrites comme dissociées, découplées, isolées ou individualisées résulteraient, elles, des nouvelles représentations « perceptives » en élaboration (forme conceptuelle du nouveau système de connaissances perceptives) qui seraient couplées avec des procédures perceptivo-motrices également en élaboration. Ces représentations et procédures sont tout d'abord élémentaires, elles ne concernent que des actions simples réalisant des fonctions élémentaires ou portant sur des dimensions isolées des objets. Durant cette période il n'y a pas de préhension à proprement parler, mais seulement des fragments ou éléments en partie isolés. Il s'agit par exemple des conduites très limitées ou restreintes manifestées par les bébés durant les deux à trois premiers mois, qui consistent à effectuer sous contrôle visuel des ouvertures et fermetures des mains, des rotations de la main (poignet), des extensions et flexions du coude, etc. Le bébé prend ainsi conscience des différents segments de son corps et de leurs fonctions, ainsi que des moyens de les contrôler (nouvelles procédures sensorimotrices). Il en va de même en ce qui concerne les différentes parties des objets et de leurs propriétés. Par conséquent, l'importance du contrôle visuel durant cette période peut être mise en évidence principalement par l'étude des conduites fragmentaires décrites ci-dessus plus que par celle des conduites de préhension au sens strict.

La dissociation ou le découplage progressif des activités du bébé serait ainsi une conséquence de l'élaboration de représentations et procédures par de nouveaux centres de traitement. Ces représentations élémentaires permettent au bébé d'attribuer des significations à certaines parties de son corps ou aux objets rencontrés ; et les procédures élémentaires lui permettent de contrôler des actions simples. Ces représentations et procédures élémentaires vont progressivement se combiner par simple juxtaposition ou séquentialisation pour s'intégrer ou se coordonner ultérieurement. Comme déjà mentionné, c'est autour de 12 mois qu'apparaît la préhension de type adulte où les phases d'approche et de saisie sont complètement intégrées.

Je n'ai fait ici qu'amorcer l'histoire de la préhension. On peut observer les étapes ultérieures du développement de la préhension durant la deuxième et la troisième année, en particulier dans des activités de soulèvement de poids (Hauert, 1980 ; Forssberg et al., 1991 ; Gordon, 1944 ; Mounoud et Hauert, 1982) ou dans celles d'encastrement. Encastremements simples, tout d'abord, qui nécessitent l'activité différenciée et conjuguée des deux mains (deuxième année). Puis, encastremements complexes d'objets de tailles variables qui nécessitent la planification de toute une séquence d'action (troisième année ; cf. par exemple la remarquable étude faite par Greenfield et al., 1972). Il est bien entendu possible d'intégrer dans l'histoire de la préhension les étapes de la permanence de l'objet, ce que nous entreverrons plus loin à propos de Mandler.

De nombreux chercheurs considéreront ce survol du développement de la préhension comme trop grossier ou superficiel pour pouvoir donner lieu à une discussion valable. Je pense au contraire nécessaire de rester à un niveau suffisamment général pour ne pas perdre de vue le problème central poursuivi dans cet article et que je vais tenter de reformuler.

Il est relativement courant de considérer le développement de la préhension comme principalement déterminé par la maturation des systèmes ventromédian et dorso latéral, c'est-à-dire de considérer une explication strictement motrice comme satisfaisante. Toutefois, je pense qu'il existe un accord relativement général pour considérer le développement de la préhension au cours de la première année comme déterminé par le passage de contrôles réalisés principalement par des structures sous-corticales à des contrôles réalisés principalement par des structures corticales (en particulier frontales et pariétales). De ce point de vue le problème que j'ai tenté de soulever dans ce chapitre me semble pouvoir se formuler de la manière suivante :

Quelle est l'origine de l'organisation du nouveau système de connaissances qui prend progressivement le contrôle des comportements nouveaux ?

ou,

Comment s'organisent ou se structurent les nouveaux centres (structures) qui contrôlent les nouveaux comportements ?

Quatre hypothèses me semblent pouvoir être envisagées :

1. L'organisation des nouveaux centres serait préformée, le développement ne manifesterait alors que la maturation progressive de ces centres. La position de Spelke (1991) correspondrait selon moi à cette hypothèse.

2. L'organisation des nouveaux centres provient d'une *redescription*, d'une *transposition* ou d'une *abstraction* des centres déjà organisés (préalablement au développement envisagé). Cette hypothèse me semble correspondre en particulier au modèle de l'abstraction réfléchissante proposé par Piaget (1967/1977), au modèle de la redescription représentative proposé par Karmiloff-Smith (1991) et à des versions antérieures du modèle que je présente dans cet article (par ex. Mounoud, 1979 ou 1986a).

3. L'organisation des nouveaux centres provient essentiellement de la structure des situations auxquelles a été confronté le sujet (sans que les centres déjà organisés préalablement interviennent de façon significative). Cette hypothèse pourrait correspondre en partie au modèle de Mandler (1988) que je présenterai ultérieurement, ainsi qu'au modèle de Hamad (1987) et à celui d'Edelman (1987).

4. L'organisation des nouveaux centres provient des expériences réalisées par le sujet avec ses différents environnements, *mais au cours d'activités déterminées par les centres déjà organisés préalablement* (le système de connaissances déjà élaboré). C'est ce que j'appellerai plus loin la *filiation indirecte*. Cette hypothèse correspond à la position que j'ai développée dans cet article et au modèle récemment publié par Morton et Johnson (1991) relatif au développement de la reconnaissance des visages.

V. LE SYSTEME DOUBLE DE REPRÉSENTATION DE JEAN MANDLER.

Dans sa « recette » pour construire un bébé (« How to build a baby »), que j'ai trouvée pleine de saveur, Mandler (1988) définit ce qu'elle appelle un système double de représentation : d'une part un *système de connaissances sensorimotrices* (ou procédures sensorimotrices) basé sur des représentations sensorimotrices non symboliques, et d'autre part un *système de connaissances conceptuelles* (ou déclaratives) basé sur des représentations conceptuelles de nature symbolique. L'existence de ce deuxième système est possible grâce aux capacités innées du nouveau-

né à symboliser. Ces deux systèmes se développent simultanément et en parallèle. Mandler précise clairement que les connaissances conceptuelles ne sont pas dues à une transformation des connaissances procédurales. Mais elle indique également que les deux systèmes de connaissances sont interconnectés et s'influencent réciproquement (op. cit. p. 132). Ces deux systèmes s'opposent principalement par le fait que les connaissances sensorimotrices ne sont *pas accessibles à la conscience* et que leur acquisition ne nécessite *pas d'accompagnement conscient*, alors que les connaissances conceptuelles sont *accessibles à la conscience*, accessibles à des fins d'évocation et de pensée ou encore qu'elles ont le potentiel d'être amenées à la connaissance consciente (conscious awareness) et qu'elles sont potentiellement exprimables verbalement (op. cit. p. 116). Ces deux systèmes s'opposent également par leurs origines respectives. Les connaissances sensorimotrices sont *dérivées des entrées perceptives*, elles sont basées sur l'apparence des objets sans adjonction de quelque chose « au-dessus ou au-delà de leur apparence » ; mais ces connaissances sensorimotrices sont néanmoins « préstructurées pour analyser les configurations perceptives en objets » (op. cit. p. 118). Les connaissances conceptuelles, elles, *résultent d'un processus d'élaboration des entrées perceptives* consistant en *analyses perceptives, en comparaisons* (comparaison de deux objets présentés simultanément ou séquentiellement).

Les connaissances conceptuelles interviennent dans les situations ou les tâches qui nécessitent l'évocation (recall) d'objets alors que les connaissances sensorimotrices ou procédurales interviennent dans les situations qui ne font intervenir que la *reconnaissance* des objets et ne nécessitant pas d'évocation d'événements absents. Comme exemple de connaissances sensorimotrices, Mandler cite les premières connaissances des bébés de 4 et 5 mois, mises en évidence par Spelke, relatives aux objets perçus (« conçus » pour Spelke) comme des unités limitées par des frontières. Par contre, l'expérience de Baillargeon, Spelke et Wasserman (1985) sur la consistance ou permanence des objets nécessite, pour Mandler, des capacités d'évocation « qui requièrent par définition des connaissances accessibles » (p. 123). Pour elle, il en est de même pour l'acquisition du langage des signes par les enfants de 5 1/2 - 7 mois (p. ex. Prinz & Prinz, 1979). L'acquisition des imitations différées produites par les bébés âgés de 9 mois, mises en évidence par Meltzoff (1988), nécessite aussi, pour elle, l'intervention de connaissances conceptuelles conscientes. Mais des activités telles que prendre des objets ne nécessitent que des connaissances sensorimotrices. Cependant, conduire une bicyclette ou frapper à la machine requièrent des traitements conscients importants durant l'acquisition.

J'éprouve quelques difficultés à bien comprendre les critères qui déterminent cette dichotomie. Est-ce que toutes les conduites qui ne font intervenir que les informations prélevées au cours d'un contact perceptif

direct dépendent du système de connaissances sensorimoteur ou procédural, c'est-à-dire d'un système non symbolique ? ou, réciproquement, est-ce que toutes les situations qui nécessitent l'adjonction (par inférence) d'informations, non contenues dans les configurations perceptives pour être comprises, dépendent de connaissances conceptuelles ? On serait alors d'une certaine manière très proche de Piaget (1936, 1937) ! La seule différence avec Piaget consisterait à situer plus précocement l'entrée en fonction des connaissances conceptuelles de nature symbolique. Cependant, pour Piaget, la fonction symbolique (ou sémiotique) n'apparaît pas du jour au lendemain, mais se construit progressivement au travers des conduites imitatives. C'est ainsi que Piaget a décrit de nombreuses conduites qui attestent des capacités naissantes de symbolisation. Mandler se réfère d'ailleurs à certaines conduites décrites par Piaget chez l'enfant de 5 à 6 mois, telles que la « reconnaissance motrice », pour démontrer la présence d'activités symboliques très précoces (Mandler, 1988, p. 120). Donc, d'une certaine manière, leurs positions respectives sont relativement proches. Toutefois, étant donné leurs options épistémologiques partiellement antagonistes, comme nous le verrons plus tard, cette proximité est malgré tout relative.

Tout en étant très séduisant, le modèle proposé par Mandler soulève donc un certain nombre de problèmes que nous allons examiner maintenant plus systématiquement.

V. 1. Problèmes relatifs aux premiers « concepts » d'objet (3 1/2 mois - 4 1/2 mois).

La thèse défendue par Mandler concernant le fait que « les bébés perçoivent les objets comme des unités limitées par des frontières » est la suivante. Elle considère que « Bien que les *premiers concepts d'objet* soient *indubitablement dérivés des entrées perceptives*, les résultats de Spelke et d'autres ne parlent pas d'eux-mêmes en faveur d'une connaissance conceptuelle telle que nous l'avons définie ici ». Son argumentation est la suivante : « Dire qu'une conception propre du monde physique détermine les perceptions du bébé (Spelke, 1985) peut simplement signifier que le système perceptif est *préstructuré pour analyser les configurations perceptives* en objet plutôt que, par exemple, en taches colorées. De ce point de vue rien ne s'oppose à l'idée d'une *forme exclusivement sensorimotrice de connaissance* ».

Or, les bébés de 3 1/2 mois ou 4 1/2 mois ont déjà pu réaliser beaucoup d'analyses perceptives de très nombreuses situations auxquelles ils ont été confrontés, en particulier au moyen de leurs systèmes visuo-moteurs. Ils ont même déjà, selon certains auteurs, substitué un système visuel à un autre, un système plus cortical à un plus sous-cortical (cf. Morton & Johnson, 1991). Par conséquent, de mon point de vue, leurs connaissances ou conceptions des objets ne sont pas nécessairement

dérivées exclusivement (et indubitablement !) des entrées perceptives ou basées sur « comment l'objet apparaît », « sans adjonction de quelque chose », ou en d'autres termes ne faisant intervenir que des représentations inaccessibles à la conscience. En fait, les « adjonctions » dont parle Mandler, c'est précisément ce qui résulte d'analyses perceptives ou de mises en relations. Compte tenu des semaines ou des mois d'analyses perceptives visuelles (ou visuomotrices) des bébés de 3 1/2 - 4 1/2 mois, les premiers « concepts » d'objet pourraient correspondre à des *connaissances conceptuelles* au sens de Mandler.

D'autre part, même s'il ne s'agissait que de connaissances sensori-motrices (basées sur des représentations sensorimotrices), le problème de leur origine, de leur genèse reste entier (phylogenèse ou embryogenèse). Comment se sont constituées ces représentations sensori-motrices ? Leur origine est-elle exclusivement perceptive ? Les composantes motrices des comportements ont-elles joué un rôle constitutif ? Leur origine est-elle simultanément perceptive et motrice ? C'est ce à quoi nous allons tenter de répondre à partir des autres problèmes soulevés par les thèses de Mandler.

V. 2. Problème relatif à la permanence de l'objet chez les bébés de 8 à 12 mois.

Rappelons brièvement une des situations imaginées par Piaget (1936) pour mettre en évidence une étape de la construction de l'objet (ou de la permanence de l'objet).

A un certain âge, vers sept mois et demi, les bébés s'avèrent capables de retrouver un objet caché à un certain endroit devant eux sous un mouchoir, que nous appellerons A, en soulevant le mouchoir pour prendre l'objet convoité. Or, Piaget a eu l'idée, après avoir répété deux ou trois fois cette scène, de cacher cet objet à un autre endroit sous un deuxième mouchoir, que nous appellerons B, le premier mouchoir A restant sur la table. Il a observé qu'autour de l'âge de 8 mois les bébés avaient tendance à rechercher l'objet sous le cache A au lieu d'aller le chercher sous le cache B. Cette « erreur » a été tout d'abord dénommée « erreur du stade IV » puis plus généralement « erreur A-non-B ». Or, il se trouve que tous les bébés entre 7 et 12 mois sont susceptibles de produire cette « erreur » en fonction de l'importance du délai temporel entre le moment où l'on cache l'objet sous B et le moment où l'on permet au bébé d'initier sa recherche (Diamond, 1985) : plus le bébé est âgé, plus le délai nécessaire pour provoquer l'apparition de l'erreur est grand. Rappelons que Piaget interprétait cette erreur par la tendance des bébés de ce sous-stade IV à rechercher les objets aux endroits disparus où leurs recherches antérieures avaient réussi. Il s'agissait pour lui d'une forme

dite « subjective » de permanence encore liée à l'assimilation directe des situations à l'action propre.

La thèse défendue par Mandler consiste à dire que la situation A-non-B est « une situation qui instaure des tendances motrices persévératives ». L'erreur A-non-B serait due à l'« incapacité d'inhiber la réponse motrice réussie et préalablement entraînée » (op. cit. p. 125). Il est vrai qu'une telle explication a été suggérée par différents auteurs, en particulier Diamond (1985), comme le rappelle Mandler. Mais, la principale hypothèse formulée plus récemment par Diamond (1988) concerne la capacité ou l'incapacité des bébés à *mettre en relation* des informations séparées dans l'espace et/ou dans le temps. Or, il semble que l'hypothèse de Diamond corresponde précisément à ce que Mandler appelle « *analyse perceptive* » ou « processus de comparaison » (Mandler, 1988, p. 126). (Ce qui produit selon Mandler des connaissances conceptuelles accessibles à la conscience). Par conséquent, il serait possible de dire que c'est une *capacité conceptuelle* (au sens de Mandler) qui explique l'erreur A-non-B et non pas une tendance motrice persévérative. Ou encore, que l'incapacité d'inhiber une réponse serait due aux limites des connaissances conceptuelles des bébés (ce qui me paraît plus satisfaisant !).

Or, c'est précisément ce que Mandler conteste, comme nous allons le voir.

V. 3. Problèmes relatifs au statut de quelques conduites qualifiées de « motrices », comme la préhension d'objets.

Le point de vue défendu par Jean Mandler relatif aux conduites de préhension et par conséquent à la tâche A-non-B, consiste à dire que « des performances imparfaites dans une tâche motrice telle que la préhension d'un objet, ne peuvent pas être invoquées comme une insuffisance d'un système conceptuel » (p. 126). Par ailleurs, elle considère que « Prendre un objet est fondamentalement différent de concevoir une image de cet objet » (having an image) (p. 131). Et enfin, que « Les bébés de 6 mois ne sont pas encore suffisamment habiles pour coordonner leurs réponses motrices » (p. 126). Quelle peut être l'origine d'une telle limitation ? Est-elle purement « motrice » ?

Comme je l'ai déjà mentionné, prendre des objets n'est pas une *tâche ou une conduite purement « motrice »* qui ne ferait intervenir que des connaissances sensorimotrices issues du contact perceptif immédiat, sans évocation de réalités absentes, de propriétés non perceptibles, de relations non présentes.

Prendre des objets pour des bébés de 8 à 12 mois est une tâche qui nécessite de nouvelles conceptualisations, ou encore qui fait intervenir des « connaissances conceptuelles » explicites, au sens défini par Mandler d'évocation de données non présentes. D'autre part, le dévelop-

pelement de la préhension d'objets me semble comparable au développement des conduites imitatives telles que battre des paupières ou tirer la langue, que Mandler prend comme exemple de développement de connaissances conceptuelles chez les bébés âgés précisément de 8 à 12 mois. Mentionnons au passage que Baillargeon rejette elle aussi l'idée d'une explication de l'erreur A-non-B basée sur des difficultés motrices pour argumenter en faveur d'une explication conceptuelle, l'incapacité à planifier une séquence moyen-but (Baillargeon et al., 1990).

Ceci nous conduit au quatrième et dernier problème soulevé par le texte de Mandler, le problème épistémologique de l'origine des connaissances.

V. 4. Le problème épistémologique de l'origine des connaissances.

Je rappellerai brièvement les deux thèses défendues par Mandler concernant l'origine des connaissances sensorimotrices et conceptuelles.

En ce qui concerne les *connaissances sensorimotrices*, Mandler considère qu'elles dérivent des *entrées perceptives* ou sont basées sur l'apparence des objets (« how the object looks like »). Il faut entendre par là le fait que les entrées sensorielles auraient un accès direct aux représentations sensorimotrices (modules) qui les interpréteraient instantanément. Pour expliquer l'élaboration des *connaissances conceptuelles*, elle a recours au mécanisme d'analyse perceptive (cf. supra).

Elle met donc tout l'accent sur le versant perceptif du processus d'élaboration et défend des thèses ayant de fortes connotations empiristes. En particulier, lorsqu'elle examine les conduites imitatives, elle ne considère que la façon dont les bébés analysent visuellement ce que fait le modèle. Mais, en fait, il ne s'agit pas de tâches purement perceptives, les bébés sont supposés produire des actions « motrices » (reproduire en action un modèle) et ils sont également en train d'analyser leurs propres actions, leurs tentatives successives de reproduction, les diverses composantes de leur activité propre, etc., avec bien entendu un rôle important joué par les informations proprioceptives liées aux mouvements.

En conclusion, au cours des processus de développement, les composantes motrices des comportements ne peuvent pas être séparées des composantes perceptives, le problème majeur étant la *mise en correspondance* des modèles perçus et des activités reproductrices ou plus généralement des données perçues et des actions exécutées. Les mécanismes responsables du processus d'élaboration des connaissances conceptuelles devraient au moins s'appeler *mécanismes d'analyse perceptivomotrice*.

Toutefois, et je l'ai déjà souligné, les analyses perceptivomotrices à l'origine de nouvelles mises en correspondance et, par conséquent, de nouvelles conceptions (représentations « perceptives ») ne sont possibles que parce que le bébé possède un *système de connaissances préalables*

(représentations « sensorielles ») qui guident ou orientent ses activités actuelles, et préfigurent partiellement ses nouvelles conceptions.

Dans le cas des exemples envisagés (imitation et préhension), les connaissances préalables ont été mises en évidence et correspondent au premier système de connaissances du nouveau-né (on parle de préhension précoce et d'imitation précoce).

VI. DISCUSSION

Je reprendrai trois questions relatives à l'explication du développement comme processus de conceptualisation qui me paraissent devoir être discutées de façon plus approfondie.

VI. 1. Nature des systèmes de représentation.

La première question est de savoir si les deux systèmes de connaissances initiaux, constitués de représentations que j'appelle respectivement pour le nouveau-né « sensorielles » et « perceptives » - les unes s'exprimant sous forme « pratique », les autres sous forme « conceptuelle » - sont de *même nature ou non*. La tendance actuellement dominante (et que je ne partage pas) consiste à les considérer comme de nature différente, les représentations sensorimotrices étant qualifiées de structures périphériques inaccessibles à la conscience (les structures modulaires et de nature non symbolique), les représentations conceptuelles (ou perceptives) étant considérées comme des structures centrales accessibles à la conscience et de nature symbolique. Or, je pense que *l'accessibilité à la conscience est un caractère transitoire* des représentations à certaines étapes de leur construction. L'inaccessibilité à la conscience serait en quelque sorte le devenir de la majorité des représentations. Je considère donc les différents types de représentations (« sensorielles », « perceptives », « concrètes », « formelles ») comme fondamentalement de même nature, nature que je qualifierai de symbolique.

Toutefois, ces représentations symboliques auraient des *niveaux d'abstraction* ou d'idéalisation distincts. Etant donné, par exemple, que les représentations « perceptives » sont abstraites au cours des actions dirigées par des représentations « sensorielles », elles sont simultanément plus pauvres qu'elles (elles résultent d'une nouvelle sélection des informations) et plus riches qu'elles dans la mesure où elles introduisent des mises en relations supplémentaires (cf. Mounoud 1990a, Le développement cognitif comme enrichissement et/ou appauvrissement). Il en serait de même pour les systèmes ultérieurs de représentation appelés « concret » et « formel ». D'autre part, j'ai considéré longtemps que le processus de construction de chaque système de représentation évoluait de représentations de format « analogique » à des représentations de

format « abstrait » (Mounoud, 1986a). Il paraît en fait plus probable que, pour l'élaboration de chaque système de représentation, les deux formats coexistent toujours et qu'ils fonctionneraient tout d'abord de façon disjointe, puis ultérieurement de façon conjointe (Mounoud, 1990a).

VI. 2. Liens entre systèmes de connaissances.

Le second problème, déjà évoqué plus haut, consiste à savoir si les nouvelles représentations (les représentations perceptives par exemple) dérivent ou non des représentations antérieures (les représentations sensorielles) et des procédures qui leur sont liées. La réponse que je veux suggérer est en faveur d'une dérivation indirecte. Je dirai tout d'abord que les représentations « perceptives » *ne dérivent pas directement* des représentations antérieures sédimentées dans la mesure où elles résultent de nouveaux échantillonnages, de nouvelles sélections des données réalisées par de nouveaux centres de représentation et de traitement. De ce point de vue je serais en accord avec Mandler (1988) qui considère que la seule pratique des connaissances sensorimotrices ne peut pas les rendre finalement accessibles à la conscience, à une conceptualisation. Toutefois, il me semble possible de dire que les représentations « perceptives » *dérivent indirectement* des représentations et procédures antérieures, étant donné que les rééchantillonnages, les nouvelles mises en relations se font, initialement tout au moins, au cours d'activités déterminées par les représentations antérieures. Les représentations perceptives construites sont donc en quelque sorte orientées ou indirectement déterminées par la structure des activités entreprises.

VI. 3. L'origine des connaissances.

Ceci nous conduit à la troisième question, probablement la plus importante, qui porte sur les mécanismes de construction des représentations. L'origine de nouvelles représentations est-elle davantage liée aux activités motrices, aux activités perceptives, aux activités perceptivomotrices (et dans ce cas, quelles seraient les parts respectives des versants perceptifs et moteurs), à la structure des événements rencontrés ou à la maturation du système nerveux ? Ou, enfin, est-il possible de considérer les nouvelles représentations comme des propriétés émergentes du système déjà constitué ?

Par rapport à ce problème épistémologique de l'origine des connaissances, j'ai l'impression qu'il reste toujours chez mes collègues une option épistémologique inébranlable en faveur des thèses empiristes. Pour eux en effet, ce sont avant tout les *activités d'analyses perceptives* qui sont à l'origine des concepts ou des théories construits, la structure des activités motrices du sujet n'était jamais prise en compte. Je ne citerai pour exemple que deux d'entre eux, Mandler (1988) et Medin (1989) dont les prises de position récentes m'ont par ailleurs beaucoup aidé à progresser dans ma réflexion.

Je signalerai au passage que le rôle de la structure des activités motrices relativement aux connaissances perceptives (à la perception visuelle) a été mis en évidence dans les recherches récentes poursuivies par mon collègue Viviani (Viviani & Stucchi, 1989). Ces recherches font suite à celles que nous avons réalisées ensemble sur la poursuite manuelle de cibles perçues visuellement et dans lesquelles nous avons pris conscience de ce phénomène (Viviani, Campadelli, Mounoud, 1987 ; Viviani & Mounoud, 1990). En effet, il nous avait semblé que la perception de la trajectoire d'un point se déplaçant dans l'espace pouvait être influencée par la façon dont nos mouvements sont organisés pour produire de telles trajectoires. C'est ce que les recherches ultérieures ont confirmé.

Par rapport au problème épistémologique soulevé, ma position met l'accent sur le rôle de l'organisation ou de la structure des activités du sujet, étant donné que ce n'est qu'à partir de la mise en oeuvre d'activités basées sur des connaissances préalables déjà constituées que de nouvelles connaissances peuvent s'élaborer. Toutefois, les représentations ne sont pas créées directement par l'intériorisation des actions ou des schèmes procéduraux, comme le pensait Piaget, ou - ce qui me semble équivalent - par un processus de redescription qui extrairait les connaissances des procédures (« a process of redescription that extracts the knowledge from the procedure »), les nouvelles connaissances acquises étant initialement représentées procéduralement (« new acquired knowledge is also initially represented procedurally »), comme le pense Karmiloff-Smith (1991). Selon moi, il s'agit d'une extraction ou sélection d'informations *au cours de* la réalisation des procédures d'action déterminées par le premier système de connaissances - et pas d'une extraction directe de connaissances à partir des procédures, comme je l'ai aussi pensé pendant longtemps à la manière de Piaget ou de Karmiloff (par exemple, Mounoud 1986a). Je considérais en effet à l'époque que les nouvelles représentations « perceptives » résultaient directement d'une dissociation des représentations « sensorielles » coordonnées.

REMARQUES FINALES

Pour terminer, il me semble intéressant d'examiner la façon dont les psychologues envisagent aujourd'hui les *activités intellectuelles ou cognitives*. Dans son analyse des activités cognitives, Richard (1991) part de l'opposition entre intelligence abstraite (ou théorique) et intelligence pratique (ou concrète), opposition dont il situe l'origine principale dans la psychométrie. Il considère que cette distinction n'a plus de sens dans une perspective moderne où les activités cognitives sont conçues comme des activités de traitement de l'information. On trouvera néanmoins dans son texte des oppositions réminiscentes de celles que nous

avons examinées en introduction, comme par exemple entre traitements d'informations symboliques et non symboliques.

Richard suggère d'appeler *activités intellectuelles* « les activités qui mettent en jeu des inférences reposant sur des connaissances explicites, ce que l'on appelle des raisonnements », et de les opposer d'une part aux *activités perceptives* (« qui consistent pour l'essentiel à extraire l'information des stimulus et qu'on appelle pour cette raison des traitements ascendants ») et d'autre part, *aux activités fortement automatisées* (les savoirs spécialisés caractéristiques de l'expertise). Toutefois, il reconnaît immédiatement que les activités intellectuelles constituent également une part importante de l'expertise. Par ailleurs, dans les activités perceptives, il est devenu classique de distinguer (Bonnet, 1989, 1991) en plus des traitements *dépendants du stimulus* (stimulus dependent) (ou traitement ascendant) pris en considération par Richard, des traitements *dépendant de représentations* ou de conceptualisations (concept dependent) (ou traitements descendants). Les traitements ascendants dépendant du stimulus seraient réalisés pour une part importante sur la base de mécanismes automatiques et modulaires. Mais selon Bonnet il en serait de même « pour de nombreux mécanismes perceptifs (concept dependent) automatisés en fonction d'une pratique constante ».

Ce qui me paraît ressortir des diverses oppositions, partiellement contradictoires, proposées par Richard (1991), c'est l'opposition entre des *traitements automatiques ou automatisés*, d'une part, et des *traitements non automatisés* caractéristiques d'un processus actif d'élaboration, d'autre part. On retrouverait ainsi l'opposition que j'ai établie entre deux formes d'expression de tout système de connaissances : la forme « conceptuelle » et la forme « pratique ». Par contre, selon moi, ces traitements ne seraient pas de nature fondamentalement différente, pour autant qu'ils appartiennent à un même système de connaissances. Partiellement accessibles à la conscience au début de l'acquisition d'une nouvelle connaissance, les processus deviennent ensuite inaccessibles.

Les difficultés à catégoriser les activités cognitives se retrouvent dans les oppositions établies entre rappel et reconnaissance, dans les processus mnémoriques (Lecocq, 1991). On sait par exemple que, selon Kintsch (1974), l'accès aux représentations sémantiques et épisodiques est *automatique* dans la reconnaissance, alors qu'il ne serait *pas automatique* dans le rappel, qui nécessiterait le recours à d'autres types d'information. Au contraire, selon Tulving (1972), les processus impliqués dans la reconnaissance et le rappel seraient les mêmes, seule l'efficacité des indices de récupération fournis aux sujets différerait.

Je mentionnerai enfin comment un neuropsychologue, Shallice, envisage les structures mentales, en particulier les systèmes dits centraux. Pour lui, les fonctions des systèmes centraux sont très directement

liées aux fonctions attribuées classiquement au cortex frontal et concernent la planification, la régulation et le contrôle des activités. Shallice (1988, 1991) distingue deux systèmes : un *système de sélection automatisé* (de routine) et décentralisé des schèmes d'action et de pensée, qu'il appelle « contentions scheduling », et un *système de supervision conscient*, qui module le (plus bas niveau du) système de sélection en activant ou inhibant certains schèmes particuliers. On retrouve encore l'opposition entre traitements « automatisés » et traitements « conscients ».

Il m'a semblé intéressant pour terminer ce chapitre de rapprocher quelques oppositions établies par différents collègues pour faire ressortir leurs parentés ou ressemblances. J'espère être parvenu un peu à décloisonner certains domaines spécifiques et à rapprocher des concepts développés par des collègues qui se trouvent comme moi encapsulés dans leur domaine de spécialisation.

REMERCIEMENTS

Pour la conception de cet article mes réflexions ont été enrichies par les échanges que j'ai eu l'occasion d'avoir au cours de l'été 1991 aux U.S.A., en particulier avec Rachel Clifton et Renée Baillargeon à Minneapolis durant la conférence biennale de la ISSBD (International Society for the Study of Behavioural Development), avec Esther Thelen et ses collègues à Bloomington (University of Indiana), avec Adele Diamond et ses collaborateurs à Philadelphie (University of Pennsylvania), avec Mark Appelbaum, Kathryn Barnard, Liz Bates, Joe Campos, Bob Emde, Kurt Fischer, Marshall Haith, Mark Johnson, Jerry Kagan, Marian Radke-Yarrow et Andy Sameroff au cours de la conférence sur « Les transitions dans le développement psychologique du jeune enfant », organisée par la Fondation MacArthur à Aspen (Colorado), ainsi que lors des discussions tenues durant le cours-séminaire « Piaget à la montagne », organisé par Jacques Montangero dans le cadre de la Fondation des Archives Jean Piaget. Les corrections et commentaires de mon article suggérés par Dan Stern m'ont été très précieux. Enfin, je tiens à remercier Françoise Schmitt pour son efficace travail de secrétariat, ainsi que Anne Aubert, Maryse Badan, Claude-Alain Hauert, Denis Page et Pascal Zesiger pour leur solide soutien et leurs précieux commentaires.

REFERENCES

- BAILLARGEON, R., GRABER, M. DEVOS, J., & BLACK, J. (1990). Why do young infants fail to search for hidden objects ? (Until 7 to 8 months). *Cognition*, 36, 255-284.
- BAILLARGEON, R., SPELKE, E. S. & WASSERMAN, S. (1985). Object permanence in five-month-old infants. *Cognition*, 20, 191-208.
- BERNSTEIN, N. A. (1967). *The coordination and regulation of movements*. Oxford : Pergamon Press.
- BIGUER, B., JEANNEROD, M. & PRABLANC, C. (1985). The role of position of gaze in movement accuracy. In M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 407-424). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- BONNET, C. (1989). La perception visuelle des formes. In C. Bonnet, R. Ghiglione & J.-F. Richard (Eds.), *Traité de Psychologie Cognitive. vol. 1* (pp. 1-82). Paris : Dunod.
- BONNET, C. (1991). Perception. In *Grand Dictionnaire de la Psychologie* (pp. 551-558). Paris : Larousse.
- BOWER, T. G. R. (1974). *Development in infancy*. San Francisco: Freeman.
- CASE, R. (1985). *Intellectual development from birth to adulthood*. New York : Academic Press.
- CLAPAREDE, E. (1933). La genèse de l'hypothèse. *Archives de Psychologie*, 24, 1-155.
- CLIFTON, R. K., ROCHAT, P., LITOVSKY, R. Y. & PERRIS, E. E. (1991). Object representation guides infants' reaching in the dark. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 17, 323-329.
- DIAMOND, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on A-not-B. *Child Development*, 56 (4). 868-883.
- DIAMOND, A. (1988). Differences between adult and infant cognition : Is the crucial variable presence or absence of language ? In L. Weiskrantz (Ed.), *Thought without language* (pp. 337-370). Oxford : Clarendon Press.
- DIAMOND, A. & GILBERT, J. (1989). Development as progressive inhibitory control of action : Retrieval of a contiguous object. *Cognitive Development*, 4, 223-249.

- EDELMAN, G.M. (1987). *Neural Darwinism. The Theory of Neural Group selection*. New York : Basic Books.
- FETTERS, L. & TODD, J. (1987). Quantitative assessment of infant reaching movements. *Journal of Motor Behavior*, 19, 147-166.
- FODOR, I. E. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, Ma : MIT Press.
- FORSSBERG, H., ELIASSON, A. C., KINOSHITA, H., JOHANSSON, R. S. & WESTLING, G. (1991). Development of human precision grip. I : Basic coordination of force. *Experimental Brain Research*, 85, 451-457.
- GORDON, A.M. (1994). Development of the reach to grasp movement. In K.M.B. Bennett & U. Castiello (Eds.), *Insights into the reach to grasp movement* (pp. 37-56). Amsterdam : North Holland
- GREENFIELD, P. M., NELSON, K. & SALTZMAN, E. (1972). The development of rulebound strategies for manipulating seriated cups : A parallel between action and grammar. *Cognitive Psychology*, 3, 291-310.
- HARNAD, S. (1987). Category induction and representation. In S. Harnad (Ed.), *Categorial perception. The groundwork of cognition* (pp. 535-565). Cambridge : Cambridge University Press.
- HALVERSON, H. M. (1931). An experimental study of prehension in infants by means of systematic cinema records. *Genetic Psychology Monographs*, 10, 107-286.
- HAUERT, C.A. (1980). Propriétés des objets et propriétés des actions chez l'enfant de 2 à 5 ans. *Archives de Psychologie*, 48, 95-168.
- HAUERT, C.A. (Ed.). (1990). *Developmental psychology : Cognitive, perceptuo-motor and neuropsychological perspectives*. Amsterdam : North Holland.
- HOFSTEN, C. VON. (1982). Eye-hand coordination in newborns. *Developmental Psychology*, 18, 450-461.
- HOFSTEN, C. VON. (1990). A perception-action perspective on the development of manual movements. In M. Jeannerod (Ed.), *Attention and Performance. vol. XIII* (pp. 739-762). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1991). Beyond modularity : Innate constraints and developmental change. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind : Essays on Biology and Cognition* (pp. 171-197). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- KINTSCH, W. (1974). *The Representation of Meaning in Memory*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- KOEHLER, W. (1917). *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen*. Traduction française par P. Guillaume (1927), *L'intelligence des singes supérieurs*. Paris : Alcan.
- KUGLER, P.N., KELSO, J.A.S. & TURVEY, M.T. (1982). On the control and coordination of naturally developing systems. In J.A.S. Kelso & J.E. Clarke (Eds.), *The development of movement control and coordination*. Chichester : Wiley.
- LECOCQ, P. (1991). Rappel/Reconnaissance. In *Grand Dictionnaire de la Psychologie* (pp. 644-646). Paris : Larousse.
- LÉCUYER, R. (1989). *Bébés astronomes, bébés psychologues. L'intelligence de la première année*. Liège : Mardaga.
- LEROI-GOURHAN, A. (1964). *Le geste et la parole. 1. Technique et langage*. Paris : Albin Michel.
- MANCHESTER, D. (1988). Prehensile development : A contrast of mature and immature patterns. In J. E. Clark & J. H. Humphrey (Eds.), *Advances in motor development Research* (pp. 165-199). New York : AMS Press.
- MANDLER, J. M. (1988). How to build a baby : On the development of an accessible representational system. *Cognitive Development*, 3, 113-136.
- MEDIN, D. L. (1989). Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*, 44 (12), 1469- 1481.
- MELTZOFF, A. N. (1988). Infant imitation and memory : Nine-month-olds in immediate and deferred tests. *Child Development*, 59, 217-225.
- MORRONGIELLO, B. A. & ROCCA, P. T. (1989). Visual feedback and anticipatory hand orientation during infants' reaching. *Perceptual and Motor Skills*, 69, 787-802.
- MORTON, J. & JOHNSON, M. H. (1991). Conspic and conlern : A two-process theory of infant face recognition. *Psychological . Review*, 98, 164-181.
- MOUNOUD, P. (1968). Construction et utilisation d'instruments chez l'enfant de 4 à 8 ans : intériorisation des schèmes d'action et types de régulations. *Revue Suisse de Psychologie*, 27 (3-4), 200-208.
- MOUNOUD, P. (1970). Structuration de l'instrument chez l'enfant. Neu-châtel : Delachaux et Niestlé.
- MOUNOUD, P. (1971). Développement des systèmes de représentation et de traitement chez l'enfant. *Bulletin de Psychologie*, XXV, 296 (5-7), 261-272.

- MOUNOUD, P. (1973). Les conservations physiques chez le bébé. *Bulletin de Psychologie*, XXVII, 312 (13-14), 722-728.
- MOUNOUD, P. (1979). Développement cognitif : Construction de structures nouvelles ou construction d'organisations internes. *Bulletin de Psychologie*, 33, 343,107-118.
- MOUNOUD, P. (1986a). Similarities between developmental sequences at different age periods. In I. Levin (Ed.), *Stage and structure*. Norwood : Ablex, 40-58.
- MOUNOUD, P. (1986b). Action and cognition. Cognitive and motor skills in a developmental perspective. In M.G. Wade & H.T.A. Whiting (Eds.), *Motor Development in Children*. Dordrecht : M. Nijhoff, 373-390.
- MOUNOUD, R (1988). The ontogenesis of different types of thought. In : L. Weiskrantz (Ed.), *Thought without language*. Oxford : Oxford University Press, 25-45.
- MOUNOUD, P. (1990a). Cognitive development : Enrichment or impoverishment. In : C.A. Hauert (Ed.), *Developmental psychology : Cognitive, perceptuo-motor and neuro-psychological perspectives*. Amsterdam : North Holland, 389-414.
- MOUNOUD, R (1990b). Consciousness as a necessary transitory phenomenon in cognitive development. *Psychological Inquiry*, 1(3), 253-258.
- MOUNOUD, P., SCHERER, K. R., STERN, D. N., KAPPAS, A., VINTER, A., BERNAUER, B., HATT, G., ZINETTI, A. (1991, July). *Reaction to expectancy violation as a means of evaluating motor cognitive and affect integration in infants aged 5 to 14 months*. Poster presented at the 11th Biennial Meeting of the ISSBD. Minneapolis, Minnesota.
- MOUNOUD, P., BADAN, M. & ZESIGER, P. (en préparation). Construction of new representations in children.
- MOUNOUD, R. & BOWER, T.G.R. (1974). Conservation of weight in infants. *Cognition*, 3, 2940.
- MOUNOUD, P., & HAUERT, C.A. (1982). Development of sensorimotor organization in young children : Grasping and lifting objects. In G.E. Forman (Ed.), *Action and Thought : From Sensorimotor Schemes to Symbolic Operations* (pp. 3-35). New York : Academic Press.
- MOUNOUD, P., & VINTER, A. (1981). Representation and sensorimotor development. In G. Butterworth (Ed.), *Infancy and Epistemology : An Evaluation of Piaget's Theory* (200-235). Brighton, Sussex : Harvester Press.
- PASCUAL-LEONE, J. (1987). Organismic processes for neo-Piagetian theories : A dialectical causal account of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 22, 531-570.
- PIAGET, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- PIAGET, J. (1937). *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- PIAGET, J. (1967). *Biologie et connaissance*. Paris : Gallimard.
- PIAGET, J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris : Les Presses Universitaires de France. [Translation : *Success and understanding* (A. J. Pomerans, Trans.), London : Routledge & Kegan Paul, 1978].
- PIAGET, J. (1977). *Recherches sur l'abstraction réfléchissante*. Paris : Presses Universitaire de France.
- PRINZ, R M. & PRINZ, E. A. (1979). Simultaneous acquisition of ASL and spoken English (in a hearing child of a deaf mother and hearing father). Phase I : Early lexical development. *Sign Language Studies*, 25, 283-296.
- REY, A. (1934). *L'intelligence pratique chez l'enfant*. Paris : Alcan.
- RICHARD, J.-F. (1990). *Les activités mentales*. Paris : Armand Collin.
- RICHARD, J.-F. (1991). Raisonement. In *Grand Dictionnaire de la Psychologie* (pp. 641-643). Paris : Larousse.
- ROSENBAUM, D. A. (Ed.). (1991). *Human motor control* (pp. 359-395). New York : Academic Press.
- SERON, X. & FEYEREISEN, P. (1987). La désorganisation du geste dans l'apraxie. In J. Piaget, P. Mounoud & J.-P. Bronckart (Eds.), *La Psychologie* (pp. 1277-1317). Encyclopédie de la Pléiade, Paris : Gallimard.
- SHALLICE, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. Cambridge Cambridge University Press.
- SHALLICE, T. (1991). Précis of « From neuropsychology to mental structure ». *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 429-469.
- SPELKE, E. S. (1985). Perception of unity, persistence, and identity : Thoughts on infants' conceptions of objects. In J. Mehler & R. Fox (Eds.), *Neonate cognition : Beyond the blooming buzzing confusion*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- SPELKE, E. S. (1991). Physical knowledge in infancy : Reflections on Piaget's theory. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of*

- Mind : Essays on Biology and Cognition* (pp. 133-169). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- STACK, D. M., MUIR, D. W., SHERRIFF, F. & ROMAN, J. (1989). Development of infant reaching in the dark to luminous objects and « invisible sounds ». *Perception*, 18, 69-82.
- THELEN, E. (1989). Self-organisation in developmental processes : Can systems approaches work ? In M. Gunnar & E. Thelen (Eds.), *Systems in development : The Minnesota Symposia in Child Psychology*, volume 22 (pp. 77-117). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- TULVING, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *The Organisation of Memory* (pp. 382-402). New York : Academic Press.
- VINTER, A. (1985). Limitation chez le nouveau-né. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- VINTER, A. (1989). Sensory and perceptual control of action in early human development. In O. Neuman & W. Prinz (Eds.), *Relationships Between Perception and Action* (pp.305-324): Berlin : Springer Verlag.
- VIVIANI, P., CAMPADELLI, P. & MOUNOUD, P. (1987). Visuomanual pursuit tracking of human two-dimensional movements. *Journal of Experimental Psychology, HPP*, 13, 62-78.
- VIVIANI, P. & MOUNOUD, P. (1990). Perceptuo-motor compatibility in pursuit tracking of two-dimensional movements. *Journal of Motor Behavior*, 22 (3), 407-443.
- VIVIANI, P. & STUCCHI, N. (1989). The effect of movement velocity on form perception : Geometric illusions in dynamic displays. *Perception & Psychophysics*, 46 (3), 266-274.
- WALLON, H. B. (1945). *Les origines de la pensée chez l'enfant*. Paris : Presses Universitaires de France.
- WHITE, B. L., CASTLE, P. & HELD, R. (1964). Observation on the development of visually directed reaching. *Child Development*, 35, 349-364.
- WISHART, J. G., BOWER, T. G. R. & DUNKELD, J. (1978). Reaching in the dark. *Perception*, 7, 507-512.