

PSYCHOLOGIE D'AUJOURD'HUI

COLLECTION DIRIGÉE PAR PAUL FRAISSE

LE DÉVELOPPEMENT DANS LA PREMIÈRE ANNÉE

Symposium
de l'Association de psychologie scientifique
de langue française (Grenoble, 1981)

sous la direction de
S. DE SCHONEN

par

H. BLOCH, F. BRESSON, A. BULLINGER, G. BUTTERWORTH
M. CARLIER, L. DEMANY, A. HUSQUINET, J. MEDIONI
J. MEHLER, P. MOUNOUD, M. J. POPE, P. ROUBERTOUX
S. DE SCHONEN, E. VURPILLOT

avec la participation de

G. Balleyguier, P.-M. Baudonnière, B. de Boysson-Bardies, G. Cioni
F.-Y. Doré, C. Dumas, F. Flament, R. Fontaine, A.-Y. Jacquet, D. Julien
J.-M. Lassalle, N. Laurin, R. Lécuyer, G. Le Pape, B. McKenzie, G. Malcuit
M.-J. Marenco, F. Molenat, J. Nadel-Brulfert, M.-G. Pêcheux, G. Pellegrinetti
G. Piéraut-Le Bonniec, A. Pomerleau, V. Pouthas, B. Priel, S. Rayna
M. Robin, G. Tampieri, G. Vaysse, M. Verba, I. Weigl



PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

L'évolution des conduites de préhension comme illustration d'un modèle du développement

PIERRE MOUNOUD

*Université de Genève
(24, rue Général-Dufour, 1211-Genève 4)*

PRÉAMBULE

Nous désirons illustrer dans ces quelques pages un modèle qui conçoit le développement de l'enfant comme une succession d'étapes de construction de représentations (ou mémoires, ou modèles internes). Ce modèle (Mounoud, 1970, 1971, 1976, 1978, 1979 ; Mounoud et Hauert, 1982 ; Mounoud et Vinter, 1981) se situe dans une conception définissant les conduites comme des échanges entre un sujet et ses milieux. Dans ce cadre, nous aurons recours au développement des conduites de préhension manuelle d'objets perçus visuellement pour illustrer ce modèle. Ces conduites, bien qu'étudiées le plus souvent selon des points de vue partiels et unilatéraux, comme nous le verrons, constituent un excellent exemple pour notre propos.

Dans les études portant sur le développement des conduites de préhension chez le jeune enfant, nous distinguerons quatre perspectives. Trois d'entre elles peuvent être qualifiées de « classiques » et se définissent par l'accent qu'elles mettent soit sur les *aspects moteurs*, soit sur les *aspects cognitifs*, soit sur les *aspects perceptifs* de ces conduites. La quatrième de ces perspectives est plus « actuelle » et se définit par l'usage qu'elle fait des notions de *programme d'action*, ou programme moteur, et de *mécanismes régulateurs*. Cette conception actuelle rend au sujet une unité que les conceptions classiques avaient nettement morcelée.

Nous tenterons de montrer comment cette nouvelle perspective (ce nouveau langage et les modèles qu'il véhicule) a progressivement modifié la manière d'envisager le développement, en particulier celui des conduites de préhension. Enfin, nous essaierons de situer notre propre modèle dans cette perspective, c'est-à-dire d'enrichir cette perspective d'une problématique réellement psychologique susceptible de rendre compte de l'extrême richesse et diversité dont témoignent ces conduites.

I | BRÈVE PRÉSENTATION DU MODÈLE

Le modèle du développement psychologique de l'enfant que nous développons depuis une dizaine d'années peut être considéré comme paradoxal vis-à-vis des conceptions habituelles. Ce modèle se situe dans le cadre de la théorie piagétienne de laquelle il dérive, mais dont il diverge considérablement relativement à de nombreux points. Nous allons les résumer en essayant de définir : 1 / ce que l'enfant construit au cours de son développement et : 2 / ce qui rend possible ces constructions.

S'agissant de ce que construit l'enfant, notre position s'est radicalisée au cours de ces dernières années. Notre réflexion nous a amené à nous opposer à la position piagétienne selon laquelle l'enfant construit des structures ou des formes nouvelles d'action ou de raisonnement. Nous pensons au contraire que l'enfant ne construit pas de nouvelles structures générales (de nouveaux moyens généraux de traiter l'information) au cours de son développement. Nous ne pensons pas davantage que l'enfant construit les coordinations générales de ses actions ou les opérations logico-mathématiques de ses raisonnements. De notre point de vue, les structures formelles générales (des actions et des raisonnements) ne sont pas construites mais sont préformées. Au lieu de construire des structures (des capacités de traitement de l'information), l'enfant élabore au cours de son développement des représentations internes (des modèles, des mémoires ou des schèmes) conçues comme le résultat de la structuration et de l'organisation de contenus. Ces représentations sont élaborées au moyen de

structures formelles que l'enfant possède déjà. C'est par l'application de ces structures que des représentations nouvelles sont construites (dans cette conception, il s'agit donc d'utiliser des structures et non de les construire). Les représentations élaborées révèlent ou manifestent plus ou moins les capacités structurales de l'enfant. Nous suggérons de raisonner avec l'enfant comme nous raisonnons par rapport à l'adulte (tout au moins par rapport à nous-mêmes). Si un adulte ne présente pas telle ou telle performance ou s'il ne possède pas telle ou telle connaissance, on ne suspecte pas ses capacités structurales, on ne conclut pas à l'absence de capacités structurales, mais à l'absence ou l'insuffisance d'exercices, d'expériences ou d'informations. Il s'agit donc d'utiliser des capacités générales (d'agir ou de raisonner) pour développer telle ou telle habileté (utiliser un instrument, parler une langue étrangère, etc.).

Ce premier problème conduit automatiquement au second problème qui consiste à déterminer ce qui rend possible l'élaboration de nouvelles représentations. Qu'est-ce qui donne à l'enfant la possibilité de redéfinir et de redéterminer différemment ses comportements aux différentes étapes ou stades de son développement ? Par rapport à ce problème, nous pensons que des capacités nouvelles de codage apparaissent successivement au cours du développement. L'apparition de ces nouvelles capacités de codage serait sous la dépendance d'une régulation génétique. De ce point de vue, l'apparition de ces nouvelles capacités de codage dépend de façon non spécifique des interactions de l'enfant avec son milieu. Il faut rappeler que pour Piaget la construction de nouvelles structures est expliquée par un processus d'interaction entre des structures préexistantes et différents environnements ou différents aspects de l'environnement. Pour Piaget, le passage d'un stade au suivant est dû à l'achèvement des nouvelles structures élaborées (à la « fermeture » des structures), ces nouvelles structures donnant accès à de nouveaux aspects de l'environnement avec de nouvelles dimensions engendrant de nouvelles interactions ; ce processus peut être indéfiniment répété (Piaget, 1947, 1967).

Nous rappellerons notre position au moyen des propositions ou postulats suivants :

- 1 / Les formes ou structures générales de nos actions (leurs coordinations) et de nos raisonnements (leurs opérations logiques) sont préformées.
- 2 / Il existe à la naissance des représentations que nous appelons représentations sensorielles préformées. Ces représentations (couplées avec les structures préformées) déterminent les formes initiales des comportements, c'est-à-dire des échanges initiaux du bébé avec son environnement (organisation sensori-motrice).
- 3 / Le développement psychologique consiste à construire de nouvelles représentations (modèles ou mémoires) des objets, de soi et des autres et par conséquent de nouveaux programmes d'action.
- 4 / Des nouvelles représentations sont construites parce que de nouvelles capacités de codage apparaissent successivement au cours du développement. Nous proposons d'appeler « perceptives » les capacités qui apparaissent à la naissance, « conceptuelles » celles qui apparaissent autour de 18 mois, « formelles » ou « sémiotiques » celles qui apparaissent autour de 10 ans.
- 5 / L'apparition de ces nouvelles capacités de codage est sous la dépendance d'un processus maturationnel qui dépend indirectement des interactions de l'enfant avec son environnement (rôle non spécifique du milieu).
- 6 / Les représentations construites sont directement dépendantes des expériences, exercices ou échanges que l'enfant a eu l'occasion d'avoir ; dans cette construction l'environnement joue un rôle spécifique.
- 7 / Les nouvelles représentations interviennent dans les échanges que l'enfant entretient avec son environnement, elles déterminent l'organisation même des conduites ou échanges. Au lieu de représentations, on pourrait aussi parler de pattern, de stimulus, de programmes d'action, de procédures ou de schèmes. On parlera de *l'organisation perceptivo-motrice* qui se construit durant les 18 premiers mois, de

TABLEAU I. — *Les stades*

Naissance	Représentations sensorielles préformées couplées avec structures préformées + capacités nouvelles de codage perceptif ⇒ construction de représentations perceptives	Organisation sensori-motrice (préformée)
18-24 mois	Représentations perceptives construites couplées avec structures préformées + capacités nouvelles de codage conceptuel ⇒ construction de représentations conceptuelles	Organisation perceptivo-motrice (construite)
9-11 ans	Représentations conceptuelles construites couplées avec structures préformées + capacités nouvelles de codage sémiotique ⇒ construction de représentations sémiotiques	Organisation conceptuo-motrice (construite)
16-18 ans	Représentations sémiotiques construites couplées avec structures préformées	Organisation sémiotico-motrice (construite)

l'organisation conceptuo-motrice qui se construit entre 2 ans et 10 ans et de *l'organisation sémiotico-motrice* qui se construit entre 10 et 16-18 ans.

- 8 / La construction de nouvelles représentations (au moyen de ces capacités de codage) se réalise à travers une succession de périodes ou phases (que nous avons antérieurement décrites en terme de révolution) dont l'apparition est également déterminée par une régulation génétique. Cette construction s'effectue selon des étapes mentionnées dans le tableau II (mêmes étapes et mêmes processus à chaque stade du développement).

Les principales conséquences de ces propositions (ou postulats) sont les suivantes :

- a / Il existe des stades qui sont déterminés génétiquement.

TABLEAU II. — *Elaboration de représentations nouvelles*

<i>1^{er} stade</i>	<i>2^e stade</i>	<i>3^e stade</i>	<i>Etapas</i>	<i>Processus</i>
0- 1 mois	1 1/2- 3 ans	10-11 ans	<i>Représentations d'ensemble initiales</i> synchrétiques	<i>Echantillonnage des propriétés des objets et des actions</i> au moyen du nouveau code
1- 4 mois	3- 5 ans	11-13 ans	<i>Nouvelles représentations élémentaires</i> isolées et juxtaposées	<i>Coordination-intégration des nouvelles représentations élémentaires</i> et mises en correspondance avec les objets
4- 8 mois	5- 7 ans	13-15 ans	<i>Nouvelles représentations totales non décomposables rigides</i> , avec relations globales entre elles	<i>Analyse, décomposition des nouvelles représentations totales</i> en leurs composants et mises en correspondance avec les dimensions des objets
8-14 mois	7- 9 ans	15-16 ans	<i>Nouvelles représentations totales partiellement décomposables</i> avec relations partielles entre elles et entre leurs composants	<i>Synthèse des composantes des nouvelles représentations totales</i>
14-18 mois	9-10 ans	16-18 ans	<i>Nouvelles représentations complètes totalement décomposables</i> avec relations complètes entre elles et entre leurs composants	

b / Le passage d'un stade à l'autre a lieu indépendamment du degré d'achèvement des constructions antérieures (jusqu'à certaines limites).

c / Les représentations construites sont directement dépendantes des contenus des expériences particulières actuelles ou antérieures. C'est la raison pour laquelle les représentations révèlent plus ou moins fortement les capacités structurales ou les capacités de traitement de l'information du sujet.

En conclusion, il est possible de dire que dans la conception piagétienne l'environnement joue un rôle non spécifique malgré les aspects interactionnistes de son modèle. Nous

avons pris une position contraire dans laquelle il est possible de distinguer un rôle *non spécifique* de l'environnement dans l'apparition des nouvelles capacités de codage à des étapes du développement plus ou moins déterminées et un rôle *spécifique* de l'environnement dans l'élaboration de représentations nouvelles.

2 | LES DIFFÉRENTES PERSPECTIVES D'ÉTUDE DES CONDUITES DE PRÉHENSION

Les différents points de vue ci-dessous nous confrontent à différents langages, différentes constructions théoriques ou modèles utilisés par la psychologie génétique pour rendre compte du développement des capacités de l'enfant. Il est possible de distinguer trois types principaux de constructions théoriques : soit en termes de structures (schèmes, opérations, fonctions), soit en termes de systèmes (systèmes de règles, algorithmes, système d'habitudes, programmes, procédures), soit en termes de traitement de l'information (code, mémoire, représentation, image, carte). Ces différents langages ne sont pas antagonistes mais complémentaires. La psychologie génétique s'est centrée tour à tour sur l'aspect structural des conduites (capacités de calcul), sur l'aspect procédural (capacité de programmation) ainsi que sur l'aspect traitement de l'information mais de façon moins importante (capacités mnémoniques ou représentatives). Nous essayons ici encore très maladroitement de rapprocher autant que possible ces différents langages.

A / Les points de vue classiques. — Schématiquement, il est possible de dire que l'étude des conduites de préhension chez le jeune enfant a été entreprise selon trois points de vue principaux : relativement au développement *moteur*, au développement *cognitif* et au développement *perceptif*. Ces trois points de vue, que l'on peut appeler « classiques », manifestent bien le caractère morcelé de la psychologie scientifique contemporaine.

Du point de vue *moteur*, l'accent a tout d'abord été mis sur la maturation du système nerveux (Halverson, 1931 ;

Castner, 1932 ; Gesell, 1946 ; Mc Graw, 1963 ; Twitchell, 1965, 1970) avec des prolongements autour de la problématique maturation-apprentissage (White, 1970 ; Cunningham, 1979 ; Flament, 1975), puis sur la façon dont les segments ou éléments du mouvement s'organisent progressivement (Bruner, 1968, 1970 ; von Hofsten, 1979).

Du point de vue *cognitif* le problème a été posé tout d'abord en termes de coordination de schèmes (Piaget, 1936) ou de systèmes sensori-moteurs (White, Castle et Held, 1964), puis les conduites de préhension ont été considérées comme indices des capacités de l'enfant relatives à la permanence de l'objet (Piaget, 1937), à l'identification et à la conservation de certaines propriétés physiques (Mounoud, 1973, 1974 ; Mounoud et Bower, 1974).

Du point de vue *perceptif*, c'est tout d'abord relativement au problème de constance des grandeurs que les conduites de préhension ont été étudiées (Cruikshank, 1941) puis relativement aux dimensions ou propriétés des situations prises en considération par le bébé (Bower *et al.*, 1970 *a* et *b*, 1979 ; Bower, 1972 ; Bruner *et al.*, 1972 ; Field, 1976 *a* et *b*, 1977 ; Dodwell *et al.*, 1976, 1979 ; Difrancio *et al.*, 1978 ; Bresson et de Schonen, 1976 ; Ruff et Halton, 1978 ; Rader et Stern, 1981 ; de Schonen, 1980 ; von Hofsten, 1980).

Bien que différents, ces points de vue sont complémentaires et ils n'ont été que rarement pris en considération isolément. Nous ne sommes pas parvenu à distinguer une véritable filiation entre eux.

B / Le point de vue des mécanismes régulateurs (planification et contrôle). — A ces trois points de vue « classiques », vient s'ajouter un quatrième point de vue plus « actuel » relatif à ce que nous appellerons les *mécanismes régulateurs*. Dans cette perspective, ce sont principalement les capacités de programmation et de correction qui ont été prises en considération (Bower, 1974 ; Jeannerod et Biguer, 1981 ; Hauert, 1980 ; Hauert *et al.*, 1980, 1981 ; von Hofsten et Lindhagen, 1979 ; Lasky, 1977 ; McDonnell, 1975, 1979 ; McDonnell et Abraham, 1979 ; Mounoud *et al.*, 1976 ; Paillard et Beaubaton, 1978 ; Paillard, 1980).

Nous allons tenter de dégager quelques concepts

fondamentaux de cette nouvelle perspective, en particulier les concepts de programme ou d'engramme moteur, de plan d'action et de contrôle et quelques-unes des controverses apparues à leur sujet. Ces concepts ont permis d'envisager différemment les conduites de préhension et leur développement. Toutefois, cette nouvelle façon d'envisager le problème a entraîné des simplifications souvent déformantes, comme nous allons le souligner. Nous essayerons ensuite de montrer que les différentes conceptions relatives à la planification de l'action, au lieu de s'opposer, permettent de rendre compte de différents *niveaux* de développement des conduites de préhension que nous tenterons de mettre en correspondance avec les étapes de la construction de représentations brièvement présentées précédemment.

La prise en considération des mécanismes régulateurs (de planification et de contrôle) pour analyser les conduites de préhension manuelle a constitué un changement radical de perspective. C'est en 1964 que White, Castle et Held introduisent dans leur étude sur le développement de la préhension chez l'enfant la distinction, classique dans l'étude du mouvement, entre programmation centrale et contrôle périphérique. Ils caractérisent en particulier deux modes de fonctionnement qu'ils dénomment l'un *contrôlé visuellement* (visually guided) et l'autre *déclenché visuellement* (visually elicited or triggered). Le développement se caractérise, selon ces auteurs, par le passage de conduites contrôlées visuellement (avant 22 semaines) à des conduites déclenchées visuellement (à partir de 22 semaines). Mentionnons toutefois que leur analyse est plus nuancée puisque l'on trouve dans leur description des conduites déclenchées comme le fait de frapper (*swiping*) avant les conduites contrôlées. Nous y reviendrons plus loin. C'est à la suite de cette analyse que Bower, avec son goût prononcé pour les paradoxes, déclare dix ans plus tard (1974) que les conduites de préhension évoluent de façon exactement opposée à la description fournie par White, Castle et Held. Selon Bower les conduites sont déclenchées visuellement jusqu'à six mois (26 semaines) et contrôlées visuellement à partir de six mois.

D'autres auteurs suivent ce point de vue (Jeannerod et Biguer, 1981 ; Paillard 1980). C'est ainsi que pour Paillard

il existerait fondamentalement deux composantes de l'activité de préhension, l'une dite balistique, l'autre dite correctrice. Dans cette perspective, le développement de la préhension devient ainsi rudimentaire. Seule la composante balistique (déclenchée) existerait jusque vers 5 à 6 mois puis s'y ajouterait (ou s'y substituerait pour Bower) la composante correctrice (contrôlée) qui s'améliorerait jusque vers 12 mois (Bower, 1974 ; Paillard, 1980). La maturation est invoquée par ces auteurs comme principal facteur susceptible de rendre compte de cette évolution, en référence aux travaux de Kuypers sur les vitesses de maturation des structures contrôlant la motricité proximale et la motricité distale chez le singe (Kuypers, 1962). On trouve cependant quelques variations dans les interprétations fournies par ces différents auteurs.

Pour Bower (1974) il y a deux comportements distincts qui donnent lieu à un processus de sélection résultant d'un conditionnement par renforcement : le comportement déclenché visuellement décline, le comportement contrôlé visuellement, apparu par maturation, se maintient par renforcement.

Pour Paillard (1980) il s'agit de deux composantes qui apparaissent successivement et s'associent progressivement.

Pour Jeannerod et Biguer (1981), c'est la même description que celle fournie par Paillard, mais, pour eux, la composante correctrice sera finalement incorporée dans la trajectoire et, chez l'adulte tout au moins, un freinage continu et régulier (sous contrôle visuel ou en « boucle fermée ») remplacera la correction terminale. Une des conclusions du travail de Jeannerod et Biguer est précisément que « le contrôle visuel ne semble pas s'exercer spécifiquement sur une partie donnée du mouvement ». Cette différence est intéressante et importante de notre point de vue car elle montre comment une action composée peut devenir unifiée. Or le développement nous met à plusieurs reprises en face de ce type de changement et surtout du changement inverse, c'est-à-dire le passage d'une conduite unifiée à une conduite segmentée.

Par rapport à l'opposition entre conduite déclenchée et conduite contrôlée, les données expérimentales (en particulier Bower, 1974 ; Halverson, 1931 ; White, Castle et Held, 1964) sur le développement suggèrent une évolution sensiblement plus complexe que celle imaginée par les auteurs

précédemment cités. Durant les deux ou trois premières semaines de vie du bébé ainsi qu'entre la vingt-deuxième et la trente-deuxième semaine environ, les conduites de préhension seraient essentiellement déclenchées (composante balistique). Par contre, le contrôle visuel du déroulement de l'action de préhension semble extrêmement important à deux périodes : entre la treizième et la dix-neuvième semaine, d'une part, et entre la trente-deuxième et la quarante-quatrième semaine, d'autre part. Nous pensons que le recours à un contrôle visuel du mouvement, nécessaire dans sa phase d'élaboration ou de réélaboration, constitue un handicap dans la réalisation de l'action. Il n'est par exemple pas possible de produire un mouvement balistique du bras ou de la main sous contrôle visuel actif (fovéal).

La distinction entre conduite déclenchée et conduite contrôlée est généralement référée à une autre distinction, devenue elle aussi classique, entre deux systèmes visuels (central et périphérique), entre deux modes de traitement distincts des informations visuelles. C'est en 1968 que Trevarthen et plusieurs collègues ont mis en évidence l'existence de deux systèmes visuels chez différentes espèces animales (Trevarthen, 1968 ; Held, 1968 ; Ingle, 1968 ; Schneider, 1968), distinction confirmée chez l'homme (Semmes, 1968, Sperry *et al* ; 1969). A ces deux systèmes Trevarthen avait assigné des fonctions particulières de localisation spatiale d'une part et d'identification de l'objet d'autre part. Reprenant cette distinction comme cadre général de leur étude de la préhension chez l'adulte, Jeannerod et Biguer (1981) parleront du « canal de l'espace » (« *space* » *channel*) relatif aux propriétés extrinsèques des objets à saisir et du canal de l'objet (« *object* » *channel*) traitant les propriétés intrinsèques des objets à saisir. Ces deux canaux auraient leurs centres de traitement spécifiques (mésencéphaliques et corticaux respectivement) et aboutiraient à des structures motrices spécifiques. Dans une telle perspective on comprend comment le canal de l'espace peut être associé au déclenchement d'une conduite et le canal de l'objet au contrôle de cette même conduite.

Les distinctions précédentes entre conduite déclenchée, composante balistique, vision périphérique, motricité proximale d'une part et conduite contrôlée, composante correctrice,

vision centrale, motricité distale, d'autre part, recoupe partiellement l'opposition majeure entre (pré) *programmation centrale* spécifique avec ses partisans présumés (comme par exemple Keele, 1968 ; Hinde, 1969) et *planification générale avec contrôles périphériques*, ces contrôles pouvant être eux-mêmes sous la dépendance d'une commande centrale, système hiérarchique (Bernstein, 1967) ou de contrôles distribués ou coordonnés (Arbib, 1980, sur le modèle du traitement distribué imaginé par McCulloch, 1945). Ces deux modes de planification ou d'organisation sont souvent présentés comme deux conceptions antagonistes entre lesquelles il faudrait opter (Newell, 1978). Cependant, pour de nombreux auteurs il ne s'agit pas d'opposer ces deux modes de fonctionnement, mais de faire accepter que *préprogrammation* et *feedback* ne sont pas incompatibles ni nécessairement associés. En particulier pour Keele (sous presse), il s'agit de faire admettre qu'un programme moteur est « une représentation centrale d'une habileté (*skill*) qui peut conduire à un mouvement organisé *en l'absence d'un feedback* ». Glencross (1980) signale toutefois qu'une analyse détaillée des performances résultant de telles programmations sans utilisation de *feed back* a révélé des imperfections dans de nombreux cas. C'est en particulier ce qu'a montré Hauert (1980) chez les enfants de 3 1/2 - 4 ans chez lesquels ce mode de programmation centrale est prédominant et dont les performances manifestaient de nombreuses imperfections. Cependant, il existe des cas de programmation centrale qui s'avèrent entièrement satisfaisants dans le sens où tous les détails du mouvement sont spécifiés (Bizzi *et al.*, 1976).

Ce débat nous paraît central pour comprendre le développement des conduites de préhension. En particulier, les conduites de préhension précoce nous paraissent précisément relever d'un tel mode de programmation centrale spécifique sans utilisation de *feedback*, même s'il est possible de mettre en évidence plus d'une imperfection dans le déroulement de ces conduites. Mais nous reviendrons sur cette évolution plus tard.

Pour terminer cette partie, nous désirons énumérer un certain nombre de points sur lesquels la plupart des auteurs

étudiant la préhension du point de vue des mécanismes régulateurs (planification et contrôle) devraient pouvoir se mettre d'accord :

- a / Les actions sont planifiées, cette planification pourrait être plus ou moins générale.
- b / Cette planification spécifie certaines caractéristiques du mouvement qui seront pour certains auteurs la distance à parcourir (Bernstein, 1967), pour d'autres la force à déployer (Evarts, 1968), pour d'autres encore la vitesse et le déplacement (Brooks et Stoney, 1971).
- c / Il existe différentes voies, systèmes ou structures sensori-moteurs, en particulier plusieurs voies visuo-motrices qui peuvent fonctionner de façon conjuguée ou disjointe (*multichanneling*). De notre point de vue, les modes de fonctionnement conjugués ou disjoints sont fonction soit du degré de développement, soit du type de tâche proposé au sujet, soit du degré d'intégrité du système.
- d / Certains systèmes ou structures définissent les conduites de façon plus ou moins générale ou plus ou moins spécifique. A ce sujet Evarts (1973) signale que les structures motrices corticales sont plus « concrètes » et « spécifiques » que les structures sous-corticales qui sont plus « abstraites » et « générales ». Ce type de considération fait dire à certains auteurs que l'on est passé de modèles où le pouvoir était tenu par les structures supérieures (hiérarchie) à des modèles où le pouvoir est tenu par des structures inférieures (*lowerarchy*), ou encore réparti entre différentes structures (*heterarchy*) (Greene, 1972 ; Massion, 1978 ; Newell, 1978 ; Turvey, 1977). On retrouve la même opposition (spécifique *versus* général) entre les voies motrices directes et indirectes, les premières rendant possibles les ajustements distaux spécifiques, les secondes les ajustements proximaux plus généraux (Kuypers, 1962) distinction reprise par Lockman et Asmead (1981) dans le cadre du développement des activités de préhension manuelle chez le jeune enfant.

Certains physiologistes et psychologues ont voulu spéculer sur cette opposition entre systèmes ou structures abstraites générales et structures concrètes particulières en développant le paradoxe suivant : les conduites seraient tout d'abord, dans la genèse, déterminées de la façon la plus abstraite pour n'être qu'ultérieurement et progressivement déterminées de façon plus concrète, plus spécifique (Hayek, 1969 ; Bower, 1976). Il est suffisant de rappeler à quel point les montages héréditaires du nouveau-né définissent spécifiquement les comportements pour écarter un tel postulat et admettre que le développement est un processus plus complexe (Mounoud, 1976).

- e / Enfin, la planification tient compte des conditions environnementales qui vont déterminer, chez l'adulte tout au moins, le niveau d'analyse de la situation et la nature des paramètres codés (déplacement, vitesse, accélération de l'objet à saisir) (Pribram, 1971). Donc en fonction des caractéristiques des situations expérimentales (niveau d'exigence, degré de liberté, informations accessibles, fonctionnement en boucles « plus ou moins ouvertes » ou « plus ou moins fermées » (*sic*), etc.) le sujet va manifester des *programmes spécifiques* d'exécution qui ne comportent pas et/ou ne nécessitent pas de correction ou au contraire des plans généraux d'exécution qui s'accompagnent de corrections et de contrôles.

Or ce qui dépend chez l'adulte essentiellement des caractéristiques des situations expérimentales dépend davantage chez l'enfant du degré d'élaboration de ses représentations. En effet, chez l'enfant plus que chez l'adulte, il faut tenir compte du fait que des informations peuvent être présentes sans que le sujet sache les utiliser, sans qu'elles aient de significations pour lui ou sans qu'elles aient les significations que lui attribue l'expérimentateur. Ce sont donc principalement, comme nous allons le voir, les représentations de l'enfant qui rendent les situations plus ou moins prédictibles, plus ou moins riches en informations (du point de vue du sujet !) et qui vont, par conséquent, rendre compte de la présence d'un programme spécifique, d'un plan général ou de sous-programmes locaux.

3 | LE DÉVELOPPEMENT DES CONDUITES DE PRÉHENSION MANUELLE

Nous avons tenté il y a quatre ans une première synthèse de plusieurs travaux sur la préhension en termes de programmation (Mounoud, sous presse). Dans cette première synthèse, nous avons considérablement simplifié le problème pour ne distinguer, à la suite des psycho — et neurophysiologistes, que deux types de programmation. Or cette opposition est beaucoup trop simple, comme nous allons le voir. Plus récemment, nous avons utilisé le développement des conduites de préhension pour illustrer les étapes principales de la construction de représentations nouvelles (aussi bien relatives au corps qu'au milieu) (Mounoud et Vinter, 1981). Aujourd'hui nous nous hasarderons à un rapprochement de ces deux analyses.

Après avoir exposé notre point de vue sur les mécanismes régulateurs du développement des conduites de préhension et avoir souligné, peut-être parfois de façon polémique, les limites et le caractère abusivement simplificateur de cette nouvelle approche, nous allons tenter de décrire les principales étapes du développement des conduites de préhension en termes de construction de programmes nouveaux et en relation avec le modèle du développement des représentations nouvelles que nous avons exposé brièvement dans notre introduction. Pour faciliter ce travail, nous avons élaboré deux tableaux (tableaux III et IV *infra*).

3.1. — *L'état initial des conduites du bébé :* *programmation d'ensemble* *de mouvements coordonnés*

L'activité du bébé à la naissance est réglée par un *ensemble de réflexes* qui vont déterminer ses réactions face aux stimulations qui l'atteignent. Ces réflexes ne sont pas isolés ou hétérogènes mais définissent une organisation d'ensemble au sein de laquelle ils apparaissent différenciés et coordonnés (Mounoud, 1971).

Le bébé est relié au milieu par une organisation intersensori-motrice qui détermine certaines actions quand

certaines stimulations (internes et externes) se produisent. L'organisme se montre capable de programmer certaines conduites quand certaines configurations de stimulus se présentent. Il témoigne d'un fonctionnement totalement anticipateur (fonctionnement « opérant » ou « proactif » ou « en boucle ouverte »), les conduites peuvent être décrites comme déclenchées. Les capacités de correction apparaissent par contre minimales. Nous distinguons, au niveau de la naissance, une forme de correction élémentaire. Elle consiste simplement à enregistrer le résultat de l'exécution d'une action comme un échec ou une réussite, sorte de tout ou rien : si l'action a abouti, il n'est pas utile de l'exécuter à nouveau ; sinon, une nouvelle action est programmée. Mais le bébé ne semble pas pouvoir utiliser l'information provenant de l'exécution d'une première action (par constat sur le déroulement de la transformation ou sur l'écart entre la situation-but et la situation obtenue) pour exécuter la deuxième. Si, par exemple, la projection de son bras en direction d'un stimulus visuel n'entraîne pas un contact avec ce dernier, il n'aura pas plus de chances de réussite lors de la deuxième tentative.

Ainsi, contrairement à ce qui est communément admis en psychologie, nous pensons que le nouveau-né possède initialement une *mémoire d'évocation* (*recall schema*, cf. Schmidt, 1975) constituée par le répertoire de ses actions et des conséquences qu'elles doivent entraîner, et qui lui permet d'anticiper ses conduites, mais ne dispose pas de *mémoire de reconnaissance* (*recognition schema*) qui lui permettrait de corriger ses conduites sur la base des conduites précédemment initiées.

On pourrait exprimer ceci en disant que le nouveau-né fonctionne en boucle ouverte, avec des rétroactions minimales. Il possède donc un programme d'ensemble préformé de mouvements coordonnés d'exploration visuelle, d'approche du bras et de saisie manuelle (cf. tableau III, 1^{re} colonne, partie du haut).

Les conduites de préhension du nouveau-né illustrent bien cette description. De nombreux travaux (Bower *et al.*, 1970, 1970 a ; Trevarthen *et al.*, 1975 ; Rader et Stern, 1981 ; von Hofsten, 1981 a ; McDonnell, 1979 ; de Schönen, 1980) montrent que le bébé est capable, durant les premiers jours de la

vie, d'une forme de préhension bien surprenante : il peut projeter son bras en direction d'un objet en mouvement perçu visuellement. Les conduites de préhension du bébé manifestent une prise en considération de certaines catégories d'informations, relatives à la situation (distance, direction) à ses actions (amplitude, vitesse...) (cf. tableau III, 1^{re} colonne, partie du bas), aux objets (taille, forme, volume, vitesse de déplacement). Ces dimensions sont spécifiées par les représentations sensorielles constituées dont le bébé est équipé à la naissance. Ce sont elles qui effectuent des couplages entre des configurations complexes de messages sensoriels (informant sur la distance, la taille, la forme, la vitesse de l'objet) et des programmes moteurs (spécifiant l'action du point de vue orientation, amplitude, vitesse...). Elles permettent de comprendre comment le bébé manifeste des mouvements complexes de préhension déclenchés par des informations visuelles sans qu'ils soient accompagnés de contrôle visuel en cours de route. Il existe ainsi des coordinations remarquables entre les activités visuomotrices, tactilomotrices et posturales. Les différents auteurs sont loin d'être d'accord sur les catégories d'informations prises en considération par le bébé. Nous n'entrerons pas ici dans ce problème discuté abondamment ailleurs (Bower *et al.*, 1979 ; Cunningham, 1979 ; Dodwell *et al.*, 1979 ; von Hofsten, 1981 *b* ; Lockman et Ashmead, 1981 ; Ruff et Halton, 1978).

Le mode d'échange particulier existant entre le bébé et son milieu se réalise au travers de couplages biunivoques basés sur des *traductions sensorielles* des réalités internes et externes. Si le nouveau-né réagit bien à des stimulations visuelles, tactiles..., celles-ci n'ont pas pour autant des significations comparables à celles construites par le bébé de quelques mois qui pourra les référer à des objets extérieurs perceptibles.

L'existence de coordinations intersensorimotrices initiales atteste l'existence de représentations d'ensemble syncrétiques, entre lesquelles une distinction entre représentations du corps propre et représentations des objets extérieurs s'avère impossible. Des représentations initiales sont nécessaires au fonctionnement des coordinations précoces qui exigent, en effet, la construction d'une médiation entre les afférences et les efférences. Nous qualifions de sensorielles ces représentations

pour les distinguer de celles d'une autre nature élaborées par le bébé ultérieurement. Ces représentations internes initiales ne sont pas transférables à un univers d'objets. Il y a une correspondance étroite entre les états et les transformations internes du sujet et les états et transformations externes du milieu, l'organisation des conduites étant adaptée à certaines caractéristiques du milieu, mais aucun des états ou transformations internes du nouveau-né ne sont transférables, attribuables ou rattachables par lui à quelque chose qui serait un élément de la réalité ou une partie de lui-même. Les dépendances ou liaisons sensorimotrices (dont témoigne l'organisation sensorimotrice) ne sont pas sous le contrôle actif du bébé. Le développement peut être conçu comme une prise de contrôle progressive de ses conduites par le bébé. Nous distinguons au cours du développement différentes formes de contrôle des conduites.

L'acquisition par le nourrisson de nouvelles capacités de codage (perceptif) va entraîner l'élaboration de nouvelles représentations et la construction de nouveaux programmes.

3.2. — Construction de représentations partielles ou multiples et de programmes locaux

Comment le système constitué par le bébé et son environnement va-t-il se modifier ? Au moyen du code perceptif, le bébé va réaliser un nouvel échantillonnage, de nouvelles analyses des informations relatives aussi bien à ses actions qu'aux objets. Alors qu'initialement les significations de ces informations étaient déterminées par les représentations sensorielles, elles vont être progressivement redéfinies au moyen du code perceptif et donner lieu à des représentations perceptives. Certaines liaisons sensorimotrices initiales sont ainsi réélabores ; elles échappent au contrôle de l'organisation sensorimotrice initiale qui apparaît alors dissociée.

Entre la quatrième et la huitième semaine, la conduite de préhension se transforme considérablement. Les activités tactilomotrices et les activités visuomotrices (du bras et de la main) vont progressivement se dissocier. Les phases d'approche et de saisie ne sont plus que partiellement coordonnées. Il y a construction de programmes locaux (tableau III, 2^e colonne, partie du haut).

TABLEAU III. — Développement des activités de préhension manuelle

1 ^{er} mois	2 ^e et 3 ^e mois	4 ^e à 6 ^e mois	6 ^e à 14 ^e mois	14 ^e à 18 ^e mois
<p>Programme d'ensemble préformé de mouvements coordonnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> — d'exploration visuelle — d'approche du bras — de saisie manuelle 	<p>Construction de programmes locaux des activités élémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> — de poursuites visuelles — de déplacements du bras — de rotations du poignet — d'ouvertures et de fermetures de la main — de saisies 	<p>Construction de programmes d'ensemble rigides (sans décomposition possible) de l'activité de préhension comportant :</p> <ul style="list-style-type: none"> — la capture visuelle — l'approche du bras — la saisie manuelle 	<p>Construction de sous-programmes (pour les différentes phases de l'activité de préhension :</p> <ul style="list-style-type: none"> — approche (bi- ou mono-manuelle / avec ou sans détour / etc.) — freinage ? — saisie (digitale, sphérique, en anneau, unguéale, latérale, en crochet) 	<p>Réglage des sous-programmes et du programme d'ensemble pour l'intégration complète des phases dans l'activité d'ensemble</p>
<p>Spécification des mouvements</p> <ul style="list-style-type: none"> — en direction — en distance — en vitesse — en <i>shaping</i> ? <p>à partir d'informations impliquant plusieurs canaux sensoriels (pattern de stimulation) et relatives à :</p> <ul style="list-style-type: none"> — la direction — la trajectoire — la distance — la vitesse — la taille ? — l'orientation ? — la consistance de l'objet ? 	<p>Spécification locale des activités élémentaires</p> <p>du point de vue des positions et déplacements des segments corporels impliqués</p> <p>à partir d'informations issues d'un seul canal sensoriel et relatives principalement aux :</p> <ul style="list-style-type: none"> positions et déplacements des objets <p>(localisation égo-centrique)</p> <p>(prédominance de l'organisation proximale)</p>	<p>Spécification globale de l'activité</p> <p>principalement du point de vue des positions et déplacements des segments corporels impliqués</p> <p>à partir d'informations issues de plusieurs canaux sensoriels et relatives principalement aux :</p> <ul style="list-style-type: none"> positions et déplacements des objets 	<p>Spécification détaillée de certaines phases de l'activité</p> <p>principalement du point de vue des propriétés physiques et spatiales des actions et des objets</p>	<p>(localisation exocentrique)</p> <p>(prédominance de l'organisation distale)</p>

A la naissance, le réflexe de préhension fait correspondre aux informations tactiles et proprioceptives de la main et du bras des flexions synergiques du coude, du poignet et des doigts (Twitchell, 1965, 1970). Certaines informations tactiles fournies par la main font alors l'objet d'un nouveau codage et ce sont elles qui vont provoquer la flexion ou l'extension des doigts, donnant naissance à des représentations perceptives partielles. Celles-ci effectuent des mises en relation de certaines informations tactiles avec les mouvements de flexion des doigts. Durant cette étape, on assiste donc à la sélection et à la réélaboration au niveau perceptif des liaisons sensorimotrices. Les informations proprioceptives, quant à elles, sont toujours couplées aux flexions synergiques du poignet et du coude, de même que les activités de la tête et des yeux le sont à celles du bras et de la main (*tonic neck reflex*). L'ensemble de ces liaisons sensorimotrices demeure déterminé par les représentations sensorielles initiales. Au fur et à mesure que le codage perceptif élabore de nouvelles représentations, il rend inopérantes les représentations sensorielles (inhibition). D'autres informations tactiles sont ensuite couplées à d'autres mouvements grâce aux représentations perceptives en construction. Ainsi, les ouvertures et les fermetures de la main, initialement contrôlées par les représentations sensorielles, se trouvent redéfinies par les représentations perceptives. L'ouverture et la fermeture de la main sont provoquées par des stimulations tactiles des différentes parties de la main. Le bébé construit ainsi une représentation de sa main comme objet servant à saisir.

La phase d'approche de l'objet est aussi soumise à une réorganisation sur le plan perceptif et apparaît momentanément dissociée de la phase de saisie (construction de programmes locaux). Entre 9 et 12 semaines, White, Castle et Held (1964) décrivent une réaction de *swiping* qui consiste en la projection de la main fermée sur l'objet perçu visuellement. Cette réaction se transforme ultérieurement (13-14 semaines) en une réaction d'approche lente (*raising*), le bébé approchant son bras de l'objet par un déplacement lent contrôlé visuellement et tactilement de proche en proche. Chacune de ces réactions montre, entre autres choses, comment le bébé parvient à intégrer, dans ses représentations perceptives

nouvelles, la dimension « distance de l'objet » pour commencer son mouvement. Field (1967 *a et b*, 1977), à la suite de Cruikshank (1941), a étudié comment les bébés peuvent progressivement prendre en considération la distance de l'objet dans leurs conduites de préhension, tout d'abord de façon très grossière, en distinguant les objets dans le champ de préhension de ceux situés hors du champ de préhension, puis ultérieurement de façon progressivement plus précise.

De leur côté, les activités visuomotrices, déterminées initialement par les représentations sensorielles, vont aussi subir un nouveau codage. White, Castle et Held (1964) montrent comment l'on passe d'une poursuite périphérique, dans laquelle les informations ne déclenchent de mouvements de poursuite que lorsqu'elles atteignent la rétine périphérique, à une poursuite dite centrale, où les informations atteignant les parties fovéale et périphérique de la rétine sont coordonnées, ce qui permet déjà à ce système visuomoteur d'effectuer des anticipations des positions successives des objets en déplacement (construction d'un programme local) (tableau III, 2^e colonne, partie du bas).

Durant les trois premiers mois principalement, le bébé construit ainsi des *représentations perceptives partielles* aussi bien de son propre corps que des différentes propriétés des objets extérieurs. Certaines dimensions des réalités interne et externe sont objectivées par le bébé, sur lesquelles il lui est alors possible d'agir de manière contrôlée. Nous avons qualifié cette forme de représentations de « représentations multiples » (Mounoud et Vinter, 1979), afin de bien montrer qu'elles ne se réfèrent pas, du point de vue du bébé, à un objet doté simultanément d'un ensemble de propriétés. D'une certaine façon, la préhension d'un objet considéré seulement du point de vue d'une de ses propriétés fait chaque fois exister un nouvel objet pour le bébé. Par exemple, l'objet que poursuit visuellement le bébé peut ne pas être le même que celui qu'il saisit, de son point de vue.

Le bébé n'ayant pas construit de représentations d'ensemble (de soi-même ou du monde extérieur), ses capacités d'anticipation s'avèrent maintenant restreintes (fonctionnement en boucle fermée). Il lui est nécessaire de procéder à des contrôles de proche en proche. Une mémoire de reconnaissance

(*recognition schema*) se constitue progressivement. On dira que le mode de fonctionnement du bébé à ce stade est de type « rétroactif » ou « répondant » (cf. tableaux III et IV). Nous devons ajouter que les liaisons sensorimotrices qui ne sont pas encore soumises à une réélaboration au niveau perceptif restent sous le contrôle de l'organisation sensorimotrice. Ainsi, un état de coordination partielle demeure.

3.3. — *Construction de représentations totales ou uniques et de programmes d'ensemble*

Au cours d'une troisième étape, s'échelonnant entre 4 et 6 mois (16-26 semaines), les représentations morcelées antérieurement vont se coordonner entre elles et donner naissance à des représentations globales, « totales », ce qui va permettre le passage de programmations locales à une programmation d'ensemble des activités élémentaires (cf. tableau IV).

Du point de vue du bébé, les objets, de même que ses actions, sont singularisés, individualisés. De la même façon, le bébé peut se comprendre comme un objet parmi d'autres. L'identification de l'objet (ou d'autrui) ne s'effectue que lorsque celui-ci apparaît avec l'ensemble des propriétés que le bébé a pu objectiver. Toute divergence à cette référence rigide rompt l'identité. A cette étape, les représentations sont de type « unique ».

Les liaisons sensorimotrices, objectivées durant l'étape précédente, se coordonnent de nouveau entre elles. A ce niveau, l'organisation perceptivomotrice, en constitution, a totalement supplanté l'organisation sensorimotrice, en tant que centre d'organisation des conduites du bébé. Les conduites de l'enfant prennent en considération, de manière simultanée, des propriétés diverses de l'objet (taille, distance, ...).

A ce stade, les conduites de préhension sont à nouveau définies relativement à la distance, la direction, la vitesse, la taille des objets. Toute la conduite de préhension (approche et capture) s'effectue en un mouvement rapide et direct. Le bras et la main sont projetés en direction de l'objet sans être contrôlés visuellement. Ainsi la trajectoire a pu être anticipée, de même que l'ouverture et la fermeture de la main. Le mouvement est programmé dans son ensemble avant son exécution, alors qu'il était élaboré de proche en proche durant

l'étape précédente. La planification des actions est rendue possible par l'existence de ces représentations totales, qui définissent *a priori*, de manière relativement stricte, les propriétés de l'objet avec lequel le bébé inter-agit. Le fonctionnement du bébé correspond à un fonctionnement « proactif » ou « opérant », anticipateur mais rigide, faiblement adaptable au travers des variations des situations. Il est possible de dire, pour reprendre une formulation de Schmidt (1975), qu'il y a eu construction de « boucles ouvertes ». Mais, de notre point de vue, il est nécessaire de disposer initialement de « boucles ouvertes » pour pouvoir en constituer de nouvelles.

Les conduites de l'enfant à ce niveau sont toujours limitées du point de vue des possibilités de correction ou de contrôle. Ces limitations sont des conséquences directes de la nature des représentations perceptives disponibles à cette étape du développement.

Ces représentations sont rigides, non décomposables, non analysables. On pourrait parler ici de « représentations simulation ». Il existe, en effet, une correspondance terme à terme entre les informations prélevées par le sujet sur les objets ou sur ses actions et les représentations construites de cet objet ou de ses actions. L'objet perd son identité, s'il est transformé, l'action n'est pas susceptible de modification en cours d'exécution. Il est ainsi possible de comprendre pourquoi les programmes d'ensemble construits à cette étape sont rigides. C'est le niveau de programmation qui correspond le mieux à la conception d'une programmation centrale spécifique.

Le contrôle présent à ce niveau consiste à exécuter l'action puis évaluer l'écart entre l'état attendu et l'état réalisé de manière à introduire une correction lors de la planification de l'action ultérieure (contrôle proactif ou rétroactif différé) (cf. tableau IV).

3.4. — *Construction de représentations synthétiques ou typiques et de sous-programmes du programme d'ensemble*

Les premières étapes de la construction des représentations délimitent une première phase (ou révolution) qui aboutit aux représentations uniques. A cette première phase va succéder une deuxième phase (ou révolution) durant laquelle ces

TABLEAU IV. — *Les différents niveaux de programmation et de contrôle des activités de préhension manuelle*

0 à 1 mois	Programmation d'ensemble du mouvement « complexe » de préhension (synergies)	Mouvements balistiques
1 à 3 mois	Programmation locale d'activités élémentaires (intervenant dans la préhension) avec contrôle rétroactif immédiat	Mouvements discontinus
3 à 4 mois	Programmation globale des activités élémentaires juxtaposées avec contrôle rétroactif immédiat et successif	Mouvements discontinus
4 à 6 mois	Programmation d'ensemble de l'activité composée de préhension avec contrôle proactif (ou rétroactif différé)	Mouvements balistiques
6 à 14 mois	Programmation d'ensemble de l'activité de préhension et programmation locale de ses différentes composantes avec contrôles proactif et rétroactif dissociés	Mouvements discontinus
14 à 18 mois	Programmation conjuguée de l'activité de préhension et de ses composantes avec contrôles proactif et rétroactif couplés (ou contrôle mixte, ou contrôle distribué)	Mouvements continus (non balistiques)

représentations deviennent modulables et décomposables. Entre 6-7 mois et 16-18 mois, le bébé va construire des représentations qui permettent des modulations et des adaptations de son activité en fonction des variations dans les caractéristiques des objets rencontrés. Le nouveau codage des informations prélevées sur les objets ou sur les actions consiste en des mises en relation entre parties de l'action ou entre des parties de l'action et des variations de situations, entre parties de l'objet ou entre différents objets. On peut ainsi décrire cette phase comme une période d'élaboration des propriétés relationnelles de l'objet et de l'action. Le bébé pourra maîtriser les variations dans les dimensions d'un objet ainsi que les variations dans les rapports que cet objet

entretient avec d'autres objets. Au sens piagétien, l'objet devient permanent : sa disparition momentanée est référée à l'établissement d'un nouveau système de rapports (spatial, temporel ou causal) entre le sujet et l'objet. Les représentations caractérisant cette phase sont dites « typiques », c'est-à-dire adaptables à une classe d'objets ou de situations ou d'actions.

Au niveau de son action, le bébé prendra en considération les valeurs particulières des dimensions de l'objet auquel elles s'appliquent. Un tel fonctionnement, dit « mixte », nécessite à la fois une préprogrammation des paramètres initiaux de l'action et une adaptation de ceux-ci, par contrôle interne, aux données actuelles des situations. Des corrections pourront être introduites au cours de l'exécution même des actions.

De nombreux faits expérimentaux témoignent de la réorganisation de la conduite de préhension vers 6-8 mois. Il faut tout d'abord rappeler la coupure importante remarquée par Halverson (1931) entre les conduites antérieures et ultérieures à 32 semaines (7 mois 1/2). Pour cet auteur, tout se passe comme si, durant une première étape, la main était transportée passivement vers les objets alors qu'à partir de 32 semaines ce sont les déplacements de la main qui déterminent le jeu complexe des articulations du bras (digitalisation de la préhension).

Les résultats obtenus par McDonnell (1975) sur la conduite de préhension d'objets perçus visuellement au travers de prismes chez des bébés de 16 à 43 semaines montrent également une coupure située à 30 semaines. De 16 à 30 semaines, les bébés réussissent dans des proportions équivalentes la prise d'objets avec ou sans prisme ; par contre, entre 30 et 43 semaines, les réussites sont proportionnellement plus fréquentes sans prisme qu'avec prisme.

Enfin, mentionnons les travaux effectués par Wishart *et al.* (1978) sur l'évolution comparative de la préhension d'objets perçus visuellement et perçus auditivement chez des bébés de 17 à 52 semaines. Elle montre, pour les objets perçus auditivement, une amélioration importante de la performance de 17 à 22 semaines, suivie d'une détérioration impressionnante jusqu'à 39 semaines puis d'une nouvelle amélioration de 43

à 52 semaines, sans atteindre toutefois le niveau de performance réalisé à 22 semaines. L'évolution des performances pour les objets perçus visuellement est globalement la même mais beaucoup plus atténuée.

Nous pensons trouver, dans ces résultats ainsi que dans d'autres que nous n'avons pas le temps d'analyser ici (Bresson et de Schöenen, 1976 ; Lockman et Ashmead, 1981 ; Lasky, 1977), une confirmation de la reconstruction que subissent les conduites de préhension durant la deuxième moitié de la première année et la première moitié de la seconde année ; cette reconstruction serait la conséquence des différentes étapes d'élaboration des représentations perceptives.

4 | CONCLUSION

On peut se demander, pour conclure, si la préhension manuelle sous contrôle visuel doit être considérée comme une action simple ou complexe. Nous pensons qu'elle doit être envisagée comme une action complexe composée de plusieurs actions élémentaires ou unitaires ou de plusieurs phases successives. Toutefois, lorsque cette action complexe est organisée comme une totalité, les actions élémentaires ne sont pas discernables. Ces actions élémentaires (ou unitaires) peuvent alors être décrites comme coordonnées, intégrées, groupées ou assemblées les unes aux autres. Par contre, lorsque cette action complexe n'est pas organisée comme une totalité, les actions élémentaires sont individualisables. Ces actions sont alors généralement décrites comme isolées, séparées ou dissociées.

Il est également possible de décrire cette conduite comme une transformation complexe qui fait passer le système constitué par l'organisme et l'environnement d'un état initial où l'objet à saisir est extérieur à la main du sujet à un état final où l'objet à saisir est incorporé par la main du sujet. La transformation peut être qualifiée de complexe dans la mesure où elle est la résultante de plusieurs transformations élémentaires, celles-ci pouvant être soit intégrées soit juxtaposées.

Or après avoir examiné les données expérimentales, il nous semble nécessaire d'admettre que les actions ou transfor-

mations élémentaires peuvent être alternativement coordonnées et dissociées au cours du développement, sans pour autant que ces états de coordination ou de dissociation relatives soient équivalents entre eux. Si l'on regroupe les différents travaux expérimentaux, c'est bien ce qui semble se produire (Mounoud, sous presse). Partant d'un état initial de coordination, les actions élémentaires composantes sont alors dissociées pour se recoordonner autour de l'âge de 20 à 30 semaines. La conduite subit alors à nouveau une transformation qui peut être décrite en termes de remaniement de ce comportement d'ensemble dont les différentes parties vont être progressivement ajustées les unes par rapport aux autres. C'est l'évolution qui a été décrite par Halverson (1931) et qu'il situait entre 32 et 52 semaines.

Pour conclure... nous aimerions souligner le fait que les spécialistes actuels de l'étude du mouvement n'hésitent pas à rattacher le problème de la programmation motrice à la notion de représentation (Evarts, 1967) que ce soit en réintroduisant le concept de carte cognitive comme le fait Arbib (1980) ou les concepts de schémas ou mémoires d'évocation et de reconnaissance comme le fait Schmidt (1975), pour ne citer que ces auteurs.

Neuro et psychophysiolgistes utilisent abondamment de tels concepts pour lesquels il existe de plus en plus d'évidences relatives à des supports neuro-anatomiques possibles. Par contre, il est surprenant de constater à quel point les psychologues généticiens hésitent sans fin à admettre l'existence de représentations chez le bébé et en particulier chez le nouveau-né. Nous espérons que notre texte convaincra quelques psychologues de l'intérêt d'introduire le concept de niveaux de représentation pour l'analyse des conduites du bébé.

Bibliographie

- Arbib M. A., Perceptual structures and distributed motor control, in V. B. Brooks (Ed.), *Handbook of Physiology, vol. III : Motor Control*, Bethesda, Maryland, The American Physiological Society, 1980.
- Bernstein N., *The coordination and regulation of movement*, New-York, Pergamon Press, 1967.

- Bizzi E., Polit A. et Morasso P., Mechanisms underlying achievement of final head position, *Journal of Neurophysiology*, 1976, 39, 435-444.
- Bower T. G. R., Object perception in infants, *Perception*, 1972, 1, 15-30.
- Bower T. G. R., *Development in infancy*, San Francisco, Freeman and Co, 1974.
- Bower T. G. R., Concepts of development, in *Actes du XXI^e Congrès international de Psychologie*, Paris, PUF, 1976, p. 79-97.
- Bower T. G. R., Broughton J.M. et Moore M.K., The coordination of visual and tactual input in infants, *Perception and Psychophysics*, 1970 a, 8, 51-53.
- Bower T. G. R., Broughton J. M. et Moore M. K., Demonstration of intention in the reaching behavior of neonate human, *Nature*, 1970 b, 228, 5272, 679-681.
- Bower T. G. R., Dunkeld, J. et Wishart, J. G., Infant perception of visually presented objects, *Science*, 1979, 203, 1137.
- Bresson, F. et Schonen S. de, A propos de la construction de l'espace et de l'objet : la prise d'un objet sur un support, *Bulletin de Psychologie*, 1976-1977, 150-158.
- Brooks V. B. et Stoney S. D., Motor mechanisms : the role of the pyramidal system in motor control, *Annual Review of Physiology*, 1971, 33, 337-392.
- Bruner J., *Processes of cognitive growth : infancy*, Heinz Werner Lectures Series, vol. 3, Worcester, Mass., Clark University Press, 1968.
- Bruner J., The growth and structure of skill, in K. Connolly (Ed.), *Mechanisms of motor skill development*, New York, Academic Press, 1970, p. 63-92.
- Bruner J. et Bruner B. M., On voluntary action and its hierarchical structure, *International Journal of Psychology*, 1968, 3, 239-255.
- Bruner J. S. et Koslowski B., Visually preadapted constituents of manipulatory action, *Perception*, 1972, 1, 3-14.
- Castner B. M., The development of fine prehension in infancy, *Genetic Psychology Monographs*, 1932, 105-193.
- Cruikshank R. M., The development of visual size constancy in early infancy, *Journal of Genetic Psychology*, 1941, 58, 327-351.
- Cunningham C. C., *Aspects of early development in Down's syndrome infants*, thèse de doctorat, University of Manchester, 1979, 407 p.
- Difranco D., Muir D. W. et Dodwell P. C., Reaching in very young infants, *Perception*, 1978, 7, 385-392.
- Dodwell P. C., Muir D. W. et Difranco D., Responses of infants to visually presented objects, *Science*, 1976, 194, 209-211.
- Dodwell P. C., Muir D. W. et Difranco D., Infant perception of visually presented objects, *Science*, 1979, 203, 1138-1139.
- Evarts E. V., Representation of movements and muscles by pyramidal tract neurons of the precentral motor cortex, in M. D. Hahr et D. P. Purpura (Eds.), *Neurophysiological basis of normal and abnormal motor activities*, New York, Raven Press, 1967.
- Evarts E. V., Relation of pyramidal tract activity to force exerted during voluntary movement, *Journal of Neurophysiology*, 1968, 31, 14-27.
- Evarts E. V., Brain mechanisms in movement, *Scientific American*, 1973, 229, 96-103.
- Field J., The adjustment of reaching behavior to object distance in early infancy, *Child Development*, 1976 a, 47, 304-308.

- Field J., Relation of young infants' reaching behavior to stimulus distance and solidity, *Developmental Psychology*, 1976 b 12, (5), 444-448.
- Field J., Coordination of vision and prehension in young infants, *Child Development*, 1977, 48, 97-103.
- Flament F., *Coordination et prévalence manuelle chez le nourrisson*, Paris, Ed. du CNRS, 1975.
- Gesell A., Ontogenèse du comportement de l'enfant, in L. Carmichael (Ed.), *Manual of child psychology*, New York, John Wiley, 1946 (trad. franç., Paris, PUF, 1952).
- Glencross D. J., Levels and strategies of response organization, in G. E. Stelmach et J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior*, Amsterdam, North-Holland, 1980, p. 551-566.
- Greene P. H., Problems of organization of motor system, in R. Rosen, F. M. Snell (Eds.), *Progress in theoretical biology*, vol. 2, New York, Academic Press, 1972.
- Halverson H. M., An experimental study of prehension in infants by means of systematic cinema records, *Genetic Psychology Monographs*, 1931, 107-285.
- Hauert C. A., Propriétés des objets et propriétés des actions chez l'enfant de 2 à 5 ans, *Archives de Psychologie*, 1980, 48, 185, 95-168.
- Hauert C. A., Mounoud P., Mayer E. et Erkothen M., Programmation des activités de soulèvements d'objets chez l'enfant de 2 à 5 ans, in J. Requin (Ed.), *Anticipation et comportement*, Paris, Ed. du CNRS, 1980, p. 335-344.
- Hauert C. A., Mounoud P., Mayer E., Une approche du développement cognitif de l'enfant de 2 à 5 ans à travers l'étude des caractéristiques physiques de son action, *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 1981, 1, 33-54.
- Hayek F. A., The primacy of the abstract, in A. Koestler, J. R. Smythies (Eds.), *Beyond reductionism*, Boston, Beacon, 1969.
- Held R., Dissociation of visual functions by deprivation and rearrangement, *Psychologische Forschung*, 1968, 31, 44-51.
- Hinde R. A., Control of movement patterns in animals, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1969, 21, 105-126.
- Hofsten C. von, Development of visually directed reaching : the approach phase, *Journal of Human Movement Studies*, 1979, 5, 160-178.
- Hofsten C. von, Predictive reaching for moving objects by human infants, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1980, 30, 369-382.
- Hofsten C. von, Eye-hand coordination in the newborn (manuscript), 1981 a.
- Hofsten C. von, Recent progress in the study of early perceptual development. Paper presented at the ISSBD conference, Toronto, 1981 b.
- Hofsten C. von et Lindhagen K., Observations on the development of reaching for moving objects, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1979, 28, 158-173.
- Ingle D., Two visual mechanisms underlying the behavior of fish, *Psychologische Forschung*, 1968, 31, 44-51.
- Jeannerod M. et Biguer B., Visuo-motor mechanisms in reaching within extrapersonal space, in D. J. Ingle, R. J. W. Mansfield et M. A. Goodale (Eds.), *Advances in the analysis of visual behavior*, Cambridge, Mass., MIT Press, in press.
- Keele S. W., Movement control in skilled motor performance, *Psychological Bulletin*, 1968, 70, 387-403.
- Keele S. W., Behavioral analysis of motor control, in V. B. Brooks (Ed.), *Handbook of Physiology*, vol. III : *Motor control*, Bethesda, Maryland, The American Physiological Society, 1981.

- Kuypers H. G. J. M., Corticospinal connections : post natal development in rhesus monkey, *Science*, 1962, 138, 678-680.
- Lasky R. E., The effect of visual feedback of the hand on the reaching and retrieval behavior of young infants, *Child Development*, 1977, 48, 112-117.
- Lockman J. J., et Ashmead D. H., Hand and mind in infancy. Paper presented at the ISSBD congress, Toronto, 1981.
- Massion J., Le système pyramidal : données récentes, in H. Hécaen et M. Jeannerod (Eds.), *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*, Paris, Masson, 1978.
- McCulloch W. S., A heterarchy of values determined by the topology of nervous nets, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 1945, 7, 89-93.
- McDonnell P. M., The development of visually guided reaching, *Perception and Psychophysics*, 1975, 18, 181-185.
- McDonnell P. M., Pattern of eye-hand coordination in the first year of life, *Revue canadienne de Psychologie*, 1979, 33 (4), 253-267.
- McDonnell P. M. et Abraham W. C., Adaptation to displacing prisms in human infants, *Perception*, 1979, 8, 175-185.
- McGraw M. B., *The neuro-muscular maturation of the human infant*, New York, Hafner, 1963.
- Mounoud P., *Structuration de l'instrument chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux & Niestlé, 1970.
- Mounoud P., Développement des systèmes de représentation et de traitement chez l'enfant, *Bulletin de Psychologie*, 1971, 25, 296, 5-7, 261-272.
- Mounoud P., Les conservations physiques chez le bébé, *Bulletin de Psychologie*, 1973, 27, 312, 13-14, 722-728.
- Mounoud P., La construction de l'objet par le bébé, *Bulletin d'Audiophonologie*, 1974, 4, 6 suppl., 419-438.
- Mounoud P., Les révolutions psychologiques de l'enfant, *Archives de Psychologie*, 1976, 44, 171, 103-114.
- Mounoud P., Gedächtnis und Intelligenz, in G. Steiner (Ed.), *Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20 Jahrhunderts*, vol. VII, Zürich, Kindler Verlag, 1978, p. 859-872 (traduction française disponible).
- Mounoud P., Développement cognitif : construction de structures nouvelles ou constructions d'organisations internes, *Bulletin de Psychologie*, 1979, 343, 107-118.
- Mounoud P., L'utilisation du milieu et du corps propre par le bébé, in J. Piaget, P. Mounoud et J. P. Bronckart, (Eds.), *La Psychologie*, Encyclopédie de la Pléiade, Paris, Gallimard, sous presse.
- Mounoud P. et Bower T. G. R., Conservation of weight in infants, *Cognition*, 1974, 3, 29-40.
- Mounoud P. et Vinter A., Representation and sensorimotor development, in G. Butterworth (Ed.), *Infancy and Epistemology*, Hassocks, England, Harvester Press, 1981.
- Mounoud P., Hauert C. A. et Quennoz L., Contrôle des activités de préhension lors des variations de poids des objets, *Le Travail Humain*, 1976, 39, 186-189.
- Mounoud P. et Hauert C. A., Development of sensori-motor organization in young children : grasping and lifting objects, in : G. Forman (Ed.), *Action and thought : From sensori-motor schemes to symbolic operations*, New York, Academic Press, 1982.

- Mounoud P. et Vinter A., Evolution de l'image de soi chez l'enfant et l'adolescent. Etude expérimentale : technique du miroir déformant, *Cahiers de Psychologie*, 1979, 22, 241-261.
- Newell K. W., Some issues on action plans, in G. E. Stelmach (Ed.), *Information processing in motor control and learning*, New York, Academic Press, 1978, p. 41-54.
- Paillard J., The multichanneling of visual cues and the organization of visually guided response, in G. E. Stelmach et J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior*, Amsterdam, North-Holland, 1980, p. 259-279.
- Paillard J. et Beaubaton D., De la coordination visuo-motrice à l'organisation de la saisie manuelle, in H. Hécaen et M. Jeannerod (Eds.), *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*, Paris, Masson, 1978, p. 225-259.
- Piaget J., *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux & Niestlé, 1936.
- Piaget J., *La construction du réel chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux & Niestlé, 1937.
- Piaget J., *La psychologie de l'intelligence*, Paris, Armand Colin, 1947.
- Piaget J., *Biologie et connaissance*, Paris, Gallimard, 1967.
- Pribram K. H., *Languages of the brain*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1971.
- Rader N. et Stern J. D., Visually elicited reaching in neonates. Paper presented at the ISSBD conference, Toronto, 1981.
- Ruff H. A. et Halton A., Is there directed reaching in the human neonate ?, *Developmental Psychology*, 1978, 14 (4), 425-426.
- Schmidt R. A., A schema theory of discrete motor skill learning, *Psychological Review*, 1975, 82, 225-260.
- Schneider G. E., Contrasting visuomotor functions of tectum and cortex in golden hamster, *Psychologische Forschung*, 1968, 31, 52-62.
- Schonen S. de, Développement de la coordination visuo-manuelle et de la latéralisation manuelle des conduites d'atteinte de prise d'objet, *Travaux du Centre d'Etude des Processus cognitifs et du Langage*, 1980, p. 10-11.
- Schonen S. de, et Bresson F., Compétition bimanuelle dans l'atteinte d'un objet chez l'enfant de 4 à 6 mois, *Forum Espace III : « Position et mouvement »*, Marseille, CNRS, 1981, p. 31.
- Semmes J., Hemispheric specialization : a possible clue to mechanism, *Neuropsychologia*, 1968, 6, 11-26.
- Sperry R. W., Gazzaniga M. S. et Bogen J. E., Interhemispheric relationships : the neocortical commissures ; syndromes of hemisphere dysconnection, in J. J. Vinken et G. W. Bruyn (Eds.), *Handbook of clinical neurology*, vol. 4, Amsterdam, North-Holland, 1969.
- Trevarthen C., Two mechanisms of vision in primates, *Psychologische Forschung*, 1968, 31, 299-337.
- Trevarthen C., Hubble P. et Sheeran L., Les activités innées du nourrisson, *La Recherche*, 1975, 56, 447-458.
- Turvey M. T., Preliminaries to a theory of action with reference to vision, in R. Shaw et J. Bransford (Eds.), *Perceiving, acting and knowing : toward an ecological psychology*, Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, 1977.
- Twitchell T. E., The automatic grasping responses of infants, *Neuropsychologia*, 1965, 247-259.

- Twitchell T. E., Reflex mechanisms and the development of prehension, in K. Connolly (Ed.), *Mechanisms of motor skill development*, New York, Academic Press, 1970.
- White B. L., Experience and the development of motor mechanisms in infancy, in K. Connolly (Ed.), *Mechanisms of motor skill development*, New York, Academic Press, 1970.
- White B. L., Castle P. et Held R., Observation on the development of visually directed reaching, *Child Development*, 1964, 35, 349-364.
- Wishart J. G., Bower T. G. R. et Dunkeld J., Reaching in the dark, *Perception*, 1978, 7, 507-512.