

## CE QUE LES BÉBÉS NOUS ONT APPRIS : UN PARCOURS DE RECHERCHE

**Rachel Keen Clifton**

**P.U.F. | *Enfance***

**2001/1 - Vol. 53  
pages 5 à 34**

**ISSN 0013-7545**

Article disponible en ligne à l'adresse:

-----  
<http://www.cairn.info/revue-enfance-2001-1-page-5.htm>  
-----

Pour citer cet article :

-----  
Keen Clifton Rachel, « Ce que les bébés nous ont appris : un parcours de recherche »,  
*Enfance*, 2001/1 Vol. 53, p. 5-34. DOI : 10.3917/enf.531.0005  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour P.U.F..

© P.U.F.. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

# Ce que les bébés nous ont appris : un parcours de recherche

Rachel Keen Clifton<sup>1,2</sup>

## RÉSUMÉ

*Au cours des quarante dernières années, l'image que l'on s'est fait du bébé comme un organisme en interaction avec l'environnement a énormément évolué. Dans les années 1960, un nouveau courant de recherches centrées sur le bébé a vu le jour et s'est développé de manière continue jusqu'à maintenant. La représentation du bébé a passé d'un organisme qui réagit de manière purement réflexe à un être compétent, réceptif et sensible aux signaux de son milieu. La controverse reste active autour de la question de savoir quand, dans son développement, le bébé acquiert une connaissance spécifique des objets et des événements. Les recherches récentes montrent comment les nouveau-nés et les bébés orientent leur comportement dans des situations difficiles. Les connaissances acquises grâce aux recherches de ces quarante dernières années sont importantes et nous nous trouvons au seuil de nouvelles découvertes encore plus passionnantes.*

**Mots clés :** Enfant, Développement, Traitement de l'information, Compétences.

## SUMMARY

### Our Changing Image of the Infant

*Our image of the infant as an organism interacting with the environment has changed dramatically in the past 40 years. A new surge of infancy research began in the 1960's and continues unabated today. The view of the infant has been transformed from that of a primarily reflexive organism to a highly competent being, exquisitely sensitive to sensory and perceptual information. Controversy still swirls around the issue of when infants acquire specific knowledge about objects and events. New work is reviewed on how infant and toddlers use knowledge to guide their behavior in challenging situations. Despite the tremendous growth of knowledge about infant development over the past 40 years, it seems that we are on the threshold of even more.*

**Key-words :** Infant, Development, Information processing, Competencies.

1. Department of Psychology, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, USA.  
E-mail : rachel@psych.umass.edu.

2. Traduction française : Anne-Béatrice Bullinger.

ENFANCE, n° 1/2001, p. 5 à 34

## L'IMAGE DU BÉBÉ EN ÉVOLUTION

Lorsque j'ai débuté ma carrière, au début des années 1960, les bébés étaient perçus comme des êtres subissant leur environnement et répondant de manière réflexe aux diverses stimulations de cet environnement. Le répertoire des réponses possibles était considéré comme déterminé génétiquement, les réflexes pouvant être modifiés grâce à l'expérience accumulée. Cette position était influencée d'une part par les neurologues, pour qui les réflexes sont un signe que le système nerveux du fœtus ou du nouveau-né est intact, et d'autre part par les grands spécialistes du domaine, comme Léonard Carmichael, qui a étudié le comportement fœtal de plusieurs espèces. Carmichael (1970) a montré que chaque organisme naît dans un environnement auquel il doit s'adapter ou mourir, et que l'apprentissage fait clairement partie de l'adaptation. Toutefois, pour Carmichael, ce sont essentiellement des éléments génétiques qui expliquent le comportement du fœtus et du nouveau-né. Sa vision s'insère dans le courant des études sur la « croissance », très en vogue dans les années 1930. Parmi les travaux de cette école de pensée, citons le « Berkeley Growth Study », les études longitudinales réalisées au Fels Research Institute et les travaux de Gesell à l'Université de Yale. Dans cette perspective du paradigme de « croissance », le nouveau-né était considéré comme un organisme qui répondait aux stimulations de l'environnement.

Dans le *Manual of child psychology* édité par Carmichael en 1954, l'article de Pratt intitulé « The Neonate » constitue une des premières et principales sources concernant le bébé. Selon Pratt, les divers auteurs du moment étaient d'accord sur le fait que le nouveau-né était un être essentiellement non cortical : « According to the consensus (*sic*) of present-day theories the neural status of the neonate is essentially, if not entirely, that of a noncortical being » (1954, p. 276)<sup>1</sup>. Le nouveau-né était considéré avant tout comme un système de réflexes et on disposait de très peu d'éléments pour affirmer qu'un quelconque apprentissage pouvait avoir lieu dans les premières semaines de la vie. Le bébé était considéré comme un être essentiellement passif, réagissant de manière quasi réflexe aux stimulus de son environnement. Actuellement, probablement, aucun spécialiste du développement du bébé ne serait en accord avec de telles affirmations.

Mais alors, quelle est notre image du bébé en l'an 2000 ? Une citation de Meltzoff et Moore illustre bien le problème : « The field of infant psychology is in crisis. There is no longer a shared framework or set of assumptions about the nature of infancy. This crisis has been brewing for about 30 years. It began with the overthrow of the view that the infant is a

1. D'après le consensus qui se dégage des théories actuelles, le nouveau-né est considéré comme un être essentiellement, voire complètement non cortical.

purely sensorimotor organism. It continues today because there is no new consensus on how we should conceive of the infant mind » (Meltzoff et Moore, 1998, p. 201)<sup>1</sup>. L'accumulation de connaissances relatives à l'activité cognitive du bébé a été tellement rapide que nous ne sommes pas encore parvenus à les intégrer dans un cadre cohérent. Ce déséquilibre risque bien de nous accompagner encore pour un temps, mais c'est le prix à payer pour faire avancer la science dans le domaine.

## UN PETIT RETOUR EN ARRIÈRE

Avant de présenter mes travaux et mes idées, je vais faire un petit retour arrière pour monter où en était la recherche il y a quarante ans. Bien que dans les années 1930 et 1940 il y ait eu un important corpus de littérature sur les capacités sensorielles des bébés, synthétisé d'ailleurs par Pratt (1954), très peu de travaux ont été publiés sur le développement du bébé entre la fin des années 1940 et le début des années 1960. Le domaine de la recherche sur le développement du bébé en 1960 était un désert, avec quelques rares oasis. Le graphique 1, qui montre le nombre d'articles publiés à propos du bébé de 1960 à 1999 par tranches de cinq ans, montre que très peu de recherches dans le domaine ont été réalisées au début des années 1960. En effet, de 1960 à 1964, on ne dénombre que 117 articles, soit environ 24 articles par année ! Dans les années 1990, par contre, on publie 50 fois plus, avec 5 000 articles sur une période de cinq ans, soit plus de 1 000 articles par an. Il existe maintenant des revues entièrement consacrées à la publication de recherches sur les bébés. Le graphique montre une lente croissance, avec des pics à la fin des années 1970 et des années 1980, où le nombre d'articles publiés augmente fortement. L'International Conference on Infant Studies qui a eu lieu à Providence, États-Unis, en 1978, reflète cette croissance, qui culmine en 1988, avec la création de l'International Society on Infant Studies. Le graphique 1 est tellement saisissant que l'on doit se poser la question suivante : qu'est-ce qui a changé au début des années 1960 pour provoquer un tel regain d'intérêt pour les recherches sur le bébé ?

Le renouveau d'intérêt pour le comportement du bébé aux États-Unis a été déclenché par ce qui s'est fait à l'étranger. La théorie du développement sensori-moteur de Piaget, publiée en anglais en 1952 (*The origins of intelligence*), a placé les recherches sur le bébé sur le devant de la scène. Bien que cette théorie ait été publiée en français en 1936 déjà (*La naissance de*

1. La psychologie de l'enfant est en crise. Il n'existe plus de cadre théorique commun ou d'hypothèses sur la nature de la toute petite enfance. Cette crise a commencé à se faire sentir il y a à peu près trente ans. Depuis qu'on a réfuté l'hypothèse selon laquelle le bébé ne serait qu'un organisme sensori-moteur, il n'y a pas de consensus sur la manière de concevoir le psychisme du bébé.

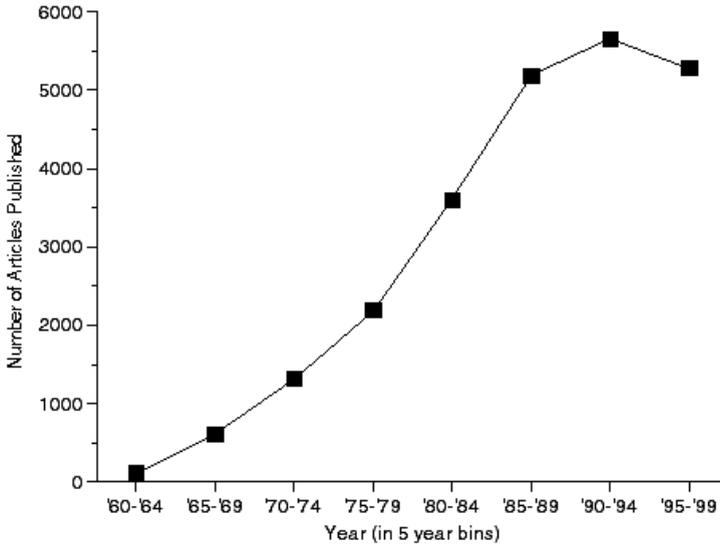


Fig. 1. — Fréquence des publications d'articles entre 1960 et 1999 ;  
réalisé en utilisant la base de donnée PsychInfo  
en cherchant les mots *infant* ou *neonate* dans le titre ou dans le résumé

*l'intelligence chez l'enfant*), ce n'est que dans les années 1960 que les travaux de Piaget ont commencé à exercer une influence considérable sur la recherche aux États-Unis. Des auteurs russes comme Bronshtein et ses collègues (1958), hollandais comme Prechtl (1958) ou encore tchécoslovaques comme Papousek (1961), ont considéré le nouveau-né comme étant un organisme qui perçoit de manière active, et qui est capable d'apprendre. On s'est également rendu compte que les réflexes n'étaient pas immuables. Par exemple, l'article de Prechtl (1958) sur l'orientation de la tête a montré les grandes variations et la complexité de ce comportement, sa dépendance du niveau de vigilance et son adaptation à des stimuli répétés. Toutefois, comme dans les années 1930, le bébé des années 1960 était toujours considéré comme un être passif, réagissant à l'environnement de manière quasi réflexe, tout en étant cependant capable de modifier son comportement pour s'adapter aux signaux sensoriels.

#### *Sokolov et Fantz – l'exploration des capacités sensorielles du bébé*

Deux tournants conceptuels et méthodologiques importants ont été franchis au début des années 1960. Un premier pas décisif a été fait par un chercheur russe qui étudiait les animaux et les humains adultes, et non pas les bébés. Eugène Sokolov a publié en 1963 un ouvrage important sur le

réflexe d'orientation. La méthodologie utilisée impliquait l'habituation (une diminution des réponses suite à une présentation répétée d'un même stimulus) et une déshabituaiton (une augmentation de la réponse) lors de la présentation d'un nouveau stimulus. Suivant les stimuli utilisés, l'habituation et la déshabituaiton peuvent être des phénomènes complexes. Le deuxième tournant est dû aux travaux d'un chercheur américain, Robert Fantz (1961, 1963). Les recherches de Fantz ont amené deux éléments importants : 1 / une nouvelle idée : les nouveau-nés peuvent exprimer des préférences par leur regard, en regardant plus longtemps un stimulus qu'un autre (nous savons maintenant qu'ils expriment également des préférences pour certains sons, mais ça nous a pris plus de vingt ans pour le découvrir) ; 2 / une nouvelle méthode : l'utilisation du temps de fixation comme une réponse.

Utiliser le regard comme une réponse, une idée toute simple, mais qui a eu une très grande influence sur la recherche. Il faut souligner l'influence de Solokov et de Fantz, qui ont introduit de nouveaux concepts et de nouvelles méthodologies qui ont inspiré un grand nombre de chercheurs. Voyons maintenant plus en détail les apports de chacun de ces auteurs.

### *L'habituation comme phénomène et comme méthodologie*

L'habituation était considérée comme la forme la plus simple d'apprentissage : on apprend à ignorer un stimulus répété qui n'est pas pertinent. Le modèle du réflexe d'orientation (RO) de Sokolov (1963) a apporté une nouvelle manière de concevoir les processus neurologiques qui sous-tendent ce changement de comportement. Un nouveau stimulus déclenche un RO, qui est un mélange complexe de réponses comportementales et physiologiques. Lorsque le même stimulus est répété, le SNC crée un modèle neuronal qui contient des éléments importants, comme l'intensité, la durée et les liens temporels avec les autres stimuli. Ce modèle est confronté à différents stimuli. On observe un feedback négatif lorsque le stimulus correspond au schéma neuronal et un feedback positif lorsque le stimulus n'y correspond pas. Ces processus entraînent une diminution de la réponse si le même stimulus est présenté à nouveau et un retour du RO si on introduit un nouveau stimulus. Ainsi, les phénomènes d'habituation et de déshabituaiton (appelés aussi réaction à la nouveauté) se sont révélés utiles non seulement comme moyen pour étudier les formes simples d'apprentissage, mais aussi pour déterminer si le bébé est capable de discriminer un stimulus connu d'un nouveau stimulus. Sokolov a en outre situé ce modèle neuronal dans les structures corticales, ce qui a aidé les chercheurs qui tentaient de montrer que le bébé n'était pas un être « non cortical », selon la terminologie de Pratt.

Des chercheurs américains ont commencé à essayer de montrer que le nouveau-né était capable d'habituation (Bartoshuk, 1962 ; Engen, Lipsitt et Kaye, 1963 ; Keen, 1964 ; Graham, Clifton et Hatton, 1968), que le nou-

veau-né pouvait apprendre (Lipsitt, 1963) et retenir de l'information pendant au moins vingt-quatre heures (Keen, Chase et Graham, 1965). On a aussi étudié l'évolution de la réponse d'orientation (voir Clifton, 1978, pour une revue sur le développement des réponses d'orientation pendant l'enfance). Dans les années 1960, le nouveau-né était considéré comme incapable de développer le réflexe d'orientation (Jackson, Kantowitz et Graham, 1971), mais cette conclusion s'est révélée inexacte à cause des propriétés des stimuli, d'un manque de contrôle des états de vigilance du bébé durant la session expérimentale, ainsi qu'à des mouvements parasites. Le nouveau-né est en fait capable de produire des réponses d'orientation, soit à travers son rythme cardiaque (Gregg, Clifton et Haith, 1976), soit par le biais de mouvements de la tête en direction d'un stimulus sonore (Muir et Field, 1979) ou d'un stimulus tactile (Papousek, 1967).

Le phénomène de l'habituation peut être étudié à travers pratiquement n'importe quel système de réponse. On a surtout utilisé le regard, la succion, et la variation du rythme cardiaque. Plusieurs auteurs ont fait le bilan de ces recherches, notamment Cohen (1976), Clifton et Nelson (1976), ainsi que Kessen, Haith et Salapatek, dans un chapitre très complet du *Carmichael's manual of child psychology* (1970). Après les années 1960, l'intérêt des chercheurs pour l'habituation comme forme d'apprentissage a décliné, mais on a continué à l'utiliser comme méthode pour déterminer si les bébés discriminent des stimuli différents. Plusieurs paradigmes expérimentaux sont issus de ces recherches, utilisant la réaction à la nouveauté suite à une habituation. Ces études portent notamment sur la discrimination auditive des sons et des paroles, le traitement de l'information visuelle ainsi que sur des questions cognitives.

Parallèlement aux études sur l'habituation, dans les années 1960 et 1970, la plupart des travaux sur l'apprentissage ont mis l'accent sur le conditionnement classique ou opérant, pour savoir si le comportement du nouveau-né pouvait être conditionné. La synthèse de ces travaux par Rovee-Collier et Lipsitt (1982) a montré que les meilleures techniques étaient celles qui faisaient appel à des systèmes de réponse liés aux conduites nutritives, importantes pour la survie comme la succion et l'orientation de la tête suite à une stimulation tactile péri-orale. L'étude de Papousek du conditionnement de la rotation de la tête (1961, 1967) est un très bon exemple d'un mélange des procédures de conditionnement classique et opérant : un son était diffusé en même temps que l'on caressait la joue de l'enfant ; si l'enfant se tournait vers le stimulus tactile, il ou elle pouvait téter un biberon de lait. On a ainsi observé un conditionnement discriminatif entre une cloche et un sifflet, associés à des rotations de la tête à gauche ou à droite. Papousek a montré que le conditionnement ne se stabilisait pas avant la fin du premier mois. Siqueland et Lipsitt (1966) ont modifié la procédure et ont mis en évidence le fait que le conditionnement était possible chez des nouveau-nés de quelques heures et en une seule session. On a aussi réalisé des conditionnements du rythme cardiaque (Clif-

ton, 1974) ou encore des variations du diamètre pupillaire (Brackbill, Fitzgerald et Lintz, 1967). L'intérêt pour le conditionnement comme phénomène a diminué ensuite, probablement parce qu'il n'offrait pas un cadre théorique suffisant pour comprendre des comportements plus complexes. Tout comme l'habituation, le conditionnement continue d'être utilisé comme procédure, mais au service d'autres problématiques. Par exemple, les recherches de Roove-Collier (1987) sur le souvenir chez des enfants de 3 mois et plus utilise un conditionnement opérant qui mobilise les mouvements des membres inférieurs.

### *Regard préférentiel et développement visuel*

La nouvelle méthodologie du regard préférentiel développée par Fantz fut vite adoptée par d'autres chercheurs et utilisée pour examiner de nombreux aspects du développement du système visuel. La technique du choix préférentiel entre deux cibles pouvait être utilisée avec un grand nombre de stimuli et à des âges divers. Fantz a aussi combiné l'habituation avec le regard préférentiel en présentant simultanément deux stimuli visuels et en en faisant varier un au cours de l'expérience, tout en gardant l'autre constant (1964). Il y avait discrimination si le bébé regardait plus longtemps le nouveau stimulus. Dans les années 1960, la technique du regard préférentiel a été beaucoup utilisée pour examiner comment les bébés perçoivent les formes (la courbure, la complexité, la symétrie), mais finalement, les chercheurs ont rencontré beaucoup de problèmes avec cette méthode (pour une critique, voir Banks et Salapatek, 1983).

L'apport principal de la technique du regard préférentiel n'est pas ce qu'il nous a appris sur la manière dont les enfants perçoivent les formes et les structures, mais plutôt son utilisation créative pour examiner des questions cognitives (*i.e.* Baillargeon, 1993 ; Cohen et Oakes, 1993 ; Spelke, Breinlinger, Macomber et Jacobson, 1992) et de perception (voir Bertenthal, 1993).

L'influence de Fantz s'est exprimée indirectement à travers la volonté croissante des chercheurs de comprendre les composantes de base du développement du système visuel. Un des principaux buts des recherches des années 1960 était de recenser comment les systèmes sensoriels se développent. Un premier pas important fut la description et la compréhension du système visuel et, dans une moindre mesure, du système auditif chez les nouveau-nés. Dans de nombreuses recherches, on a tenté de montrer les capacités d'acuité du nouveau-né (Fantz, Ordy, et Udelf, 1962 ; Dayton, Jones, Aiu, Rawson, Steele et Rose, 1964), ses capacités d'accommodation (Haynes, White et Held, 1965), de poursuite visuelle (Dayton et Jones, 1964), et d'exploration visuelle (Salapatek et Kessen, 1966). Il existe déjà d'excellentes synthèses de ces travaux. Pour les recherches plus anciennes, on peut se référer au volume complet édité par Cohen et

Salapatek (1975) et au chapitre de synthèse de Banks et Salapatek (1983). Pour les travaux plus récents, voir Granrud (1993) et également Kellman et Banks (1998).

### *Études sur le développement auditif*

Les questions liées au domaine auditif se sont révélées plus complexes. Les nouvelles méthodologies utilisées pour analyser le comportement visuel, comme le regard préférentiel (Fantz, 1963) et la mesure des mouvements oculaires (Dayton *et al.*, 1964 ; Salapatek et Kessen, 1966) étaient difficilement utilisables pour l'étude de la sensibilité auditive. Les chercheurs qui étudiaient l'habituation et le conditionnement utilisaient fréquemment des stimuli auditifs, mais le but des recherches n'était pas d'étudier le développement du système auditif.

Les études systématiques sur le seuil de sensibilité, l'effet de masquage, ainsi que sur la capacité de discrimination de la fréquence et de l'intensité n'ont commencé que dans les années 1970, avec des efforts importants pendant les deux décennies suivantes (pour une synthèse, voir Werner et Rubel, 1992). De nouvelles méthodes pour analyser les capacités auditives ont dû être inventées. En 1975, Moore, Thompson et Thompson élaborent une méthode utilisant un renforcement visuel lors de rotations de la tête. Cette technique fut ensuite exploitée et perfectionnée par Schneider et Trehub pour étudier les capacités auditives de base de bébés d'âges variés (1985, 1992).

Une des limites de cette méthode était qu'elle ne pouvait pas être utilisée pour des bébés de moins de 5-6 mois. En 1987, Lynne Olsho (Werner) a développé une méthode, recourant à un observateur, qui peut être utilisée avec des bébés de 2 à 3 mois, ce qui a permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur les capacités auditives du tout petit (Olsho, Koch, Halpin et Carter, 1987). Une synthèse récente résume très bien le contenu de ces travaux (Werner, 1998).

Les recherches sur les capacités auditives de base de l'enfant qui ont débuté dans les années 1970 et qui se poursuivent aujourd'hui nous ont montré que durant sa première année de vie, le bébé est sensible à des variations fines de tonalité, de fréquence et d'intensité, ainsi qu'à des composantes musicales comme la mélodie et le rythme. Cette capacité auditive débute avant même la naissance. C'est dans la revue *Science* (De Casper et Fifer, 1981) que l'on a publié la découverte étonnante que les nouveau-nés étaient capables de distinguer la voix de leur mère de celle d'un étranger. Depuis lors, de nombreuses études sont venues confirmer que le fœtus perçoit les sons, qu'ils proviennent de l'intérieur ou de l'extérieur du corps de la mère.

Durant les années 1970, des recherches marquantes ont été réalisées sur la perception du langage par le bébé, dont la fameuse étude d'Eimas, Sique-

land, Jusczyk et Vigorito (1971), qui a permis de compléter nos connaissances sur l'étonnant système auditif du bébé. Ces recherches ont probablement eu plus d'impact sur notre perception du bébé que les travaux sur le fonctionnement des systèmes visuel et auditif. En effet, le fait de découvrir que des bébés de 2 mois seulement, ou même des nouveau-nés (Bertoncini, Bijeljac-Babic, Blumstein et Mehler, 1987) sont capables de discriminer des phonèmes de leur langue maternelle ainsi que des phonèmes d'autres langues auxquels ils n'ont jamais été exposés, a bien plus d'implications que le fait d'avoir pu décrire les capacités sensorielles de base (pour une synthèse de ces travaux, voir Aslin, Jusczyk et Pisoni, 1983 ; 1998). Si les bébés naissent avec un cerveau capable de distinguer les sons du langage, ça veut dire que les premiers signaux linguistiques de leur environnement sont cruciaux. La mise en évidence du fait que les bébés sont sensibles à des variations auditives si fines longtemps avant qu'ils ne puissent parler ou comprendre le sens des mots était d'une importance capitale. Les querelles scientifiques sur la question de la spécificité du langage comme caractéristique des êtres humains ont fait rage dans les revues. Ce débat continue encore aujourd'hui et porte sur la question de savoir dans quelle mesure les moyens de l'acquisition du langage sont « innés » (Pinker, 1994). Quelle que soit la réponse que l'on trouvera à ces questions, il me semble que deux conséquences pratiques découlent de ces recherches sur la perception du langage par le bébé :

- il faut parler aux bébés dès leur naissance ;
- il est crucial de détecter très tôt des éventuelles déficiences auditives.

Vu la place qu'occupe le langage dans l'espèce humaine, la démonstration que les bébés sont sensibles aux sons du langage a rendu ces derniers d'un coup plus « matures » et plus « humains » aux yeux des chercheurs et des profanes.

La présentation des recherches réalisées dans les années 1960 et 1970 sur les capacités perceptives des bébés était nécessaire avant de pouvoir passer aux enjeux suivants. Comment aurions-nous pu savoir quel élément visuel nous pouvions utiliser pour analyser des formes sans connaître au préalable l'acuité visuelle des bébés ? Sans connaître le seuil auditif du bébé, comment aurions-nous pu savoir si le langage normal pouvait être capté par le nouveau-né ? Sans savoir si le bébé est capable de discriminer un phonème d'un autre, comment comprendre que le bébé soit capable de distinguer des mots ? Durant ces deux décennies, nos connaissances ont augmenté considérablement en ce qui concerne la capacité des bébés à détecter, discriminer et à répondre à certains types de stimuli.

On a pu établir les étapes du développement des capacités visuelles, ce qui nous a permis de montrer que par rapport au nouveau-né, le bébé de 4 à 5 mois était bien plus mature en ce qui concerne l'acuité, l'accommodation, la perception de la profondeur et la poursuite visuelle.

Concernant le développement du système auditif, on a recensé moins de changements pendant la toute petite enfance. En effet, on a fait la découverte étonnante que dès les premiers mois, le système auditif était très mature et complexe, permettant la discrimination des sons de la voix. Les rares améliorations des capacités auditives entre la naissance et 4 mois relèvent de la capacité de localiser les sons et du phénomène de « suppression de l'écho », connu sous la dénomination d'« effet de précedence » (pour une synthèse, voir Clifton, 1992). Ce n'est probablement pas une coïncidence que ces deux capacités, qui demandent plus que la discrimination de deux signaux, requièrent un plus haut degré de développement auditif qui comprend la coordination et l'interprétation des signaux.

L'anatomie et la physiologie du système auditif est relativement mature à la naissance (Bredberg, 1985 ; Eggermont, 1985), et devrait permettre la discrimination de signaux en termes de fréquence et d'intensité. Le système visuel, par comparaison, est anatomiquement moins mature à la naissance (Banks et Salapatek, 1983), ce qui permet de comprendre l'impressionnante maturation de ce système pendant les premiers mois qui suivent la naissance.

À la fin des années 1970, malgré les importantes connaissances acquises sur les capacités perceptives et d'apprentissage des bébés, nos représentations du bébé demeuraient celles d'une créature plus ou moins à la merci de son environnement. Bien que Piaget (1952) ait insisté sur le fait que le bébé explorait activement son environnement, il pensait malgré tout que les systèmes sensoriels du nouveau-né n'étaient pas coordonnés à la naissance et que le bébé répondait dans les premières semaines de vie plus ou moins de manière réflexe aux stimuli. Par contre, pour Bruner (1969), l'intentionnalité était une composante importante des actions du bébé, toutefois cette perspective n'était pas dominante à l'époque. Dans une intéressante comparaison des théories piagétienne et gibsonienne, Butterworth (1981) reproche à Piaget de ne pas avoir accordé assez d'importance à la perception comme outil pour fournir de l'information sur le monde. Le nouveau-né de Piaget s'appuie sur son environnement. Sa connaissance du monde se construit graduellement sur la base de contacts directs et d'expériences. En même temps, Piaget n'accorde pas à la structure de l'environnement un rôle très important, bien qu'il considère que l'enfant ait manifestement besoin de son environnement pour se développer.

À ce propos, Bremner a écrit la chose suivante (1988, p. 222) : « ... the environment has a *permitting* role in development, but it doesn't have a *determining* role. »<sup>1</sup> Par opposition, le nouveau-né, selon Gibson, naît avec certaines capacités sensorielles pour percevoir l'information, qu'il n'a pas besoin d'apprendre (J. J. Gibson, 1966, p. 266-286). Dans la théorie de Gibson de la « perception directe », l'enfant accède à un flux visuel qui contient de l'information spatiale sur les distances et les occlusions, qui ne

1. L'environnement *facilite* le développement, mais ne le *détermine* pas.

demande pas de construction cognitive. Le bébé gibsonien est dès lors un organisme beaucoup plus compétent que le bébé piagétien. De plus, la structure de son environnement interagit constamment avec la structure des capacités de perception du bébé. Cette interaction constitue le concept d'affordance par lequel le bébé et son environnement sont à considérer comme une unité plutôt que deux éléments qui agissent séparément (Gibson, 1979). Entre 1960 et 1980, la recherche sur les bébés a été plus fortement influencée par la vision de Piaget que par celle de Gibson, mais cela a commencé à changer dans les années 1970.

#### AU-DELÀ DES ANNÉES 1970 : ÉMERGENCE DU BÉBÉ COMPÉTENT

Une fois le bébé reconnu comme étant un organisme compétent relativement à ses capacités sensorielles et de perception, les chercheurs ont commencé à s'intéresser à de nouveaux domaines d'études. Depuis la fin des années 1970 et surtout dans les années 1980, on a fait des recherches sur les capacités cognitives des bébés de manière différente. Parallèlement, le développement moteur a commencé à être considéré comme un élément vital du développement du bébé alors qu'il avait été délaissé jusque-là. Un personnage important de ce renouveau est Esther Thelen, qui a affirmé que les lacunes dans la recherche sur le développement moteur étaient peut être dues à la minutie des premiers pionniers (1995). Les principaux paramètres du développement moteur en ce qui concerne la préhension, la locomotion et la posture avaient été décrits précisément dans les recherches des années 1930 et 1940 et étaient apparemment considérés comme bien connus. Pendant de longues années on n'a pas su comment continuer dans ce domaine.

Mais alors, qu'est-ce qui a déclenché ce renouveau d'intérêt pour le développement cognitif et moteur ? En ce qui concerne le développement cognitif du bébé, je pense que c'est lorsqu'Eleanor Gibson a commencé à consacrer presque tous ses efforts pour comprendre le développement du bébé que les choses se sont mises à bouger. Bien que les expériences qu'elle-même et ses étudiants ont menées ne concernaient pas directement le développement cognitif, il était évident que ses recherches allaient remettre en question la vision piagétienne dominante.

Les théories gibsoniennes donnèrent lieu à des expériences et offrirent des questionnements et des interprétations du développement différents. Une des énormes différences entre ces deux théories repose sur le fait que la théorie gibsonienne fait l'hypothèse que l'environnement pertinent pour un organisme dépend des capacités sensori-motrices de cet organisme. Ce point de vue a des conséquences importantes sur la perception du monde par le bébé. C'est facile d'imaginer que le monde d'un animal domestique est différent du monde des humains, même si l'animal et son propriétaire par-

tagent la même maison. Les éléments significatifs de l'environnement diffèrent selon la structure des organismes et leurs comportements. C'est bien plus difficile d'imaginer dans quelle mesure le monde des bébés est différent de celui des adultes. Nous connaissons relativement bien les systèmes visuel, auditif et moteur du bébé, mais nous avons de sérieuses difficultés à comprendre leurs expériences cognitives. Il est bien plus facile de mesurer et de s'imaginer des limites de perception du monde que les limites cognitives du bébé.

Il est clair que pour comprendre la cognition du monde par le bébé, il nous faut intégrer tous les éléments que nous connaissons sur leurs capacités sensorielles, motrices, perceptives. En comparaison avec les questions que se posaient les chercheurs des années 1960, qui se demandaient si le nouveau-né était capable de voir et d'entendre, les questions cognitives actuelles sont bien plus complexes. Ce n'est donc pas étonnant que des divergences aient émergé.

### *La perception et l'action*

En termes de développement moteur, ce qui n'était qu'un petit ruisseau dans les années 1970 est maintenant un véritable fleuve de données fascinantes. Les pionniers de ces travaux, Claes von Hofsten (1979, 1980) et Esther Thelen (1979, 1980) sont toujours des auteurs importants du domaine. Bien qu'il soit difficile d'expliquer précisément le renouveau d'intérêt pour le développement moteur, on peut en attribuer une partie aux nouvelles technologies. Bertenthal et Clifton (1998) ont passé en revue quelques-unes des méthodes utilisées dans les études actuelles sur le développement moteur, dont une bonne partie provient d'autres domaines, comme la biomécanique. Une des techniques qui a apporté des résultats intéressants est l'utilisation de systèmes d'analyse du mouvement. On place des marques optoélectriques sur des segments corporels et ces marques sont détectées par des caméras spéciales. On a beaucoup utilisé cette technique pour étudier l'atteinte de l'objet (Clifton, Rochat, Robin et Berthier, 1994 ; von Hofsten et Ronnqvist, 1988 ; McCarty et Ashmead, 1999 ; Thelen, Corbetta, Kamm, Spencer, Schneider et Zernicke, 1993), ce qui fait que nous avons acquis beaucoup de connaissances sur les aspects dynamiques des premières conduites d'approche et de préhension d'objets dans des conditions variées.

À long terme, en plus des nouvelles technologies, la stratégie qui consiste à utiliser le comportement moteur manifeste pour étudier l'intégration de la perception et de l'action, était encore plus importante. L'article de Reed dans le *Journal of Motor Behavior* (1982) a eu une influence très importante. Il a expliqué, avec des arguments convaincants pourquoi nous devrions considérer les systèmes sensoriels et moteurs comme une seule entité fonctionnelle. Il a ainsi suivi l'idée force de

J. J. Gibson (1979, p. 223) selon laquelle la perception et l'action sont inextricablement liées et en interaction constante. Je n'ai pas la place de présenter ici ne serait-ce qu'une petite synthèse des travaux qui montrent l'intégration de la perception et de l'action dans le développement du bébé. Toutefois, pour vous donner une idée de l'étonnante diversité des données qui sont apparues au début des années 1980 et dont le développement continue aujourd'hui, je vais mentionner quelques tendances de recherches et donner comme référence au lecteur les travaux de Bertenthal (1996) et Bertenthal et Clifton (1998) pour des synthèses exhaustives de cette littérature.

La première recherche qui ait pris au sérieux la boucle perception-action chez les bébés est l'étude classique de E. Gibson et Walk (1960) de la « falaise visuelle ». Comme beaucoup de recherches en gestation, celle-ci a mis du temps à éclore, mais elle a été immédiatement reconnue comme étant très pertinente. Elle a d'ailleurs rapidement figuré dans les manuels centrés sur le développement du bébé. E. Gibson et ses collaborateurs ont poursuivi leurs travaux sur la perception visuelle et la locomotion, mais la plupart de leurs travaux ne sont pas parus avant les années 1980 et 1990 (Adolph, Eppler et Gibson, 1993 ; Gibson, Ricco, Schmuckler, Stoffregen, Rosenberg et Taormina, 1987 ; Gibson et Schmuckler, 1989 ; Stoffregen, Schmuckler et Gibson, 1987). Pendant ce temps, d'autres chercheurs ont commencé à travailler sur différents aspects de la locomotion, dont la marche automatique du nouveau-né (Thelen et Fisher, 1982), le quatre pattes (Adolph, 1997 ; Freedland et Bertenthal, 1994), la marche (Campos, Anderson, Barbu-Roth, Hubbard, Hertenstein et Witherington, 2000) et les pré-requis posturaux à la marche (Bril et Brenier, 1992). En outre, on a fait des recherches sur l'effet de flux optiques sur la position assise chez des très jeunes bébés (Butterworth et Hicks, 1977 ; Bertenthal et Bai, 1989), et inversement, de l'effet de la stabilité posturale du torse sur la poursuite visuelle (Bullinger, 1981, 1991).

En plus de la locomotion, les conduites de saisie manuelle (approche et capture) ont également eu la part du lion en termes de recherches. Le même genre de questions que celles posées par la locomotion ont émergé. Par exemple, la stabilité posturale du torse module le mouvement de capture du tout petit (Bullinger, 1998) et a un impact sur la tendance qu'ont les bébés d'attraper avec une main plutôt qu'avec les deux (Rochat, 1992). On a découvert que des bébés de seulement 5 à 7 mois étaient capables d'attraper des objets en mouvement (von Hofsten, 1983). À travers plusieurs recherches, Clifton et ses collègues ont remis en cause l'idée dominante que la conduite de capture dans les premiers mois dépend d'un guidage visuel de la main vers l'objet. Dans ces expériences, on présentait aux bébés des objets lumineux ou sonores dans l'obscurité, ce qui empêchait le bébé de voir sa main avant et pendant le geste en direction de l'objet. On a montré que les bébés peuvent atteindre et attraper des objets dans l'obscurité au même âge qu'ils le font en pleine lumière (Clifton, Muir, Ashmead et

Clarkson, 1993). On a découvert qu'à 6 mois, les bébés étaient capables de distinguer les objets sonores qui sont dans l'espace de préhension d'objets placés au-delà de cet espace. (Clifton, Perris et Bullinger, 1991). On a également mis en évidence, grâce à une analyse détaillée du mouvement du bras, qu'il n'y avait pas de différence entre le fait de prendre un objet en pleine lumière et le fait de se saisir d'un objet luminescent dans l'obscurité (Clifton, Rochat, Robin et Berthier, 1994). Deux situations expérimentales ont été réalisées pour mettre en évidence le rôle de la vision de la main lors de conduites de capture. Dans une première recherche, des bébés de 5 à 7 mois devaient capturer dans l'obscurité un objet luminescent et mobile. On peut penser que dans ces tâches la vision de la main est nécessaire. La comparaison avec la même situation en pleine lumière ne montre pas de différence entre les conduites (Robin, Berthier et Clifton, 1996). Dans la deuxième expérience, on a présenté aux bébés des baguettes placées horizontalement ou verticalement, dans l'obscurité et en pleine lumière. On s'attendait à ce que le bébé profite de la lumière pour ajuster l'orientation de sa main à celle de la baguette, mais de nouveau on n'a pas vu de différence entre les deux situations expérimentales (McCarty, Clifton, Ashmead, Goubet et Lee, à paraître). Contrairement à la locomotion, qui semble étroitement liée aux apports visuels, la conduite de capture manuelle semble se développer à travers une coordination spatiale de la proprioception du tronc, du bras et de la main avec soit la vue de la cible (objet luminescent), soit l'audition de l'objet (objet sonore). En conclusion, un vaste domaine de recherche s'est ouvert aux chercheurs à partir du moment où l'on a pris au sérieux l'idée que la perception et l'action sont en interaction continue. Maintenant, notre perception du bébé est celle d'un organisme hautement compétent, extrêmement réceptif et sensible aux signaux sensoriels de son milieu et préparé à agir de concert avec son environnement.

### *Activité cognitive du bébé*

Quelles sont les controverses qui persistent à propos de notre perception du bébé ? Je vais en traiter une qui a été très débattue pendant ces dernières années et qui n'est toujours pas résolue. Elle porte sur la question suivante : quelles connaissances du monde possèdent les bébés, ou en d'autres termes, quelle est la nature de l'esprit du bébé ? Vu qu'il m'est impossible de résumer ici toute l'abondante littérature qui a été écrite à ce sujet, je vous transmets les références qui m'ont été utiles pour guider ma réflexion. Il y a trois excellents articles de Haith (1998), de Spelke (1998), et de Meltzoff et Moore (1998), publiés dans le même numéro de la revue *Infant Behavior and Development* ; trois articles majeurs avec commentaires dans *Developmental Science* par Munakata (1998), Baillargeon (1999) et Smith (1999). Enfin, il y a l'ouvrage de Leslie, Xu, Tremoulet et Scholl (1998), et les chapitres de Bremner (1997) et Willatts (1997) dans un livre édité par Bremner,

Slater, et Butterworth. Je tiens à mentionner que ces suggestions ne sont que des indications de base et qu'il existe une foule d'ouvrages sur ce sujet pour les lecteurs intéressés. Mon but est de présenter mon propre point de vue, avec les données qui s'y rattachent. Je tiens à préciser que cette approche est en cours d'élaboration et qu'elle sera très probablement modifiée à mesure que s'élaborent de nouvelles manières de traiter les problèmes.

### *Détection visuelle et capture d'objets non encore aperçus*

Je dois admettre tout de suite que je ne suis pas une théoricienne, mais plutôt une personne de laboratoire, tournée essentiellement vers la recherche empirique<sup>1</sup>. Il n'y a rien qui ne me plaise plus que de préparer une expérience et de regarder les bébés confirmer une hypothèse. J'aime aussi beaucoup quand ils font une chose à laquelle je ne m'attendais pas. Lorsque, dans les années 1980, on a commencé à présenter aux bébés des objets dans l'obscurité complète, notre but était d'étudier la perception de l'espace auditif (en utilisant des objets sonores) et de déterminer le rôle de la vision dans la conduite de capture (en utilisant des objets luminescents). Lorsque nous nous sommes aperçus que des bébés de 6 mois étaient capables d'atteindre et même d'attraper des objets sonores dans l'obscurité, on a commencé à voir les implications cognitives de ces expériences. Plutôt que de voir des bras s'agiter dans le noir, touchant éventuellement l'objet, on a vu des mains attraper directement l'objet, en un geste rapide et précis, avec les doigts ouverts qui se refermaient sur l'objet (Clifton *et al.*, 1991). Le geste pour attraper l'objet dans l'obscurité était presque le même que lorsque le bébé saisit des objets en plein jour. Nous avons pu confirmer ensuite que les paramètres du mouvement de capture dans l'obscurité étaient les mêmes que ceux de la capture en plein jour, jusqu'au moment où la main ralentit avant le contact avec l'objet (Clifton *et al.*, 1994).

L'observation de ce comportement hautement organisé par rapport à un objet que le bébé ne voit pas nous a amenés à élaborer des recherches qui testaient plus directement les connaissances d'objets et d'événements non vus. Des bébés de 6 mois étaient capables d'utiliser des signaux sonores différenciés pour diriger leur mouvement et l'adapter pour attraper des petits et des gros objets (Clifton, Rochat, Litovsky et Perris, 1991).

Pour répondre à la critique selon laquelle un son continu pourrait remplacer la vue de l'objet, nous avons construit un événement auditif qui

1. Je considère cela comme un manque et je suis d'accord avec mon ami Philippe Rochat qui m'a dit une fois que je semblais ne m'être jamais guérie des influences du Midwest que j'ai acquises lors de mes études supérieures, et que l'on qualifie parfois de *dustbowl empiricism*.

commençait et se terminait dans l'obscurité, avant qu'une réponse motrice ne puisse être donnée, de telle façon que l'action du bébé commençait et se terminait sans soutien auditif ou visuel (Goubet et Clifton, 1998).

Pour parer à la critique selon laquelle les expériences de capture d'objets en pleine lumière auxquelles étaient soumis les bébés avant l'expérience dans l'obscurité créaient des routines motrices qui étaient simplement répétées lorsque le bébé entendait le bruit dans l'obscurité, nous avons présenté des objets sonores dans l'obscurité à des bébés qui n'avaient pas été préalablement en interaction avec ces objets à la lumière. On a montré que ces bébés atteignaient et attrapaient quand même les objets présentés dans l'obscurité (Clifton, Perris et McCall, 1999).

Comment expliquer ce comportement extraordinaire du bébé de 6 mois dans l'obscurité sans postuler au préalable que le bébé « sait » qu'un objet est là, et qu'il sait en outre de quel objet il s'agit et où il se trouve ? Ces résultats confirment l'idée que le bébé développe tôt une sorte de représentation des objets, bien avant qu'il ne soit capable de trouver les objets cachés de l'expérience de Piaget (Baillargeon, 1993 ; Hespos et Rochat, 1997 ; Spelke *et al.*, 1992). Beaucoup de gens disent que les résultats relatifs aux conduites de capture ne correspondent pas à ceux de la poursuite visuelle, mais que les résultats relatifs aux conduites de capture dans l'obscurité sont en accord avec les résultats des études sur la poursuite visuelle. Il est vrai toutefois que les bébés de moins de 8 ou 9 mois ne trouvent pas, dans l'expérience classique de Piaget, le jouet caché. À mon avis, il y a plusieurs raisons qui expliquent pourquoi les bébés ont plus de chances de trouver un objet « caché » par l'obscurité, qu'un objet dissimulé sous une couverture. Premièrement, comme certains auteurs l'ont suggéré (Baillargeon, Graber, Devos et Black, 1990 ; Diamond, 1991), le fait de retrouver le jouet dans l'expérience de Piaget implique une action orientée et coordonnant divers moyens, alors que le fait d'atteindre un objet dans l'obscurité est une action directe, il n'y a rien sur la trajectoire de la main. Cela explique en partie les différences, car même lorsque les objets sont visibles sous des boîtes transparentes, les bébés éprouvent des difficultés à les saisir.

Un deuxième facteur est lié à la motivation ; je pense que les bébés sont généralement moins motivés à aller chercher un objet qu'ils ne peuvent pas voir, qu'un objet visible. Même les adultes sont sensibles à la sollicitation visuelle ; c'est pour cette raison que l'on trouve toutes sortes d'articles inutiles près des caisses des magasins. En faisant la queue à la caisse, vous voyez des choses que vous n'achèteriez pas autrement, mais vous les achetez quand même. Les bébés sont plus attirés par des objets qui se situent dans leur champ de vision que par des objets qu'ils ne peuvent pas voir directement. Une des raisons qui explique pourquoi le bébé ne trouve pas l'objet caché tient au fait qu'il est moins motivé à aller chercher des choses qu'il ne voit pas. Pourtant, les bébés ne peuvent pas non plus voir l'objet dans l'obscurité, alors comment expliquer qu'ils les saisissent ? Cela nous

amène à la troisième raison pour laquelle la capture d'objets dans l'obscurité serait plus facile : l'orientation de l'attention. Le fait d'être dans l'obscurité empêche le bébé d'être distrait. Les bébés de moins d'un an ont tendance à être facilement distraits ; pour leur prendre un objet, il suffit de leur en présenter un autre et ils vont oublier celui qu'ils ont en main. Ainsi, lorsqu'un objet sort de leur champ de vision et est placé sous une couverture, comme dans l'expérience de Piaget, quoique ce soit qui reste dans le champ visuel devient plus important que l'objet qui a disparu. Le fait d'être dans l'obscurité permet au bébé d'orienter son attention sur la tâche.

### *La coordination visuo-manuelle*

Ces trois dernières années, mes collaborateurs et moi-même avons commencé à nous poser de nouvelles questions. Nous ne nous sommes pas demandé si les tout petits peuvent se représenter les objets (je pense que oui), mais plutôt quelle est la nature de cette représentation, et dans quelle mesure ils utilisent ces informations. Je fais ici une distinction entre le fait d'avoir une représentation basée sur les informations perçues, et le fait d'être capable d'utiliser ces informations pour orienter son action. D'autres ont d'ailleurs déjà fait cette distinction. Dans un chapitre très éclairant sur cette question, Gavin Bremner nous dit que « a distinction between perceiving and using perceptual information to guide action is crucial » (1997, p. 59)<sup>1</sup>. En collaboration avec Bennett Bertenthal, nous avons fait une recherche pour laquelle nous avons recueilli des données sur des bébés en situation expérimentale, qui se trouvaient face à un objet caché (Berthier, Bertenthal, Seaks, Sylvia, Johnson et Clifton, à paraître). Nous avons fait des tests avec des bébés de 9 mois dont on supposait qu'ils avaient, selon toutes les approches théoriques, dont celle de Piaget, la permanence de l'objet. Nous voulions voir si les données concernant les coordinations visuo-manuelles seraient les mêmes si on demandait aux bébés de réaliser plusieurs tâches différentes à un âge où la permanence de l'objet *en temps que telle* n'est plus un problème. Les bébés devaient à la fois suivre visuellement et attraper une balle qui passait de gauche à droite et qui disparaissait derrière un écran, puis réapparaissait. La gestion du temps était cruciale ; pour attraper la balle, le bébé devait commencer son mouvement soit avant que la balle disparaisse, soit pendant qu'elle se trouvait derrière l'écran. Si le bébé commençait son mouvement une fois que la balle réapparaissait, il ne pouvait pas l'attraper, car la balle n'était pas atteignable à la fin de son geste. Pour compliquer encore plus la situation, on a placé pour certaines expériences une barrière sur la trajectoire de la balle, qui bloquait sa progression. On a pris plusieurs précautions pour rendre cette barrière très

1. La distinction entre le fait de percevoir et le fait d'utiliser les éléments perçus comme information pour guider l'action est cruciale.

visible. Elle était peinte d'une autre couleur que l'écran ; l'expérimentateur la plaçait sur la trajectoire de la balle en présence du bébé, tapotait dessus et attirait verbalement l'attention du bébé vers cet obstacle avant d'installer l'écran ; enfin, la barrière était 13,5 cm plus haute que l'écran, ce qui fait qu'on en voyait le sommet pendant toute l'expérience.

Nous avons comparé la poursuite visuelle et le mouvement de capture du bras lorsque la balle réapparaissait à la droite de l'écran dans des situations avec et sans barrière. Nous avons basé notre schéma expérimental sur celui de Spelke *et al.* (1992, expérience 3), où on mesurait les comportements visuels du bébé. Dans l'expérience de Spelke, des bébés de trois mois fixaient plus longtemps l'événement « impossible » de la balle qui avait apparemment passé au travers d'une barrière. Contrairement à l'expérience de Spelke, notre mesure du comportement visuel n'était pas le temps de fixation mais l'anticipation du lieu d'apparition du mobile, que l'on a observé chez des bébés de 9 mois (van der Meer, van der Weel et Lee, 1995). Nous nous attendions à ce que les bébés anticipent la réapparition de la balle à la fois par le regard et par un geste en sa direction. Notre question était la suivante : est-ce que les bébés peuvent comprendre la présence de la barrière et son effet sur la réapparition de la balle, et utiliser ce savoir pour guider leur comportement ? On s'est aussi demandé si la poursuite visuelle et le temps de fixation pouvaient être coordonnés dans les deux situations expérimentales.

La coordination visu-manuelle était bien acquise puisque la capture de la balle était toujours accompagnée d'un regard qui anticipait le lieu d'apparition du mobile. Parfois, le comportement visuel n'était pas accompagné d'une capture. Toutefois, la présence de la barrière n'avait pas d'influence stable sur le regard et les mouvements de capture. Les bébés continuaient à regarder à la droite de l'écran lorsque la barrière était présente, en s'attendant à ce que la balle ressorte. Ils faisaient aussi des mouvements de capture complets en direction de la piste, même dans les cas où la barrière était présente, et semblaient étonnés qu'il n'y ait pas de balle. Encore plus important, ils cherchaient invariablement la balle en regardant derrière l'écran, mais du *mauvais* côté de l'obstacle. Une analyse de plusieurs paramètres du mouvement du bras n'a pas montré de différences entre les mouvements de capture avec ou sans la barrière. Un seul indicateur a montré que les bébés tenaient compte de l'obstacle : on a dénombré moins de mouvements de capture lorsque la barrière était présente.

Plus généralement, ces résultats nous montrent que la connaissance des effets de l'obstacle sur la balle est très faible. Chaque bébé a essayé d'attraper la balle au moins une fois dans les cas où la barrière était présente. Ceux qui ont inhibé leur geste ne l'ont pas fait de manière stable. En outre, dans les cas où le bébé n'engageait pas un mouvement de capture, les conduites visuelles étaient les mêmes, qu'il y ait barrière ou pas. On a observé des fixations du regard dans la direction de l'endroit où la

balle sortait d'habitude. Dans les cas où l'on observe un mouvement de capture, les aspects dynamiques des gestes sont comparables, qu'il y ait barrière ou pas. Une fois que le bébé a décidé d'initier son mouvement, ce dernier se déroule sans que le bébé pense à l'éventualité qu'il puisse ne pas y avoir de balle à attraper. Quand la balle ne réapparaissait pas, les bébés cherchaient un peu partout, mais, étonnamment, pas au bon endroit (c'est-à-dire à la gauche de l'écran). Le fait de connaître l'existence de la barrière a toutefois entraîné une baisse significative de la fréquence des gestes de capture.

Pourquoi est-ce que cette expérience de la balle qui roule était si difficile pour les bébés de 9 mois ? Il semble que les exigences de l'expérience aient été trop élevées, ce qui expliquerait en partie les difficultés. Lorsqu'on ne sollicitait pas le mouvement de capture, le comportement visuel seul indiquait un traitement plus sophistiqué des événements. Lorsque nous retirions notre équipement hors de l'espace de préhension des bébés, tout en présentant les mêmes séquences, les bébés semblaient être conscients de la présence de la barrière, car les déplacements du regard à la droite de l'écran étaient plus rapides lorsque la barrière n'était pas là (Berthier *et al.*, à paraître). Ce résultat va dans le même sens que celui de Spelke *et al.* (1992) qui ont découvert que les bébés, par leur comportement visuel, étaient en mesure de faire la distinction entre la situation où la balle passe « à travers » la barrière de celle où la balle est stoppée par la barrière. Si l'on sollicite à la fois le regard et les conduites de capture, mais sans la complication de la barrière derrière l'écran, les bébés réussissent la plupart du temps (van der Meer *et al.*, 1995). Le comportement inconsistant des bébés dans notre étude était probablement dû au fait que nous avons surestimé les capacités d'attention et de planification des bébés de cet âge-là. C'était effectivement difficile d'attraper la balle ; les bébés ont attrapé la balle dans seulement 38 % des essais entrepris et beaucoup de bébés n'ont jamais attrapé la balle. Pour y parvenir, ils devaient mettre en place un comportement moteur complexe qui commençait très tôt dans la trajectoire de la balle et s'orientait vers un point d'interception supposé ; la coordination de ce geste complexe était difficile et c'était probablement trop leur demander que d'intégrer la présence de la barrière et son effet sur la balle. Dans une nouvelle recherche (Johnson, Sylvia, Berthier et Clifton, 1999), nous avons refait cette expérience avec un écran transparent. Les bébés n'avaient pas de problème pour attraper la balle lorsque la barrière était absente, et ils inhibaient leur mouvement lorsque la barrière était présente. Cette dernière étude a montré que les bébés de la première recherche, avec l'écran opaque, ne faisaient pas de mouvement vers la droite de l'écran par habitude, après y avoir été incités lors de certains essais. Sans la contrainte de se souvenir du lien entre barrière et piste, ces bébés étaient capables de moduler leur comportement moteur.

### *Trouver des objets cachés*

Le fait que les bébés réussissent mieux si on abaisse les exigences de l'expérience ne suffit pas à tout expliquer. Il faut également se demander de quel type de connaissances le bébé a besoin pour parvenir à réaliser une tâche particulière. Plusieurs auteurs ont indiqué que dans l'expérience d'habituation visuelle, les bébés avaient uniquement besoin de détecter une anomalie dans ce qui est perçu. Diamond (1998, p. 186) a affirmé que « infants need only recognize that something is amiss ». Pour Willatts (1997), lors d'expériences visuelles d'habituation, les bébés sont comme passifs, car ils peuvent utiliser leur connaissance physique fondamentale pour interpréter les événements observés, mais ils ne sont pas capables d'exploiter ce savoir pour résoudre de façon appropriée le problème posé. Dans l'étude de Spelke *et al.* (1992), les bébés n'avaient pas besoin d'estimer la localisation exacte de la balle quand elle n'était pas visible. Ils devaient simplement se rendre compte que l'agencement du test comportait des anomalies. Dans notre expérience, comme dans l'expérience de Piaget, le bébé doit voir l'emplacement exact de la balle lorsqu'on la cache, afin de pouvoir la prendre. Il semble que le problème principal soit de savoir où se trouve la balle. Paul Harris arrive aux mêmes conclusions dans son chapitre intitulé « Infant Cognition » (1983) :

« However, I would argue... that Piaget has misstated the question that the infant comes to answer. He proposes that the infant comes to resolve the question of whether objects continue to exist when they are hidden. I would argue instead that the infant comes to resolve the question of where to search for an object ; any belief in object permanence is no more than an epiphenomenon... » (p. 730)<sup>1</sup>.

Harris justifie son argument sur la base des recherches réalisées dans les années 1960 et 1970, mais sa conceptualisation du problème a été corroborée par des recherches réalisées durant les années 1980 et 1990.

Nous avons montré que même des enfants de 2 à 3 ans avaient de la difficulté à suivre la trajectoire exacte d'une balle en mouvement (Berthier, Poirier, DeBlois, Clifton et Novak, 2000). Nous avons présenté aux enfants une balle qui roulait derrière une cloison avec quatre portes. On pouvait placer une barrière devant une des portes pour empêcher la progression de la balle. Pour avoir la balle, l'enfant devait ouvrir la porte où se trouvait la barrière (voir la figure 2 : le matériel utilisé). Avant tout, on familiarisait les enfants avec tous les éléments de l'expérience ; en l'absence de l'écran, ils

1. Toutefois, selon moi... Piaget a mal posé la question à laquelle répondent les bébés en se soumettant à l'expérience. Pour lui, la question est de savoir si les objets continuent d'exister lorsqu'ils sont cachés. Je dirais au contraire, pour moi, que les bébés ont à résoudre la question de savoir où chercher un objet ; la croyance en la permanence de l'objet n'est rien d'autre qu'un épiphénomène.



Fig. 2. — Vue du matériel expérimental, avec une enfant qui ouvre la troisième porte. On peut voir à travers la porte la balle appuyée contre le mur [cette photo est tirée de « Where's the ball? Two-and three-year-olds reason about unseen events », par Berthier, DeBlois, Poirier, Novak et Clifton, 2000, *Developmental Psychology*, 36, p. 395. Copyright 2000, American Psychological Association. Publication autorisée]

observaient la barrière qui arrêtait la balle sur la trajectoire entièrement visible. Ensuite, la même situation était proposée avec l'écran, mais toutes les portes étaient ouvertes. Pendant cette période de familiarisation, l'expérimentateur disait à plusieurs reprises à l'enfant : « Regarde, le mur a stoppé la balle. » Tout comme lors de l'expérience avec les bébés, la barrière, d'une couleur différente, était toujours visible, dépassant la cloison de quelques centimètres. Les comportements des enfants de 2 ans et de 2 ans et demi (ouvrir les portes pour saisir la balle) relevaient du hasard (voir fig. 3). Certains se bornaient à sélectionner leur porte « préférée », alors que d'autres choisissaient celle où la balle se trouvait lors de l'essai précédent. D'autres enfants faisaient le lien entre la barrière et le lieu où se trouvait la balle et ouvraient une porte adjacente. Ces enfants faisaient apparemment le lien entre la barrière et la balle, mais ne comprenaient pas que la balle puisse se trouver en amont de la barrière. À trois ans, la plupart des enfants ouvraient la bonne porte sans que ce soit dû au hasard.

Dans une étude ultérieure, nous avons offert des informations visuelles supplémentaires en mettant un écran transparent et en laissant uniquement les quatre portes opaques (Butler, Berthier et Clifton, en préparation). Ces informations additionnelles fournissaient deux signaux évidents : 1 / on pouvait voir la balle passer entre les portes ; 2 / on ne pouvait pas voir la balle passer derrière la porte d'où dépassait la barrière. Les enfants de 2 ans et demi ont amélioré leur performance, avec 75 % de réussite non due au hasard comparé à 19 % lors de l'expérience avec la cloison opaque (voir la figure 3 pour les résultats de l'expérience avec la cloison opaque). Les enfants de 2 ans ont également progressé, avec 30 % de réussite non due au hasard par rapport à aucune réussite dans l'expérience avec écran opaque. Ce qui est le plus frappant, c'est le lien entre l'exploration visuelle, et la capacité d'attraper la balle. Dans la majorité des cas, les enfants des deux âges suivaient la balle jusqu'à la porte où se trouvait l'obstacle. Ce comportement était fortement associé au fait de choisir la bonne porte pour les enfants plus vieux (dans environ 85 % des cas). Par contre, les plus jeunes enfants ne choisissaient la bonne porte que dans 50 % des cas. Ce qui nous intrigue le plus, c'est que les enfants n'utilisent pas l'information donnée par la balle en mouvement, même lorsqu'ils suivent explicitement son mouvement. La figure 3 donne la proportion de choix corrects pour trouver la balle derrière une porte. Chaque point représente la performance d'un enfant. Le nombre d'enfants, dans chaque catégorie d'âge, qui choisissent la bonne porte sans que ce soit dû au hasard est indiqué au bas du schéma. Les lignes horizontales montrent la médiane. Les rectangles comprennent les données qui se situent entre le 25<sup>e</sup> et le 75<sup>e</sup> percentiles.

Il est clair que tous ces enfants savaient que la balle existait, même lorsqu'ils ne pouvaient pas la voir et qu'elle se trouvait quelque part derrière la cloison. Il semble également établi que ces enfants de deux ans savaient qu'une balle solide ne pouvait pas passer à travers une cloison. Pourtant, bien qu'ils puissent voir le haut de la cloison et une partie de la trajectoire de la balle, ils étaient incapables de savoir exactement où se situait la balle. Hood (1995) a également observé cette incapacité à comprendre la dynamique d'événements invisibles. Il a montré que des enfants de 2 ans ne cherchaient pas au bon endroit une balle lâchée verticalement dans un tube opaque courbé. Les enfants faisaient « l'erreur de la gravité » et cherchaient la balle directement en dessous du haut du tube où ils avaient vu qu'on lâchait la balle (Hood, Carey et Prasada, à paraître, expérience 3). Dans une expérience similaire à la nôtre, des enfants de 2 ans ne tenaient pas compte de la présence d'une barrière quand on faisait rouler une balle horizontalement dans un espace séparé par une cloison. Les enfants cherchaient autant d'un côté que de l'autre, sans tenir compte du fait que la barrière bloquait le passage de la balle. Qu'est-ce qui fait que ces enfants ont tant de problème à résoudre ce qui nous semble n'être qu'un simple problème physique ? Tout d'abord, pour réussir l'expérience, l'enfant doit pouvoir *prévoir* exactement où se trouve la balle après qu'elle devienne invisible et qu'elle

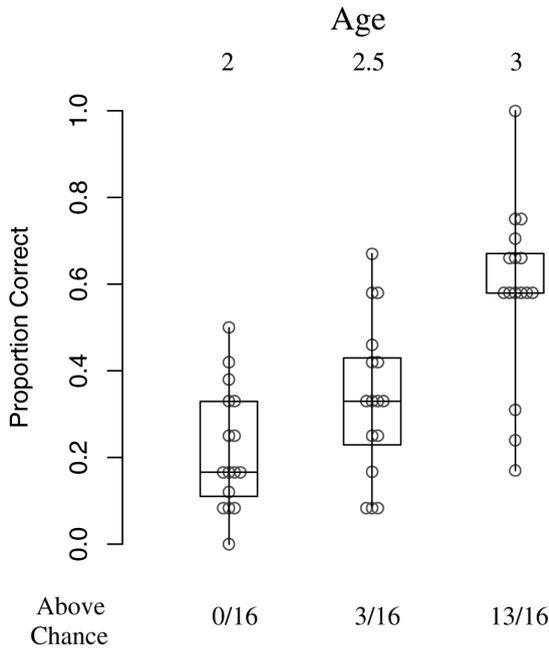


Fig. 3. — [Les données sont tirées de « Where's the ball ? Two-and three-year-olds reason about unseen events », par Berthier, DeBlois, Poirier, Novak et Clifton, 2000, *Developmental Psychology*, 36, p. 396. Copyright 2000, American Psychological Association. Adaptation autorisée]

continue sans doute d'avancer vers son but. Cette difficulté à concevoir le mouvement d'un objet devenu invisible est probablement liée au concept d'égoцентризм décrit par Piaget. Si on applique ce concept aux situations décrites ci-dessus, on peut dire que les enfants éprouvaient des difficultés à suivre la balle qui roule lorsqu'elle se trouvait en dehors de leur champ de vision, car ils devaient coordonner les relations spatiales entre deux ou plusieurs objets dans l'espace objectif, au lieu d'un seul en relation avec leur propre corps (dans le cas d'expériences plus simples avec des objets immobiles). Dans les expériences de Berthier *et al.* (2000) et plus particulièrement de Hood *et al.* (à paraître), les enfants devaient coordonner une balle invisible en mouvement avec une partie invisible de la barrière. Selon Piaget (1954, p. 204), à la fin de la phase VI, les enfants ont une représentation des relations spatiales et même des déplacements invisibles. D'après nos données, il semble que l'égoцентризм soit encore présent chez des enfants de 2 ans ; toutefois, Hood *et al.* (à paraître) ont découvert qu'à 2 ans et demi, les enfants étaient en mesure de résoudre ce problème de double choix et nous avons trouvé qu'à 3 ans, les enfants étaient capables de résoudre notre problème des quatre portes (Berthier *et al.*, 2000).

Bremner (1978 *a*, 1978 *b*) a démontré que le codage de l'endroit où se trouvent les objets cachés se fait d'abord en référence à notre propre mouvement plutôt que par rapport au mouvement de l'objet. Ainsi, si on avait modifié notre expérience des portes de telle manière que l'enfant puisse trouver la balle en référence à son propre corps (plutôt qu'en fonction de la barrière), les enfants de deux ans auraient peut-être été capables de résoudre le problème.

Est-ce que le fait que les enfants ne soient pas capables de trouver correctement la balle contredit les travaux sur les bébés qui ont démontré une sensibilité aux événements possibles et impossibles ? Non. L'expérience de la « porte » exige de l'enfant qu'il utilise son savoir pour résoudre un problème : trouver la balle. L'usage du regard comme indice avec les petits bébés ne demandait pas cela. Lorsque l'on conçoit nos expériences, nous devons nous demander : de quel niveau de connaissance et de dextérité a besoin l'enfant pour y arriver ? Lorsque la réponse exigée est le regard, la connaissance se situe au niveau de la perception, et les êtres humains sont extrêmement doués pour percevoir des anomalies qui violent certaines règles. On peut être conscient qu'il y a quelque chose qui cloche, même sans être capable de définir la règle qui a été violée. Par exemple, on a longtemps pensé que les personnes aphasiques, qui ne pouvaient pas prononcer des phrases grammaticalement correctes, avaient des problèmes à comprendre et à se souvenir des règles grammaticales. Lorsque Linebarger, Schwarz et Saffran (1983) leur ont fait passer une expérience de discrimination perceptive, ils ont montré que les patients étaient capables de distinguer entre les phrases grammaticalement correctes et incorrectes ; toutefois, ils ne pouvaient toujours pas prononcer des phrases grammaticalement correctes. En d'autres termes, ils reconnaissaient la règle, mais ne pouvaient pas l'appliquer. Stager et Werker (1997) nous ont donné un autre exemple d'enfants incapables d'utiliser l'information qu'ils percevaient dans une situation, mais qui étaient en mesure de discriminer parfaitement dans une autre situation. Dans une expérience où on faisait apprendre des mots à des bébés de 14 mois, on leur donnait deux sons du langage très similaires ; on a découvert qu'ils n'étaient pas capables de distinguer entre ces deux sons et de les apprendre comme deux mots distincts. Toutefois, lorsque ces mêmes sons étaient utilisés dans une expérience de discrimination perceptive, les enfants étaient capables de les distinguer.

Frank Keil (communication personnelle, 18 février, 2000), a suggéré que l'on transforme l'expérience de la « porte » en une expérience de discrimination des perceptions, sans demander à l'enfant de trouver la balle. Si des enfants de 2 ans arrivent à détecter des mouvements impossibles de la balle, mais ne sont pas capables de la trouver, on pourra alors prouver qu'il y a dissociation entre le fait de pouvoir percevoir les choses et le fait d'utiliser ces connaissances pour résoudre un problème.

En conclusion, où en sommes nous après quarante ans de recherches sur les bébés ? Le très vaste savoir accumulé au cours des années sur le

développement des capacités perceptives, ainsi que sur le développement moteur et cognitif des bébés constitue une réussite formidable<sup>1</sup>. Le bébé a d'abord été considéré comme un être non cortical, agissant de manière purement réflexe, pour ensuite être reconnu comme un organisme compétent et très bien équipé pour faire face au monde. La plupart des connaissances que nous avons acquises ont été diffusées et rendues accessibles au grand public, aux gouvernements et aux médecins, mais nous devons rester vigilants. Les parents qui désirent en savoir plus sur leur bébé ont accès à une foule de livres et de magazines. Les gouvernements ont financé généreusement des recherches sur les bébés, et les pratiques des gynécologues et des pédiatres ont beaucoup évolué, et tout cela est très positif. Pour le futur, des perspectives intéressantes s'ouvrent, car nous venons juste de commencer à comprendre les fonctionnements de base du bébé, un être aussi complexe que fascinant.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Adolph, K. E. (1997). Learning in the development of infant locomotion. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 62 (3, Serial No. 251).
- Adolph, K. E., Eppler, M. A., & Gibson, E. J. (1993 b). Crawling versus walking infants' perception of affordances for locomotion over sloping surfaces. *Child Development*, 64, 1158-1174.
- Aslin, R. N., Pisoni, D. B., & Jusczyk, P. W. (1983). Auditory development and speech perception in infancy. In P. H. Mussen (Series Ed.), & M. M. Haith, & J. J. Campos (vol. Eds), *Handbook of child psychology*, vol. 2 : *Infancy and the biology of development* (4th ed., pp. 573-687). New York : Wiley.
- Aslin, R. N., Pisoni, D. B., & Jusczyk, P. W. (1998). Speech and auditory processing during infancy : Constraints on and precursors to language. In W. Damon (Series Ed.), & D. Kuhn, & R. S. Siegler (vol. Eds), *Handbook of child psychology*, vol. 2 : *Cognition, perception, and language* (5th ed., pp. 147-198). New York : Wiley.
- Baillargeon, R. (1993). The object concept revisited ; New directions in the investigation of infants' physical knowledge. In C. E. Granrud (Ed.), *Visual perception and cognition in infancy* (pp. 265-315). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Baillargeon, R. (1999). Young infants' expectations about hidden objects : A reply to three challenges. *Developmental Science*, 2, 115-132.
- Baillargeon, R., Graber, M., DeVos, J., & Black, J. (1990). Why do young infants fail to search for hidden objects ? *Cognition*, 36, 225-284.
- Banks, M. S., & Salapatek, P. (1983). Infant visual perception. In P. H. Mussen (Series Ed.), & M. M. Haith, & J. J. Campos (vol. Eds), *Handbook of child psychology*, vol. 2 : *Infancy and the biology of development* (4th ed., pp. 435-571). New York : Wiley.
- Bartoshuk, A. (1962). Response decrement with repeated elicitation of human neonatal cardiac acceleration to sound. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 55, 9-13.
- Bertenthal, B. I. (1993). Infants' perception of biomechanical motions : Intrinsic image and knowledge-based constraints. In C. E. Granrud (Ed.), *Visual perception and cognition in infancy* (pp. 175-214). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Bertenthal, B. I. (1996). Origins and early development of perception, action, and representation. *Annual Review of Psychology*, 47, 431-459.

1. Si je n'ai pas mentionné les nombreux travaux tout aussi importants qui ont été réalisés sur le développement social et émotionnel, c'est que je les connais moins bien.

- Bertenthal, B., & Bai, D. (1989). Infants' sensitivity to optical flow for controlling posture. *Developmental Psychology*, 25, 936-945.
- Bertenthal, B. I., & Clifton, R. K. (1998). Perception and action. In W. Damon (Series Ed.), & D. Kuhn, & R. S. Siegler (vol. Eds), *Handbook of child psychology*, vol. 2 : *Cognition, perception, and language* (5th ed., pp. 51-102). New York : Wiley.
- Berthier, N. E., DeBois, S., Poirier, C. R., Novak, M. A., & Clifton, R. K. (2000). What's behind the door ? Two and three-year-olds reason about unseen events. *Developmental Psychology*, 36, 394-401.
- Berthier, N. E., Bertenthal, B. I., Seaks, J. D., Sylvia, M. R., Johnson, R. L., & Clifton, R. K. (in press). Using object knowledge in visual tracking and reaching. *Infancy*.
- Bertoncini, J., Bijeljac-Babic, R., Blumstein, S., & Mehler, J. (1987). Discrimination of very short CVs in neonates. *Journal of the Acoustical Society of America*, 82, 1-37.
- Brackbill, Y., Fitzgerald, H. E., & Lintz, L. M. (1967). A developmental study of classical conditioning. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 38 (Serial No. 116).
- Bredberg, G. (1985). The anatomy of the developing ear. In S. E. Trehub, & B. Schneider (Eds), *Auditory development in infancy* (pp. 3-20). New York : Plenum Press.
- Bremner, J. G. (1978 a). Spatial errors made by infants : Inadequate spatial cues or evidence of egocentrism ? *British Journal of Psychology*, 69, 77-84.
- Bremner, J. G. (1978 b). Egocentric versus allocentric coding in nine-month-old infants : Factors influencing the choice of code. *Developmental Psychology*, 14, 346-355.
- Bremner, J. G. (1988). *Infancy*. Oxford, UK ; New York, NY, États-Unis : Basil Blackwell, Ltd.
- Bremner, J. G. (1997). From perception to cognition. In G. Bremner, A. Slater, & G. Butterworth (Eds), *Infant development : Recent advances* (pp. 55-74) Hove : UK.
- Bril, B., & Breniere, Y. (1992). Postural requirements and progression velocity in young walkers. *Journal of Motor Behavior*, 24, 105-116.
- Bronstein, A. I., Antonova, T. G., Kamenetskaya, A. G., Luppova, N. N., & Sytova, V. A. (1958). On the development of the function of analyzers in infants and some animals at the early stages of ontogenesis. In : *Problems of evolution of physiological functions*. OTS Report No. 60-51066. Translation available from US Dept. of Commerce. Moscow : Acad. Sciences.
- Bruner, J. S. (1969). Eye, hand, and mind. In D. Elkind, & J. Flavell (Eds), *Studies in cognitive development : Essays in honor of Jean Piaget* (pp. 223-236). New York : Oxford University Press.
- Bullinger, A. (1981). Cognitive elaboration of sensorimotor behavior. In G. Butterworth (Ed.), *Infancy and epistemology : An evaluation of Piaget's theory* (p. 173-199). Brighton, Sussex : Harvester Press.
- Bullinger, A. (1991). Vision, posture et mouvement chez le bébé : Approche développementale et clinique. In F. Jouen, & A. Henocq (Eds), *Du nouveau-né au nourrisson : Recherche fondamentale et pédiatrie* (pp. 47-63). Paris : PUF.
- Bullinger, A. (1998). La genèse de l'axe corporel, quelques repères. *Enfance*, 50, 26-34.
- Butlet, S., Berthier, N., & Clifton, R. (in preparation). Toddlers' search strategies and visual tracking in a hidden displacement task.
- Butterworth, G. (1981). Object permanence and identity in Piaget's theory of infant cognition. In G. Butterworth (Eds), *Infancy and epistemology : An evaluation of Piaget's theory* (pp. 137-169). Brighton, Sussex : The Harvester Press Ltd.
- Butterworth, G., & Hicks, L. (1977). Visual proprioception and postural stability in infancy : a developmental study. *Perception*, 6, 255-262.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., & Witherington, D. Travel broadens the mind. *Infancy*, 1, 149-219.
- Carmichael, L. (1970). Onset and early development of behavior. In P. H. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology* (44-563). New York : Wiley.

- Clifton, R. K. (1974). Heart rate conditioning in the newborn infant. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18, 9-21.
- Clifton, R. K. (1978). The effects of behavioral state and motor activity on infant heart rate. In A. Collins (Ed.), *Minnesota Symposia on Child Psychology*, vol. 11 (pp. 64-97). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Press.
- Clifton, R. K. (1992). The development of spatial hearing in human infants. In L. A. Werner, & E. W. Rubel (Eds), *Developmental psychoacoustics* (pp. 135-157). Washington, DC : American Psychological Association.
- Clifton, R. K., Muir, D., Ashmead, D. H., & Clarkson, M. G. (1993). Is visually guided reaching in early infancy a myth? *Child Development*, 64, 1099-1110.
- Clifton, R. K., & Nelson, M. N. (1976). Developmental study of habituation in infants : The importance of paradigm, response system, and state. In T. J. Tighe, & R. N. Leaton (Eds), *Habituation : Perspectives from child development, animal behavior, and neurophysiology* (pp. 159-205). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Clifton, R. K., Perris, E. E., & Bullinger, A. (1991). Infants' perception of auditory space. *Developmental Psychology*, 27, 187-197.
- Clifton, R. K., Perris, E. E., & McCall, D. D. (1999). Does reaching in the dark for unseen objects reflect representation in infants? *Infant Behavior & Development*, 22, 297-302.
- Clifton, R. K., Rochat, P., Litovsky, R. Y., & Perris, E. E. (1991). Object representation guides infants' reaching the dark. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 17, 323-329.
- Clifton, R., Rochat, P., Robin, D., & Berthier, N. (1994). Multimodal perception in the control of infant reaching. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 20, 876-886.
- Cohen, L. B. (1976). Habituation of infant visual attention. In T. J. Tighe, & R. N. Leaton (Eds), *Habituation : Perspectives from child development, animal behavior, and neurophysiology* (pp. 207-238). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, L. B., & Oakes, L. (1993). How infants perceive a simple causal event. *Developmental Psychology*, 29, 421-433.
- Cohen, L. B., & Salapatek, P. H. (Eds) (1975). *Infant perception : From sensation to cognition. Basic visual processes*, vol. 1. New York : Academic Press.
- Dayton, G. O., Jr., & Jones, M. H. (1964). Analysis of characteristics of fixation reflexes in infants by use of direct current electrooculography. *Neurology*, 14, 1152-1156.
- Dayton, G. O., Jr., Jones, M. H., Aiu, P., Rawson, R. A., Steele, B., & Rose, M. (1964). Developmental study of coordinated eye movements in the human infant. 1. Visual acuity in the newborn human : a study based on induced optokinetic nystagmus recorded by electrooculography. *Archives of Ophthalmology*, 71, 865-870.
- DeCasper, A. J., & Fifer, W. P. (1980). Of human bonding : Newborns prefer their mothers' voices. *Science*, 208, 1174-1176.
- Diamond, A. (1991). Neurological insights into the meaning of object concept development. In S. Carey, & R. Gelman (Eds), *The epigenesis of mind : Essays on biology and cognition* (pp. 67-110). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Diamond, A. (1998). Understanding the A-not-B error : Working memory vs. reinforced response, or active trace vs. latent trace. *Developmental Science*, 1, 185-189.
- Eimas, P. D., Siqueland, E., R., Jusczyk, P. W., & Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science*, 171, 303-306.
- Engen, T., Lipsitt, L. P., Kaye, H. (1963). Olfactory responses and adaptation in the human neonate. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 56 (1), 73-77.
- Eggermont, J. J. (1985). Physiology of the developing auditory system. In S. E. Trehub, & B. Schneider (Eds), *Auditory development in infancy* (pp. 21-45). New York : Plenum Press.
- Fantz, R. L. (1961). The origin of form perception. *Scientific American*, 204, 66-72.
- Fantz, R. L. (1963). Pattern vision in newborn infants. *Science*, 140, 296-297.
- Fantz, R. L. (1964). Visual experience in infants. *Science*, 146, 668-670.

- Fantz, R. L., Ordy, J. M., & Udelf, M. S. (1962). Maturation of pattern vision in infants during the first six months. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, *55*, 907-917.
- Freedland, R. L., & Bertenthal, B. I. (1994). Developmental changes in interlimb coordination : Transition to hands-and-knees crawling. *Psychological Science*, *5*, 26-32.
- Gibson, E. J., Ricco, G., Schmuckler, M. A., Stoffregen, T. A., Rosenberg, D., & Taormina, J. (1987). Detection of the traversability of surfaces by crawling and walking infants. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *13*, 533-544.
- Gibson, E. J., & Schmuckler, M. A. (1989). Going somewhere : An ecological and experimental approach to the development of mobility. *Ecological Psychology*, *1*, 3-25.
- Gibson, E. J., & Walk, R. D. (1960). The « visual cliff ». *Scientific American*, *202*, 64-71.
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston : Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston : Houghton Mifflin.
- Graham, F. K., Clifton, R. K., & Hatton, H. M. (1968). Habituation of heart rate response to repeated auditory stimulation during the first days of life. *Child Development*, *39*, 35-52.
- Goubet, N., & Clifton, R. K. (1998). Object and event representation in 6 ½-month-old infants. *Developmental Psychology*, *34*, 63-76.
- Granrud, C. E. (Ed.). (1993). *Visual perception and cognition in infancy*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gregg, C., Clifton, R. K., & Haith, M. M. (1976). A possible explanation for the frequent failure to find cardiac orienting in the newborn infant. *Developmental Psychology*, *12*, 75-76.
- Haith, M. M. (1998). Who put the cog in infant cognition ? Is rich interpretation too costly ? *Infant Behavior & Development*, *21*, 167-179.
- Harris, P. L. (1983). Infant cognition. In P. H. Mussen (Series Ed.), & M. M. Haith, & J. J. Campos (vol. Eds), *Handbook of child psychology*, vol. 2 : *Infancy and the biology of development* (4th ed., pp. 689-782). New York : Wiley.
- Haynes, H., White, B. L., & Held, R. (1965). Visual accommodation in human infants. *Science*, *148*, 528-530.
- Hespos, S. J., & Rochat, P. (1997). Dynamic mental representation in infancy. *Cognition*, *64*, 153-188.
- von Hofsten, C. (1979). Development of visually guided reaching : The approach phase. *Journal of Human Movement Studies*, *5*, 160-178.
- von Hofsten, C. (1980). Predictive reaching for moving objects by human infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, *30*, 369-382.
- von Hofsten, C. (1983). Catching skills in infancy. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *9*, 75-85.
- von Hofsten, C., & Ronnqvist, L. (1988). Preparation for grasping an object : A developmental study. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, *14*, 610-621.
- Hood, B. M. (1995). Gravity rules for 2-4-year-olds ? *Cognitive Development*, *10*, 577-598.
- Hood, B. M., Carey, S., & Prasada, S. (in press). Predicting the outcomes of physical events : Two-year-olds fail to reveal knowledge of solidity and support. *Child Development*.
- Jackson J. C., Kantowitz, S. R., & Graham, F. K. (1971). Can newborns show cardiac orienting ? *Child Development*, *42*, 107-121.
- Johnson, R. L., Sylvia, M. R., Berthier, N. E., & Clifton, R. K. (1999). A transparent screen can facilitate infants' planning a reach. Poster presented at the Society for Research in Child Development, Albuquerque, April.
- Keen, R. E. (1964). The effects of auditory stimuli on sucking behavior in the human neonate. *Journal of Experimental Child Psychology*, *1*, 348-354.
- Keen, R. E., Chase, H. H., & Graham, F. K. (1965). Twenty-four-hour retention by neonates of an habituated heart rate response. *Psychonomic Science*, *2*, 265-266.
- Kellman, P. J., & Banks, M. S. (1998). Infant visual perception. In W. Damon (Series Ed.), & D. Kuhn, & R. S. Siegler (vol. Eds), *Handbook of child psychology*, vol. 2 : *Cognition, perception, and language* (5th ed., pp. 103-146). New York : Wiley.

- Kessen, W., Haith, M. M., & Salapatek, P. H. (1970). Infancy. In P. H. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology* (pp. 287-445). New York : Wiley.
- Leslie, A. M., Xu, F., Tremoulet, P. D., & Scholl, B. J. (1998). Indexing and the object concept : developing « what » and « where » systems. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 10-18.
- Linebarger, M. C., Schwarz, M. F., & Saffran, E. M. (1983). Sensitivity to grammatical structure in so-called agrammatic aphasics. *Cognition*, 13, 361-392.
- Lipsitt, L. P. (1963). Learning in the first year of life. In L. P. Lipsitt, & C. C. Spiker (Eds), *Advances in child development and behavior*, vol. 1 (pp. 147-195). New York : Academic Press.
- van der Meer, A. L. H., van der Weel, F. R., & Lee, D. N. (1995). The functional significance of arm movements in neonates. *Science*, 267, 693-695.
- McCarty, M. E., & Ashmead, D. H. (1999). Visual control of reaching and grasping in infants. *Developmental Psychology*, 35, 620-631.
- McCarty, M. E., Clifton, R. K., Ashmead, D. H., Lee, P., & Goubet, N. (in press). How infants use vision for grasping objects. *Child Development*.
- Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1998). Object representation, identity, and the paradox of early permanence : Steps toward a new framework. *Infant Behavior & Development*, 21, 201-235.
- Moore, J. M., Thompson, G., & Thompson, M. (1975). Auditory localization of infants as a function of reinforcement conditions. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 40, 29-34.
- Muir, D., & Field, J. (1979). New born infants orient to sounds. *Child Development*, 50, 431-436.
- Munakata, Y. (1998). Infant perseveration and implications for object permanence theories : A PDP model of the AB task. *Developmental Science*, 1, 161-184.
- Olsho, L. W., Koch, E. G., Halpin, C. F., & Carter, E. A. (1987). An observer-based psychoacoustic procedure for use with young infants. *Developmental Psychology*, 23, 627-640.
- Papousek, H. (1961). Conditioned head rotation reflexes in the first six months of life. *Acta Paediatrica*, 50, 565-576.
- Papousek, H. (1967). Experimental studies of appetitional behavior in human newborns and infants. In H. W. Stevenson, E. H. Hess, & H. L. Rheingold (Eds), *Early behavior : Comparative and developmental approaches* (pp. 249-278). New York : Wiley.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel et Paris : Delachaux & Niestlé.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York : International Universities Press, Inc.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York : Basic Books.
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. New York : Harper Collins.
- Pratt, C. (1954). The neonate. In L. Carmichael (Ed.), *Manual of child psychology*. (2nd ed., pp. 215-291). New York : Wiley.
- Prechtl, H. F. R. (1958). The directed head turning response and allied movements in the human baby. *Behavior*, 13, 212-242.
- Reed, E. S. (1982). An outline of a theory of action systems. *Journal of Motor Behavior*, 14, 98-134.
- Robin, D. J., Berthier, N. E., & Clifton, R. K. (1996). Infants' predictive reaching for moving objects in the dark. *Developmental Psychology*, 32, 824-835.
- Rochat, P. (1992). Self-sitting and reaching in 5- to 8-month-old infants : The impact of posture and its development on early eye-hand coordination. *Journal of Motor Behavior*, 24, 210-220.
- Rovee-Collier, C. K. (1987). Learning and memory in infancy. In J. D. Osofsky (Ed.), *Handbook of infant development* (2nd ed., pp. 98-148). New York : Wiley.
- Rovee-Collier, C. K., & Lipsitt, L. P. (1982). Learning, adaptation, and memory in the newborn. In P. Stratton (Ed.), *Psychobiology of the human newborn* (pp. 147-190). New York : Wiley.

- Salapatek, P., & Kessen, W. (1966). Visual scanning of triangles by the human newborn. *Journal of Experimental Child Psychology*, 3, 155-167.
- Schneider, B. A., & Trehub, S. E. (1985). Behavioral assessment of basic auditory abilities. In S. E. Trehub, & B. Schneider (Eds), *Auditory development in infancy* (pp. 101-114). New York : Plenum Press.
- Schneider, B. A., & Trehub, S. E. (1992). Sources of developmental change in auditory sensitivity. In L. A. Werner, & E. W. Rubel (Eds), *Developmental psychoacoustics* (pp. 3-46). Washington, DC : American Psychological Association.
- Siqueland, E. R., & Lipsitt, L. P. (1966). Conditioned headturning in human newborns. *Journal of Experimental Child Psychology*, 3, 356-376.
- Smith, L. B. (1999). Do infants possess innate knowledge structures ? The con side. *Developmental Science*, 2, 133-144.
- Sokolov, E. N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. New York : Macmillan.
- Spelke, E. (1998). Nativism, empiricism, and the origins of knowledge. *Infant Behavior & Development*, 21, 181-200.
- Spelke, E., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99, 605-632.
- Stager, C. L., & Werker, J. E. (1997). Infants listen for more phonetic detail in speech perception than in word-learning tasks. *Nature*, 388, 381-382.
- Stoffregen, T. A., Schmuckler, M. A., & Gibson, E. J. (1987). Use of central and peripheral optical flow in stance and locomotion in young walkers. *Perception*, 16, 113-119.
- Thelen, E. (1979). Rhythmical stereotypies in normal human infants. *Animal Behavior*, 27, 699-715.
- Thelen, E. (1980). Determinants of amounts of stereotyped behavior in normal human infants. *Ethology and Sociobiology*, 1, 141-150.
- Thelen, E. (1995). Motor development : A new synthesis. *American Psychologist*, 50, 79-95.
- Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J. P., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The transition to reaching : Mapping intention and intrinsic dynamics. *Child Development*, 64, 1058-1098.
- Thelen, E., & Fisher, D. M. (1982). Newborn stepping : An explanation for a « disappearing reflex ». *Developmental Psychology*, 18, 760-775.
- Werner, L. A. (1998). Behavioral studies of hearing development. In E. W. Rubel, A. N. Popper, & R. R. Fay (Eds), *Development of the auditory system* (pp. 12-79). New York : Springer.
- Werner, L. A., & Rubel, E. W (Eds) (1992). *Developmental psychoacoustics*. Washington, DC : American Psychological Association.
- Willatts, P. (1997). Beyond the « couch potato » infant : How infants use their knowledge to regulate action, solve problems, and achieve goals. In G. Bremner, A. Slater, & G. Butterworth (Eds), *Infant development : Recent advances* (pp. 109-135). Hove : UK.

#### Remerciements

Ce texte est une adaptation d'un discours que j'ai prononcé en juillet 2000 lors du congrès de l'International Society on Infant Studies, à Brighton en Angleterre. La version anglaise de ce texte, « Lessons from Infants : 1960-2000 », est publiée dans *Infancy*, revue officielle de cette Société et le copyright appartient à Lawrence Erlbaum Associates. Cette recherche a été soutenue financièrement par la subvention NIH RO1 HD27714 et par un prix scientifique (Research Scientist Award de NIMH, MH 00332).

Tout au long de ma carrière j'ai eu la chance de travailler avec des collègues, des doctorants, des étudiants, des postdocs formidables et j'ai bénéficié du soutien inconditionnel de mon mari. Je leur transmets toute ma gratitude. Enfin, je remercie Michael McCarthy et Neil Berthier pour avoir préparé les graphiques et les images présentées dans ce texte, et Anne-Béatrice Bullinger pour l'avoir traduit en français.