

P S Y C H O S U P

Le développement du nourrisson

Du cerveau au milieu social et du fœtus au jeune enfant

Conseillers éditoriaux :

Roger Lécuyer et Édouard Gentaz

Sous la direction de
Roger Lécuyer

© Dunod, Paris, 2004
ISBN 2 10 048545 8

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

DUNOD

Chapitre 8

LE RAISONNEMENT DES BÉBÉS À PROPOS DES OBJETS CACHÉS : DES PRINCIPES GÉNÉRAUX ET DES ATTENTES SPÉCIFIQUES¹

1. Par Renée Baillargeon. Chapitre traduit de l'anglais par Roger Lécuver et revu par l'auteur.

En tant qu'adultes, nous possédons un grand nombre de connaissances à propos du monde physique, et nous les utilisons pour répondre à beaucoup d'objectifs divers : par exemple, pour prédire et interpréter les événements physiques, pour guider nos actions sur les objets, pour interpréter les actions des autres, et même pour amuser ou illusionner les gens. Durant les vingt dernières années, mes collaborateurs et moi avons étudié comment les bébés utilisent leurs connaissances physiques en développement, pour prédire et interpréter les résultats des événements physiques qu'ils observent.

Comme nous le savons tous, Piaget (1936, 1937) a été le premier chercheur à étudier le développement des connaissances physiques des bébés. Par ses observations et ses écrits, Piaget a soulevé beaucoup de questions stimulantes au sujet de la compréhension des objets, de l'espace, du temps et de la causalité chez le bébé. Malheureusement, Piaget n'a jamais eu accès aux méthodes sophistiquées maintenant disponibles, et il a donc eu tendance à sous-estimer les connaissances physiques et capacités de raisonnement des bébés. Ces nouvelles méthodes ont produit deux résultats généraux : (1) même les jeunes enfants possèdent des attentes au sujet des événements physiques, et (2) ces attentes se développent de manière importante au cours de la première année (pour une revue récente, cf. Baillargeon, 2001, 2002). Dans ce chapitre, j'illustrerai ces données générales en me concentrant sur une partie des connaissances physiques des bébés : leur capacité à prédire et interpréter les résultats d'événements physiques impliquant des *objets cachés*.

Des recherches récentes suggèrent que les bébés forment des catégories distinctes d'événements comme la collision, le support, l'inclusion¹. L'existence de ces catégories a été mise en évidence à partir de différents sous-champs de la connaissance infantile incluant la différenciation de catégories,

le raisonnement physique, la persistance, et l'individualisation des objets (Aguiar et Baillargeon, 2003 ; Casasola, Cohen et Chiarello, 2003 ; Hespos et Baillargeon, 2001a ; McDonough, Choi et Mandler, 2003 ; Munakata, 1997 ; Needham et Ormsbee, 2003 ; Wilcox et Baillargeon, 1998a ; Wilcox et Chappa, 2002 ; pour une revue partielle, cf. Baillargeon et Wang, 2002). Dans ce chapitre, je vais me centrer sur trois catégories d'événements impliquant des objets cachés : l'*occlusion* (où un objet se déplace ou est placé derrière un autre objet, ou cache¹), l'*inclusion* (où un objet est placé dans un contenant²) et le *recouvrement* (où un couvercle³ rigide est mis en place pour recouvrir un objet).

La plupart des recherches dont je vais parler utilisent la méthode de la transgression des attentes (TDA)⁴ (Baillargeon, 1998 ; Wang, Baillargeon et Bruelckner, 2004). Dans une expérience type, les bébés voient successivement deux événements : un événement *attendu*, qui correspond à ce que l'on pouvait attendre dans l'expérience, et un événement *inattendu*, qui transgresse cette attente. Si les bébés regardent plus longtemps l'événement inattendu que l'événement attendu, on peut conclure, avec les contrôles nécessaires, (1) qu'ils possèdent une attente sur le processus étudié ; (2) qu'ils détectent la transgression dans l'événement inattendu ; et (3) qu'ils sont « surpris » par cette transgression. Le mot « surpris » est utilisé ici simplement comme un descripteur rapide de l'augmentation d'intérêt ou d'attention provoqué par la transgression. Dans le courant de ce chapitre, j'utiliserai indifféremment les expressions « détectent une transgression », « sont surpris par une transgression » et « répondent par une attention accrue à une transgression ».

Ce chapitre est organisé en cinq grandes parties. Premièrement, je traiterai des attentes des très jeunes bébés à propos des objets cachés. Deuxièmement, j'explorerai différents chemins par lesquels ces attentes se développent dans la première année. Troisièmement, je pointerai quelques divergences apparentes entre les résultats exposés dans les parties 1 et 2 et présenterai une nouvelle conception du raisonnement physique des bébés qui tente d'expliquer ces divergences. Quatrièmement, je décrirai deux lignes de recherche qui testent des prédictions issues de cette conception. Enfin, j'examinerai des critiques récentes de la méthode TDA, et j'évaluerai ces critiques à la lumière des résultats présentés auparavant et d'autres données.

1. *Occluder* (NDT).
2. *Contaiter* (NDT).
3. Le mot *cover* utilisé par Rencé Baillargeon en anglais est beaucoup plus général que le mot couvercle en français : il désigne ce qui recouvre, une couverture par exemple. Dans toutes les expériences présentées, les « couvercles » sont des boîtes retournées, utilisées également comme contenants dans d'autres conditions expérimentales (NDT).
4. *Violation-of-expectation* (VOE).

1 AU COMMENCEMENT

À ce jour, les bébés les plus jeunes testés avec succès avec la méthode TDA ont 2,5 mois. À ma connaissance, il y a maintenant six articles indiquant que ces bébés peuvent détecter des transgressions d'occlusion, d'inclusion et de recouvrement. Plutôt que d'exposer ces expériences en détail, je décris simplement les transgressions que les bébés y détectent.

1.1.1 L'occlusion

Spelke, Bremlinger, Macomber et Jacobson (1992) ont montré à des bébés de 2,5 mois deux barrières situées près l'une de l'autre à l'extrémité droite d'une plate-forme. Un écran était abaissé pour cacher les barrières, et la main d'un expérimentateur plaçait une balle à l'extrémité gauche de la plate-forme et la poussait doucement de sorte qu'elle roulait derrière l'écran. Enfin, l'écran relevé révélait la balle située contre la seconde barrière. Les bébés ont regardé plus longtemps ce résultat qu'un résultat similaire attendu, ce qui suggère qu'ils croyaient que la balle continuait d'exister une fois cachée, et réalisaient qu'elle ne pouvait rouler jusqu'à la seconde barrière, puisque la première barrait le chemin.

Wilcox, Nadel et Rosser (1996) ont montré à des bébés de 2,5 mois un petit lion en plastique situé sur un support parmi deux. Ensuite, des écrans cachaient les supports, et une main gantée apparaissait, qui retrouvait le lion derrière l'autre écran. Les bébés détectaient la transgression, suggérant qu'ils croyaient que le lion continuait d'exister une fois caché, et réalisaient qu'il ne pouvait être retrouvé derrière un écran après avoir été caché derrière un autre.

Dans une série d'expériences, Andriá Aguilar, Yuyan Luo et moi avons montré à des bébés de 2,5 mois des événements dans lesquels un objet disparaissait derrière le premier de deux écrans séparés par un espace. Après quelques secondes, l'objet sortait de derrière le second écran (Aguiar et Baillargeon, 1999 ; Luo et Baillargeon, sous presse). Les mêmes résultats ont été obtenus avec des écrans symétriques ou asymétriques, et avec comme objet une petite souris ou un grand cylindre. Dans tous les cas, les bébés répondaient avec une attention accrue, suggérant qu'ils pensaient que l'objet continuait d'exister une fois caché, et réalisaient qu'il ne pouvait disparaître derrière un écran et ressortir de l'autre sans apparaître dans l'espace inter-écran.

Événements d'occlusion

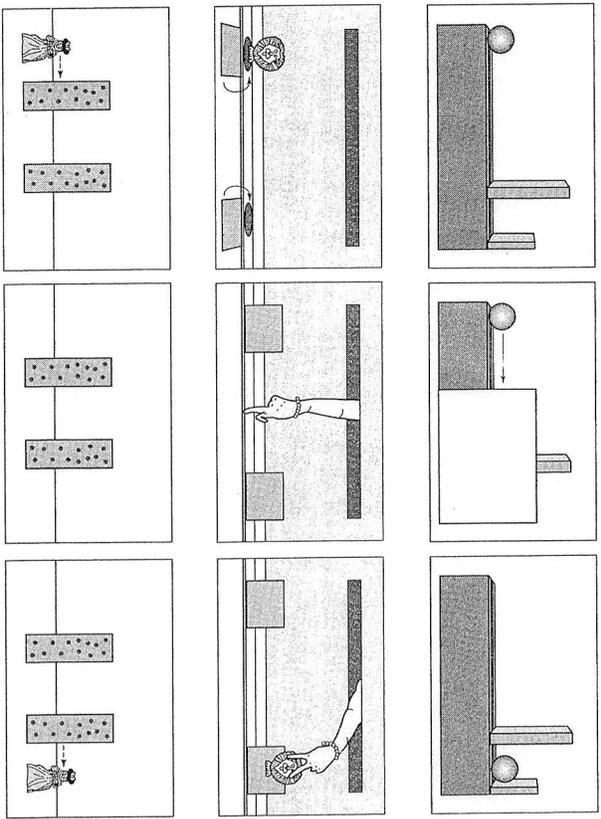


Figure 8.1

Transgressions d'occlusion détectées par des bébés de 2 mois et demi
 (ligne 1 : Spelke et coll., 1992 ; ligne 2 : Wilcox et coll., 1996 ;
 ligne 3 : Aguiar et Baillargeon, 1999)

1.1.2 L'inclusion

Sue Hespous et moi avons montré que des bébés de 2,5 mois pouvaient détecter deux types de transgressions d'inclusion (Hespous et Baillargeon, 2001b). Dans la première transgression, un expérimentateur tournait un grand contenant vers l'avant pour montrer au bébé son dessus fermé. Ensuite, il plaçait le contenant debout sur le plancher du dispositif et descendait un objet dans le contenant à travers le dessus fermé. Dans la seconde transgression, l'expérimentateur descendait un objet dans un contenant par le dessus ouvert, et ensuite glissait le contenant vers l'avant puis sur le côté, laissant apparaître l'objet dans la position initiale du contenant. Dans les deux cas, les bébés répondaient par une attention accrue, suggérant qu'ils pensaient que l'objet continuait d'exister une fois caché, et réalisaient qu'il ne pouvait pas passer à travers le couvercle ou les parois du contenant.

Événements d'inclusion

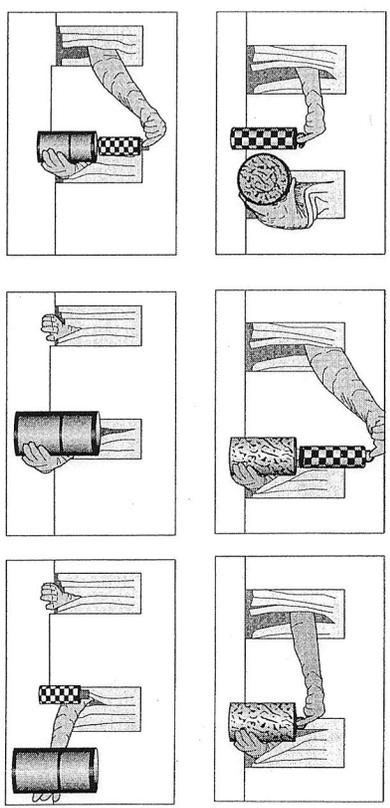


Figure 8.2

Transgressions d'inclusion détectées par des bébés de 2 mois et demi
 (Hespous et Baillargeon, 2001b)

1.1.3 Le recouvrement

Enfin, Su-hua Wang, Sarah Paterson et moi avons récemment trouvé que les bébés âgés de 2,5 à 3 mois peuvent détecter deux types de transgressions de recouvrement (Wang, Baillargeon et Paterson, sous presse). Dans un cas, les bébés voyaient d'abord un petit canard situé à l'extrémité gauche d'une plate-forme. Ensuite, une main gantée plaçait un couvercle sur le canard. La main glissait le couvercle vers le côté droit de la plate-forme et le levait : le canard avait disparu. Dans l'autre cas, le milieu de la plate-forme était caché par un écran un peu plus haut que le canard. Le couvercle était posé sur le canard, glissé derrière l'extrémité gauche de l'écran, levé au-dessus de l'écran, déplacé vers la droite, laissant apparaître le canard. Dans les deux cas, les bébés ont répondu avec une attention accrue, suggérant qu'ils pensaient que le canard continuait d'exister après avoir été caché, et s'attendaient à ce qu'il se déplace avec le couvercle quand celui-ci était glissé sur la plate-forme, mais pas quand il était levé au-dessus d'elle.

Conclusions

Il est certes étonnant que des bébés de 2,5 mois puissent détecter toutes les transgressions que j'ai décrites. Comment y arrivent-ils ? Il semble peu probable que des bébés aussi jeunes aient eu des occasions répétées d'observer toutes ces situations d'occlusion, d'inclusion et de recouvrement, et

Événements de recouvrement

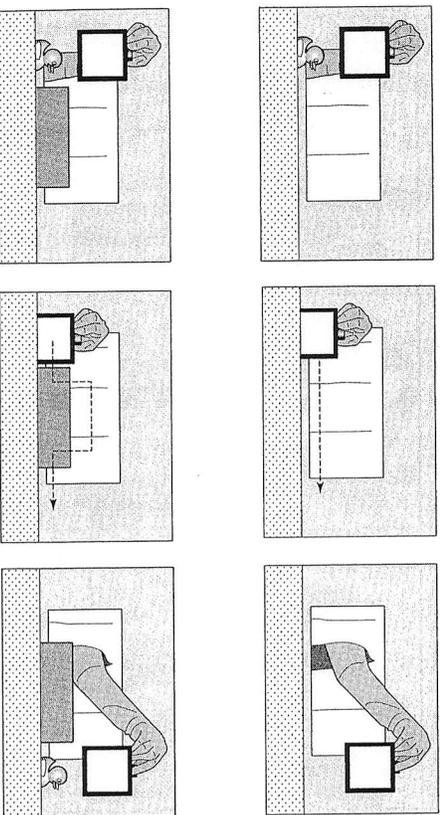


Figure 8.3

Transgressions de recouvrement détectées par des bébés de 2 mois et demi à 3 mois (Wang et coll., sous presse)

d'apprendre à associer chaque situation avec son résultat. Une explication plus probable, je crois, est celle suggérée par Spelke (1994 ; Spelke et coll., 1992 ; Spelke, Phillips et Woodward, 1995b) : dès le plus jeune âge, les bébés interprètent les événements physiques en fonction de principes généraux de *continuité* (les objets existent de manière continue dans l'espace et le temps) et de *solidité* (pour que deux objets continuent d'exister, les deux ne peuvent se trouver au même endroit en même temps). Je reviendrai dans la troisième partie à la question de savoir si ces principes sont plutôt innés ou acquis.

2 DÉVELOPPEMENTS

Le fait que les bébés de 2,5 mois possèdent déjà des attentes à propos de l'occlusion, de l'inclusion et du recouvrement ne veut pas dire qu'il ne reste pas ou peu de possibilités de développement. En fait, la recherche de ces dix dernières années a permis d'identifier plusieurs voies par lesquelles les attentes des bébés se développent dans la première année. Dans cette partie, j'expose trois de ces développements : (1) la genèse d'explications

des transgressions des événements d'occlusion, (2) l'identification de variables permettant de mieux prédire les résultats des événements d'occlusion et (3) l'identification de variables similaires pour les événements d'inclusion et de recouvrement (Baillargeon et Luo, 2002).

2.1 La genèse d'explications

Nous savons depuis un moment que les bébés sont parfois capables de trouver l'explication de transgressions impliquant des objets cachés (Baillargeon, 1994b ; Spelke et Kestenbaum, 1986 ; Spelke, Kestenbaum, Simons et Wein, 1995a ; Xu et Carey, 1996). Dans une série d'expériences récentes, Andréa Aguiar et moi avons exploré les premiers développements de cette capacité (Aguiar et Baillargeon, 2002).

Dans une expérience, des bébés de 3 et 3,5 mois ont été habitués au déplacement d'une souris de long en large derrière un grand écran. La souris disparaissait d'un côté de l'écran et réapparaissait de l'autre côté après un intervalle approprié (figure 8.4). Ensuite, une fenêtre était pratiquée dans la moitié supérieure ou inférieure de l'écran et la souris se déplaçait de nouveau latéralement derrière l'écran. Quand la fenêtre était en haut, la souris passait dessous sans y apparaître. Quand la fenêtre était en bas, la souris aurait dû être visible, mais n'apparaissait pas.

Les bébés de 3 mois ont regardé significativement plus longtemps lorsque la fenêtre était en bas que lorsqu'elle était en haut, suggérant ainsi (1) qu'ils pensaient que la souris continuait d'exister après sa disparition derrière l'écran, (2) qu'ils réalisaient que la souris ne pouvait pas disparaître d'un côté de l'écran et réapparaître de l'autre sans parcourir l'espace intermédiaire, et (3) qu'ils s'attendaient à ce que la souris soit visible dans la fenêtre en bas, et étaient surpris que ce ne soit pas le cas. Contrairement aux bébés de 3 mois, ceux de 3 mois et demi ont regardé autant les deux situations test. Notre interprétation de ce résultat négatif a été que ces bébés étaient capables de trouver une explication pour le cas de la fenêtre en bas. Voyant que la souris n'apparaissait pas dans la fenêtre, les bébés ont inféré que *deux* souris entraient en jeu dans l'événement : l'une à gauche et l'autre à droite de l'écran. En supposant la présence d'une seconde souris, les bébés pouvaient donner un sens à l'événement avec la fenêtre en bas, lequel ne les surprenait donc plus. Inversement, les 3 mois ne faisaient pas spontanément cette inférence, et donc l'événement les surprenait.

Pour confirmer cette interprétation, nous avons effectué plusieurs expériences supplémentaires (figure 8.5). Dans une condition, par exemple, des bébés de 3 mois et demi ont vu en habitation et en test les mêmes événements que précédemment, avec une exception : au début de chaque essai, l'écran était brièvement abaissé pour montrer qu'il n'y avait qu'une souris dans le dispositif.

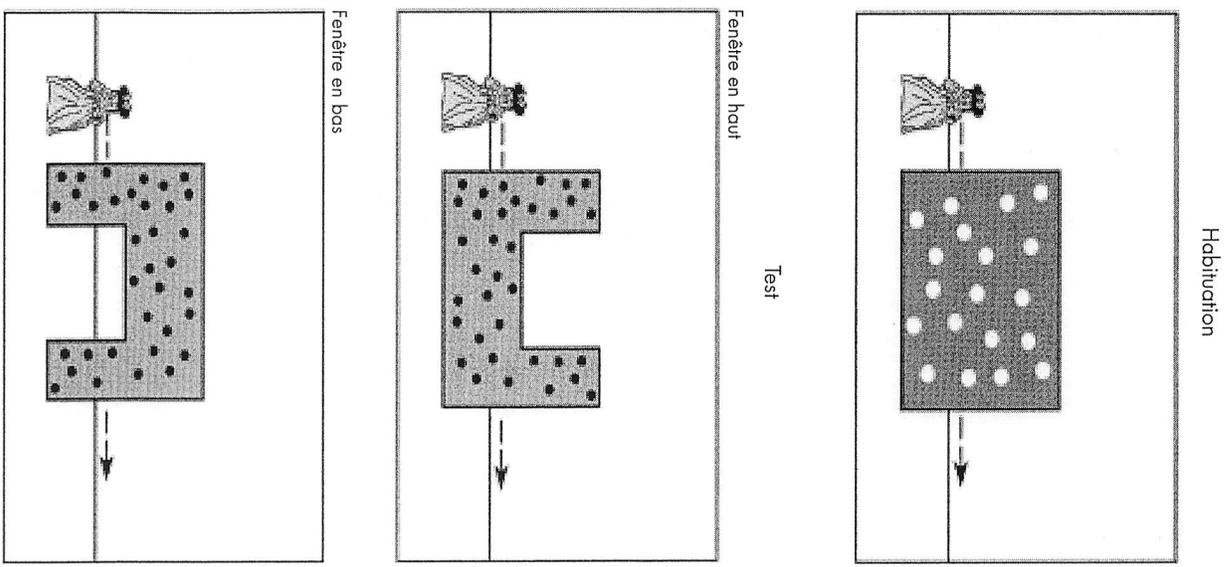


Figure 8.4

Situations d'habituation et de test utilisées par Aguiar et Baillargeon (2002) avec des bébés de 3 mois et 3 mois et demi (écran toujours levé)

Notre idée était que, dans cette condition, les 3 mois et demi ne pourraient plus expliquer l'événement avec la fenêtre en bas par la présence de deux souris et qu'ils regarderaient plus cet événement que celui avec la fenêtre en haut. Dans une autre condition, des bébés de 3 mois voyaient des situations similaires, sauf que deux souris étaient visibles quand l'écran était abaissé. Notre hypothèse était que si les bébés tenaient compte de cette référence à deux souris pour interpréter l'événement avec la fenêtre en bas, ils tendraient à regarder autant les deux événements. Nous attendions donc dans cette expérience les résultats inverses de ceux de l'expérience précédente, et c'est exactement ce que nous avons trouvé : les 3 mois et demi, qui ne pouvaient plus expliquer ce qui se passait par la présence de deux souris, regardaient significativement plus longtemps l'événement fenêtre en bas que fenêtre en haut, et les 3 mois, qui avaient vu les deux souris, regardaient autant les deux événements.

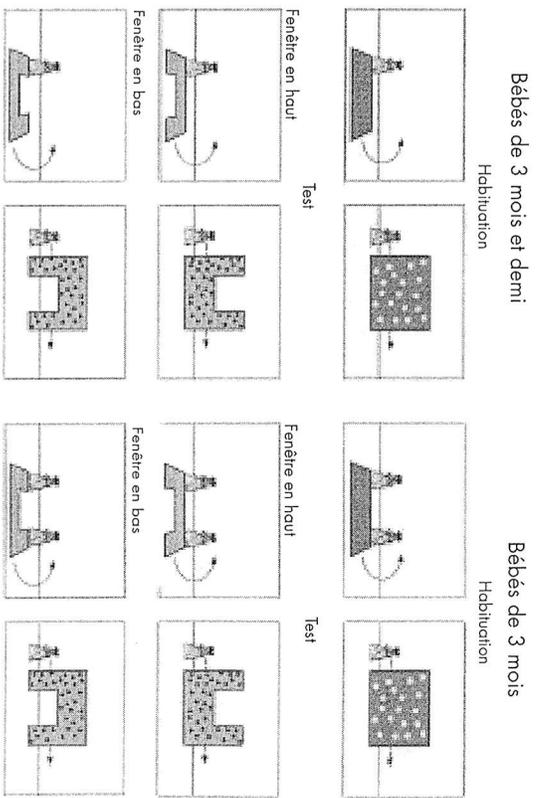


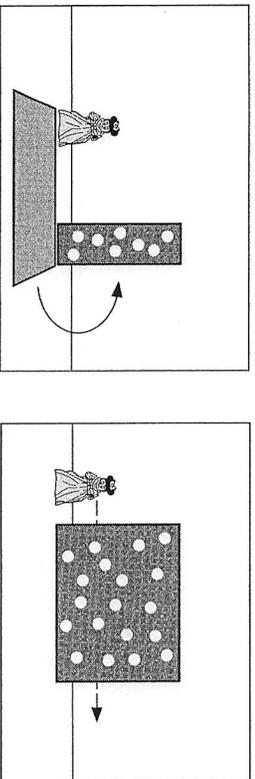
Figure 8.5

Situations d'habituation et de test utilisées par Aguiar et Baillargeon (2002) (l'écran était abaissé et laissait voir soit une souris [à 3 mois et demi], soit deux souris [à 3 mois])

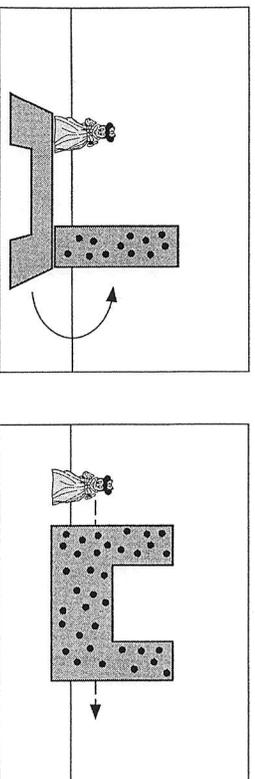
Dans une autre expérience, des bébés de 3 mois et 3 mois et demi ont vu des événements similaires à ceux de la dernière expérience, à une exception près : quand l'écran était abaissé au début de chaque essai, les bébés pouvaient voir une souris, ainsi qu'un petit écran assez grand pour cacher une seconde souris (figure 8.6).

Bébé de 3 mois et 3 mois et demi

Habituación



Test



Fenêtre en haut

Fenêtre en bas

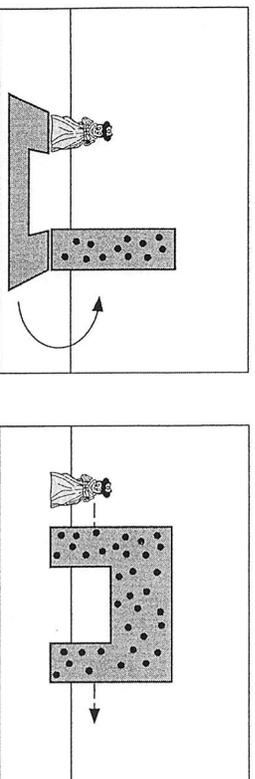


Figure 8.6

Situations d'habituación et de test utilisées par Aguiar et Baillargeon (2002) avec des bébés de 3 mois et 3 mois et demi (l'écran était abaissé et laissait voir une souris et un petit écran assez grand pour cacher une seconde souris)

Nous avons pensé qu'en voyant que la souris n'apparaissait pas dans la fenêtre du bas, les 3 mois et demi pourraient inférer qu'une seconde souris avait été cachée derrière le petit écran, ce qui les conduirait à regarder autant pour les deux positions de la fenêtre. Pour les 3 mois, comme ils ne semblaient pas capables de trouver spontanément une explication à deux souris pour la fenêtre en bas, nous pensions qu'ils regarderaient plus longtemps l'événement avec la fenêtre en bas qu'avec la fenêtre en haut. En d'autres termes, nous prédisions que les résultats de cette expérience allaient être identiques à ceux de l'expérience initiale, et c'est effectivement ce que nous avons trouvé. Les bébés les plus âgés, qui pouvaient trouver une explication pour l'événement fenêtre en bas, tendaient à regarder autant les deux événements, alors que les plus jeunes, qui ne pouvaient trouver une telle explication, ont regardé significativement plus longtemps l'événement fenêtre en bas que fenêtre en haut.

Conclusions

Les résultats rapportés dans cette partie autorisent deux conclusions générales. D'abord, autour de 3 mois et demi, les bébés sont capables de postuler l'existence d'objets additionnels pour expliquer certaines transgressions d'occlusion. Comme nous le verrons ci-dessous, il y a d'autres transgressions d'occlusion, plus subtiles, que les 3 mois et demi et même les 5 mois et demi ne peuvent expliquer de cette manière : la gamme de transgressions d'occlusion que les bébés peuvent résoudre en inférant la présence d'un objet additionnel derrière un cache augmente régulièrement avec l'âge.

Ensuite, les bébés de moins de 3 mois et demi ne semblent pas capables de postuler des objets additionnels dans les événements d'occlusion. Nous avons vu auparavant que les bébés de 2 mois et demi sont surpris quand un objet n'apparaît pas entre deux écrans (Aguiar et Baillargeon, 1999) ; et nous venons de voir que les bébés de 3 mois sont surpris quand un objet n'apparaît pas dans une fenêtre au bas d'un écran (Aguiar et Baillargeon, 2002). Pourquoi les bébés les plus jeunes ne supposent pas spontanément qu'un second objet est présent est une question intéressante pour la recherche future. Une possibilité est que les plus jeunes sont moins au fait que bien des objets (comme les jouets) sont dupliqués, et donc sont moins susceptibles d'invoquer une telle explication. Il se peut aussi que, lorsqu'ils regardent une situation, les jeunes bébés ne puissent prendre en compte que les objets qu'ils voient ou ont vu (et donc s'ils voient une souris qui se déplace dans un dispositif et disparaît derrière un écran, ils ne pourraient se représenter que la souris et l'écran). Inférer la présence d'autres objets – aller au-delà de l'information fournie, pour emprunter les mots de Bruner (1973) – ne serait pas possible dans les trois premiers mois et n'interviendrait qu'après des développements appropriés. Par exemple, il se pourrait que pour postuler des objets non présents, les bébés aient besoin d'effectuer des connexions entre

leur système de raisonnement physique et un système séparé de résolution de problèmes.

2.2 L'identification¹ de variables dans les événements d'occultation

La recherche des dix dernières années a montré que, lorsqu'ils apprennent au sujet d'une catégorie d'événements telle que le support ou la collision, les bébés identifient une série de *variables* ou règles qui leur permettent de mieux prédire les résultats des événements dans cette catégorie (Baillargeon, Needham et DeVos, 1992 ; Dan, Omori et Tomiyasu, 2000 ; Huettel et Needham, 2000 ; Kotovsky et Baillargeon, 1994, 1998 ; Wang, Kaufman et Baillargeon, 2003 ; pour des synthèses, cf. Baillargeon, 1995, 1998, 2002). Des données récentes suggèrent que ce schéma de développement vaut également pour les événements d'occultation. Bien que les bébés réalisent très tôt qu'un objet continue d'exister après sa disparition derrière un cache, comme nous l'avons vu dans la première partie, ils sont peu performants au début pour prédire *quand* un objet derrière un cache devrait être caché, *à quel moment* un objet caché devrait sortir d'un cache, *combien de temps* un objet devrait mettre pour traverser une fenêtre dans un cache, etc. (Arterberry, 1997 ; Aguiar et Baillargeon, 1999 ; Baillargeon et DeVos, 1991 ; Hespos et Baillargeon, 2001a ; Lecuyer et Durand, 1998 ; Luo et Baillargeon, 2004a ; Spelke et coll., 1995a ; Wang et coll., 2004 ; Wilcox, 1999 ; Wilcox et Schweinle, 2003). Avec l'expérience, les bébés identifient les variables qui leur permettent de prédire tous ces faits de manière plus précise. Pour des raisons de place, je me centrerai ici sur le premier de ces développements.

Citons quelques-unes des variables que les bébés identifient pour prédire quand un objet situé derrière un cache doit ou non être caché (figure 8.7). À 2 mois et demi, les bébés semblent utiliser une simple règle, *derrière ou pas* : un objet doit être caché s'il est derrière un cache et visible sinon (Aguiar et Baillargeon, 1999 ; Lecuyer et Durand, 1998 ; Luo et Baillargeon, sous presse). Donc, quand une souris va et vient derrière deux écrans, les bébés prévoient que la souris sera cachée derrière les écrans et visible entre, puisque, à cet endroit, la souris ne se trouve derrière rien (cf. *supra*, partie I « Au commencement »). Cependant, si les écrans sont connectés en haut ou en bas, les bébés les conçoivent comme formant un seul cache, et ils prévoient que la souris sera toujours cachée quand elle est derrière ce cache.

1. Lorsqu'elle parle d'*identification* d'une variable, Renée Baillargeon fait référence à un processus complexe dans lequel les variations d'une variable sont repérées et prises en compte dans l'analyse que font les bébés des événements. J'utiliserai donc parfois identification et parfois prise en compte dans la traduction (NDT).

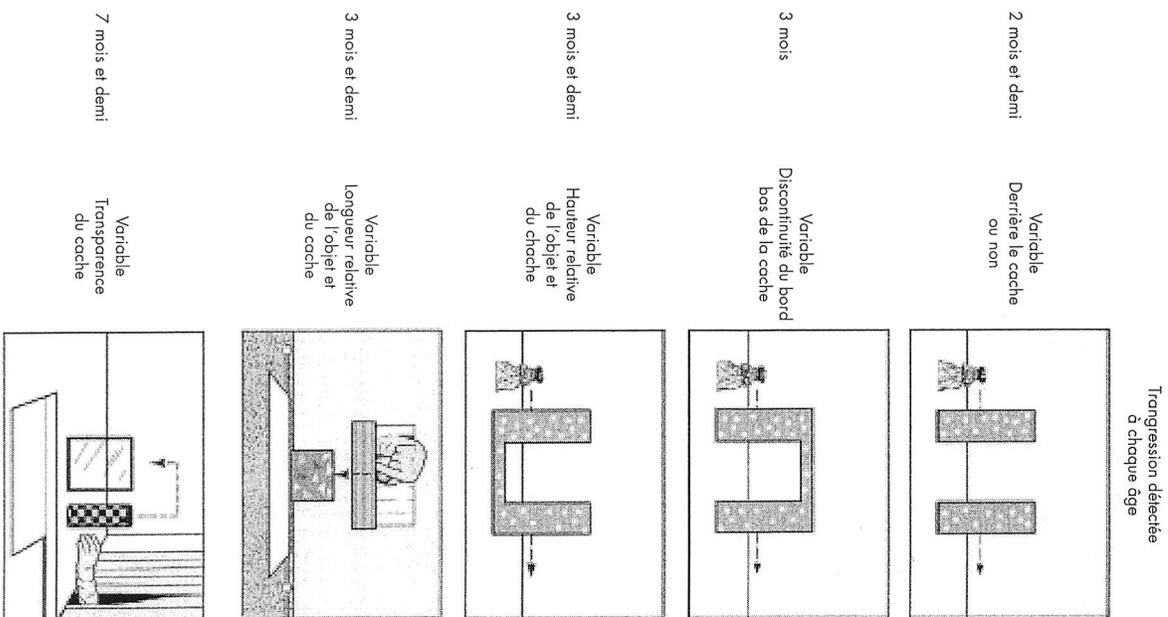


Figure 8.7

Série de variables que les bébés identifient en apprenant quand un objet est caché derrière un cache doit ou non être caché

À cet âge, *tout* objet est censé être caché par *tout* cache. Les bébés détectent donc la transgression présentée dans la première ligne de la figure 8.7, mais pas celles qui suivent.

Vers 3 mois, les bébés identifient une nouvelle variable d'occlusion : la *discontinuité du bord bas du cache*. Ils s'attendent maintenant à ce qu'un objet soit caché quand il est derrière un cache dont le bord bas est continu, mais qu'il soit visible si le bord bas est discontinu (Aguilar et Baillargeon, 2002 ; Luo et Baillargeon, sous presse). Les bébés détectent alors la transgression présentée dans la seconde ligne de la figure 8.7 (cf. « 2.1 La genèse d'explications »), mais pas dans les lignes qui suivent. Ce n'est pas avant 3 mois et demi ou 4 mois qu'ils prennent en compte la hauteur et la largeur comme variables et s'attendent à ce que les objets hauts restent partiellement visibles derrière un cache court (Baillargeon et DeVos, 1991), et que les objets larges restent partiellement visibles derrière un cache étroit (Wang et coll., 2004 ; Wilcox, 1999 ; Wilcox et Baillargeon, 1998b).

Enfin, autour de 7 mois et demi, les bébés prennent en compte la *transparence* comme variable d'occlusion : quand un objet est placé derrière un cache transparent, les bébés s'attendent maintenant à ce qu'il soit visible à travers le cache et sinon sont surpris (Luo et Baillargeon, 2004a). (Le lecteur peut se demander pourquoi la transparence est identifiée aussi tard : des travaux récents de Johnson et Aslin (2000) suggèrent que les bébés ne détectent les surfaces transparentes qu'à partir de 7 mois, à cause du développement de leur sensibilité au contraste, dû à la maturation du système magnétocellulaire, cf. chapitre 6).

Erreurs par omission ou commission¹

Les données que je viens de résumer indiquent que le savoir des bébés sur les cas où les objets doivent ou non être cachés par un écran est initialement très limité et se développe régulièrement par l'identification de variables pertinentes. Cette description implique que les jeunes bébés qui n'ont *pas* encore identifié une variable vont se tromper de deux manières dans les tâches TDA, quand on leur présente une situation transgressant ou non cette variable. D'abord, les bébés vont répondre à des événements inattendus mais conformes à leur savoir partiel comme s'ils étaient attendus. J'ai présenté plusieurs cas de ce type d'erreur ci-dessus. Souvenons-nous, par exemple, que les bébés qui ne prennent pas encore en compte la variable hauteur ne sont pas surpris quand un grand objet reste totalement invisible en passant derrière un petit écran (Aguilar et Baillargeon, 2002 ; Baillargeon et DeVos, 1991 ; Luo

et Baillargeon, sous presse). J'appelle ce type d'erreur – considérer une transgression comme un événement attendu – erreur par *omission*.

Ensuite, les bébés vont aussi répondre à des événements attendus mais contraires à leur savoir partiel comme s'ils étaient inattendus. En d'autres termes, les bébés vont répondre à des situations parfaitement ordinaires et banales par une attention accrue, quand ces situations contredisent leurs connaissances limitées. J'appelle ce second type d'erreur – considérer une situation normale comme inattendue – erreur par *commission*.

Est-ce que les bébés qui ont des connaissances limitées sur les événements d'occlusion font des erreurs de commission aussi bien que d'omission en réponse à ces événements ? Yuyan Luo et moi avons récemment effectué une série d'expériences qui testent cette question (Luo et Baillargeon, sous presse).

Dans une expérience, des bébés de 3 mois ont été d'abord familiarisés avec un cylindre se déplaçant de long en large derrière un écran. Le cylindre était aussi haut que l'écran (cf. figure 8.8). Ensuite, une large ouverture était pratiquée au milieu de l'écran, ne laissant subsister qu'une petite bande, soit en haut (dans la situation d'écran discontinu en bas), soit en bas (dans la situation d'écran continu en bas). Pour la moitié des bébés, le cylindre n'apparaissait pas dans la partie centrale (condition SAC) ; pour l'autre moitié, il apparaissait (condition AC).

Les bébés de la condition SAC voyaient deux *événements avec transgression*. Comme, à 3 mois, les bébés tiennent compte du bord bas de l'écran, mais pas de la hauteur, nous avons pensé qu'ils ne considéreraient que l'un des événements comme une transgression : celui où le cylindre n'apparaît pas derrière l'écran discontinu en bas (une réponse correcte). Quand le cylindre n'apparaît pas avec l'écran continu en bas, ils considéreraient l'événement comme attendu (une erreur d'omission). Les enfants devaient donc regarder plus longtemps avec l'écran discontinu en bas qu'avec l'écran continu en bas.

Contrairement aux bébés de la condition SAC, ceux de la condition AC voyaient deux *événements sans transgression*. De nouveau, comme à 3 mois les bébés tiennent compte du bord bas de l'écran, mais pas de la hauteur, nous avons pensé qu'ils ne verraient que l'un de ces événements comme attendu : celui où le cylindre apparaît derrière l'écran discontinu en bas (une réponse correcte). Quand le cylindre apparaît derrière l'écran continu en bas, ils considéreraient l'événement comme inattendu (une erreur de commission). Les enfants devaient donc regarder plus longtemps avec l'écran continu en bas qu'avec l'écran discontinu en bas.

1. Du verbe commettre (Ndt).

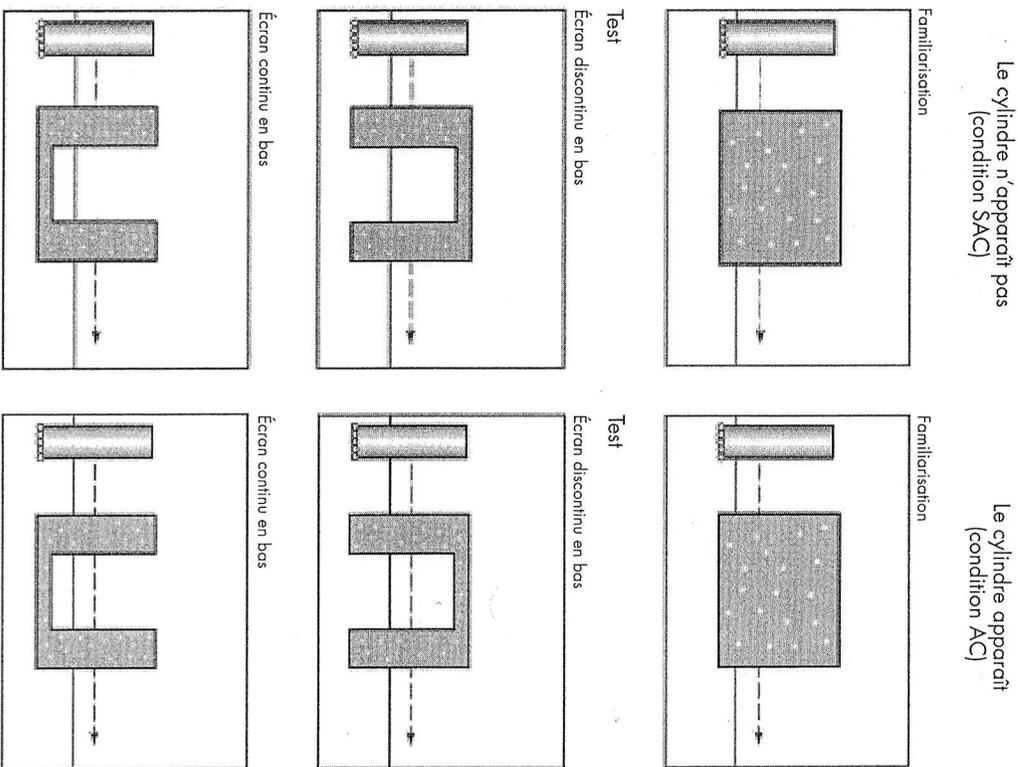


Figure 8.8
Situations de familiarisation et de test utilisées par Luo et Baillargeon
(sous presse)

Les résultats ont confirmé nos prédictions : les bébés dans la condition SAC ont regardé significativement plus longtemps l'événement avec l'écran discontinu en bas qu'avec l'écran continu en bas, et inversement pour les bébés dans la condition AC. Les limites de leur savoir sur l'occlusion ont donc conduit (1) les enfants de la condition SAC à considérer une transgres-

sion comme un événement attendu (erreur d'omission) et (2) les enfants de la condition AC à considérer un événement sans transgression comme inattendu (erreur de commission). Autrement dit, les bébés ont échoué à la fois en ignorant une transgression existante et en percevant une transgression inexistante.

Conclusions

Les données rapportées dans cette partie suggèrent deux conclusions. D'abord, les bébés identifient une série de variables qui leur permettent de prédire les résultats d'une occlusion de mieux en mieux avec le temps. Ensuite, tant que le savoir des bébés sur l'occlusion reste limité, ils peuvent se tromper de deux manières dans leurs réponses aux occlusions, en voyant des événements inattendus mais conformes à leur savoir partiel comme s'ils étaient attendus, et en voyant des événements attendus mais contraires à leur savoir comme s'ils étaient attendus. La surprise, comme la beauté, est bien dans l'œil de celui qui regarde.

2.3 L'identification de variables similaires dans les événements d'inclusion et de recouvrement

Nous avons vu dans la partie précédente que les bébés identifient une série de variables qui leur permettent de prédire les résultats d'événements d'occlusion de plus en plus précisément avec le temps. C'est exactement le même développement qui a été observé pour le raisonnement des bébés sur l'inclusion et le recouvrement (Aguilar et Baillargeon, 1998 ; Hespos et Baillargeon, 2001a, 2001b ; Leslie, 1995 ; Luo et Baillargeon, 2004b ; McCall, 2001 ; Sitskoorn et Smitman, 1995 ; Spelke et Hespos, 2002 ; Wang et coll., 2004, sous presse).

Sachant que le plus souvent, les mêmes variables affectent l'occlusion, l'inclusion et le recouvrement, on peut se demander si les bébés généralisent ces variables d'une catégorie d'événements à une autre. Par exemple, les variables hauteur et transparence sont aussi pertinentes pour l'occlusion, l'inclusion et le recouvrement. Quand les bébés prennent en compte ces variables dans une catégorie, le font-ils immédiatement dans les autres ? Des recherches récemment effectuées dans notre laboratoire suggèrent que ce n'est pas le cas : les variables prises en compte dans une catégorie semblent rester liées à cette catégorie – elles ne sont pas généralisées aux autres catégories (Hespos et Baillargeon, 2001a ; Luo et Baillargeon, 2004b ; Onishi, 2000 ; Wang et coll., sous presse).

Pour illustrer ce point, je vais d'abord rapporter une expérience faite avec Sue Hespos pour comparer le raisonnement des bébés de 4 mois et demi sur l'information hauteur dans des événements d'inclusion et d'occlusion (Hespos et Baillargeon, 2001a). Les bébés étaient assignés à une condition d'inclusion ou d'occlusion (figure 8.9).

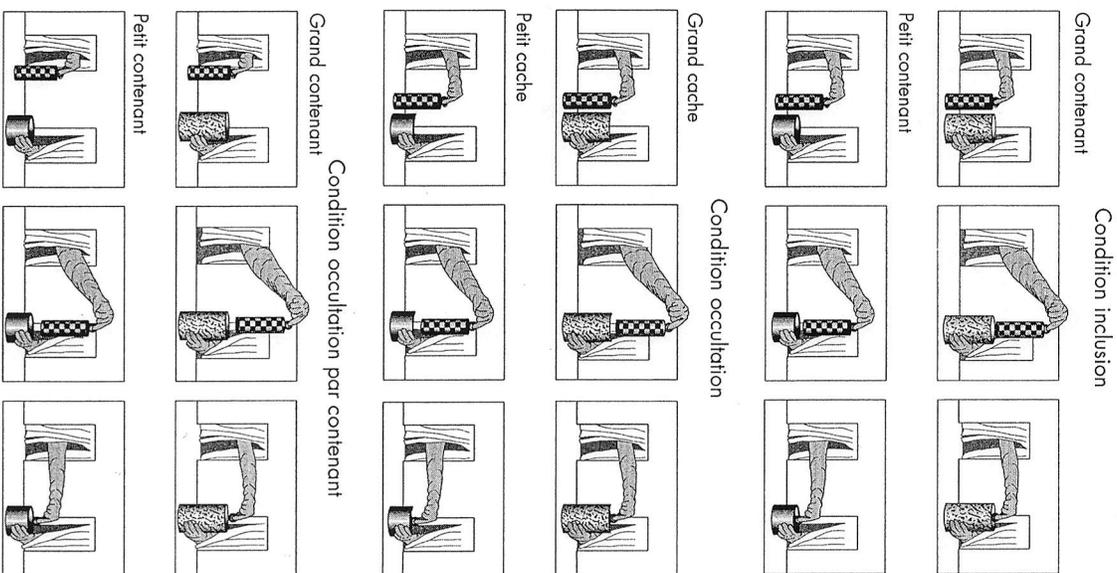


Figure 8.9

Situations de test utilisées par Hespos et Baillargeon (2001a) dans les conditions d'inclusion, d'occlusion et d'occlusion par un contenant

Dans la condition inclusion, les bébés ont vu deux situations test. Au début de chaque situation, la main gantée d'un expérimentateur tenait la poignée d'un grand objet cylindrique, situé auprès d'un contenant. La main levait l'objet et le descendait dans le contenant jusqu'à ce que seule la poignée demeure visible. Dans la situation grand contenant, celui-ci était aussi haut que la partie cylindrique de l'objet. Dans la situation petit contenant, celui-ci n'était que la moitié de cette hauteur; ce qui fait qu'il était logiquement impossible que le cylindre entre complètement dans le contenant. Avant les essais tests, il y avait des essais de familiarisation où les contenants étaient tournés vers l'avant, les bébés pouvant ainsi les inspecter. Les bébés de la condition occlusion ont vu des situations similaires en familiarisation et en test, sauf que le fond et la moitié arrière de chaque contenant avaient été enlevés, ne laissant donc qu'un cache semi-circulaire.

La hauteur étant prise en compte à 3 mois et demi environ dans les événements d'occlusion (Baillargeon et De Vos, 1991), nous pensons que, dans la condition occlusion, les bébés regarderaient plus longtemps la situation avec le petit cache qu'avec le grand, et c'est précisément ce que nous avons obtenu. Au contraire, les bébés de la condition inclusion ont eu tendance à regarder autant les deux situations. Notre interprétation de ce résultat négatif a été qu'à 4 mois et demi, les bébés n'ont pas encore identifié la variable hauteur dans les événements d'inclusion : ils ne réalisent pas encore qu'un grand objet ne peut pas tenir entier dans un petit contenant. Cette interprétation conduisait à une prédiction très forte : si l'on montrait aux bébés les mêmes situations test que dans la condition inclusion, mais en plaçant l'objet *derrière* le contenant et non *dedans*, ils pourraient détecter la transgression. Dans cette condition en effet, on retrouvait l'occlusion. Les résultats ont confirmé cette prédiction : quand l'objet était placé derrière le contenant plutôt que dedans, les bébés regardaient plus longtemps la situation avec le petit contenant qu'avec le grand.

Dans les expériences suivantes, des bébés de 5 mois et demi, 6 mois et demi et 7 mois et demi ont été testés dans la condition d'inclusion. Seuls les 7 mois et demi ont détecté la transgression dans la situation avec le petit contenant, ce qui suggère que ce n'est pas avant 7 mois et demi environ que les bébés identifient la variable hauteur dans les événements d'inclusion.

Ces résultats (et des données contrôles obtenues avec un petit objet) suggèrent deux conclusions. Premièrement, les bébés ne généralisent pas la prise en compte d'une variable des événements d'occlusion aux événements d'inclusion : ils apprennent séparément pour chaque catégorie d'événements. Ensuite, comme bien des mois séparent la prise en compte de la hauteur dans les deux catégories, un grand décalage¹ (pour prendre un terme piagézien) peut être observé chez les bébés pour des événements similaires.

1. En français dans le texte original (Ndt).

Décalages additionnels

Je vais maintenant décrire rapidement deux autres décalages que nous avons découverts récemment (figure 8.10).

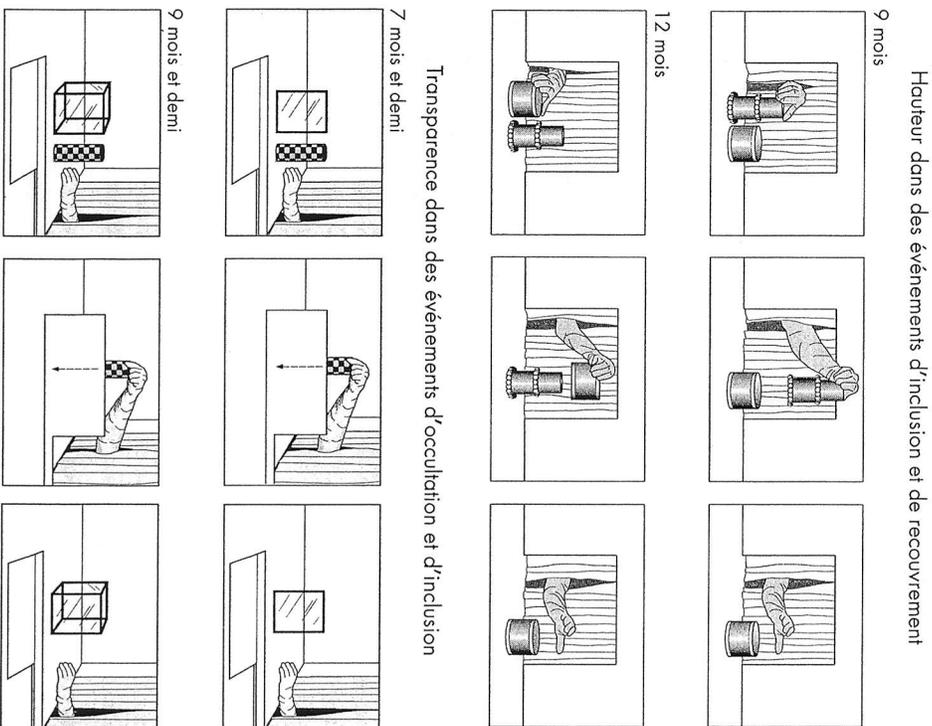


Figure 8.10

Deux premières lignes : décalage dans le raisonnement des bébés à propos de la variable hauteur dans l'inclusion et le recouvrement (Wang et coll., sous presse). Deux dernières lignes : décalage dans le raisonnement des bébés à propos de la variable transparence dans l'occlusion et l'inclusion (Luo et Baillargeon, 2004a, 2004b)

Le premier vient d'expériences dans lesquelles Su-hua Wang, Sarah Paterson et moi avons comparé le raisonnement de bébés de 9 à 12 mois à propos de la variable hauteur dans des événements d'inclusion et de recouvrement (Wang et coll., sous presse). Conformément aux résultats rapportés ci-dessus, nous avons trouvé que les 9 mois répondaient par une attention accrue à une transgression dans laquelle un grand objet disparaissait complètement dans un petit contenant. Cependant, ce n'est pas avant 12 mois que les bébés répondaient de manière similaire à une transgression dans laquelle un petit couvercle (le petit contenant retourné) était descendu sur un grand objet jusqu'à le cacher complètement.

L'autre décalage vient d'expériences dans lesquelles Yuyan Luo et moi avons testé le raisonnement de bébés de 7 mois et demi à 9 mois et demi sur la variable transparence dans des événements d'occlusion et d'inclusion (Luo et Baillargeon, 2004a, 2004b). Nous avons trouvé que les 7 mois et demi répondaient par une attention accrue quand on leur montrait la transgression suivante : au départ, un objet quadrillé se trouvait à côté d'un écran transparent ; les bords de l'écran étaient recouverts d'une bande rouge et donc très visibles. Ensuite, un écran opaque cachait l'écran transparent, et une main gantée prenait l'objet et le plaçait derrière l'écran transparent. Enfin, l'écran opaque était abaissé, laissant voir l'absence d'objet derrière l'écran transparent. Bien que les 7 mois et demi aient détecté cette transgression, seuls les 9 mois et demi ont détecté une transgression similaire dans laquelle l'écran transparent était remplacé par un contenant transparent.

Conclusions

Les recherches exposées dans cette partie suggèrent que les bébés ne généralisent pas les variables des événements d'occlusion à ceux d'inclusion ou de recouvrement : ils apprennent séparément pour chaque catégorie. Quand plusieurs semaines ou plusieurs mois séparent la prise en compte de la même variable dans ces différentes catégories, des décalages saisissants peuvent apparaître dans les réponses des bébés à des événements similaires.

3 UN NOUVEAU MODÈLE DU RAISONNEMENT PHYSIQUE DES BÉBÉS

Dans la première partie, j'ai rapporté des données montrant que, dès 2 mois et demi, les bébés détectent certaines transgressions dans les événements d'occlusion, d'inclusion et de recouvrement ; et j'ai suggéré, à la suite de Spelke

(1994 ; Spelke et coll., 1992, 1995b), que très tôt les bébés interprètent les événements physiques en fonction de principes généraux de continuité et de solidité. Certaines des données examinées dans la deuxième partie peuvent sembler contradictoires avec l'idée que les bébés possèdent ces principes de continuité et de solidité, et cela pour deux raisons qui seront discutées tout à tour.

3.1.1 Principes généraux et attentes spécifiques

Nous avons vu dans la deuxième partie que les règles apprises par les bébés au sujet des événements physiques ne sont pas générales et applicables à tous les événements pertinents, mais impliquent des attentes spécifiques à chaque catégorie d'événements. Les bébés n'acquiescent pas des principes généraux sur la hauteur ou la transparence : ils identifient ces variables séparément pour chaque catégorie d'événements. Par exemple, les bébés prennent en compte la variable hauteur vers 3 mois et demi dans les événements d'occlusion, aux environs de 7 mois et demi pour l'inclusion, et vers 12 mois pour le recouvrement (Baillargeon et DeVos, 1991 ; Hespos et Baillargeon, 2001a ; Wang et coll., sous presse). Mais si les bébés ne peuvent acquiescer que des attentes spécifiques, comment peuvent-ils posséder des principes généraux de continuité et de solidité, et aussi précocement qu'à 2 mois et demi ?

Une possibilité serait que les mécanismes d'apprentissage des bébés sont initialement orientés vers l'acquisition de lois générales, mais évoluent rapidement vers un mécanisme différent capable d'acquiescer uniquement des règles locales. Une autre possibilité, qui me semble plus probable, est que les principes généraux de continuité et de solidité des bébés sont innés (Spelke, 1994 ; Spelke et coll., 1992, 1995b).

3.1.2 Succès et échecs dans la détection de transgressions des principes de continuité et de solidité

Que l'on choisisse la première ou la seconde possibilité, des difficultés demeurent. Si les bébés interprètent les événements en fonction de principes généraux de continuité et de solidité (qu'ils soient appris ou innés), on s'attendrait peut-être à ce qu'ils détectent *toutes* les transgressions claires de ces principes. Mais nous avons vu que si certaines transgressions sont détectées dès 2 mois et demi, d'autres ne le sont que bien plus tard : souvenons-nous par exemple, que les bébés de moins de 7 mois et demi ne sont pas surpris quand un grand objet disparaît dans un petit contenant (Hespos et Baillargeon, 2001a) ; que les bébés de moins de 9 mois et demi ne sont pas surpris quand un objet placé dans un contenant transparent n'est pas visible à travers l'avant du contenant (Luo et Baillargeon, 2004b) ; et que les bébés de moins de 12 mois ne sont pas surpris quand un petit couvercle est descendu sur un grand objet jusqu'à le cacher complètement (Wang et coll., sous presse). Comment expliquer que certaines transgressions sont

détectées par les bébés très jeunes et d'autres non ? Pour aborder cette question, nous avons développé un nouveau modèle du raisonnement physique des bébés (Baillargeon, 2002 ; Wang et coll., sous presse). Ce modèle du *raisonnement* repose sur quatre suppositions (figure 8.11).

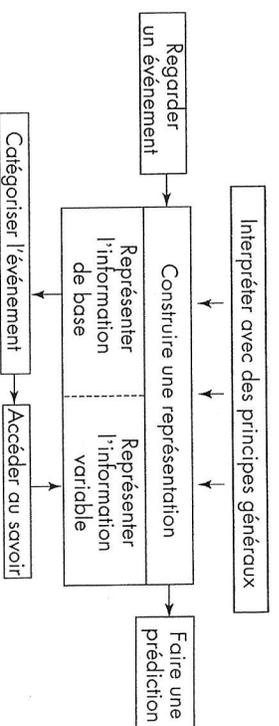


Figure 8.11
Représentation schématique du modèle du raisonnement
(Baillargeon, 2002 ; Wang et coll., sous presse)

Premièrement, quand ils regardent un événement physique, les bébés construisent une représentation physique spécialisée qu'ils utilisent pour prédire et interpréter le résultat de l'événement. Deuxièmement, toute l'information, mais uniquement l'information, comprise dans cette représentation physique est soumise aux principes généraux de continuité et de solidité (Spelke, 1994 ; Spelke et coll., 1992, 1995)¹. Troisièmement, dans les premières semaines de vie, les représentations physiques des bébés sont relativement pauvres : ils ne prennent en compte que des informations spatiales et temporelles basiques (Kestenbaum, Termine et Spelke, 1987 ; Leslie, 1994 ; Neecham, 2000 ; Slater, 1995 ; Spelke, 1982 ; Yonas et Gramrud, 1984). Par exemple, quand ils regardent un événement d'inclusion, les bébés

1. Leslie (1994, 1995) a suggéré que, dès la naissance, les bébés interprètent les événements physiques en fonction d'une notion primitive de *force*. Par exemple, quand ils voient un objet pousser un autre objet, les bébés se représentent une force – comme une flèche directionnelle – exercée par le premier objet sur le second. D'après Leslie lui-même (1994), le système de raisonnement physique des bébés « prend, comme base, des descriptions qui explicitent la géométrie des objets contenus dans une scène, leur disposition et leur mouvements, et sur ces descriptions dessine les propriétés mécaniques du scénario » (p. 128). Dans le même esprit, on pourrait suggérer que les principes de solidité et de continuité contiennent une existence permanente aux objets : toutes choses égales par ailleurs, on s'attend à ce que les objets dans les représentations physiques continuent d'exister dans l'espace et le temps. Quoique bien des événements décrits dans le présent chapitre impliquent des forces (par exemple, quand une main lève, abaisse ou glisse des objets), nous nous centrons ici seulement sur les aspects des événements qui concernent les principes de continuité et de solidité.

encodent qu'un objet est introduit dans un contenant. Cette information capte l'essentiel de l'événement, mais laisse de côté la plupart de ses caractéristiques : le contenant est-il plus grand ou plus petit que l'objet, est-il transparent ou opaque, etc. ?

Quatrièmement, à mesure qu'ils forment des catégories d'événements et identifient les variables à considérer dans chaque catégorie, les bébés incluent une information de plus en plus détaillée dans leurs représentations physiques. Quand ils regardent un événement, les bébés encodent d'abord les informations spatiales et temporelles de base sur l'événement, qu'ils utilisent pour le catégoriser. Les bébés accèdent alors à leur savoir sur la catégorie d'événements sélectionnée ; ce savoir spécifie les variables qui ont été identifiées comme pertinentes dans la catégorie et qui doivent donc être comprises dans la représentation. Pour reprendre notre exemple, les bébés qui ont identifié la hauteur comme variable pertinente dans l'inclusion vont inclure la hauteur de l'objet et celle du contenant dans leur représentation de l'événement ; cette information va alors être soumise à leurs principes généraux et va leur permettre de détecter les transgressions impliquant un grand objet et un petit contenant.

Comment ce modèle du raisonnement explique-t-il que certaines transgressions de la continuité et de la solidité sont détectées très tôt et d'autres beaucoup plus tard ? Suivant notre modèle, des bébés très jeunes devraient réussir la détection de transgressions de continuité et de solidité qui n'impliquent qu'une information de base. De plus, des bébés bien plus âgés devraient échouer dans la détection de toute transgression de continuité ou de solidité qui implique des variables qu'ils ne considèrent pas encore comme pertinentes dans cette catégorie d'événements. Parce que les bébés n'incluent pas d'information sur les variables qu'ils n'ont pas identifiées dans leurs représentations physiques, cette information n'est pas disponible, et donc ne peut être soumise à leurs principes de continuité et solidité.

Conclusions

J'ai commencé la troisième partie avec deux paradoxes. Premièrement, comment les bébés peuvent-ils posséder des principes généraux de continuité et de solidité dès 2 mois et demi s'ils n'acquerraient que des règles locales ? Deuxièmement, si les bébés possèdent de tels principes, pourquoi détectent-ils certaines transgressions mais pas d'autres ? Pour expliquer ces paradoxes, j'ai suggéré que les principes de continuité et de solidité sont innés (Spelke, 1994 ; Spelke et coll., 1992, 1995*b*), qu'ils ne peuvent être appliqués qu'à l'information que les bébés incluent dans leurs représentations physiques, et que cette information est au départ très limitée, mais devient de plus en plus riche à mesure que les bébés apprennent les variables à prendre en compte dans chaque catégorie d'événements.

4 DEUX TESTS DU MODÈLE

Le modèle du raisonnement décrit dans la dernière partie permet un certain nombre de prédictions intéressantes. Par exemple, il prédit que les bébés de moins de 2 mois et demi doivent réussir à détecter les transgressions de continuité et de solidité qui n'impliquent que l'information de base qu'ils peuvent se représenter. Pour tester cette prédiction, nous sommes en train de mettre sur pied un nouveau laboratoire pour tester les bébés de 6 à 8 semaines. Notre modèle suggère également que les bébés doivent détecter des transgressions impliquant une variable qu'ils n'ont pas encore identifiée, s'ils sont induits par des manipulations contextuelles à inclure l'information sur cette variable dans leurs représentations physiques. Il existe déjà un certain nombre de données en accord avec cette prédiction (Kotovsky, Mangione et Baillargeon, cités dans Baillargeon, 1995 ; Wang et Baillargeon, 2004*b* ; Wilcox et Chapa, 2004). Enfin, le modèle du raisonnement prédit également des effets de cécité au changement et des effets d'enseignement, qui sont décrits ci-dessous.

Les effets de cécité au changement

Selon le modèle du raisonnement, les bébés qui n'ont pas repéré la pertinence d'une variable dans une catégorie d'événements n'incluent pas d'information sur cette variable dans leurs représentations des événements de la catégorie. Su-hua Wang et moi avons pensé que, dans ce cas, les bébés seraient incapables de détecter des changements subreptices liés à cette variable : en d'autres mots, ils seraient *aveugles* à de tels changements (Wang et Baillargeon, 2004*a* ; cf. aussi les recherches relatives à la cécité au changement dans la littérature sur la cognition chez l'adulte : Simons, 1996 ; Simons, Franconeri et Reimer, 2000).

Dans notre première expérience, des bébés de 11 mois étaient répartis entre une condition de recouvrement et une condition d'occlusion (figure 8.12). Les bébés de la condition recouvrement voyaient deux situations test. Dans les deux cas, au départ, un couvercle était situé près d'un petit objet, sur le plancher du dispositif. Une main gantée soulevait le couvercle et le plaçait sur l'objet. Après une brève pause, la main ramenait le couvercle sur le plancher du dispositif. Dans la situation sans changement, l'objet était le même quand le couvercle était enlevé. Dans la situation avec changement, l'objet était maintenant aussi haut que le couvercle (à noter que le petit ou le grand objet pouvait tenir entier sous le couvercle ; il ne s'agissait pas de savoir quel objet pouvait être caché sous le couvercle, mais si un changement subreptice de hauteur était détecté). Dans la condition occlusion, les bébés voyaient les mêmes situations sauf que le couvercle était placé devant l'objet et non dessus.

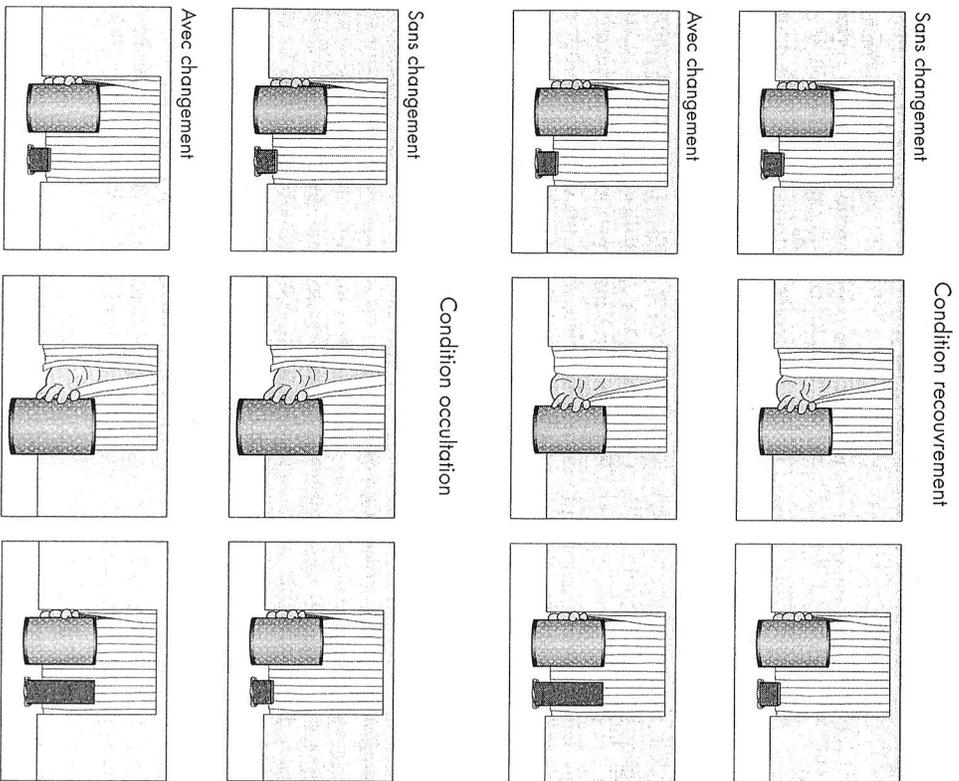


Figure 8.12
Situations de test utilisées par Wang et Baillargeon (2004a)
dans les conditions de recouvrement et d'occlusion

Nous avons vu ci-dessus que les bébés identifient la variable hauteur vers 3 mois et demi dans les événements d'occlusion (Baillargeon et DeVos, 1991), mais seulement vers 12 mois dans les événements de recouvrement (Wang et coll., sous presse). Sur la base de ces données, nous avons prédit que les bébés allaient détecter le changement dans la condi-

tion d'occlusion, mais pas dans la condition recouvrement. Les résultats ont confirmé cette prédiction : les bébés de la condition d'occlusion ont regardé significativement plus longtemps la situation avec changement que la situation sans changement, alors que ceux de la condition recouvrement ont tendu à regarder autant les deux. Dans une expérience suivante, des bébés de 12 mois ont été testés dans la condition recouvrement. Comme prévu, ces bébés ont détecté le changement. Donc, comme le prédit le modèle du raisonnement, seuls les bébés de 11 mois ont été *aveugles* au changement de hauteur de l'objet.

Les effets d'enseignement

D'après le modèle du raisonnement, les bébés qui n'ont pas identifié une variable comme pertinente dans une catégorie d'événements n'incluent pas d'information sur cette variable dans leurs représentations des événements de la catégorie. Mes collaborateurs et moi avons pensé que si l'on pouvait enseigner une nouvelle variable aux bébés, ils pourraient inclure des informations sur cette variable dans leurs représentations, ce qui leur permettrait de détecter des transgressions des principes de continuité et solidité plus tôt qu'ils ne l'auraient fait sinon (Baillargeon, Fisher et DeJong, 2000 ; Wang et Baillargeon, 2004c). Par exemple, Su-hua Wang et moi avons récemment tenté d'apprendre à des bébés de 9 mois et demi la variable hauteur dans des événements de recouvrement (Wang et Baillargeon, 2004c) ; souvenons-nous que cette variable n'est habituellement pas identifiée avant 12 mois environ (Wang et coll., sous presse).

Quels peuvent être les ingrédients clés d'une expérience d'enseignement réussie ? D'après un modèle récent d'apprentissage, le processus par lequel les bébés identifient une nouvelle variable dans une catégorie d'événements est un apprentissage par explication¹ et implique trois grandes étapes (Baillargeon, 2002 ; pour une description computationnelle de l'apprentissage par explication dans la littérature sur l'apprentissage par les machines, cf. DeJong, 1993, 1997). Premièrement, les bébés remarquent des *résultats contrastés* sur la nouvelle variable (par exemple, pour la variable hauteur dans le recouvrement, les bébés remarquent que lorsqu'on recouvre un objet, celui-ci est parfois complètement et parfois partiellement caché). Deuxièmement, les bébés recherchent les *conditions* dans lesquelles ces résultats se produisent (par exemple, les bébés remarquent que l'objet est complètement caché si le couvercle est au moins aussi grand que lui, alors qu'il est partiellement caché si ce dernier est plus petit). Troisièmement, les bébés construisent une *explication* pour ces observations, en utilisant leurs connaissances antérieures, y compris leurs

1. *Explanation-based learning* (NBT).

principes généraux (par exemple, les principes de continuité et solidité spécifient qu'un grand objet peut tenir entier sous un grand couvercle, mais pas sous un petit). Donc, selon le modèle de l'apprentissage, seules les observations pour lesquelles les bébés peuvent construire des explications causales sont identifiées comme nouvelles variables. Ces explications sont sans aucun doute superficielles (Keil, 1995 ; Wilson et Keil, 2000) et peuvent même être fausses (Baillargeon, 2002) ; néanmoins, elles servent à intégrer de nouvelles variables dans les connaissances causales antérieures des bébés.

Le modèle de l'apprentissage ne fait pas que décrire comment les bébés identifient une nouvelle variable dans une catégorie d'événements : il suggère également comment il est possible d'apprendre aux bébés ces variables. Précisément, il spécifie quelles composantes seront essentielles pour un enseignement efficace.

Dans notre première expérience, les bébés recevaient d'abord trois paires d'essais d'enseignement (figure 8.13). Chaque paire comportait une situation avec un grand et un petit couvercle. Dans les deux cas, une main gantée tournait d'abord le couvercle vers l'avant pour en montrer l'intérieur. La main plaçait alors le couvercle debout à côté d'un grand objet, pour permettre aux bébés de comparer leurs hauteurs. Finalement, la main soulevait le couvercle et le plaçait sur l'objet. Dans le cas du grand couvercle, celui-ci était plus haut que l'objet qu'il recouvrait donc complètement. Dans le cas du petit couvercle, celui-ci était plus court que l'objet, et donc seul le haut de l'objet était caché. Les deux couvercles ne différaient que par la hauteur : le couvercle non utilisé dans un essai était placé contre la paroi arrière du dispositif. La seconde et la troisième paires d'essais étaient similaires à la première, les couvercles différant seulement par la décoration et la couleur.

D'après le modèle de l'apprentissage, ces essais d'enseignement dominaient au bébé l'information nécessaire pour identifier la variable hauteur dans les événements de recouvrement : (1) les bébés voyaient des résultats contrastés, l'objet étant soit complètement soit partiellement caché ; (2) chaque couvercle étant placé près de l'objet, les bébés pouvaient facilement comparer leurs hauteurs et voir que l'objet était complètement caché quand le couvercle était plus grand que l'objet, mais pas quand il était plus petit ; et enfin (3), les bébés pouvaient avoir recours à leurs principes de continuité et de solidité pour construire une explication de ces observations et donner un sens au fait que l'objet, étant grand, tenait entier sous le grand couvercle, mais pas sous le petit.

Après les trois paires d'essais d'enseignement, les bébés voyaient des situations avec un grand et un petit couvercle nouveaux, et un nouvel objet. Dans les deux cas, l'objet était complètement caché. Les bébés ont regardé plus longtemps dans le cas du petit couvercle que dans le cas du grand.

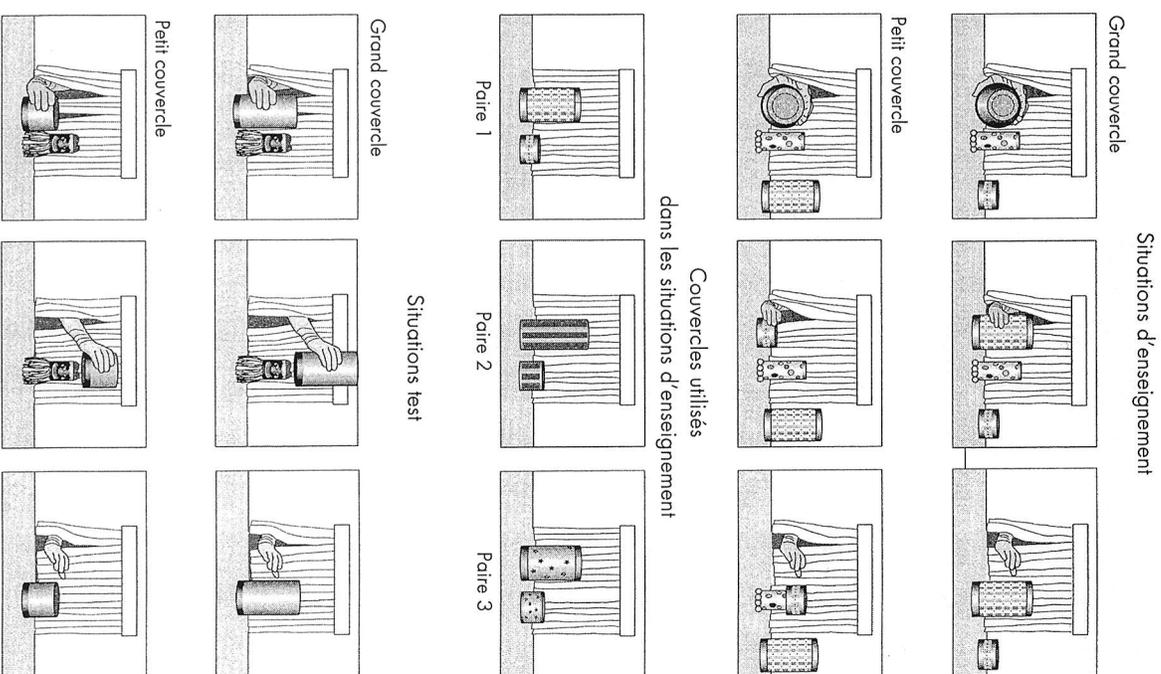


Figure 8.13

Situations d'enseignement et de test utilisées par Wang et Baillargeon (2004c)

Les mêmes résultats ont été obtenus dans une autre expérience où un délai de 24 heures séparait les essais d'enseignement des essais test. Donc, après les essais d'enseignement, les 9 mois et demi détectent la transgression dans une situation avec un petit couvercle, 2 mois et demi plus tôt que d'habitude.

Dans les expériences suivantes, nous avons commencé à examiner quelques-unes des suppositions qui sous-tendent nos essais d'enseignement. Plus précisément, était-il important que les résultats soient contrastés ? Que les bébés puissent comparer les hauteurs ? Et qu'ils puissent élaborer une explication de ces observations ? Quelle était l'importance de ces composantes ? Pour répondre à ces questions, nous avons fait trois expériences identiques à la première, sauf que les essais d'enseignement étaient modifiés : dans chaque expérience, l'une des composantes était supprimée. Dans chaque cas, notre hypothèse était que les bébés n'allaient pas identifier la variable hauteur dans la phase d'enseignement et donc n'allaient pas détecter la transgression dans le cas du petit couvercle dans les essais tests. Des résultats négatifs étaient donc attendus dans les trois expériences (figure 8.14).

Pour tester le rôle des *résultats contrastés*, les bébés voyaient à la place du grand objet, dans les essais d'enseignement, un tout petit objet qui était caché par tous les couvercles ; les bébés ne voyaient donc pas de résultats contrastés pouvant susciter un apprentissage sélectif. Pour tester l'importance des *conditions*, les bébés avaient des essais d'enseignement où le couvercle n'était jamais posé à côté de l'objet sur le dispositif ; au contraire, le couvercle était tenu au-dessus et à côté de l'objet, ce qui rendait difficiles les comparaisons de hauteur. Enfin, pour tester les effets de l'*explication*, les essais d'enseignement étaient les mêmes que dans l'expérience originale, à une exception près : quand le couvercle était tourné vers l'enfant au début de chaque essai, il pouvait voir que sa profondeur n'était que de 2,5 centimètres environ ; un double fond dans chaque couvercle les rendait tous peu profonds. Donc, bien que les bébés de cette dernière expérience aient vu les mêmes résultats contrastés et les mêmes conditions que dans l'expérience initiale, ils ne pouvaient construire une explication de ces observations : ils ne pouvaient interpréter le fait que le grand objet disparaissait sous un couvercle haut mais peu profond.

Les résultats ont confirmé nos prédictions : contrairement aux bébés de notre expérience originale d'enseignement, ceux des expériences petit objet, sans comparaison, et couvercle peu profond n'ont pas regardé différemment les situations avec le grand et le petit couvercle, suggérant qu'ils n'avaient pu identifier la variable hauteur durant les essais d'enseignement et donc ne pouvaient détecter la transgression dans le cas du petit couvercle durant les essais tests.

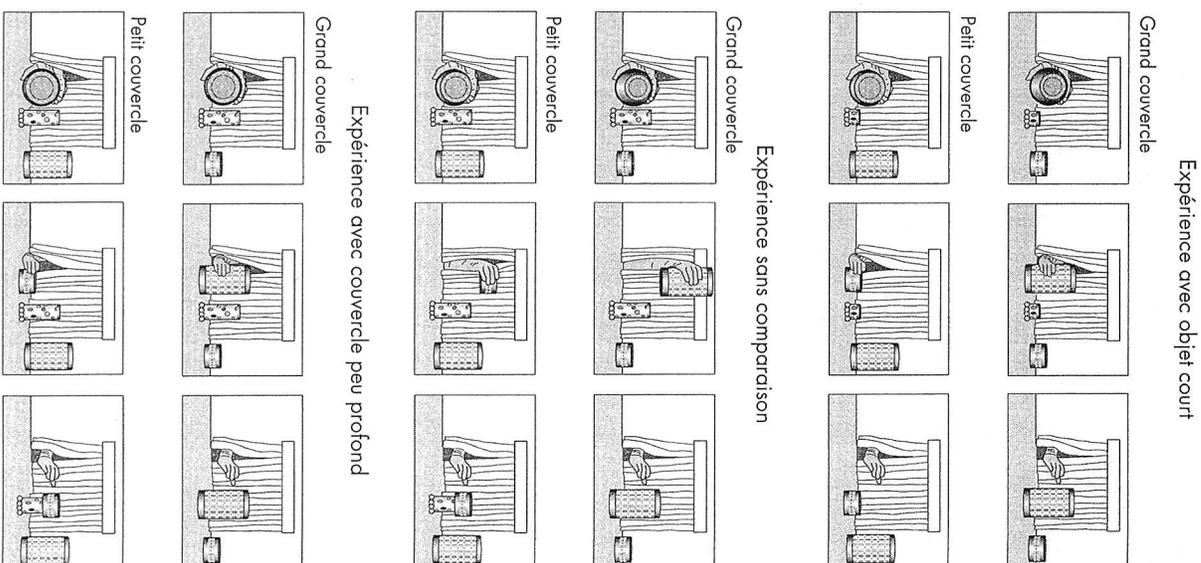


Figure 8.14

Situations d'enseignement utilisées par Wang et Baillargeon (2004c) dans les expériences petit objet, sans comparaison et couvercle peu profond

Conclusions

Suivant le modèle du raisonnement, présenté dans la troisième partie, les bébés qui n'ont pas identifié une variable dans une catégorie d'événements n'incluent pas usuellement d'information sur cette variable, quand ils se représentent les événements de la catégorie ; en conséquence, cette information n'est pas disponible et ne peut être soumise aux principes de continuité et de solidité. Conformément à ce modèle, nous avons vu dans la quatrième partie que les bébés qui n'ont pas encore identifié une variable ne perçoivent pas des changements subtiles liés à cette variable, et que les bébés à qui l'on enseigne cette variable peuvent détecter les transgressions qui y sont liées, immédiatement ou après 24 heures.

5 À PROPOS DE LA MÉTHODE TDA

Toutes les recherches que j'ai décrites jusqu'ici utilisaient la méthode TDA. Non seulement ces recherches éclairaient le développement des attentes des bébés sur l'occlusion, l'inclusion et le recouvrement, mais elles illustrent également la flexibilité remarquable de la méthode TDA. En particulier, nous avons vu que la méthode peut être utilisée avec des bébés d'âges très différents, qu'elle peut être utilisée avec des événements physiques divers, et qu'elle peut être utilisée pour tester des questions très variées : est-ce que les bébés peuvent détecter une transgression, est-ce qu'ils peuvent lui trouver une explication, est-ce qu'on peut leur apprendre à la détecter, et ainsi de suite.

Dans les années récentes, un certain nombre de chercheurs ont exprimé des réserves vis-à-vis de la méthode TDA (Bogartz, Shinsky et Schilling 2000 ; Bogartz, Shinsky et Speaker, 1997 ; Cashon et Cohen, 2000 ; Cohen et Marks, 2002 ; Hain, 1998, 1999 ; Hain et Benson, 1998 ; Munakata, 2001 ; Munakata, McClelland, Johnson et Siegler, 1997 ; Schilling, 2000 ; Theilen et Smith, 1994). Dans cette partie finale du chapitre, je voudrais répondre à deux de ces critiques, centrées toutes les deux sur des données issues de tâches TDA indiquant que les jeunes bébés peuvent se représenter des objets cachés (cf. aussi Aslin, 2000 ; Baillargeon, 1999, 2000 ; Lecuyer, 2001 ; Munakata, 2000).

5.1 L'hypothèse de la préférence transitoire

Quelques chercheurs ont suggéré que les jeunes bébés, dans les tâches TDA impliquant des objets cachés, pourraient regarder plus longtemps les événements inattendus que les événements attendus, non pas parce qu'ils ont des

attentes au sujet des objets cachés, mais parce que les essais d'habitation ou de familiarisation habituellement utilisés dans ces tâches induisent chez eux des préférences superficielles et transitoires pour les événements inattendus (Bogartz et coll., 1997, 2000 ; Cashon et Cohen, 2000 ; Schilling, 2000 ; Theilen et Smith, 1994). Il y a deux manières de tester l'hypothèse de préférence transitoire, et je vais les décrire tour à tour (pour une discussion plus approfondie, cf. Wang et coll., 2004).

5.1.1 La TDA sans familiarisation

L'hypothèse de préférence transitoire prédit que les bébés ne donneront pas de signes d'une représentation des objets cachés s'ils sont testés *sans* essais de familiarisation ou d'habitation. Sans ces essais, les bébés n'ont pas l'occasion d'acquiescer une préférence transitoire pour le nouveau ou pour le familier qui pourrait contribuer à leurs réponses dans les essais test, et ils devraient donc regarder autant les événements attendus et les événements inattendus.

Mis à part les expériences d'enseignement discutées dans la dernière partie (Wang et Baillargeon, 2004c), *toutes* les expériences décrites dans ce chapitre qui impliquent des bébés de 7 mois et plus ont été faites avec seulement des essais test : il n'y avait ni phase de familiarisation ni d'habitation, et donc aucun résultat positif de ces expériences ne peut être dû à des préférences transitoires formées durant une telle phase.

Pour savoir si des bébés plus jeunes réussiraient aussi dans une tâche TDA sans familiarisation, Su-hua Wang, Laura Brueckner et moi avons récemment réalisé une expérience avec des bébés de 4 mois (Wang et coll., 2004). Cette expérience était centrée sur la variable largeur dans les événements d'occlusion : les bébés réaliseraient-ils qu'un objet large peut être complètement caché par un cache large, mais pas par un cache étroit ? Les bébés étaient assignés à une condition expérimentale ou contrôle (figure 8.15). Les bébés dans la condition expérimentale ont vu deux situations test. Au départ, une main gantée tenait un objet large juste au-dessus de et derrière un cache en bois (pour faciliter les comparaisons de largeur). Ensuite, un écran était levé pour dissimuler le cache, et la main descendait l'objet jusqu'au plancher du dispositif, derrière le cache. Enfin, l'écran était enlevé ; seul le cache était visible sur le plancher du dispositif. Dans le cas du cache large, celui-ci était plus large que l'objet et pouvait le cacher complètement. Dans le cas du cache étroit, celui-ci était plus étroit que l'objet et n'aurait pas dû le cacher complètement. Les bébés de la condition contrôle ont vu des situations similaires, sauf que l'objet était étroit et pouvait donc disparaître derrière le cache large ou le cache étroit.

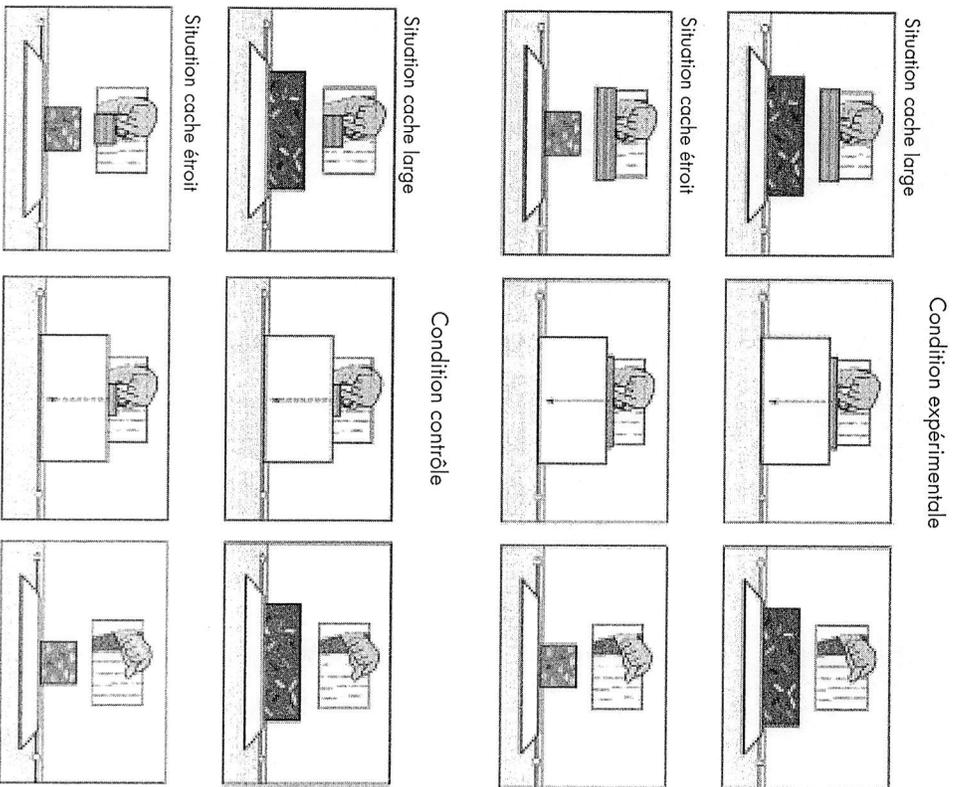


Figure 8.15
Situations de test utilisées par Wang et coll. (2004) dans les conditions expérimentale et contrôlée

Les bébés de la condition expérimentale ont regardé plus longtemps dans le cas du cache étroit que dans le cas du cache large, mais ceux de la condition contrôlée ont eu tendance à regarder autant dans les deux cas. Ces résultats suggèrent que les bébés (1) pensaient que l'objet large ou étroit continuait d'exister une fois caché ; (2) reconnaissaient que l'objet étroit

pouvait être complètement caché derrière chaque cache, et que l'objet large pouvait être caché derrière le cache large, mais pas derrière le cache étroit ; et (3) étaient surpris quand cette dernière attente était transgressée.

Des résultats similaires ont été obtenus dans une seconde expérience dans laquelle les caches, large et étroit, étaient remplacés par des contenants, large et étroit¹.

Donc, dès 4 mois les bébés montrent qu'ils peuvent se représenter un objet caché, même s'ils sont testés dans une tâche TDA sans essais d'habituation ou de familiarisation, avec seulement des essais test.

5.1.2 Le test des interprétations par la préférence transitoire

Dans certaines tâches TDA, il se peut qu'il ne soit pas possible de fournir seulement des essais test (pour une discussion plus détaillée, cf. Wang et coll., 2004). En particulier, quand on présente des événements avec des mouvements non familiers, des nouveaux objets qui se déplacent seuls, des séquences longues, etc., les bébés peuvent avoir besoin d'essais d'habituation ou de familiarisation pour pouvoir se centrer dans les essais test sur les facteurs qui intéressent le chercheur. Dans ces cas, comment être sûr que les bébés regardent plus longtemps un événement inattendu, parce qu'il contredit leurs connaissances physiques et pas parce que les essais de familiarisation ou

1. Ces résultats indiquent que bien qu'il y ait un décalage entre occultation et inclusion concernant la variable hauteur (cf. partie 2.3 ; Hespos et Baillargeon, 2001*id*), il n'y a pas le même décalage concernant la variable largeur. Pourquoi ? Pour identifier la variable hauteur dans les événements d'occlusion et d'inclusion, les bébés doivent comparer les hauteurs des objets et des caches ou contenants. Des recherches antérieures (par exemple, Baillargeon, 1991, 1994*a*, 1995) démontrent que, quand les bébés commencent à raisonner sur des variables continues dans une catégorie d'événements, ils peuvent raisonner qualitativement, mais pas quantitativement : ils ne sont pas capables au départ d'encoder des valeurs absolues et de s'en souvenir. Pour pouvoir encoder les hauteurs des objets et des caches ou contenants qualitativement, les bébés doivent les voir *côte à côte* ; il est probable qu'ils aient plus d'occasions de faire cette comparaison avec l'occlusion qu'avec l'inclusion (par exemple, Baillargeon, 2002 ; Hespos et Baillargeon, 2001*a* ; Wang et coll., 2004). Dans le cas des occultations, les bébés voient souvent des objets se déplacer latéralement derrière des caches, et peuvent facilement comparer leurs hauteurs quand ils sont près l'un de l'autre (par exemple, quand une boîte de céréales est glissée devant un bol). Dans les cas des inclusions, en revanche, il y a peu d'occasions où les objets sont placés d'abord à côté, puis dans les contenants, si bien que les opportunités de comparaisons sont rares.

Le raisonnement précède conduit à prédire que la variable largeur sera identifiée avant la variable hauteur dans les événements d'inclusion, parce qu'à chaque fois qu'un objet est descendu dans un contenant (par exemple un plateau dans un pot), leurs largeurs peuvent être comparées qualitativement lorsque l'un est au-dessus de l'autre. De plus, il ne doit y avoir que peu ou pas de décalage entre l'identification de la variable largeur dans l'occlusion et l'inclusion : les bébés doivent pouvoir prêter l'information largeur appropriée, que les objets soient descendus derrière un cache ou dans un contenant. Les réponses des bébés de 4 mois dans les expériences d'occlusion et d'inclusion de Wang et de ses collaborateurs (2004) confirment ces deux prédictions.

d'habitation induisent chez eux une préférence transitoire et superficielle pour cet événement ? Le seul recours, comme toujours, est de tester empiriquement des hypothèses spécifiques sur de possibles préférences transitoires.

Par exemple, considérons l'hypothèse de préférence transitoire proposée par Bogartz et ses collaborateurs (1997) pour l'une de nos données (Baillargeon et Graber, 1987 ; cf. aussi Baillargeon et DeVos, 1991 ; Luo, Baillargeon et Lécuyer, 2004). Dans cette expérience, des bébés de 5 mois et demi ont reçu des essais de familiarisation dans lesquels ils ont vu un grand et un petit lapin se déplacer de long en large derrière un grand écran (figure 8.16).

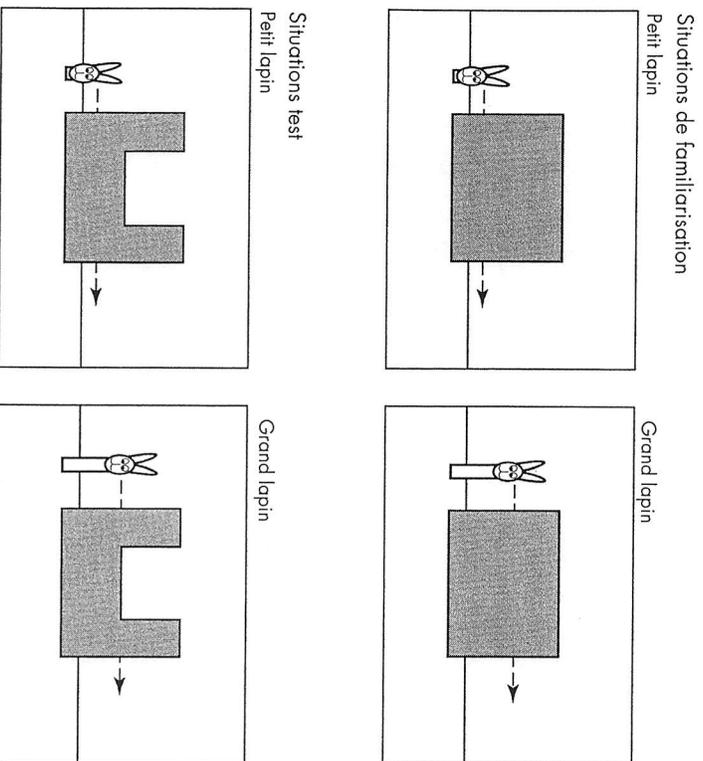


Figure 8.16
Situations de familiarisation et de test utilisées par Baillargeon
et Graber (1987)

Ensuite, une fenêtre était pratiquée dans la moitié supérieure de l'écran, et les bébés ont vu de nouveau le grand et le petit lapin passer derrière l'écran. Le petit lapin était moins haut que le bas de la fenêtre et n'était jamais visible derrière l'écran. Le grand lapin aurait dû apparaître dans la fenêtre, mais ce n'était pas le cas. Les bébés ont regardé plus longtemps dans le cas du grand lapin que dans celui du petit, et nous avons suggéré que les bébés avaient identifié la hauteur comme variable d'occlusion et étaient surpris que le grand lapin n'apparaisse pas dans la fenêtre. Bogartz et ses collaborateurs ont proposé une explication très différente, par une préférence transitoire : ils ont suggéré que les bébés se sont focalisés sur le visage du lapin pendant les essais de familiarisation et n'ont regardé que la partie de l'écran située à la même hauteur que ce visage. Pendant le test, les bébés ont continué à explorer de la même manière ; ils ont donc détecté la fenêtre dans le cas de l'événement inattendu, mais pas dans celui de l'événement attendu. Les bébés auraient donc regardé plus l'événement inattendu, simplement parce qu'ils auraient détecté le changement de l'écran dans cette situation.

Il existe maintenant un important corps de données expérimentales qui contredisent l'explication de Bogartz et de ses collaborateurs (1997). Pour commencer, notre expérience originale incluait une condition contrôle qui répond à cette explication (Baillargeon et Graber, 1987). Dans cette condition, il y avait deux essais prétestés avec deux grands ou deux petits lapins : un de chaque côté de l'écran de familiarisation. Comme dans le cas de l'expérience des souris que j'ai décrite ci-dessus (Aguilar et Baillargeon, 2002 ; cf. « 2.1 La genèse d'explications »), les bébés de cette condition contrôle ont regardé autant l'événement avec le grand et le petit lapin, ce qui suggère qu'ils ont pu bénéficier de la présentation des deux lapins pour inter-prêter ce qui se passait avec le grand lapin¹.

1. Si les bébés de 3 mois et demi ont pu postuler l'existence de deux souris identiques pour expliquer la transgression qu'on leur montrait dans l'expérience décrite dans la partie 2.1. (Aguilar et Baillargeon, 2002 ; cf. aussi Spelke et Kestenbaum, 1986 ; Spelke et coll., 1995d), pourquoi les bébés de 5 mois et demi ne pourraient-ils pas de la même manière postuler l'existence d'un second lapin identique (Baillargeon et Graber, 1987 ; cf. aussi Baillargeon et DeVos, 1991) ? Souvenons-nous que dans l'expérience avec les souris, la transgression était plus flagrante que dans celle avec les lapins : dans le premier cas, c'est la souris en entier qui aurait dû apparaître, alors que, dans le second, c'est seulement la partie supérieure du lapin qui manquait. Les bébés ont pu penser, dans ce cas, que le lapin a traversé l'espace situé derrière l'écran et ont donc été surpris qu'il n'apparaisse pas dans la fenêtre. Dans la situation de la souris, les bébés n'ont pas pu assumer aisément l'idée que la souris est passée d'un côté à l'autre de l'écran. De ce fait, cette tâche était peut-être plus favorable à l'explication par la présence de deux souris. L'interprétation qui précède conduit à des prédictions surprenantes : les 5 mois et demi devraient regarder autant les deux situations test avec les lapins si la fenêtre est plus grande. Avec une fenêtre plus grande, les bébés auront plus de chances (1) de réaliser que le grand lapin n'a pas traversé l'espace situé derrière l'écran et donc (2) de conclure que deux grands lapins identiques sont impliqués dans l'événement. En rendant la transgression plus flagrante (une plus grande proportion du grand lapin n'apparaissant pas dans la fenêtre), on obtiendrait l'effet contre-intuitif que les bébés ne seraient pas surpris de la transgression.

De plus, un grand nombre d'expériences ont fourni des indices convergents du fait que les bébés de 4 mois et demi à 6 mois peuvent raisonner sur la variable hauteur dans les événements d'occlusion. Tout d'abord, comme nous avons vu dans la partie 2.3, les 4 mois et demi répondent par une attention accrue quand un grand objet est caché derrière un petit écran ou un petit contenant (Hespos et Baillargeon, 2001a ; cf. figure 8.8). Deuxièmement, dans une expérience récente, Yuyan Luo, Roger Lécuycy et moi nous sommes demandé si des bébés de 5 mois pouvaient prédire non pas si un objet devait apparaître dans une fenêtre haute, mais jusqu'à quel niveau l'objet devait apparaître (Luo et coll., 2004). Les bébés ont réussi à détecter deux transgressions (figure 8.17) : dans l'une, un cylindre court qui n'aurait dû atteindre que le milieu de la fenêtre atteignait en fait le haut ; dans l'autre, un grand cylindre qui aurait dû atteindre le haut n'atteignait que le milieu.

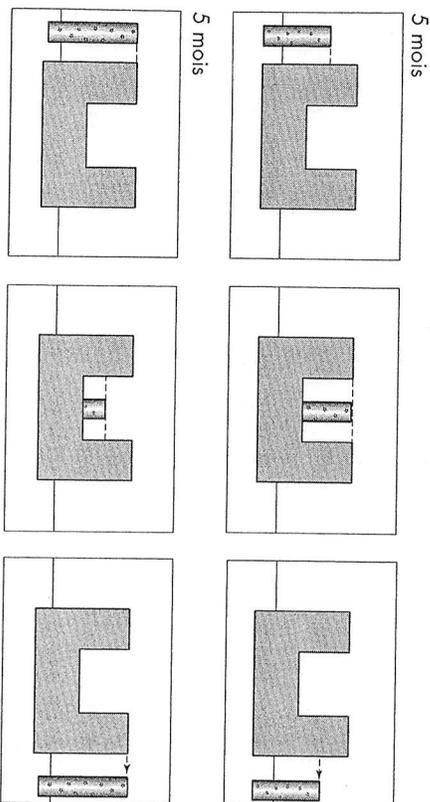
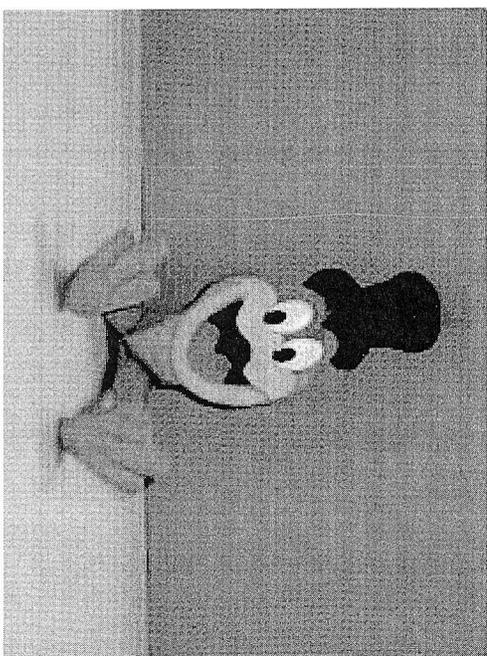


Figure 8.17

Transgressions d'occlusion détectées par des bébés de 5 mois
(Luo et coll., 2004)

Troisièmement, de nouvelles données convergentes montrant que les jeunes bébés peuvent raisonner sur la hauteur dans les événements d'occlusion proviennent d'une tâche d'action que Sue Hespos et moi avons présentée à des bébés de 6 mois et 7 mois et demi (Hespos et Baillargeon, 2004). Chaque bébé était assis face à un expérimentateur à une table sur laquelle était posé un grand écran (figure 8.18). L'expérimentateur commençait par sortir une grande grenouille de l'écran, et la posait sur la table (phase pré-essai). Après quelques secondes, l'expérimentateur remettait la grenouille derrière l'écran, qui était alors enlevé.

Phase pré-essai



Phase principale

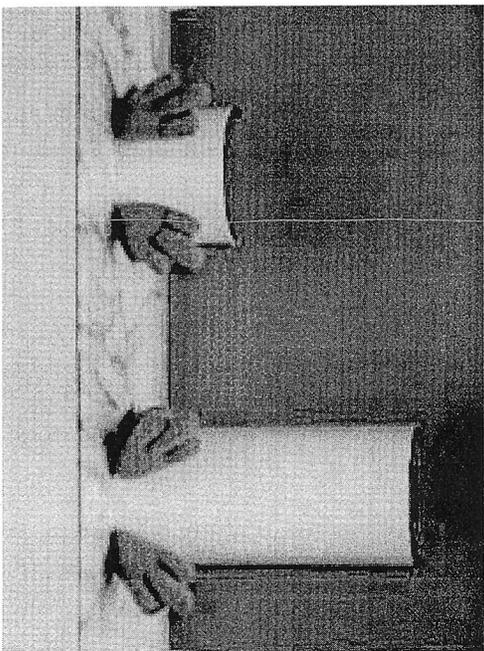


Figure 8.18

Phases pré-essai et principale de chaque essai dans la tâche d'action utilisée par Hespos et Baillargeon (2004)

Apparaissent un grand et un petit cache, des pieds de grenouille dépassant pour les deux sur les côtés du cache (phase principale). Notre idée était que si les bébés voulaient trouver la grande grenouille et réalisaient qu'elle pouvait être cachée derrière le grand cache, mais pas derrière le petit, ils devraient s'efforcer d'atteindre le grand cache plutôt que le petit. Il y avait quatre essais et les positions du grand et du petit cache étaient contrebalancées entre essais. On considérait que les bébés avaient réussi la tâche s'ils atteignaient trois fois ou plus le grand cache (ou les pieds de grenouille qui en dépassaient). Les résultats ont montré que 75 % des bébés ont atteint le grand cache trois ou quatre fois. Dans une condition contrôle, les bébés ne voyaient pas la grande grenouille et avaient autant d'atteintes du grand et du petit cache.

Il y a donc beaucoup d'expériences, utilisant des méthodes, des situations, et des objets différents qui fournissent des données convergentes montrant que les bébés de 4,5 à 6 mois utilisent l'information hauteur dans des événements d'occlusion. Ces données contredisent l'explication par préférence transitoire proposée par Bogartz et ses collaborateurs (1997).

Conclusions

Nous avons vu dans cette partie que même les jeunes bébés peuvent réussir dans des tâches TDA impliquant des objets cachés sans familiarisation préalable (Wang et coll., 2004). Ces données s'ajoutent à celles qui montrent que les jeunes bébés peuvent se représenter les objets cachés.

Une telle démonstration ne veut pas dire bien sûr que les bébés vont réussir toutes les tâches TDA avec des objets cachés en l'absence d'essais de familiarisation ou d'habituation ; de tels essais peuvent parfois être nécessaires pour familiariser les bébés avec différents aspects de la situation expérimentale et leur permettre de se centrer dans la phase test sur les facteurs manipulés par les chercheurs. Quand une familiarisation est nécessaire, les explications des données par des préférences superficielles et transitoires doivent être évaluées empiriquement. Dans cette partie, j'ai examiné une telle explication (Bogartz et coll., 1997) et conclu que les données complémentaires ne la confirmaient pas.

5.2 L'hypothèse d'une représentation pauvre

Quelques chercheurs ont suggéré que, bien que les jeunes bébés soient capables de se représenter des objets cachés, ces représentations sont vraisemblablement pauvres et éphémères, suffisantes pour réussir la plupart des tâches TDA, qui ne requièrent usuellement une représentation des objets cachés que de quelques secondes, mais pas pour des tâches plus difficiles (Haih, 1998, 1999 ; Haih et Benson, 1998 ; Munakata, 2001 ; Munakata et coll., 1997).

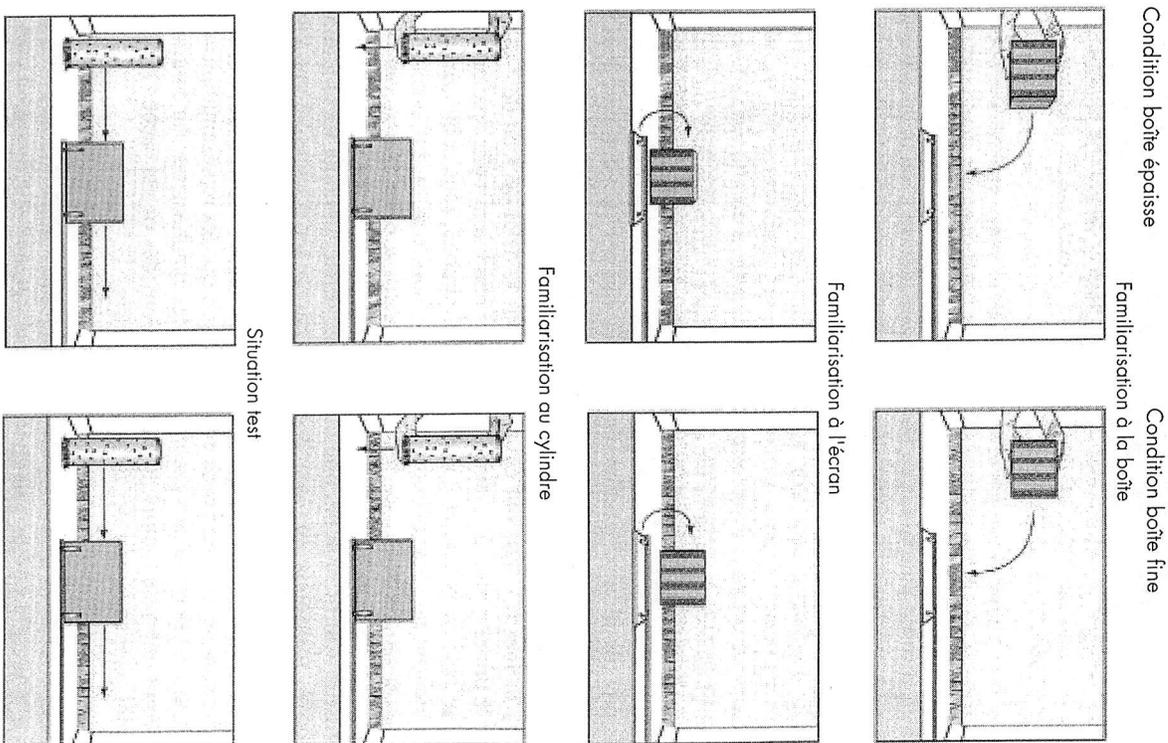


Figure 8.19

Situations de familiarisation et de test utilisées par Luo et coll. (2003)

Dans une expérience récente, Yuyan Luo, Laura Brueckner, Yuko Munakata et moi avons testé si des bébés de 5 mois pouvaient se représenter un objet caché pendant un délai substantiel, dans une tâche TDA (Luo, Baillargeon, Brueckner et Munakata, 2003). Pour réussir dans cette expérience, les bébés devaient raisonner sur un objet qu'ils n'avaient pas vu pendant un délai de 3 ou 4 minutes avant la phase test.

Les bébés étaient assignés à une condition boîte épaisse ou boîte fine (figure 8.19). Dans les essais tests des deux conditions, un grand cylindre se déplaçait de long en large derrière un petit écran. Avant les essais tests, les bébés recevaient cinq essais de familiarisation. Dans l'essai de familiarisation à la boîte, l'écran était à plat sur le plancher du dispositif, et une boîte était placée derrière : dans la condition boîte épaisse, l'épaisseur de la boîte était telle que l'espace entre la boîte et l'écran était petit ; dans la condition boîte fine, cet espace entre écran et boîte était bien plus grand. Ensuite, il y avait trois essais de familiarisation à l'écran, dans lesquels l'écran était levé devant la boîte, une fois par essai. Après que l'écran était levé au dernier essai (il restait alors levé jusqu'à la fin de l'expérience), un délai de 3 ou 4 minutes commençait. Pendant ce délai, on présentait aux bébés un essai de familiarisation au cylindre, pendant lequel le cylindre était posé sur le plancher du dispositif, près de la paroi gauche. Ensuite, les parents jouaient avec leur bébé jusqu'à la fin du délai. Deux blocs de trois essais tests suivaient, dans lesquels le cylindre se déplaçait derrière l'écran, comme mentionné ci-dessus.

Les mêmes résultats ont été obtenus pour le délai de 3 ou de 4 minutes. Dans le premier bloc d'essais, les bébés des conditions boîte épaisse et boîte fine ont regardé autant, et il y a eu un effet plafond, sans doute parce qu'ils n'avaient jamais vu le cylindre se déplacer dans le dispositif avant. Dans le deuxième bloc d'essais, les bébés de la condition boîte épaisse ont regardé plus longtemps que ceux de la condition boîte fine, ce qui suggère (1) qu'ils se souvenaient de la boîte, fine ou épaisse, derrière l'écran après le délai et (2) qu'ils réalisaient que le cylindre pouvait passer derrière l'écran dans le cas de la boîte fine, mais pas dans l'autre.

Les résultats ici résumés ne confirment pas que les représentations qu'ont les jeunes bébés des objets cachés sont faibles et éphémères. Au contraire, ils suggèrent que vers 5 mois, les représentations des objets cachés sont assez robustes pour supporter des délais significatifs.

6 CONCLUSIONS

Que savent les bébés à propos des objets cachés ? Les recherches passées en revue dans ce chapitre autorisent six conclusions générales. Premièrement,

dès 2 mois et demi, les bébés réalisent qu'un objet continue d'exister après avoir disparu derrière un cache, dans un contenant ou sous un couvercle. Deuxièmement, au départ ces bébés ne sont pas très performants pour prédire quand un objet derrière un cache, dans un contenant ou sous un couvercle doit être caché. Troisièmement, les prédictions des bébés s'améliorent, à mesure qu'ils identifient les variables pertinentes pour prédire les résultats dans chaque catégorie d'événements. Quatrièmement, les bébés qui ont identifié une variable dans une catégorie d'événements (1) peuvent détecter des changements subtiles et autres transgressions impliquant cette variable, et (2) peuvent parfois aussi trouver une explication à ces transgressions. Cinquièmement, les bébés qui n'ont pas encore identifié une variable (1) ne peuvent pas détecter des changements subtiles et autres transgressions impliquant cette variable, mais (2) peuvent détecter ces transgressions après un enseignement sur cette variable, immédiatement ou après un délai de 24 heures. Enfin, toutes ces données sont en cohérence avec le nouveau modèle du raisonnement physique présenté ici, qui suppose à la fois que des principes généraux et des attentes spécifiques à chaque catégorie d'événements contribuent aux réponses du bébé au monde physique¹.

1. Ce chapitre est basé sur une conférence invitée (« Le monde physique des bébés ») présentée aux rencontres bi-annuelles de la Society for Research in Child Development à Tampa en Floride en avril 2003. Les recherches passées en revue ici ont été financées par un contrat du National Institute of Child Health and Human Development (HD-21104). Je suis très reconnaissant envers Jerry Delong, Cindy Fisher, Yuyan Luo, Kris Onishi, Hyun-joon Song et Su-hua Wang pour leurs discussions et commentaires très utiles ; Roger Lécluyer pour son excellent et généreux travail de traduction ; Steve Holland, notre graphiste, pour sa patience et sa créativité dans la confection de nos figures ; Laura Brueckner, Venessa Nolen et l'équipe du Infant Cognition Laboratory pour leur aide dans le recueil des données ; et last but not least, les nombreux parents qui ont gentiment accepté que leurs enfants participent à nos recherches.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGUIAR A., BAILLARGEON R. (1998). « Eight-and-a-half-month-old infants' reasoning about containment events », *Child Development*, 69, 636-653.
- AGUIAR A., BAILLARGEON R. (1999). « 2.5-month-old infants' reasoning about when objects should and should not be occluded », *Cognitive Psychology*, 39, 116-157.
- AGUIAR A., BAILLARGEON R. (2002). « Developments in young infants' reasoning about occluded objects », *Cognitive Psychology*, 45, 267-336.
- AGUIAR A., BAILLARGEON R. (2003). « Perseverative responding in a violation-of-expectation task in 6.5-month-old infants », *Cognition*, 88, 277-316.
- ARTERBERRY M.E. (1997). « Perception of object properties over time », in C. Rovee-Collier, L.P. Lipsitt (éds.), *Advances in Infancy Research*, vol. 11, Greenwich, CT, Ablex, 219-268.
- ASLIN R.N. (2000). « Why take the cog out of infant cognition ? », *Infancy*, 1, 463-470.
- BAILLARGEON R. (1991). « Reasoning about the height and location of a hidden object in 4.5- and 6.5-month-old infants », *Cognition*, 38, 13-42.
- BAILLARGEON R. (1994a). « How do infants learn about the physical world ? », *Current Directions in Psychological Science*, 3, 133-140.
- BAILLARGEON R. (1994b). « Physical reasoning in young infants : Seeking explanations for unexpected events », *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 9-33.
- BAILLARGEON R. (1995). « A model of physical reasoning in infancy », in C. Rovee-Collier, L.P. Lipsitt (éds.), *Advances in Infant Research*, vol. 9, Norwood, NJ, Ablex, 305-371.
- BAILLARGEON R. (1998). « Infants' understanding of the physical world », in M. Sabourin, F. Craik, M. Robert (éds.), *Advances in Psychological Science*, vol. 2, Londres, Psychology Press, 503-529.
- BAILLARGEON R. (1999). « Young infants' expectations about hidden objects : a reply to three challenges (article with peer commentaries and response) », *Developmental Science*, 2, 115-163.
- BAILLARGEON R. (2000). « Reply to Bogartz, Shinsky, and Schilling ; and Cashon and Cohen », *Infancy*, 1, 447-462.
- BAILLARGEON R. (2001). « Infants' physical knowledge : of acquired expectations and core principles », in E. Dupoux (éd.), *Langage, Brain, and Cognitive Development : Essays in Honor of Jacques Mehler*, Cambridge, MA, MIT Press, 341-361.
- BAILLARGEON R. (2002). « The acquisition of physical knowledge in infancy : A summary in eight lessons », in U. Goswami (éd.), *Handbook of Childhood Cognitive Development*, Oxford, Blackwell, 47-83.
- BAILLARGEON R., DEVOS J. (1991). « Object permanence in young infants : further evidence », *Child Development*, 62, 1227-1246.
- BAILLARGEON R., FISHER C., DELONG G.F. (2000). « Teaching infants about support : what data must they see ? », communication à la biennale « International Conference on Infant Studies », Grande-Bretagne, Brighton.
- BAILLARGEON R., GRABER M. (1987). « Where's the rabbit ? 5.5-month-old infants' representation of the height of a hidden object », *Cognitive Development*, 2, 375-392.
- BAILLARGEON R., LUO Y. (2002). « Development of object concept », *Encyclopedia of Cognitive Science*, vol. 3, Londres, Nature Publishing Group, 387-391.
- BAILLARGEON R., NEEDHAM A., DEVOS J. (1992). « The development of young infants' intuitions about support », *Early Development and Parenting*, 1, 69-78.
- BAILLARGEON R., WANG, S. (2002). « Event categorization in infancy », *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 85-93.
- BOGARTZ R.S., SHINSKEY J.L., SCHILLING T.H. (2000). « Object permanence in five-and-a-half-month-old infants ? », *Infancy*, 1, 403-428.
- BOGARTZ R.S., SHINSKEY J.L., SPEAKER C.J. (1997). « Interpreting infant looking : the event set x event set design », *Developmental Psychology*, 33, 408-422.
- BRUNER J.S. (1973). *Beyond the Information Given*, New York, Norton.
- CASASOLA M., COHEN L., CHIARELLO E. (2003). « Six-month-old infants' categorization of containment spatial relations », *Child Development*, 74, 679-693.
- CASHON C.H., COHEN L.B. (2000). « Eight-month-old infants' perceptions of possible and impossible events », *Infancy*, 1, 429-446.
- COHEN L.B., MARKS K.S. (2002). « How infants process addition and subtraction events », *Developmental Science*, 5, 186-212.
- DAN N., OMORI T., TOMIVASU Y. (2000). « Development of infants' intuitions about support relations : sensitivity to stability », *Developmental Science*, 3, 171-180.
- DEJONG G.F. (1993). *Investigating Explanation-Based Learning*, Boston, MA, Kluwer Academic Press.
- DEJONG G.F. (1997). « Explanation-based learning », in A. Tucker (éd.), *Encyclopedia of Computer Science*, Boca Raton, FL, CRC Press, 499-520.
- HATH M.M. (1998). « Who put the cog in infant cognition ? Is rich interpretation too costly ? », *Infant Behavior and Development*, 21, 167-179.
- HATH M.M. (1999). « Some thoughts about claims for innate knowledge and infant physical reasoning », *Developmental Science*, 2, 153-156.
- HATH M.M., BENSON J.B. (1998). « Infant cognition », in W. Damon (series Ed.), D. Kuhn, R. Siegler (vol. éds.), *Handbook of Child Psychology*, vol. 2 : *Cognition, Perception, and Language*, New York, NY, Wiley, 199-254.
- HESPOS S.J., BAILLARGEON R. (2001a). « Infants' knowledge about occlusion and containment events : a surprising discrepancy », *Psychological Science*, 12, 140-147.
- HESPOS S.J., BAILLARGEON R. (2001b). « Knowledge about containment events in very young infants », *Cognition*, 78, 204-245.
- HESPOS S.J., BAILLARGEON R. (2004). « Décalage in infants' knowledge about occlusion and containment events : converging evidence from action tasks », en révision.
- HUETTEL S.A., NEEDHAM A. (2000). « Effects of balance relations between objects on infants' object segregation », *Developmental Science*, 3, 415-427.
- JOHNSON S.P., ASLIN R.N. (2000). « Infants' perception of transparency »,

- Developmental Psychology*, 36, 808-816.
- KEIL F.C. (1995). « The growth of causal understandings of natural kinds », in D. Spelber, D. Premack, A.J. Premack (éds.), *Causal Cognition : A Multidisciplinary Debate*, Oxford, Clarendon Press, 234-262.
- KESTENBAUM R., TERMINÉ N., SPELKE E.S. (1987). « Perception of objects and object boundaries by 3-month-old infants », *British Journal of Developmental Psychology*, 5, 367-383.
- KOTOVSKY L., BAILLARGEON R. (1994). « Calibration-based reasoning about collision events in 11-month-old infants », *Cognition*, 51, 107-129.
- KOTOVSKY L., BAILLARGEON R. (1998). « The development of calibration-based reasoning about collision events in young infants », *Cognition*, 67, 311-351.
- LÉCUYER R. (2001). « Rien n'est jamais acquis. De la permanence de l'objet... de polémiques », *Enfance*, 55, 35-65.
- LÉCUYER R., DURAND K. (1998). « Bidimensional representations of the third dimension and their perception by infants », *Perception*, 27, 465-472.
- LESLIE A.M. (1994). « TOMM, TOBY, and agency : core architecture and domain specificity », in L.A. Hirshfeld, S.A. Gelman (éds.), *Mapping the Mind : Domain Specificity in Cognition and Culture*, New York, Cambridge University Press, 119-148.
- LESLIE A.M. (1995). « A theory of agency », in D. Spelber, D. Premack, A.J. Premack (éds.), *Causal Cognition : A Multidisciplinary Debate*, Oxford, Clarendon Press, 121-149.
- LUO Y., BAILLARGEON R. (2004a). « Development in infants' reasoning about transparent occluders » en préparation.
- LUO Y., BAILLARGEON R. (2004b). « Infants' reasoning about transparent occluders and containers », en préparation.
- LUO Y., BAILLARGEON R. (sous presse). « When the ordinary seems unexpected : evidence for rule-based physical reasoning in young infants », *Cognition*.
- LUO Y., BAILLARGEON R., BRUECKNER L., MUNAKATA Y. (2003). « Reasoning about a hidden object after a delay : Evidence for robust representations in 5-month-old infants », *Cognition*, 88, B23-B32.
- LUO Y., BAILLARGEON R., LÉCUYER R. (2004). « Young infants reasoning about height in occlusion events », en préparation.
- MCCALL D. (2001). « Perseveration and infants' sensitivity to cues for containment », communication présentée à la biennale de la Society for Research in Child Development, Minneapolis, MN.
- MCDONOUGH L., CHOI S., MANDLER J.M. (2003). « Understanding spatial relations : flexible infants, lexical adults », *Cognitive Psychology*, 46, 229-259.
- MUNAKATA Y. (1997). « Perseverative reaching in infancy : the roles of hidden toys and motor history in the AB task », *Infant Behavior and Development*, 20, 405-416.
- MUNAKATA Y. (2000). « Challenges to the violation-of-expectation paradigm : throwing the conceptual baby out with the perceptual processing bathwater ? », *Infancy*, 1, 471-490.
- MUNAKATA Y. (2001). « Task-dependency in infant behavior : toward an understanding of the processes underlying cognitive development », in F. Lacerda, C. von Hofsten, M. Helmann (éds.), *Emerging Cognitive Abilities in Early Infancy*, Mahwah, NJ, Erlbaum, 29-52.
- MUNAKATA Y., MCCLELLAND J.L., JOHNSON M.H., SIEGLER R. (1997). « Rethinking infant knowledge : Toward an adaptive process account of successes and failures in object permanence tasks », *Psychological Review*, 104, 686-713.
- NEEDHAM A. (2000). « Improvements in object exploration skills may facilitate the development of object segregation in early infancy », *Journal of Cognition and Development*, 1, 131-156.
- NEEDHAM A., ORMSBEE S.M. (2003). « The development of object segregation during the first year of life », in R. Kimchi, M. Behrmann, C. Olson (éds.), *Perceptual Organization in Vision : Behavioral and Neural Perspectives*, Mahwah, NJ, Erlbaum, 205-232.
- ONISHI K.H. (2000). « Infants can reason about the support of 2 but not 3 stacked boxes », communication présentée à la biennale International Conférence on Infant Studies, Grande-Bretagne.
- PIAGET J. (1936). *La Naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- PIAGET J. (1937). *La Construction du réel chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- SCHILLING T.H. (2000). « Infants' looking at possible and impossible screen rotations : the role of familiarization », *Infancy*, 1, 389-402.
- SIMONS D.J. (1996). « In sight, out of mind : when object representations fail » *Psychological Science*, 7, 301-305.
- SIMONS D.J., FRANCONERI S.L., REIMER R.L. (2000). « Change blindness in the absence of a visual disruption », *Perception*, 29, 1143-1154.
- SMITKOORN S.M., SMITSMAN A.W. (1995). « Infants' perception of dynamic relations between objects : passing through or support ? », *Developmental Psychology*, 31, 437-447.
- SLATER A. (1995). « Visual perception and memory at birth », in C. Rovee-Collier, L.P. Lipsitt (éds.), *Advances in Infancy Research*, vol. 9, Norwood, NJ, Ablex, 107-162.
- SPELKE E.S. (1982). « Perceptual knowledge of objects in infancy », in J. Mehler, E. Walker, M. Garrett (éds.), *Perspectives on Mental Representation*, Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- SPELKE E.S. (1994). « Initial knowledge : six suggestions », *Cognition*, 50, 431-445.
- SPELKE E.S., BREINLINGER K., MACOMBER J., JACOBSON K. (1992). « Origins of knowledge », *Psychological Review*, 99, 605-632.
- SPELKE E.S., HESPOS S.J. (2002). « Conceptual development in infancy : the case of containment », in N.L. Stein, P. Bauer, M. Rabinowitch (éds.), *Representation, Memory, and Development : Essays in Honor of Jean Mandler*, Mahwah, NJ, Erlbaum, 223-246.
- SPELKE E.S., KESTENBAUM R. (1986). « Les origines du concept d'objet », *Psychologie française*, 31, 67-72.
- SPELKE E.S., KESTENBAUM R., SIMONS D.J., WEIN D. (1995a). Spatiotemporal continuity, smoothness of motion, and object identity in infancy. *British Journal of Developmental Psychology*, 13, 1-30.
- SPELKE E.S., PHILLIPS A., WOODWARD A.L. (1995b). « Infants' knowledge of object motion and human action », in D. Spelber, D. Premack, A.J. Premack (éds.), *Causal Cognition : A Multidis-*

- ciplinary Debate*, Oxford, Clarendon Press, 44-78.
- THELLEN E., SMITH L. B. (1994). *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*, Cambridge, MA, MIT Press.
- WANG S., BAILLARGEON R. (2004a). « Change blindness in infants : event category effects », en préparation.
- WANG S., BAILLARGEON R. (2004b). « Inducing infants to detect continuity violations : a new approach », en révision.
- WANG S., BAILLARGEON R. (2004c). « Teaching infants to attend to a variable in an event category : the case of height in covering events », en préparation.
- WANG S., BAILLARGEON R., BRUECKNER L. (2004). « Young infants' reasoning about hidden objects : evidence from violation-of-expectation tasks with test trials only », *Cognition*, 93, 167-198.
- WANG S., BAILLARGEON R., PATERSON S. (sous presse). « Detecting continuity violations in infancy : a new account and new evidence from covering and tube events », *Cognition*.
- WANG S., KAUFMAN L., BAILLARGEON R. (2003). « Should all stationary objects move when hit ? Developments in infants' causal and statistical expectations about collision events (special issue) », *Infant Behavior and Development*, 26, 529-568.
- WILCOX T. (1999). « Object individuation : infants' use of shape, size, pattern, and color », *Cognition*, 72, 125-166.
- WILCOX T., BAILLARGEON R. (1998a). « Object individuation in infancy : the use of featural information in reasoning about occlusion events », *Cognitive Psychology*, 17, 97-155.
- WILCOX T., BAILLARGEON R. (1998b). « Object individuation in young infants : further evidence with an event-monitoring task », *Developmental Science*, 1, 127-142.
- WILCOX T., CHAPA C. (2002). « Infants' reasoning about opaque and transparent occluders in an object individuation task », *Cognition*, 85, B1-B10.
- WILCOX T., CHAPA C. (2004). « Priming infants to attend to color and pattern information in an individuation task », *Cognition*, 90, 265-302.
- WILCOX T., NADEL L., ROSSER R. (1996). « Location memory in healthy preterm and fullterm infants », *Infant Behavior and Development*, 19, 309-323.
- WILCOX T., SCHWEINLE A. (2003). « Infants' use of speed information to individuate objects in occlusion events », *Infant Behavior and Development*, 26, 253-282.
- WILSON R.A., KEIL F.C. (2000). « The shadows and shallows of explanation », in F.C. Keil, R.A. Wilson (éds.), *Explanation and Cognition*, Cambridge, MA, MIT Press, 87-114.
- XU F., CAREY S. (1996). « Infants' metaphysics : the case of numerical identity », *Cognitive Psychology*, 30, 111-153.
- YONAS A., GRANRUD C.E. (1984). « The development of sensitivity to kinetic, binocular, and pictorial depth information in human infants », in D. Engle, D. Lee, M. Jeannerod (éds.), *Brain Mechanisms and Spatial Vision*, Dordrecht, Martinus Nijhoff, 113-145.

LA REPRÉSENTATION VA POUVOIR COMMENCER¹

Chapitre 9

1. Par Roger Lécuycer.