

■ **EN DEUX MOTS** ■ Piaget est l'un des premiers à avoir étudié le développement des connaissances physiques chez les jeunes enfants. Mais son approche expérimentale était inappropriée : il a eu tendance à sous-estimer les connaissances et les capacités de raisonnement des bébés. De nouvelles méthodes ont permis d'explorer plus avant le monde physique qu'ils se représentent. Dès leur plus jeune âge, ils sont capables d'établir certaines règles en se référant à des principes généraux innés. À mesure qu'ils identifient les informations pertinentes dans différentes situations, les représentations sur la réalité physique se précisent.



© COMSTOCK IMAGES/GETTY

La physique au démarrage berceau !

Dès deux mois et demi, les bébés utilisent des règles simples pour se représenter le monde physique. Mais les enfants sont aussi des machines à apprendre ! Les règles se développent à mesure qu'ils sont exposés à des situations de plus en plus variées.

Renée Baillargeon
enseigne au département
de psychologie
de l'université de l'Illinois.
rbaillar@uiuc.edu

Nous autres, adultes, possédons une somme importante de connaissances sur la réalité physique. Par exemple, nous savons qu'un objet continue d'exister même s'il est caché derrière un autre. Nous savons qu'un objet indéformable ne peut être contenu dans un récipient d'une taille plus petite, ou encore, qu'un objet posé sur une table et recouvert par une cloche se déplace

avec celle-ci. Nous utilisons ces connaissances pour répondre à des objectifs très divers comme prédire et interpréter les phénomènes physiques, guider nos actions sur les objets, donner sens à celles des autres, voire illusionner un public par des tours de prestidigitation.

À quel âge et par quels mécanismes acquérons-nous ces connaissances ? Ces dernières années, des méthodes d'études originales ont permis d'apporter de nouveaux éléments →

L'ENFANT ET SON DÉVELOPPEMENT

VII → PERCEPTION

[1] J. Piaget et B. Inhelder, *La Psychologie de l'enfant*, Presses universitaires de France, 2004, p. 20.

[2] T. Bower, *Development in Infancy*, W. H. Freeman, 1974.

[3] R. Baillargeon et al., *Cognition*, 20, 191, 1985.

⇒ de réponse. D'abord, dès les premiers mois de leur existence, et contrairement à ce que les psychologues ont longtemps imaginé, les enfants considèrent le comportement physique des objets en fonction d'un petit nombre de concepts généraux : ils ont des attentes spécifiques quant au déroulement des événements. Ces attentes évoluent avec l'âge. À mesure qu'ils sont exposés à des situations variées, les enfants prennent en compte de plus en plus de caractéristiques des objets. Leur représentation du monde physique s'enrichit avec l'expérience.

C'est à Piaget que l'on doit les premières études sur la construction du réel chez les jeunes enfants. Dès le milieu des années trente, ses observations ont soulevé de nom-

breuses questions sur la compréhension des objets, de l'espace, du temps et de la causalité chez les jeunes enfants. Il a examiné les réactions des bébés dans de nombreuses tâches. Par exemple, écrit-il, « vers 5-7 mois, quand l'enfant va saisir un objet et qu'on recouvre celui-ci d'un linge ou qu'on le fait passer derrière un écran, l'enfant retire simplement sa main déjà tendue ou, s'il s'agit d'un objet d'intérêt (un biberon, par exemple), il se met à pleurer ou à hurler de déception : il réagit comme si l'objet s'était résorbé [1]. »

En observant que les jeunes enfants ne cherchaient pas les objets cachés, Piaget a conclu qu'ils ne réalisent pas que ces objets continuent d'exister. D'une manière générale, il pensait que les jeunes enfants comprenaient très peu de chose des « événements physiques » qu'ils observaient.

Mais l'approche expérimentale de Piaget pose problème. Car en étudiant la capacité des bébés à rechercher les objets cachés, ce n'est pas uniquement leurs aptitudes à se représenter leur existence que l'on teste [2]. On met aussi à l'épreuve leurs compétences pour planifier et exécuter les mouvements nécessaires à cette tâche de recherche. Or, dans leur plus jeune âge, les capacités sensori-motrices des enfants sont très limitées. Ils peuvent donc échouer au test non pas parce que leurs connaissances sont insuffisantes, mais parce que leurs capacités sont trop limitées. Pour des raisons de méthode, Piaget a donc eu tendance à sous-estimer les capacités de raisonnement des bébés.

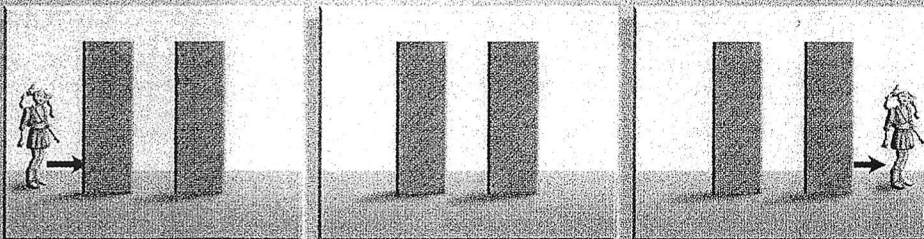
Attente déçue

Prenant conscience de ce problème, les psychologues ont commencé à développer d'autres approches. Il y a une vingtaine d'années, mes collaborateurs et moi-même avons mis au point la méthode de la « transgression des attentes » (TDA) [3]. C'est aujourd'hui l'approche expérimentale la plus largement utilisée pour étudier le raisonnement des bébés sur le monde physique.

Dans une expérience type, on montre aux enfants deux situations. Par exemple, une figurine qui se déplace et passe derrière un écran. Dans un cas, c'est la même figurine qui réapparaît de l'autre côté ; dans l'autre, elle est différente. La première

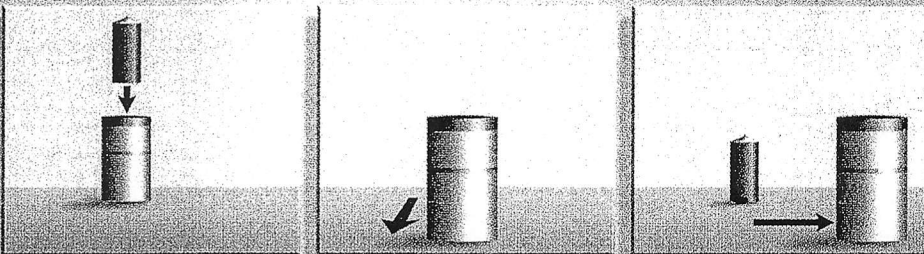
Fig.2 La permanence des objets

Dès 2,5 mois, les bébés sont capables d'imaginer qu'un objet continue d'exister même s'il est caché. La méthode de la « transgression des attentes » a montré que les bébés acquièrent progressivement cette connaissance pour différents types de situation comme l'occultation, l'inclusion et le recouvrement des objets. A chaque fois, ils sont surpris de voir leurs attentes contrariées.

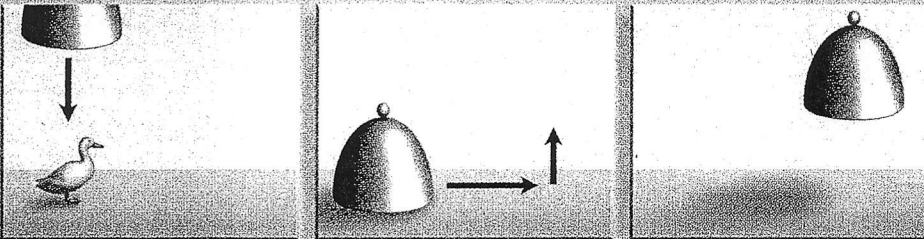


OCCULTATION. Une figurine se déplace jusqu'à ce qu'elle disparaisse derrière un écran. Après quelques secondes, la figurine sort de derrière un second écran sans avoir traversé l'espace intermédiaire.

SOURCE AGUIAR & BAILLARGEON (1999)



INCLUSION. L'expérimentateur descend un objet cylindrique par le haut d'un récipient qui est ouvert. Le récipient est glissé vers l'avant puis sur le côté, laissant apparaître l'objet dans la position initiale du récipient. SOURCE HESPOS & BAILLARGEON (2001)



RECOUVREMENT. Un petit canard est placé à l'extrémité gauche d'une plate-forme. Puis il est recouvert par un couvercle. Ce dernier est ensuite déplacé vers le côté droit de la plate-forme et soulevé. Le canard n'est plus visible. SOURCE WANG, BAILLARGEON & PATERSON (2005)

© INFOGRAPHIES SYLVIE DESSERT

situation correspond à son déroulement normal, attendu. La deuxième, réalisée à l'aide d'un trucage, semble violer les règles de la réalité physique. Si les bébés regardent plus longtemps la deuxième situation que la première, on peut supposer qu'ils possèdent une attente quant au déroulement de la scène, et qu'ils sont surpris par la « transgression » de cette attente.

Découverte de la continuité

La méthode TDA a très vite porté ses fruits. Elle a été testée de différentes manières sur des bébés de plus en plus jeunes et a montré que ceux-ci possèdent des attentes sur le monde physique dès 2,5 mois ! Ainsi, en ce qui concerne les objets cachés, on recense aujourd'hui une trentaine d'études prouvant que ces bébés comprennent que les objets continuent d'exister. Mais ce n'est pas tout. Dans une série d'expériences que nous avons réalisées depuis 1999, nous avons constaté que les bébés de 2,5 mois étaient surpris de voir un objet différent réapparaître derrière un écran (occultation) ; à 7,5 mois, ils sont surpris lorsqu'un objet est introduit dans un récipient plus petit (inclusion) ; à 12 mois, ils sont surpris lorsqu'un objet est recouvert par une cloche plus petite (recouvrement) [fig. 1]. Nous étions très étonnés par ces résultats ! Comment les bébés peuvent-ils reconnaître que les règles sont violées dans toutes ces catégories d'événements ? Pour le comprendre, une théorie proposée vers le milieu des années quatre-vingt-dix par Elisabeth Spelke, de l'université Harvard, et Alan Leslie, de l'université Rutgers, notamment, a été fort utile [4]. Dès leur plus jeune âge, les bébés interpréteraient les événements à l'aide d'un petit nombre de « principes généraux ». Ces principes, que l'on pourrait qualifier d'« innés », formeraient un référent causal permettant aux nourrissons de prédire le déroulement des événements. La plupart des chercheurs

s'accordent aujourd'hui sur l'existence de ces principes généraux. Même si leur origine et leur nature sont encore sujettes à controverse.

Le principe le plus important dans la représentation des événements physiques est celui dit de « continuité ». Il postule que les objets existent continuellement dans le même espace et dans le temps, en conservant les traits qui les caractérisent. Il a de nombreux corollaires. Par exemple, les objets statiques, visibles ou cachés, existent continuellement dans le temps. Les objets suivent des trajectoires continues. Deux objets ne peuvent occuper le même espace au même moment. Un objet ne peut se transformer spontanément en un autre d'une taille, d'une forme, d'une substance ou d'une couleur différentes.

Grâce au principe de continuité, les bébés sont capables d'appréhender les aspects essentiels d'un événement et ce dès les premiers mois de la vie. Ils sont par exemple capables de répondre aux questions suivantes. Combien d'objets sont

impliqués dans un événement ? Quelle est la répartition des surfaces ouvertes ou fermées pour un objet ? Quel est son arrangement spatial et comment évolue-t-il au cours du temps ? Ces informations

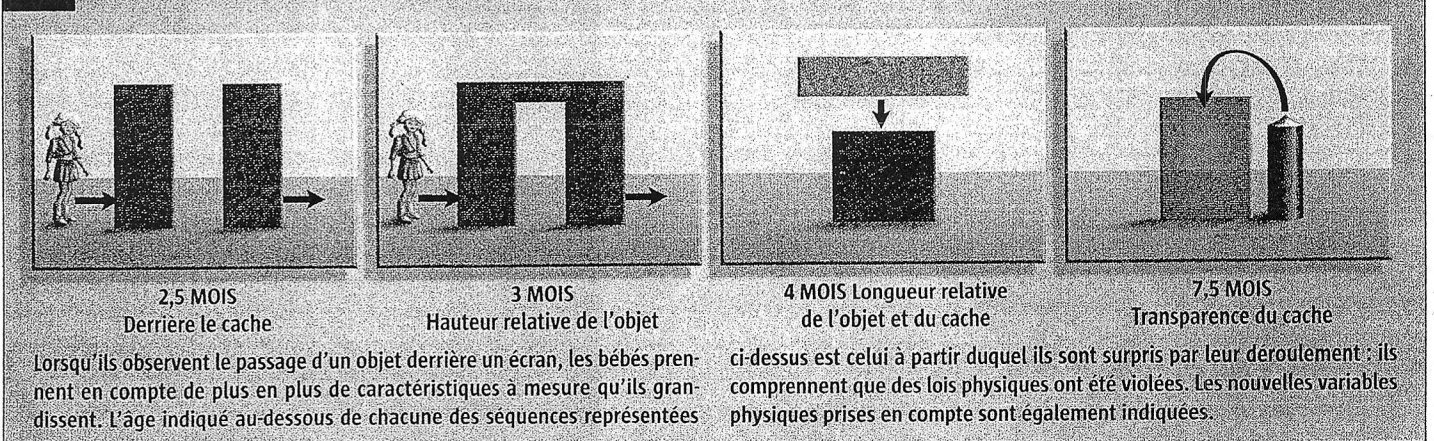
sont rudimentaires, mais elles suffisent pour former une représentation élémentaire des événements.

Les informations que les bébés de 2,5 mois prennent en compte sont toutefois très limitées. À cet âge, ils détectent des violations de continuité relatives à ces informations, mais ils sont incapables d'identifier celles qui impliquent les informations additionnelles. Par exemple, ils ne sont pas surpris lorsqu'un objet est caché derrière un écran d'une taille plus petite ni lorsqu'un objet est enfoui dans du sable et qu'un autre, d'une forme différente, en ressort au même endroit. Enfin, ils ne sont pas surpris lorsqu'un objet d'une certaine couleur disparaît derrière un écran et qu'un autre, d'une couleur différente, réapparaît.

[4] A. Leslie, in A. Hirschfeld et al. (dir.), *Mapping the Mind : Domain Specificity in Cognition and Culture*, Cambridge University Press, 119, 1994 ; E. Spelke, *Cognition*, 50, 431, 1994.

Les bébés utilisent un petit nombre de principes généraux pour interpréter les événements

Fig.2 L'apprentissage des informations



L'ENFANT ET SON DÉVELOPPEMENT

VII → PERCEPTION

⇒ Le principe de continuité semble s'appliquer uniquement aux informations que les bébés sont capables de se représenter. En effet, si les bébés ne comprennent pas que la taille d'un objet est plus grande que celle d'un récipient, ils ne peuvent être surpris que cet objet puisse y être introduit en totalité!

Mais à mesure qu'ils se développent, ils deviennent capables de prédire le déroulement de situations de plus en plus complexes. Comment y parviennent-ils? Les recherches effectuées ces dernières années suggèrent que les jeunes enfants considèrent les événements en termes de catégories [5]. Des événements «types», en somme, qu'ils ont appris à identifier. Pour chacune de ces catégories d'événements, comme l'occultation, l'inclusion ou le recouvrement, les bébés identifient une ou plusieurs variables. Ce sont ces variables qui leur permettent de prédire d'une façon plus précise le résultat des situations de cette catégorie.

Considérons par exemple l'occultation. Pour anticiper le déroulement de ce type d'événements, les enfants doivent apprendre à prédire dans quelles conditions un objet situé derrière un cache ne devrait plus être visible. Ils doivent aussi apprendre à prévoir dans quelles circonstances un objet mobile doit réapparaître derrière un écran qui le cache, et s'il est le même que celui qui a disparu. Pour cela, la variable « hauteur » est souvent une information pertinente. Car les objets ne peuvent être totalement cachés derrière un écran d'une taille plus petite.

Utilisée dans différentes situations pour une certaine catégorie d'événements, la méthode TDA permet de dater l'âge auquel les variables sont apprises. Cette succession de problèmes résolus forme ce que l'on appelle un « arbre de

décision ». L'arborescence grandit à mesure que les enfants sont capables de prédire avec succès le déroulement d'un événement. Chaque variable nouvellement acquise permet de réviser les prédictions précédentes réalisées à l'aide de variables apprises plus précocement [fig. 2].

Un modèle de raisonnement

Sachant qu'une variable est pertinente pour prédire la conduite de plusieurs catégories d'événements, nous nous sommes demandé si les bébés pouvaient les généraliser l'une à l'autre. Par exemple, avec la méthode TDA, on sait que la variable « hauteur » est prise en compte dès 3,5 mois pour l'occultation des objets. Nous supposons que pour les événements d'inclusion, lorsqu'un objet est introduit entièrement dans un récipient d'une taille plus petite, les bébés seraient surpris par cette transgression.

Mais les bébés n'ont montré aucun signe de surprise! Ce n'est en fait qu'à 7,5 mois qu'ils identifient la variable hauteur pour ce type d'événements [6]. Pour le recouvrement, la hauteur n'est pas prise en compte avant 12 mois [7]! Conclusion : les bébés apprennent à identifier les variables pertinentes séparément pour chaque catégorie. Ce qui est implicite ici est un aspect fondamental du raisonnement des bébés sur le monde physique : les enfants n'apprennent pas à interpréter les informations mais plutôt lesquelles intégrer dans leurs représentations du monde physique. En quelque sorte, ils sont « aveugles » aux informations qu'ils n'ont pas encore apprises dans une situation donnée.

L'ensemble de ces résultats nous a permis d'élaborer un modèle sur le raisonnement des bébés. Tout d'abord, quand ils regardent un événement, les bébés construisent une

[5] A. Anguiar et al., *Cognitive Psychology*, 45, 267, 2002 ; M. Cassola et al., *Child Development*, 74, 679, 2003.

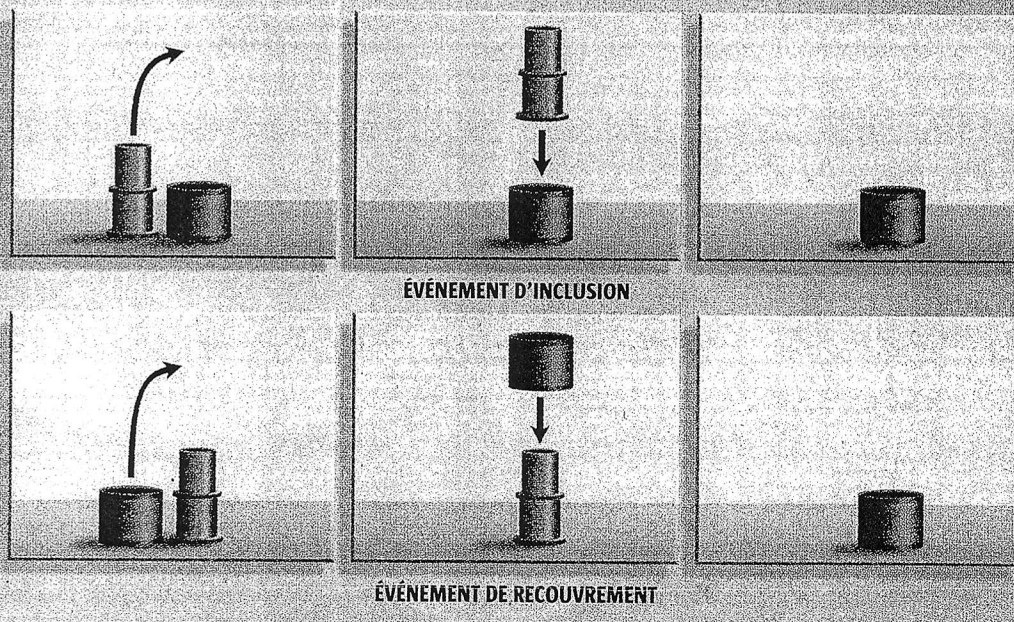
[6] S. Hespos, *Psychological Science*, 12, 140, 2001.

[7] S. Wang et al., *Cognition*, 95, 129, 2005.

Fig.3 La catégorisation des événements

Lorsqu'un objet télescopique disparaît complètement dans un contenant d'une taille relativement plus petite (séquence du haut), les bébés de neuf mois et demi répondent par une attention accrue. Ils utilisent la variable « hauteur » pour prédire l'issue des événements d'inclusion. Par contre (séquence du bas), les mêmes ne sont pas surpris de voir qu'un petit couvercle que l'on fait descendre sur un objet télescopique d'une taille relativement plus grande le cache complètement.

SOURCE WANG, BAILLARGEON & PATERSON (2005)



représentation physique en fonction d'informations élémentaires. En comparant ces informations au principe de continuité, les bébés sont capables de prédire le déroulement de cet événement. Mais dans les premières semaines de vie les représentations des bébés sont relativement pauvres. Elles captent l'essentiel de l'événement, mais laissent de côté la plupart de ses caractéristiques. Puis, à mesure que les bébés reconnaissent des catégories d'événements et identifient les variables pertinentes dans ces catégories, ils intègrent des informations de plus en plus détaillées dans leurs représentations. Ils peuvent ainsi en prédire l'issue la plus probable, et ce d'une manière de plus en plus précise.

Ce modèle suggère que l'âge auquel une variable est acquise pour un type d'événement dépend essentiellement de l'âge auquel les enfants sont exposés à des situations appropriées.

Les bébés doivent comprendre quelle variable devrait être ajoutée aux représentations d'un événement pour en prédire correctement l'issue. Pour apprendre la variable « hauteur » dans les événements de recouvrement, les enfants doivent d'abord remarquer que lorsqu'un objet est recouvert, celui-ci est parfois totalement caché, parfois seulement partiellement. Ils peuvent ensuite rechercher les conditions dans lesquelles ces résultats se produisent. Par exemple, pour qu'un objet soit complètement caché par un couvercle, il faut que celui-ci soit au moins aussi grand que lui, alors que l'objet sera toujours partiellement caché si le couvercle est plus petit.

Bienfaits de la stimulation

Nous pensons que les bébés identifient la variable hauteur plus précocement pour les événements d'inclusion que de recouvrement parce qu'ils sont plus souvent exposés à des situations d'inclusion facilement identifiables. L'expérience joue donc un rôle crucial dans l'acquisition des connaissances physiques.

Les bébés seraient-ils capables d'identifier une variable plus tôt qu'ils ne le feraient normalement s'ils étaient exposés à des observations appropriées? Tout récemment, notre laboratoire, ainsi que d'autres ont réalisé plusieurs expériences pour y répondre.

Grâce aux tests effectués avec la méthode TDA, nous savons que les informations relatives à la couleur dans les événements d'occultation ne sont perçues qu'à 11,5 mois. Avant cet âge, par exemple, les bébés ne sont pas surpris lorsqu'une balle verte disparaît derrière un petit écran et qu'elle réapparaît rouge. En 2004, Teresa Wilcox, de l'université du Texas, et Catherine Chapa, de la faculté de San Antonio, se sont demandé si les bébés de 7,5 mois réussiraient à détecter cette transgression s'ils étaient d'abord soumis à des situations où les informations de couleur étaient mises en valeur [8].

Pour cela, elles ont montré aux bébés une tasse verte tambourinant sur une plaque et une tasse rouge déversant du sel. L'idée était de stimuler l'acquisition des informations spécifiques à la couleur en montrant des objets de couleurs

différentes dans des situations différentes. Ensuite, les bébés ont été soumis au test TDA de la balle qui change de couleur. Résultat : ils ont été surpris ! Vraisemblablement, les tests de conditionnement ont permis aux bébés d'associer la couleur des tasses avec leur utilisation spécifique. Cette association a rendu plus saillantes les couleurs rouge et verte. Les bébés ont alors été capables d'inclure les informations de couleur dans la représentation des événements d'occultation. Ils ont pu réaliser qu'il fallait obligatoirement deux balles, et qu'elles ne pouvaient être simultanément cachées derrière le petit écran.

Une autre expérience s'est intéressée à la variable « hauteur ». On sait, grâce à la méthode TDA, qu'elle est prise en compte pour les événements de recouvrement seulement à partir de 12 mois. Des bébés plus jeunes ne sont par exemple

pas étonnés lorsqu'une cloche recouvre totalement un objet d'une taille plus grande. Au début de cette année, nous nous sommes demandé si des bébés de 8,5 mois pourraient détecter cette violation si le couver-

cle était placé devant l'objet avant d'être déposé dessus [9]. Nous supposons que ces bébés pourraient catégoriser le premier événement comme un événement d'occultation. Pour cette catégorie, en effet, la taille est déjà identifiée comme une variable pertinente à cet âge. Si les enfants se reportent à cette variable quand ils considèrent ensuite un événement de recouvrement, il se pourrait très bien que, fortuitement, cette information puisse être soumise au principe de continuité. Là encore, pour les bébés conditionnés, le test a été un succès. Ces résultats montrent clairement qu'il est possible d'apprendre aux bébés de nouvelles variables en accord avec leur modèle de raisonnement physique. Ce qui est valable en laboratoire l'est aussi à la maison ! Nos recherches suggèrent ainsi tout le poids de l'environnement et de la stimulation des bébés dans leur aptitude à percevoir les subtilités du monde physique. ■ R. B.

[8] T. Wilcox *et al.*, *Cognition*, 90, 265, 2004.

[9] S. Wang *et al.*, à paraître.

Le bébé reconnaît des catégories d'événements et identifie alors des variables pertinentes

POUR EN SAVOIR PLUS

■ Roger Lecuyer (dir.), *Le Développement du nourrisson*, Dunod, 2004.

■ Olivier Houdé et Claire Meljac (dir.), *L'Esprit piagétien*, PUF, 2000.

Insolites...

Babar rescapé

Les zoologistes observent assez souvent des comportements violents chez de jeunes éléphants adultes. Ceux-ci s'en prennent à leurs congénères, voire aux rhinocéros des environs, qu'ils massacrent parfois sans merci. En se fondant sur les études conduites sur l'attachement chez l'enfant, une équipe américaine propose que ces éléphants « voyous » exprimeraient les conséquences d'un stress vécu dans leur enfance. Comme les enfants délaissés ou maltraités deviennent plus souvent délinquants ou déprimés à l'âge adulte, les éléphants privés de leur mère par des braconniers auraient plus de difficultés dans les relations sociales. Babar, qui a vu sa mère tuée par des chasseurs, aurait donc pu bien mal tourner ! L.A. G.A. Bradshan *et al.*, *Nature*, 433, 807, 2005.

