

Olivier Houdé : « Se développer, c'est apprendre à inhiber »

Le développement de l'intelligence ne consiste pas seulement à construire et à activer des stratégies cognitives nouvelles, comme le pensait Jean Piaget. L'enfant doit aussi apprendre à bloquer des stratégies qui entrent en compétition dans son cerveau. Et ce n'est pas si simple : loin d'être strictement linéaire, le développement cognitif, du bébé à l'adulte, est plutôt biscornu...

Olivier Houdé, instituteur de formation initiale, est professeur de psychologie à l'université Paris-V (Sorbonne) et dirige l'équipe Développement et fonctionnement cognitifs dans le groupe d'imagerie neurofonctionnelle UMR 6194 du CNRS et du CEA. Son dernier livre, *La Psychologie de l'enfant est le nouveau « Que-sais-je ? »* sur ce sujet après celui de Jean Piaget.

LA RECHERCHE : Presque quarante ans après la première édition du « Que sais-je ? » de Jean Piaget et Bärbel Inhelder, pourquoi affirmez-vous que l'on peut parler aujourd'hui d'une nouvelle psychologie de l'enfant ?

OLIVIER HOUDÉ : Comme Piaget, je pense que l'enfant ressemble à un petit savant : pour se développer, il doit découvrir par ses sens, ses actions et ses pensées les lois de fonctionnement du réel. En revanche, je ne suis pas d'accord avec son « modèle de l'escalier » : Piaget pensait que le développement se déroule de manière linéaire et cumulative, chaque marche correspondant à un grand progrès. Il distinguait trois stades principaux : l'intelligence sensori-motrice fondée sur les sens et les actions, de la naissance à deux ans ; la préparation et la mise en place des opérations concrètes, de 2 à 12 ans ; l'intelligence abstraite ou stade du raisonnement logique après 12 ans. La nouvelle psychologie de l'enfant conduit à réexaminer ce modèle pour deux raisons. D'une part, il existe déjà chez le bébé des capacités cognitives assez complexes, des connaissances physiques, logiques et mathématiques ainsi que psychologiques non réductibles à un fonctionnement strictement sensori-moteur. D'autre part, la suite du développement de l'intelligence jusqu'à l'âge adulte est jalonnée d'erreurs de logique, de biais perceptifs non prédits par la théorie piagétienne. Plutôt que de suivre un plan qui mènerait, sans retour en arrière, du stade sensori-moteur à l'abstraction, l'intelligence de l'enfant avance de façon beaucoup plus biscornue !

Quelles découvertes ont remis en cause la théorie piagétienne ?

OLIVIER HOUDÉ : Prenons l'exemple de la cognition numérique. Selon Piaget et son « modèle de l'escalier », il faut

attendre que l'enfant ait 7 ans, l'âge de raison, pour qu'il atteigne la « marche » correspondant à l'acquisition du concept de nombre. Pour le prouver, Piaget plaçait l'enfant face à deux rangées composées du même nombre de jetons plus ou moins écartés. Jusqu'à l'âge de 6-7 ans l'enfant se trompe : il déclare que la rangée la plus longue contient plus de jetons. Il commet une erreur d'intuition perceptive. Selon Piaget, cela signifie que l'enfant d'école maternelle n'a pas encore acquis la notion de nombre. Pourtant, dès 1968, le psychologue Jacques Mehler, du CNRS, montrait qu'un enfant de 2 ans ne se trompe pas entre deux rangées contenant un nombre inégal de bonbons : il choisit celle qui contient le plus de bonbons, même si elle est plus courte. L'émotion et la gourmandise rendent donc l'enfant mathématicien bien plus tôt que ne le croyait Piaget. Ensuite, on a découvert que l'enfant est encore plus précoce : le bébé possède déjà le sens du nombre bien avant le langage, donc bien avant 2 ans.

Les bébés sont-ils beaucoup plus « savants » que ne le croyait Piaget ?

OLIVIER HOUDÉ : La logique du modèle de l'escalier a conduit Piaget à étudier principalement les actions des bébés et à réserver l'étude des principes cognitifs aux enfants plus grands. Or, les bébés sont maladroits. Ce n'était donc pas un bon moyen de tester leur intelligence. Une meilleure méthode consiste à observer les réactions visuelles des bébés à des stimulations que leur présente le psychologue. Grâce à des moyens techniques dont ne disposait pas Piaget, la vidéo et l'ordinateur, on mesure avec précision le temps de fixation visuel relatif au type de stimulus montré au bébé. En utilisant cette méthode, une



étude de Karen Wynn de l'université Yale a révélé que, dès l'âge de 4 mois, les bébés réalisent sans difficulté l'addition $1 + 1 = 2$ et la soustraction $2 - 1 = 1$. Cette capacité numérique a aussi été démontrée chez les grands singes, qui ont, comme les bébés humains, un « cerveau sans langage ».

Comment vérifie-t-on que les bébés savent déjà compter, alors qu'ils ne parlent pas encore ?

OLIVIER HOUDÉ : On leur présente un petit théâtre de marionnettes avec des figurines de Mickey. Ils assistent à un événement possible ($1 \text{ Mickey} + 1 \text{ Mickey} = 2 \text{ Mickey}$) et à un événement impossible réalisé par trucage ($1 + 1 = 1$ ou $1 + 1 = 3$). La mesure du temps de fixation visuelle montre que les bébés perçoivent les erreurs de calcul : ils regardent plus longtemps la scène quand l'événement est impossible parce qu'ils sont surpris. Ils conservent donc le nombre exact d'objets attendus dans leur mémoire de travail. Et ils infèrent un résultat. C'est le début de l'abstraction, le « premier âge de raison », bien avant ce que croyait Piaget.

Le bébé possède des capacités cognitives non réductibles à un fonctionnement sensori-moteur

Pourquoi, alors que le bébé a déjà le sens du nombre, l'enfant se trompe-t-il encore jusqu'à 7 ans dans la tâche de comptage des jetons imaginée par Piaget ?

OLIVIER HOUDÉ : J'ai démontré avec mon équipe que ce qui pose réellement problème à l'enfant dans cette tâche, ce n'est pas le nombre en tant que tel, puisqu'il l'utilise bien plus tôt, mais c'est d'appren-

dre à inhiber la stratégie perceptive inadéquate, c'est-à-dire à inhiber l'illusion « longueur égale nombre » [1]. Pour cela, nous avons repris la tâche de Piaget avec des enfants de 8 ans. On leur présente sur ordinateur deux situations : d'abord comme Piaget, deux rangées de longueur inégale composées du même nombre de jetons, puis deux rangées dont la plus longue contient le plus de jetons. On leur propose ensuite ces deux situations dans l'ordre inverse. On leur demande chaque fois si les deux rangées comportent le même nombre de jetons et on mesure leur temps de réponse. Résultat : ils mettent plus de temps à résoudre la situation où la longueur varie avec le nombre si elle leur est proposée en second. C'est qu'ils ont inhibé l'illusion « longueur égale nombre » pour résoudre la première ⇒

[1] O. Houdé et E. Guichart, *Developmental Science*, 4, 119, 2001.

L'ENFANT ET SON DÉVELOPPEMENT

XI → ENTRETIEN

[2] O. Houdé et N. Tzourio-Mazoyer, *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 507, 2003.

⇒ situation et qu'ils doivent la réactiver ensuite. À cet âge, si les enfants avaient atteint le stade du nombre au sens de Piaget, leur temps de réponse serait constant, quel que soit l'ordre des situations. Ils n'auraient plus besoin d'inhiber la stratégie perceptive erronée. Se développer, c'est donc aussi apprendre à inhiber certaines connaissances à certains moments. Au niveau cérébral, c'est sans doute le cortex préfrontal qui sous-tend ce processus de contrôle et d'inhibition. Or, les travaux d'imagerie ont montré qu'il mature lentement, de la naissance à l'âge adulte.

Précisément, quel rôle joue l'imagerie cérébrale dans la découverte de cette nouvelle psychologie ?

OLIVIER HOUDÉ : Jusqu'à présent, l'imagerie cérébrale a surtout été utilisée chez les adultes. Avec Bernard et Nathalie Mazoyer, de l'université de Caen, nous avons ainsi montré par tomographie à émission de positons (TEP) ce qui se passe dans le cerveau de jeunes adultes avant et après la correction d'une erreur de raisonnement, c'est-à-dire avant et après l'apprentissage de l'inhibition d'une stratégie perceptive inadéquate [2]. On observe une très nette reconfiguration des réseaux cérébraux, de la partie postérieure du cerveau impliquée dans la perception à la partie antérieure préfrontale, siège de la logique et du contrôle, donc de l'inhibition. Cette expérience montre que les jeunes adultes continuent à faire des erreurs de logique, contrairement à ce que prédit le « modèle de l'escalier ». Le développement de l'intelligence est bien biscornu. Pour le comprendre, il faut l'étudier du très jeune bébé jusqu'à l'âge adulte.

Reste maintenant à appliquer les techniques d'imagerie cérébrale à l'enfant. Sur le plan juridico-éthique, la TEP impliquant l'injection d'un marqueur radioactif est évidemment contre-indiquée. En revanche, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), qui ne présente pas cet inconvénient, est l'un des outils d'avenir de la nouvelle psychologie de l'enfant.

L'Américaine B. J. Casey, de l'université Cornell, a commencé à l'utiliser pour des tests neuropsychologiques assez simples dits de « go/no go » : on demande à un enfant d'appuyer sur un bouton quand il voit quelque chose de spécifique sur un écran. Cela permet d'observer le lien entre réponses motrices et cortex préfrontal. Dans les prochaines années, nous devrions parvenir à tester chez l'enfant les nouvelles théories du développement cognitif.

Quelles sont ces nouvelles théories ?

OLIVIER HOUDÉ : On peut en considérer au moins trois. Celle que je propose dit que se développer, c'est non seulement construire et activer des stratégies cognitives comme le pensait Piaget, mais c'est aussi apprendre à inhiber des stratégies qui entrent en compétition. Durant les années quatre-vingt-dix, deux psychologues « néo-piagétiens », Robbie Case de Stanford et Kurt Fischer de Harvard, ont proposé de modéliser le développement de l'enfant comme un système dynamique non linéaire, avec des courbes d'apprentissage irrégulières, incluant des turbulences, des explosions, des effondrements. Une troisième théorie du développement de l'intelligence est celle de Robert Siegler de Carnegie-Mellon. Pour ce psychologue, le développement de l'enfant

correspond à « des vagues qui se chevauchent ». Selon cette métaphore, chaque stratégie cognitive serait une vague qui approche d'un rivage, avec la possibilité de recouvrir une autre stratégie (« façon de penser ») à tout moment.

Ces trois théories convergent : elles mettent en cause la chronologie trop rigide des stades de Piaget et les mécanismes qui font passer d'un stade à l'autre.

Grâce à l'imagerie cérébrale, nous devrions parvenir à tester les nouvelles théories du développement cognitif





La mise en évidence de compétences insoupçonnées chez le bébé ne permet pas de nier le rôle fondamental de l'environnement

Ces théories permettent-elles d'avancer sur l'éternel débat entre l'inné et l'acquis ?

OLIVIER HOUDÉ : Ce n'est pas parce qu'on a mis en évidence des compétences insoupçonnées chez le bébé qu'il faut nier le rôle fondamental de l'environnement dans lequel il évolue. Reste à savoir comment on passe des gènes à l'intelligence, *via* le cerveau et l'expérience. Si le bébé a déjà des capacités numériques à 4 mois, elles sont rudimentaires. Elles vont s'enrichir avec l'enseignement scolaire. Mais seuls quelques élèves deviendront des médailles Fields, la plupart auront des capacités mathématiques moyennes. Or, on ne sait pas encore grand-chose de ce qui se passe dans le cerveau à chaque étape de l'apprentissage. Il faudrait coupler la psychologie du développement cognitif à l'imagerie cérébrale et à la génomique du comportement pour répondre à ces questions.

Les enfants sont aussi des petits psychologues, ce que Piaget avait peu exploré...

OLIVIER HOUDÉ : Il est vrai que Piaget s'est surtout intéressé à l'enfant logicien et mathématicien. Or, l'enfant doit constamment élaborer des théories sur le fonctionnement de son propre esprit et celui des autres pour comprendre la dynamique des émotions et des comportements. Aujourd'hui, il y a un courant de recherche sur les théories naïves de l'esprit, autrement dit celles que les enfants, et même les bébés, se construisent spontanément. Elisabeth Spelke, de Harvard, a montré que, dès 6 mois, les bébés considèrent que les êtres humains sont animés par une vie mentale qui les différencie des objets, dans une expérience souvent rapportée : si un bébé de cet âge voit un objet s'écarter d'un autre objet, sans que le premier l'ait poussé, il est surpris, alors qu'il ne l'est pas s'il voit la même scène entre deux êtres humains. Un autre psychologue, Alan Leslie de l'université Rutgers, a même avancé que notre cerveau, façonné par l'évolution des espèces, possède à la naissance un module de théorie de l'esprit*. Quoi qu'il en soit, on est sûr désormais que le bébé possède des connaissances psychologiques insoupçonnées de Piaget.

Enfin, que peut-on garder de la théorie piagétienne ?

OLIVIER HOUDÉ : Deux principes de Piaget n'ont pas pris une ride. Le premier, c'est son approche épistémologique de l'enfance. Piaget a été le premier à considérer l'enfant comme un petit savant et le développement cognitif comme une histoire des sciences en raccourci. C'était un coup de génie ! Je suis

partiellement en désaccord avec lui sur les stades et les mécanismes qu'il a décrits, mais pas sur ce cadre général. Le deuxième principe, c'est la nécessité d'ancrer le développement dans la biologie. Piaget considérait le développement de l'intelligence chez l'enfant (calculer, raisonner, etc.) comme l'une des formes les plus subtiles de l'adaptation biologique à l'environnement. À l'époque, cela restait très théorique. Aujourd'hui, je pense que cette adaptation biologique correspond à la capacité à ressentir certaines émotions nécessaires pour inhiber des comportements inadéquats et choisir la bonne stratégie au bon moment. Avec l'imagerie, on peut commencer à tester ces mécanismes.

Commence-t-on à appliquer cette nouvelle théorie dans l'éducation des enfants ?

OLIVIER HOUDÉ : Tout reste à faire sur ce plan. Dans les IUFM*, on continue souvent à apprendre la théorie piagétienne *stricto sensu*. L'enseignement repose toujours sur l'idée qu'il faut accumuler et activer des fonctions cognitives, et jamais sur l'idée de travailler sur les capacités d'inhibition. Or, l'enfant peut apprendre à inhiber tout seul, mais aussi avec l'aide d'un enseignant. Comme la médecine, la pédagogie est un art qui devrait s'appuyer sur des connaissances scientifiques actualisées. Instituteur de formation initiale, je considère que cette question est très importante. Elle est politique : il n'y a pas de psychopédagogie expérimentale organisée en France. Il faudrait se donner les moyens d'articuler la « nouvelle psychologie de l'enfant » avec la pratique des acteurs de l'éducation, comme l'avait naguère entrepris Henri Wallon*.

Que répondez-vous à ceux qui vous reprochent d'avoir une approche trop réductionniste du développement de l'enfant ?

OLIVIER HOUDÉ : Créer des situations en laboratoire est nécessaire à la démarche scientifique pour contrôler les paramètres expérimentaux. C'est une manière d'approfondir nos connaissances sur le développement de cette machine très complexe qu'est le cerveau de l'homme. Cela dit, en nous rapprochant des sciences de l'éducation, de la sociologie et de l'anthropologie, nous pourrions sans doute créer des situations expérimentales plus proches de la réalité. ■■

Propos recueillis par Marie-Laure Théodule

Photos : Jean-Marie Cras

* **La théorie de l'esprit** est la capacité à attribuer des intentions, des croyances, des désirs ou des représentations mentales à autrui et à soi-même.

* **Les IUFM** sont les instituts universitaires de formation des maîtres, qui ont remplacé les écoles normales d'instituteurs en 1989.

* **Henri Wallon (1879-1962)** a été titulaire de la chaire de psychologie et d'éducation de l'enfance du Collège de France.

POUR EN SAVOIR PLUS

■ Jean Piaget et Bärbel Inhelder, *La Psychologie de l'enfant*, « Que-sais-je ? », PUF, 1966.

■ Janet Astington, *Comment les enfants découvrent la pensée*, Retz, 1999.

■ Robert Siegler, *Intelligence et développement de l'enfant*, De Boeck, 2000.

■ Jean-Pierre Changeux, *Gènes et culture*, Odile Jacob, 2003.

■ Olivier Houdé, *La Psychologie de l'enfant*, « Que-sais-je ? », PUF, 2004.