

Le rôle positif de l'inhibition dans le développement cognitif de l'enfant

Olivier Houdé

DANS **LE JOURNAL DES PSYCHOLOGUES** 2007/1 n° 244 , PAGES 40 À 42
ÉDITIONS **MARTIN MÉDIA**

ISSN 0752-501X

DOI 10.3917/jdp.244.0040

Date de mise en ligne : 01/01/2011

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-le-journal-des-psychologues-2007-1-page-40?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour Martin Média.

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.



Professeur
de psychologie du
développement
de l'enfant
à l'université
Paris-Descartes,
Sorbonne

Le rôle positif de l'inhibition dans le développement cognitif de l'enfant

Olivier Houdé

À l'opposé du modèle de l'escalier selon lequel le développement cognitif de l'enfant obéit à une linéarité, celui du bébé « mathématicien » s'appuierait sur l'apprentissage de l'inhibition d'une stratégie perceptive inadéquate. Les études menées en ce sens dévoilent comment l'inhibition permet de progresser, et bousculent certains postulats chers à Piaget.

La notion d'inhibition ne prend tout son sens en psychologie de l'enfant, en particulier son sens positif, que si on la replace dans le cadre général de l'étude du développement cognitif sous ses différents aspects : compétences précoces du bébé, compétition entre stratégies cognitives chez l'enfant, rôle de l'inhibition et imagerie cérébrale du développement. La conception de l'intelligence de l'enfant selon Jean Piaget était linéaire et cumulative, car systématiquement liée, stade après stade, à l'idée d'acquisition et de progrès (Piaget J. et Inhelder B., 1966). C'est ce que l'on peut appeler « le modèle de l'escalier », chaque marche correspondant à un grand progrès, à un stade bien défini - ou mode unique de pensée - dans la genèse de l'intelligence dite « logico-mathématique » : de l'intelligence sensori-motrice du bébé (0-2 ans), basée sur ses sens et ses actions, à l'intelligence conceptuelle et abstraite de l'enfant (2-12 ans), de l'adolescent et de l'adulte. La nouvelle psychologie de l'enfant remet en cause ce « modèle de l'escalier » ou, pour le moins, indique qu'il n'est pas le seul possible (Houdé O., 2004). D'une part, il existe déjà chez les bébés des capacités cognitives assez complexes, c'est-à-dire des connaissances

physiques, mathématiques, logiques et psychologiques ignorées par Piaget et non réductibles à un fonctionnement strictement sensori-moteur (la « première marche de l'escalier »). D'autre part, la suite du développement de l'intelligence jusqu'à l'adolescence et l'âge adulte compris (la « dernière marche ») est jalonnée d'erreurs, de biais perceptifs, de décalages inattendus, non prédits par la théorie piagétienne. Ainsi, plutôt que de suivre une ligne ou un plan qui mène du sensori-moteur à l'abstrait (les stades de Piaget), l'intelligence avance de façon plutôt biscornue, non linéaire. Et c'est dans ce schéma de développement que l'inhibition va jouer un rôle positif, adaptatif.

La remise en cause du « modèle de l'escalier » de Piaget

Prenons un exemple cher à Piaget et qui fait, aujourd'hui encore, l'objet de beaucoup de recherches : le nombre. Selon Piaget et son « modèle de l'escalier », il faut attendre l'âge de six, sept ans, c'est-à-dire l'entrée à l'école élémentaire, l'âge de raison, pour que l'enfant atteigne le stade (la « marche ») qui correspond au concept de nombre. Pour le

prouver, Piaget plaçait l'enfant face à deux rangées de jetons en nombre égal, mais de longueur différente selon l'écartement des jetons. Dans cette situation, le jeune enfant considère, jusqu'à six, sept ans, qu'il y a plus de jetons là où c'est plus long. Cette réponse verbale est une erreur d'intuition perceptive (longueur égale nombre) qui révèle, selon Piaget, que l'enfant d'école maternelle n'a pas encore acquis le concept de nombre. Mais, après Piaget, Jacques Mehler du CNRS et Tom Bever de l'université Rockefeller ont montré que les enfants réussissent dès deux ans sa tâche si, par exemple, on remplace les jetons par des nombres inégaux de bonbons (Mehler J. et Bever T., 1967). Ils optent en effet pour la rangée qui contient le plus de bonbons, au détriment de l'autre, plus longue. L'émotion et la gourmandise, puisqu'il s'agit alors de manger le plus grand nombre de bonbons, rendent ainsi le jeune enfant « mathématicien » et lui font en quelque sorte sauter la marche ou le stade d'intuition perceptive de Piaget. La recherche sur les capacités numériques précoces est allée plus loin encore en découvrant la naissance du nombre chez le bébé avant le langage, c'est-à-dire avant l'âge de deux ans.

Des bébés astronomes et mathématiciens

Piaget s'est surtout intéressé aux actions des bébés (le stade dit « sensori-moteur »), réservant l'étude des concepts, des principes cognitifs, aux enfants plus grands. Or, les actions des bébés étant encore assez souvent maladroites, on admet aujourd'hui qu'il n'a pu mesurer leur réelle intelligence. Pour évaluer l'intelligence des bébés, les chercheurs ont commencé, dans les années 1980, à s'intéresser à leur regard, c'est-à-dire à leurs réactions visuelles face à des stimulations que leur présente le psychologue. Roger Lécuyer, de l'université Paris-V, a parlé, à ce propos, de « *bebés astronomes* », c'est-à-dire découvrant l'univers et développant leurs connaissances à l'aide de leurs yeux plutôt que par l'action (Lécuyer R., 1989). Grâce à des moyens techniques, comme la vidéo et l'ordinateur dont ne disposait pas Piaget, on peut mesurer très précisément ces réactions visuelles. C'est ainsi que Renée Baillargeon, de l'université de l'Illinois, a démontré l'existence de la permanence de l'objet bien plus tôt (dès quatre, cinq mois) que ne le pensait Piaget (huit, douze mois) - capacité du bébé de concevoir qu'un objet continue d'exister lorsqu'il disparaît de sa vue. Baillargeon a aussi démontré la capacité qu'ont les bébés dès quinze mois d'inférer des états mentaux chez autrui (leurs croyances vraies ou fausses). Il s'agit d'exemples de connaissances physiques (sur les objets) et psychologiques (sur les états mentaux) très précoces, bien avant l'émergence du langage articulé.

Revenons à l'exemple du nombre. Une étude de Karen Wynn, de l'université de Yale, a ainsi révélé que dès l'âge de quatre, cinq mois, les bébés réalisent sans difficulté l'addition $1 + 1 = 2$, ainsi que la soustraction $2 - 1 = 1$ (Wynn K., 1992). Cette capacité numérique a aussi été démontrée par Marc Hauser, de l'université de Harvard, chez les grands singes qui ont, comme les bébés humains, un cerveau sans langage (Hauser M., 2002). Dans l'étude de Wynn, on présente aux bébés un petit théâtre de marionnettes (des figurines de Mickey), où sont réalisés sous leurs yeux des événements possibles (par exemple $1 \text{ Mickey} + 1 \text{ Mickey} = 2 \text{ Mickey}$) ou magiques ($1 + 1 = 1$ ou $1 + 1 = 3$) obtenus par trucage expérimental. La mesure du temps de fixation visuelle des bébés montre qu'ils perçoivent les erreurs de calcul : ils regardent plus longtemps, car ils sont surpris, les événements

magiques que les événements possibles. Ils conservent donc le nombre exact d'objets attendus dans ce que l'on appelle leur « mémoire de travail ». Par leur regard, les bébés manifestent ainsi une forme élémentaire de raisonnement, d'abstraction : le « premier âge de raison », bien plus tôt que ne l'imaginait Piaget.

Des stratégies cognitives en compétition

Il est toutefois évident que si les bébés ont déjà des capacités numériques dès les premiers mois de leur vie, elles sont encore rudimentaires et vont ensuite s'enrichir, notamment lorsque le langage et l'école s'empareront de cette matière première. Le modèle théorique actuel qui rend le mieux compte de la complexité du développement numérique chez l'enfant d'âge dit « préscolaire » (école maternelle) et scolaire (école élémentaire) est celui de Robert Siegler, de l'université de Carnegie-Mellon (Siegler R., 2000). À propos de la résolution d'opérations arithmétiques plus difficiles que celles qui sont résolues par le bébé (par exemple, $3 + 5 = ?$, $6 + 3 = ?$, $9 + 1 = ?$ ou encore $3 + 9 = ?$), Siegler a démontré que l'enfant dispose d'une variété de stratégies cognitives qui entrent en compétition (un peu comme dans l'évolution biologique) : deviner, compter unité par unité avec les doigts de chaque main pour chaque opérant (3 et 5, par exemple) et recompter le tout après (c'est-à-dire 8), compter à partir du plus grand des deux opérants (par exemple, à partir de 9, compter 10, 11, 12) ou encore retrouver directement le résultat en mémoire. À l'encontre du « modèle de l'escalier » de Piaget, où l'enfant passe soudainement d'un stade à l'autre, Siegler propose de concevoir plutôt le développement numérique, qu'il s'agisse d'additions, de soustractions ou de multiplications, comme « *des vagues qui se chevauchent* ». Selon cette métaphore, chaque stratégie cognitive est à l'image d'une vague qui approche d'un rivage, avec plusieurs vagues, ou façons de résoudre le problème arithmétique, susceptibles de se chevaucher à tout moment et donc d'entrer en compétition. Avec l'expérience et selon les situations, l'enfant apprend à choisir l'une ou l'autre façon de procéder. Outre l'arithmétique, Siegler a illustré le bien-fondé de son modèle pour diverses acquisitions de l'enfant comme la capacité de lire l'heure, la lecture, l'orthographe, etc.

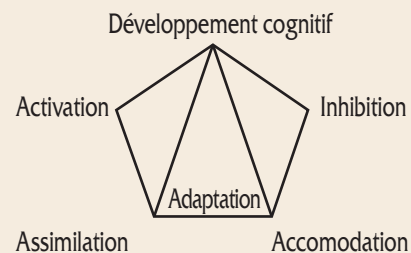


Figure 1. La double dynamique de l'adaptation dans le développement cognitif : l'assimilation - accommodation (reprise de Piaget) et l'activation - inhibition.

Quand inhiber c'est progresser

J'ai pu montrer avec mon équipe que ce qui pose réellement problème à l'enfant dans une tâche comme celle de Piaget (les deux rangées de jetons), ce n'est pas le nombre en tant que tel puisqu'il l'utilise bien plus tôt, mais c'est d'apprendre à inhiber la stratégie perceptive inadéquate (le biais) « longueur égale nombre », stratégie qui très souvent fonctionne bien et que même les adultes appliquent (Houdé O. et Guichart E., 2001). La dynamique d'assimilation - accommodation semble aujourd'hui insuffisante pour décrire la manière dont se développe l'intelligence humaine. Ainsi, 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 dans le cerveau (voir la figure 1). Et cela ne va pas de soi ! On pense ici aux obstacles épistémologiques de l'esprit et à la « philosophie du non » décrits jadis par Gaston Bachelard (1884-1962) pour l'histoire des sciences. Il en ressort que le développement de l'enfant n'est pas toujours linéaire, comme l'avaient sans doute déjà pressenti, dans leur pratique, beaucoup d'éducateurs, professeurs des écoles ou parents. Pour une même notion, un même concept à apprendre, des échecs tardifs par défaut d'inhibition peuvent succéder à des réussites bien plus précoces. Durant les années 1990, deux psychologues « post-piagétiens », Robbie Case de l'université de Stanford et Kurt Fischer de l'université de Harvard ont ainsi simulé sur ordinateur les courbes du développement de l'enfant en termes de systèmes dynamiques non linéaires, c'est-à-dire de courbes d'apprentissage moins régulières, incluant des turbulences, des explosions, des effondrements.

La psychologie de l'enfant, pour être bien comprise, doit aller du très jeune bébé, sur certains points comparé au grand singe (comme on l'a vu pour le nombre sans langage), jusqu'à l'adolescent et l'adulte. C'est l'ensemble du parcours et de la dynamique qui est intéressant, ainsi d'ailleurs que le soulignait déjà Piaget. Nos expériences d'imagerie cérébrale réalisées avec Bernard et Nathalie Mazoyer à Caen sur le raisonnement logique (Houdé O. *et al.*, 2000) ont permis de découvrir ce qui se passe dans le cerveau de jeunes adultes avant et après l'apprentissage de l'inhibition d'une stratégie perceptive inadéquate, c'est-à-dire avant et après la correction d'une erreur de raisonnement. On observe une très nette reconfiguration des réseaux cérébraux, de la partie postérieure du cerveau (partie perceptive) à sa partie antérieure, dite « préfrontale ». Le cortex préfrontal est celui de l'abstraction, de la logique et du contrôle cognitif - donc de l'inhibition. Dans sa théorie du développement de l'enfant, Piaget affirmait qu'à partir de l'adolescence (douze, seize ans : le stade des opérations formelles), on ne devait plus faire d'erreur de logique. C'est le stade le plus élaboré de l'intelligence conceptuelle et abstraite, la dernière « marche de l'escalier » ! Or ce n'est pas le cas. Spontanément, le cerveau des adolescents et des adultes continue à faire, comme celui des enfants plus jeunes, des erreurs perceptives systématiques dans certaines tâches de logique, pourtant assez simples. On découvre à nouveau ici combien, jusqu'à ce dernier stade, le développement de l'intelligence est biscornu et le rôle qu'y joue l'inhibition.

L'adulte, comme l'enfant, peut apprendre à inhiber les stratégies inadéquates de trois façons : soit par l'expérience propre à partir de ses échecs (démenti des prévisions, constat d'erreur), soit par imitation ou encore par des instructions venant d'autrui. Ces données et débats sur les origines et le développement des connaissances physiques, mathématiques et logiques illustrent le grand dynamisme de la psychologie de l'enfant, avec et après Piaget. Il reste encore à évoquer le projet actuel d'une cartographie cérébrale des stades du développement cognitif.

L'imagerie cérébrale : vers une cartographie du développement

Piaget considérait la construction de l'intelligence chez l'enfant (calculer, raisonner, etc.) comme l'une des formes la plus subtile de l'adaptation biologique. À l'époque, ces réflexions restaient très théoriques. Aujourd'hui, avec l'imagerie cérébrale (Houdé O., Mazoyer B. et Tzourio-Mazoyer N., 2002), on peut commencer à réellement explorer la biologie du développement cognitif.

Depuis la fin des années 1990, des chercheurs utilisent l'imagerie par résonance magnétique *anatomique* (IRMA) pour construire des cartes tridimensionnelles des structures cérébrales en développement (Toga A., Thompson P. et Sowell E., 2005). On sait qu'avec le développement neurocognitif de l'enfant s'opère une multiplication puis un élagage des connexions (synapses) entre neurones, d'où une diminution de la matière grise du cerveau. Cet élagage correspond, selon Jean-Pierre Changeux du Collège de France, à une stabilisation sélective des synapses par un mécanisme de « *darwinisme neuronal* »¹.

Les premiers résultats d'IRMA indiquent que cette maturation est loin d'être uniforme. Elle s'effectue par vagues succes-

sives selon les zones du cerveau : d'abord les régions associées aux fonctions sensorielles et motrices de base et, ensuite, jusqu'à la fin de l'adolescence, les régions associées au contrôle cognitif supérieur (le contrôle inhibiteur notamment).

Depuis peu, on utilise aussi l'imagerie par résonance magnétique *fonctionnelle* (IRMf) pour mesurer les activités cérébrales pendant que l'enfant ou l'adolescent réalise une tâche cognitive particulière, en comparant ce qui se passe aux différents stades du développement (Casey B., *et al.*, 2005). Il est donc possible de visualiser la dynamique cérébrale qui correspond à l'activation - inhibition des stratégies cognitives aux différents âges (ce que l'on appelle la « macrogenèse ») ou au cours d'un apprentissage à un âge particulier (la « microgenèse »). L'enjeu est d'établir la première cartographie anatomofonctionnelle des stades du développement cognitif. Il est aussi de mettre au point, à partir de ces données nouvelles, des applications psychopédagogiques (Houdé O., 2006). ■

Vient de publier : *10 leçons de psychologie et pédagogie* aux Presses universitaires de France (2006).

1. Voir aussi le chapitre « Le développement neurocognitif » in O. Houdé, *La Psychologie de l'enfant*, Paris, PUF, 2004.