

Département de PSYCHOLOGIE
LICENCE 2EME ANNEE
U.E. LLPY31 - Psychologie développementale
Cours et TD de Bruno DE CARA

Lecture obligatoire numéro 4

Houdé, O. (1999). Attention sélective, développement cognitif et contrôle inhibiteur de l'information. In G. Netchine-Grynberg (Ed.), *Développement et fonctionnement cognitifs : Vers une intégration* (pp.181-195). Paris : P.U.F.

**Attention sélective, développement cognitif
et contrôle inhibiteur de l'information**
Par Olivier Houdé

L'idée selon laquelle l'inhibition est un processus central de l'adaptation cognitive n'est pas nouvelle (voir MacMillan, 1996 ; Smith, 1992), mais elle connaît aujourd'hui un regain général d'intérêt dans des cadres expérimentaux et théoriques inédits (Dagenbach et Carr, 1994 ; Dempster et Brainerd, 1995). Ainsi, Berthoz (1997) écrit que « le cerveau est un cheval fougueux que l'inhibition dirige tel le cavalier avec ses rênes » (p. 209). Et il ajoute, à propos des couplages perception-action, que l'inhibition neuronale est l'un des mécanismes fondamentaux de la production du mouvement et de sa flexibilité, sans doute le principal mécanisme de l'apprentissage sensori-moteur. De même, en psychologie de l'enfant, il apparaît que l'inhibition sous ses multiples formes, de la programmation motrice au raisonnement logique, est un facteur essentiel du développement cognitif (Houdé, 1995, 1997a et sous presse).

Contrairement à Piaget et aux néopiagéticiens des années 70 et 80 qui expliquent exclusivement le développement cognitif par un mécanisme de coordination (ou co-activation) de schèmes (schèmes opératoires, unités symboliques en Mémoire de Travail. etc.), on peut envisager qu'un autre mécanisme essentiel soit aussi à l'œuvre : le contrôle inhibiteur de l'information (mécanisme à intégrer dans la composante exécutive de la MDT : Baddeley, 1986, 1992). Cela est évidemment contre-intuitif car la coordination, ou coactivation, a une connotation positive, cohérente avec l'idée d'une intelligence qui se construit petit à petit, alors que l'inhibition a plutôt une connotation négative, « non constructive ». Il faut ici rectifier le tir : l'inhibition est source de nouveauté, facteur d'intelligence.

L'objectif de ce chapitre est de montrer l'évolution récente des idées sur l'inhibition, tant en psychologie expérimentale de l'adulte, avec le concept d'amorçage négatif dans le domaine de l'attention sélective qu'en psychologie du développement cognitif, du bébé à l'adulte, dans les domaines de la permanence de l'objet, du nombre, de la catégorisation et du raisonnement.

ATTENTION SELECTIVE ET INHIBITION

Classiquement, l'attention sélective a été considérée comme une fonction d'activation. De ce point de vue, après un traitement initialement automatique, l'information pertinente est sélectionnée (précocement ou tardivement selon la place du « filtre sélectif ») par un mécanisme attentionnel d'activation (c'est-à-dire de facilitation). Dès ce moment, l'information non pertinente à ignorer se dissipe passivement dans le temps. N'étant pas activée ou facilitée, elle ne fait donc pas l'objet d'un traitement cognitif ultérieur. Par rapport à cette conception classique de l'attention-activation, une analyse alternative s'est récemment imposée : celle de l'attention-inhibition (voir pour une synthèse : Houdé, 1998a ; Neill, Valdes et Terry, 1995). Selon cette analyse, le mécanisme essentiel de la sélection attentionnelle est l'inhibition, ou blocage actif de l'information non pertinente en mémoire de travail. Dans ce cas, le traitement cognitif de l'information pertinente, ultérieur à la sélection, ne s'opère pas en raison d'une activation-facilitation spécifique, mais du fait qu'il n'y a plus d'interférence avec l'information non pertinente inhibée.

Pour le psychologue, la question est de savoir comment distinguer expérimentalement ces deux modalités possibles de sélection cognitive. Le paradigme mis au point, dans ce cadre, est celui de l'amorçage négatif (« negative priming » en anglais). Soit une situation où le sujet doit a) répondre en fonction de S1 (le stimulus pertinent) en ignorant S2 (le stimulus non pertinent). Supposons ensuite b) que le sujet, sans qu'il s'y attende, doive répondre en fonction de S2 ou, dans une autre condition, en fonction de S1 (un nouveau stimulus). Selon la conception de l'attention-activation de la première phase de la procédure (a), S2 doit se dissiper passivement dans le temps. Si l'effet de S2 n'est pas encore complètement dissipé en mémoire lors de la seconde phase de la procédure (b), alors le traitement de S2 (qui est devenu le stimulus pertinent) doit être facilité par rapport à celui de S1 : c'est l'amorçage positif (« priming effect »), généralement mesuré par la chronométrie mentale (temps de réaction). Toujours selon la même conception, si l'effet initial de S2, est totalement dissipé en mémoire lorsqu'on passe à la seconde phase de la procédure, alors le traitement de S2 ne doit pas différer de celui de S1. L'autre point de vue, celui de l'attention-inhibition, conduit à une prédiction inverse. Dans ce cas, S2 étant initialement inhibé, c'est-à-dire activement bloqué, son effet ne subsiste aucunement en mémoire. Dès lors, S2 doit être plus difficile à traiter que S1 en raison de son inhibition préalable : c'est l'amorçage négatif.

Sous l'impulsion de Tipper (1935), qui a introduit la notion d'amorçage négatif en psychologie cognitive, de très nombreux travaux expérimentaux ont confirmé l'existence, chez l'adulte, de ce phénomène dans des situations variées : tâches d'identification (dénomination d'images, de mots, identification de lettres), tâches de catégorisation (catégorisation sémantique, décision lexicale), tâches d'appariement (appariement de lettres, de formes), tâches de comptage, de localisation spatiale, etc. L'ensemble de ces travaux a conduit à mettre fortement l'accent, depuis une dizaine d'années, sur le contrôle inhibiteur de l'information, l'amorçage négatif étant considéré comme l'indicateur de l'existence et de l'efficacité du mécanisme d'inhibition. Des questions nouvelles, plus précises, se sont alors posées : qu'est-ce qui est

inhibé (la réponse, la perception, la représentation), cela dépend-il des exigences de la tâche, existe-t-il un mécanisme unique d'inhibition ou plusieurs, quels sont les paramètres qui affectent l'amorçage négatif, sachant que dans certains cas l'effet attendu ne s'observe pas, etc. ? Autant de questions théoriques et expérimentales qui font l'objet des recherches actuelles.

Au-delà du domaine de l'attention sélective et de l'amorçage négatif, le concept d'inhibition connaît également un regain général d'intérêt dans de nombreux autres secteurs de la psychologie cognitive. Ainsi, en psychologie du développement cognitif, l'un des enjeux essentiels des recherches nouvelles est aussi de dissocier les contraintes d'inhibition de celles d'activation.

DEVELOPPEMENT COGNITIF ET INHIBITION

Une critique radicale que l'on peut formuler aux modèles néo-piagétiens de psychologie du développement qui ont marqué les années 70 et 80, que ce soit celui de Case, de Fischer ou d'Halford (pour une synthèse, voir Houdé, 1998b), est qu'ils sont tous, comme la théorie de Piaget, des modèles de coordination-activation d'unités structurales et non des modèles de sélection-inhibition. Seul le modèle de Pascual-Leone (1988) fait exception, en expliquant une partie de la variabilité interindividuelle intra-stade par l'efficacité de l'inhibition (liée aux styles cognitifs) mais la variable générale « développement cognitif » reste, dans ce modèle, la puissance quantifiée d'activation des schèmes.

Or, de nombreux auteurs montrent dans des domaines variés tels la construction de l'objet, le nombre, la catégorisation et le raisonnement (Bjorklund et Harnishfeger, 1990 ; Dempster, 1995 ; Diamond, 1991 ; Houdé, 1995, 1997a et sous presse, etc.), que le développement cognitif ne doit pas seulement être conçu comme l'acquisition progressive de connaissances (ou de structures de complexité croissante), mais aussi comme relevant de la capacité d'inhibition (en mémoire de travail) de réactions qui entravent l'expression de connaissances déjà présentes. Dans cette perspective de nouveaux modèles sont proposés, essentiellement centrés sur les notions de fonctions exécutives, d'inhibition inefficace / efficace et de résistance aux interférences (voir aussi Russell, 1997, pour l'accent mis sur les fonctions exécutives). Il en ressort une autre conception du « temps du développement ».

Piaget nous a enseigné que le développement cognitif est une construction linéaire (succession intangible de sous-stades et de stades), majorante et épurée : une structure rationnelle vient en remplacer une autre qui ne l'était pas ou l'était moins. En se référant à Serres (1992), pour qui le développement scientifique ne coule pas toujours selon une ligne ni selon un plan, on peut aujourd'hui aborder autrement le développement de la rationalité. Disons-le : elle avance de façon tout à fait biscornue. Tout comme les parcours chiffonnés de l'histoire des sciences et des savants, chaque histoire individuelle renferme de curieux paradoxes. C'est vrai pour le bébé et l'enfant comme pour l'adulte. A travers quelques exemples clés de la construction de l'objet au raisonnement logique, on peut montrer l'existence de compétences évidentes auxquelles succèdent de sérieux « retours en arrière ». Pourquoi ? Sans doute parce que se développer, c'est aussi savoir inhiber une structure ou une notion concurrente. Et cela ne va pas de soi.

UNE AUTRE CONCEPTION DU TEMPS

Bien qu'elle s'accorde avec le sens commun, l'analyse piagétienne linéaire et hiérarchique du « temps de la science » est aujourd'hui contestée. Dans ses « Eclaircissements », Serres (1992) souligne que le temps du développement scientifique fait apparaître des points d'arrêt, des ruptures, des puits, des cheminées d'accélération foudroyante, des déchirures, des lacunes (conception compatible avec la modélisation des systèmes dynamiques non linéaires: voir van Geert, 1994). L'auteur propose la métaphore d'un temps scientifique qui se plie et qui se tord tel un « mouchoir chiffonné » au fond d'une poche (susceptible d'être déplié) dont les rapports relèvent de la topologie, science des voisinages et des déchirures, et non de la « géométrie métrique », science des distances bien définies et stables (les stades piagétiens ou néopiagétiens). Il en ressort qu'un « pli du temps » peut révéler l'équivalente modernité de deux éléments très éloignés, mais aussi la proximité du moderne et de l'archaïque.

Le psychologue de l'enfant ne peut rester insensible à cette conception turbulente du « temps de la science », d'autant qu'il ressort des données expérimentales actuelles, du bébé à l'adulte, que le développement cognitif semble bien, lui aussi, se plier et se tordre, partir de travers et arriver en zigzag. Souvent, lorsque l'enfant fonctionne « le temps cognitif se chiffonne » et les indicateurs des « plis du temps » sont, dans ce cas, 1°/ la proximité rationnelle de conduites temporellement éloignées (entre le bébé et l'enfant d'un âge donné ou l'adulte), ainsi que 2°/ la coexistence possible, à tout moment du développement et avec des décalages inattendus, du « rationnel construit » (permanence de l'objet, nombre, inclusion des classes, etc.) et de sa transgression : « l'irrationnel présumé révolu » (erreurs, biais, apparentes régressions).

A partir d'une telle analyse, quelques paradoxes embarrassants de la psychologie du développement cognitif peuvent être levés, tels le constat d'un bébé précocement rationnel et celui d'un enfant voire d'un adulte, qui souvent ne l'est pas. Être intelligent ce n'est pas seulement activer « le rationnel construit », mais c'est aussi et surtout parvenir à inhiber à tout moment, au même âge ou à un âge plus avancé, « l'irrationnel présumé révolu » (qui, dans une situation donnée, peut relever d'une autre forme de rationalité, antérieure ou contemporaine). Il en ressort la nécessité d'une étude précise du rôle du contrôle inhibiteur de l'information dans le développement cognitif. La question est cruciale pour le « diagnostic cognitif ».

LA CONSTRUCTION DE L'OBJET

Le problème des rapports entre développement cognitif et inhibition se pose dès l'unité de base de la construction du réel : l'objet permanent. Les recherches nouvelles (post-piagétienne) sur les activités oculomotrices du bébé (l'étude des temps de fixation visuelle), utilisant notamment la méthode de la réaction à l'événement impossible, indiquent l'existence précoce, dès 4-5 mois, d'une permanence de l'objet (Baillargeon, 1987 ; Baillargeon, Spelke, et Wasserman, 1985). Comment expliquer alors la célèbre erreur « A-non-B » observée par Piaget vers l'âge de 8 mois et qui subsiste jusqu'à 1 an ?

On rappelle que pour, mettre en évidence cette erreur, l'expérimentateur place le bébé devant deux caches A et B, aussi facilement accessibles l'un que l'autre, et introduit un objet sous le cache A. Le bébé le retrouve sans peine. Après quelques répétitions de cette situation, on

transporte très visiblement l'objet sous le cache B. Si le bébé continue à rechercher l'objet sous A, il commet l'erreur A-non-B. Selon Piaget, cette erreur de localisation témoigne d'un défaut de permanence de l'objet, au sens où le bébé devrait savoir que l'objet continue à exister sous le cache B lorsqu'il disparaît de sa vue en cet endroit. Mais, aujourd'hui, cette explication n'est plus réellement satisfaisante puisque l'on sait que la notion de permanence de l'objet préexiste nettement (dès 4-5 mois) à l'erreur A-non-B ! En revanche, une analyse en termes de processus d'inhibition est à même de lever ce premier « paradoxe du développement ».

Les situations telle la réaction oculomotrice à l'événement impossible utilisée par Baillargeon (événement qui transgresse la permanence de l'objet) peuvent, en effet, être considérées comme des contextes optimaux ou la « simple » activation de la notion de permanence de l'objet suffit, alors que la situation piagétienne de l'objet disparu sous A-A-A-etc., et puis sous B, est une « situation piège ». Celle-ci exige, selon les analyses neuropsychologiques des relations entre le cortex préfrontal et l'erreur A-non-B, l'inhibition d'une tendance motrice dominante : le geste programmé vers A (Bell et Fox, 1992, 1994 ; Diamond, 1991). L'erreur A-non-B traduirait ainsi un défaut exécutif d'inhibition motrice (en mémoire de travail) et non l'absence de permanence de l'objet. On peut même avancer l'idée selon laquelle ce défaut d'inhibition motrice relèverait d'un défaut d'inhibition cognitive de certains savoirs expérimentiels et implicites du bébé sur les objets et l'espace, savoirs situés au niveau des structures de mémorisation d'expériences passées (à propos, par exemple, de la « fonction des contenants », dans ce cas, le contenant étant A, voir Bremner, 1985, 1994 ; Houdé, 1996).

Ainsi déjà chez le bébé, être intelligent (ne plus faire l'erreur A-non-B), c'est inhiber. On rejoint ici la conclusion de Diamond (1991) selon laquelle « le développement cognitif ne doit pas seulement être conçu comme l'acquisition progressive de connaissances, mais aussi comme relevant de la capacité d'inhibition de réactions qui entravent l'expression de connaissances déjà présentes [en l'occurrence la permanence de l'objet] » (p, 67, notre traduction).

Les trois exemples suivants, relatifs aux opérations logicomathématiques (le nombre, la catégorisation et le raisonnement), montrent que les « plis du temps cognitif », déjà caractéristiques du niveau sensori-moteur ou peuvent coexister le « rationnel construit » (la permanence précoce de l'objet) et « l'irrationnel présumé révolu » (sa transgression par l'erreur A-non-B), continuent à caractériser les performances cognitives jusqu'à l'âge adulte. En effet, le bébé devenu « inhibiteur efficace », en ce qui concerne la permanence de l'objet, précède un enfant, un adolescent et un adulte qui souvent ne le sont pas (ou plus) lorsque l'unité-objet est insérée dans des activités plus complexes. Le développement cognitif, comme l'histoire des sciences, ne cesse de « se chiffonner ». D'où l'aspect récurrent du rôle de l'inhibition selon les domaines et selon l'âge.

LE NOMBRE

Dans le domaine de la construction du nombre, les recherches nouvelles ont également révélé l'existence de compétences précoces, ignorées par Piaget. Des études récentes ont ainsi montré que les bébés de 4-5 mois, observés au niveau de leur fonctionnement oculomoteur

(temps de fixation visuelle), sont capables de détecter la transgression ou la « conservation » du nombre lorsqu'on leur présente des événements numériques impossibles ou possibles (Wynn, 1991, 1995, 1998). Les contrôles effectués par Wynn semblent bien indiquer que le traitement de l'information numérique réalisé par le bébé repose sur un processus analytique de « calcul précis » et non sur un processus de traitement perceptif global ou holistique. Et l'objection d'un traitement non numérique fondé sur l'identité et (ou) la localisation spatiale des objets a été expérimentalement réfutée (voir Dehaene, Dehaene et Cohen, 1998 ; Koechlin, Dehaene et Melher, 1998 ; Simon, Hespos et Rochat, 1995). Il a par ailleurs été montré, à partir d'une adaptation du paradigme de Wynn, que ces compétences « proto-numériques » se réorganisent au niveau cognitivo-linguistique, par un mécanisme de « redescription représentationnelle » (concept emprunté à Karmiloff-Smith, 1992), et se retrouvent chez l'enfant d'âge préscolaire après une chute temporaire de performance (Houdé, 1997b). Comment expliquer alors l'erreur de l'enfant de cet âge dans l'épreuve piagétienne de conservation du nombre où, devant deux rangées de jetons en nombre égal mais de longueur différente (à l'issue de l'écartement des jetons de l'une des deux rangées), il considère qu'il y en a plus là où c'est plus long ?

On connaît l'interprétation de Piaget selon laquelle l'enfant d'âge préscolaire serait encore fondamentalement intuitif, « pré-opératoire », c'est-à-dire limité à un processus perceptif global et holistique de traitement de l'information (fondé sur la longueur). Il n'aurait donc pas encore construit le « schème du nombre » lui permettant un processus analytique de calcul précis. Les recherches nouvelles qui viennent d'être évoquées conduisent à douter de cette interprétation. En effet, ne serait-on pas plutôt ici, à l'occasion d'un nouveau « pli du temps cognitif », en présence de la coexistence du « rationnel construit » (ou « reconstruit » au niveau cognitivo-linguistique par l'enfant d'âge préscolaire, en l'occurrence la capacité d'un traitement numérique analytique et précis) et de « l'irrationnel présumé révolu » : la transgression du nombre dans l'épreuve de conservation ? Cette dernière épreuve n'est-elle pas avant tout une épreuve d'interférence « nombre / longueur », critique de la capacité à résister au schème visuo-spatial « longueur = nombre » ? (heuristique de quantification souvent pertinente et toujours utilisée par l'adulte).

En accord avec Dempster (1995, p. 15), il semble bien que « les situations de conservation et d'inclusion des classes [voir plus loin] ont plus à voir avec la capacité à résister aux interférences qu'avec la capacité de l'enfant à comprendre la logique sous-jacente » (notre traduction). Ici aussi, comme pour l'erreur A-non-B dans la construction de l'objet, être intelligent (résister au schème visuo-spatial en mémoire de travail) c'est essentiellement être capable d'inhibition (Houdé, 1995, 1997b). On rejoint ainsi le constat, déjà ancien, de Bryant (repris par Cohen, 1992) selon lequel il est difficile de continuer à croire que les enfants d'âge préscolaire n'ont pas saisi le sens de l'invariance, alors qu'ils l'utilisent bien dans une situation (ici le paradigme adapté de Wynn) et, bizarrement, pas dans une autre (celle qui introduit le piège d'une interférence « nombre / longueur »). Le vrai problème n'est pas de savoir si l'enfant est conservant ou pas, mais de savoir pourquoi il utilise ses capacités cognitives ou non.

LA CATEGORISATION

Dans le domaine de la catégorisation, un ensemble cohérent de recherches sur la logique des classes (Bideaud, 1983 ; Bideaud et Lautrey, 1983 ; Houdé, 1992 ; Markman, 1973, 1989) indique que, jusqu'à 10-11 ans, les enfants échouent lors de certaines épreuves modifiées d'inclusion, dites « Modification » et « Ecran » (par exemple, « Peut-on faire quelque chose, ou ne peut-on rien faire, pour avoir plus de A que de B », dans une situation où A est inclus dans B), alors qu'ils réussissent dès 7-8 ans l'épreuve piagétienne classique (« y a-t-il plus de A ou plus de B ? »). Ainsi, l'enfant d'âge scolaire, en présence d'un matériel de dix marguerites et de deux roses considère, de façon erronée, que l'on peut obtenir plus de A (les marguerites) que de B (les fleurs) en ajoutant des A ou en enlevant des B. L'interprétation généralement retenue (notamment par Bideaud, 1988) est que cet enfant est « empirique » et non logique, dans la mesure où il traite les classes emboîtées (A inclus dans B) comme des collections disjointes (A/B) telles qu'elles existent dans les schémas ou scripts de l'environnement (le schéma « faire des bouquets », le bouquet des A et le bouquet des B, pour l'exemple des fleurs).

Mais l'enfant d'âge scolaire est-il réellement empirique, au sens d'une absence de logique interne (absence du schème d'inclusion des classes en mémoire), ou est-il « inhibiteur inefficace » face à des routines cognitives localement inadéquates, telle ici la routine arithmétique de l'ajout et du retrait ? N'est-on pas à nouveau en présence d'un « pli du temps cognitif » où coexistent, d'une part, le « rationnel construit », en l'occurrence le schème d'inclusion appliqué dès 7-8 ans lors de l'épreuve piagétienne classique (dans laquelle l'enfant considère correctement qu'il y a plus de B que de A), et, d'autre part, « l'irrationnel présumé révolu » : la transgression de ce schème, jusqu'à 10-11 ans, lors des épreuves modifiées d'inclusion ? Piaget lui-même, dans l'un de ses derniers ouvrages, « Vers une logique des significations » (Piaget et Garcia, 1987), montre que dès 5-6 ans, dans des contextes optimaux de logique intensionnelle (c'est-à-dire sans piège de quantification extensionnelle des A et des B), « l'inclusion ne soulève pas de problème » (p. 128) (voir aussi Houdé et Charron, 1995 ; Piaget, 1996). Il apparaît, en effet, au regard de données de neuropsychologie cognitive (Houdé et Joyes, 1995), que l'intelligence requise par les épreuves modifiées d'inclusion, réussies vers 10-11 ans, consiste avant tout à introduire une discontinuité dans une boucle acquise, c'est-à-dire à inhiber la routine de l'ajout / retrait en mémoire de travail, et à intégrer ensuite par ce « tampon temporel » les facteurs contingents pertinents, à savoir les classes en relation d'inclusion.

LE RAISONNEMENT

En psychologie cognitive, les activités inférentielles qui fondent la déduction, et son exigence de nécessité, ont fait l'objet de recherches nombreuses chez l'adolescent et chez l'adulte. Confirment-elles la compétence déductive de « l'esprit-logique » décrit par Piaget ? Il semble que non ! Depuis deux décennies, les données expérimentales se bousculent, les débats s'animent et l'effervescence est telle que la présomption de rationalité qui crédite l'esprit humain d'une logique de principe est constamment « appelée à la barre » (Evans, Newstead, et Byrne, 1993 ; Houdé et Miéville, 1993).

Ce sont les travaux relatifs aux biais de raisonnement qui font ressortir avec le plus de force l'apparente « irrationalité » de l'adolescent et de l'adulte (Evans, 1989, 1998), En fait, Evans et Over (1997) distinguent deux formes de rationalité, 1 et 2. La rationalité 2 correspond à la compétence déductive, alors que la rationalité 1 est une forme de « *everyday reasoning* » que les sujets utilisent pour atteindre leurs buts sans chercher à se conformer à une théorie normative (la logique classique). Et c'est au niveau de la rationalité 1 que s'insèrent les biais de raisonnement (par rapport à la rationalité 2). Il s'agit de tendances systématiques à prendre en considération des facteurs non pertinents pour la tâche à résoudre (du point de vue de la logique normative) et à ignorer les facteurs pertinents.

L'un des biais classiques du fonctionnement déductif est le « biais d'appariement perceptif » qui affecte le raisonnement propositionnel lors de tâches de réfutation ou de vérification de règles conditionnelles de type « Si p (antécédent), alors q (conséquent) ». Pour l'exemple de la règle à réfuter « S'il n'y a pas de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite », ce biais consiste à préférer les éléments cités dans la règle considérée (d'où la réponse erronée « carré rouge à gauche, cercle jaune à droite », soit antécédent faux et conséquent vrai, FV) et à négliger les éléments pertinents (une situation de type VF) dès lors qu'ils ne sont appariés ni à l'antécédent, ni au conséquent.

Faut-il conclure, face à ce constat d'erreur, que l'essence du raisonnement humain est heuristique (rationalité 1), non conforme aux canons de la logique, et que la compétence déductive est condamnée à être court-circuitée par des biais cognitifs ? Les données de recherches utilisant la méthode de l'apprentissage expérimental à l'inhibition (Houdé, 1997c ; Houdé et Moutier, 1996, 1999) vont dans le sens d'une « présomption de rationalité » (rationalité 2), dans la mesure où les biais qui sous-tendent les erreurs de raisonnement ne semblent pas relever d'un défaut de logique mais d'un défaut spécifique de programmation exécutive de l'inhibition en mémoire de travail (dans notre exemple, l'inhibition du schème d'appariement). Il s'agirait donc chez l'adulte, comme chez le bébé et l'enfant - depuis l'erreur A-non-B, « premier ancêtre » des biais de raisonnement - d'un temps cognitif « qui se plie et qui se tord », révélant la coexistence possible du « rationnel construit », la compétence déductive, et de « l'irrationnel présumé révolu », sa transgression par les biais de raisonnement.

UNE PISTE DE RECHERCHE

Au terme de ce parcours et après avoir plié le temps du développement cognitif, comme le « mouchoir chiffonné » de Serres, il est tentant de chercher à le déplier pour découvrir une « nouvelle métrique », de nouveaux stades. Si ceux-ci portent les traces de la turbulence cognitive observée au cours du développement et des rapports étroits entre cette « intelligence turbulente » et l'inhibition, ils ne pourront se confondre avec les stades piagétiens.

La solution de l'énigme du développement cognitif pourrait donc être à chercher, pour une bonne part, du côté de l'inhibition, dont la multiplicité et la nature des mécanismes restent encore à découvrir (selon les domaines, l'âge, etc.), et non pas seulement, comme le pensait Piaget, du côté de la coordination ou co-activation des schèmes. Mais alors, cela revient-il à dire que les compétences de l'enfant sont présentes dès la naissance (comme l'ont avancé Descartes,

Fodor, Melher, etc.) et que seul se développe le jeu d'activation et d'inhibition qui conduit à les utiliser adéquatement selon les situations rencontrées dans l'environnement (des règles pour la direction de l'esprit dirait Descartes) ? Non ! Le constat de compétences précoces chez le bébé, s'il peut amener à reconnaître le caractère inné de certaines d'entre elles, conduit aussi et surtout à retenir l'idée de mécanismes de raisonnement physique et arithmétique, associés à une faculté très précoce d'apprentissage par la perception (notamment par la perception visuelle) qui elle seule serait pré-programmée. L'intelligence se construit donc au cours du développement - plutôt par la perception pour certains psychologues, plutôt par l'action (ou les couplages perception-action) pour d'autres - et, qu'il s'agisse de la permanence de l'objet, du nombre, de la catégorisation ou du raisonnement, cette construction est sans doute plus rapide que ne le pensait Piaget.

Mais l'essentiel n'est pas là. Le plus intéressant tient à ce que l'esprit humain, outre ses mécanismes innés, ses capacités d'apprentissage, de coordination, etc., est une sorte de jungle où les multiples compétences du bébé, de l'enfant et de l'adulte sont à tout moment susceptibles de se télescoper, d'entrer en compétition (en même temps qu'elles se construisent). D'où la nécessité d'un mécanisme de blocage : l'inhibition.

Nous avons voulu montrer dans ce chapitre comment tant en psychologie expérimentale de l'attention sélective chez l'adulte qu'en psychologie de l'enfant, le souci est actuellement de dissocier les contraintes d'inhibition de celles d'activation. Une piste de recherche à explorer est l'application du paradigme de l'amorçage négatif aux tâches de nombre, de catégorisation, etc., classiquement utilisées pour l'étude du développement cognitif. Ce paradigme peut permettre de tester précisément (par la chronométrie mentale, l'analyse des erreurs et aujourd'hui l'imagerie cérébrale fonctionnelle) le rôle du contrôle inhibiteur de l'information dans des tâches trop souvent considérées, depuis Piaget, comme critiques de la seule coordination ou co-activation des schèmes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baddeley A. D. (1986), *Working memory*, Oxford, Oxford University Press.
 Baddeley A. D. (1992), *Working memory*, *Science*, 255, 566-569.
 Baillargeon R. (1987), Object permanence in 1;5 and 4;5-month-old infants, *Developmental Psychology*, 23, 655-664.
 Baillargeon R., Spelke E. S., et Wasserman S. (1985), Object permanence in five-month-old infants, *Cognition*, 20, 191-208.
 Bell M. A., et Fox N. A. (1992), The relations between frontal brain electrical activity and cognitive development during infancy, *Child Development*, 63, 1142-1163.
 Bell M. A., et Fox N. A. (1994), Brain development over the first year of life, in G. Dawson et K. W. Fischer (Eds), *Human behavior and the developing brain* (p. 314-345), New York, The Guilford Press.
 Berthoz A. (1997), *Le sens du mouvement*, Paris, Odile Jacob.
 Bideaud J. (1988), *Logique et bricolage chez l'enfant*, Lille, PUF.
 Bideaud J., et Lautrey J. (1983), De la résolution empirique à la résolution logique du problème d'inclusion, *Cahiers de psychologie cognitive*, 3, 295-326.
 Bjorklund D. F., et Harnishfeger K. K. (1990), The resources construct in cognitive development : Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition, *Developmental Review*, 7, 93-130.

- Brannon E. M., et Terrace H. S. (1998), Ordering of the numerosities 1 to 9 by Monkeys, *Science*, 282, 746-749.
 Bromner J. G. (1985), Object tracking and search in infancy : A review of data and a theoretical evaluation, *Developmental Review*, 5, 371-396.
 Bromner J. G. (1994), *Infancy*, Cambridge, MA, Blackwell.
 Cohen D. (1992), *Piaget : une remise en question*, Paris, Retz (1^{re} éd. : 1981).
 Dagenbach D., et Carr T. H. (Eds) (1994), *Inhibitory processes in attention, memory and language*, New York, Academic Press.
 Dehaene S., Dehaene G., et Cohen L. (1998), Abstract representations of numbers in the animal and human brain, *Trends in Neurosciences*, 21, 355-361.
 Dempster F. N., et Brainerd C. J. (Eds) (1995), *Interference and inhibition in cognition*, New York, Academic Press.
 Diamond A. (1991), Neuropsychological insights into the meaning of object concept development, in S. Carey et R. Gelman (Eds), *The epigenesis of mind : Essays on biology and cognition* (p. 87-110), Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
 Evans J. St. B. T. (1989), *Biases in human reasoning*, Hove and London, Lawrence Erlbaum.
 Evans J. St. B. T. (1998), Matching bias in conditional reasoning, *Thinking and Reasoning*, 4, 45-82.
 Evans J. St. B. T., Newstead S. E., et Byrne R. M. (1993), *Human reasoning. The psychology of deduction*, Hove and London, Lawrence Erlbaum.
 Evans J. St. B. T., et Over D. E. (1997), Rationality in reasoning : The problem of deductive competences, *Current Psychology of Cognition*, 16, 1-38.
 Houdé O. (1992), *Catégorisation et développement cognitif*, Paris, PUF.
 Houdé O. (1995), *Rationalité, développement et inhibition*, Paris, PUF.
 Houdé O. (1996), Erreur « A-non-B », inhibition et cortex préfrontal : une articulation des analyses, *Revue de neuropsychologie*, 6, 329-346.
 Houdé O. (1997 a), Développement cognitif et inhibition : de l'erreur A-non-B aux biais de raisonnement, *Psychologie française*, 42, 23-29.
 Houdé O. (1997 b), Numerical development : From the infant to the child, Wynn's (1992) paradigm in 2- and 3-year-olds, *Cognitive Development*, 12, 373-392.
 Houdé O. (1997 c), The problem of deductive competence and the inhibitory control of cognition, *Current Psychology of Cognition*, 16, 108-113.
 Houdé O. (1998 a), Activation/inhibition, in O. Houdé, D. Kayser, O. Koenig, J. Proust et F. Rastier (Eds), *Vocabulaire de sciences cognitives* (p. 39-42), Paris, PUF.
 Houdé O. (1998 b), Développement cognitif, in O. Houdé, D. Kayser, O. Koenig, J. Proust et F. Rastier (Eds), *Vocabulaire de sciences cognitives* (p. 131-137), Paris, PUF.
 Houdé O. (sous presse), Executive performance/competence and inhibition in cognitive development, *Developmental Science*.
 Houdé O., et Charron C. (1995), Catégorisation et logique intensionnelle chez l'enfant, *L'Année psychologique*, 93, 63-86.
 Houdé O., et Soyas C. (1995), Développement logico-mathématique, cortex préfrontal et inhibition : l'exemple de la catégorisation, *Revue de neuropsychologie*, 3, 281-307.
 Houdé O., et Miéville D. (1993), *Pensée logico-mathématique*, Paris, PUF.
 Houdé O., et Moutier S. (1996), Deductive reasoning and experimental inhibition training : The case of the matching bias, *Current Psychology of Cognition*, 15, 409-434.
 Houdé O., et Moutier S. (1999), Deductive reasoning and experimental inhibition training : The case of the matching bias, New data and reply to Giroto, *Current Psychology of Cognition*, 18, 75-85.
 Karmiloff-Smith A. (1992), *Beyond modularity : A developmental perspective on cognitive science*, Cambridge, MIT Press.
 Koechlin E., Dehaene S., et Melher J. (1998), Numerical transformations in five-month-old human infants, *Mathematical Cognition*, 1, 89-104.
 MacMillan M. (1996), The concept of inhibition in some nineteenth century theories of thinking, *Brain and Cognition*, 30, 4-19.
 Markman E. (1978), Empirical versus logical solutions to part-whole comparisons problems concerning classes and collections, *Child Development*, 49, 168-177.
 Markman E. (1989), *Categorization and naming in children*, Cambridge, The MIT Press.
 Neill W. T., Valdes L. A., et Terry K. M. (1995), Selective attention and inhibitory control of cognition, in F. N. Dempster et C. J. Brainerd (Eds), *Interference and inhibition in cognition* (p. 207-261), New York, Academic Press.
 Pascual-Leone, A. (1988), Organismic processes for neo-Piagetian theories, in A. Demetriou (Ed.), *The neo-Piagetian theories of cognitive development* (p. 25-64), Amsterdam, North-Holland.
 Piaget J., et Garcia R. (1987), *Vers une logique des significations*, Genève, Muriende.
 Piaget J. (1986), Essay on necessity, *Human Development*, 29, 301-314.
 Russell J. (1997), *Agency*, Hove, Erlbaum.
 Serres M. (1987), *Éclaircissements*, Paris, François-Bourin.
 Simon T. J., Hespos S. J., et Rochat P. (1995), Do infants understand simple arithmetic? A replication of Wynn (1992), *Cognitive Development*, 10, 253-269.
 Smith R. (1992), *Inhibition. History and meaning in the sciences of mind and brain*, London, Free Associations Books.
 Tipper S. P. (1985), The negative priming effect : Inhibitory priming by ignored objects, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 571-590.
 Van Geert, P. (1994), *Dynamic systems of development*, New York, Harvester.
 Wynn K. (1992), Addition and subtraction by human infants, *Nature*, 358, 749-750.
 Wynn K. (1995), Origins of numerical knowledge, *Mathematical Cognition*, 1, 35-60.
 Wynn K. (1998), Psychological foundations of number : Numerical competence in human infants, *Trends in Cognitive Science*, 2, 296-303.