

© MIRA / NANA

Olivier Houdé

Après la résilience de Boris Cyrulnik et l'indignation de Stéphane Hessel, Olivier Houdé nous parle d'une autre forme de résistance. Mais s'il évoque la résistance politique d'un Jean Moulin ou celle toute aussi déterminée de la jeune Malala récemment nobélisée, c'est une résistance intérieure que le scientifique invite à développer chez chacun d'entre nous. En menant, avec l'équipe de son laboratoire du CNRS, une démarche expérimentale associant des écoles volontaires, Olivier Houdé a en effet apporté un éclairage nouveau sur ce qui se passe dans le cerveau d'un enfant qui apprend. Et isolé une fonction essentielle du cerveau : la résistance cognitive.



© MIRA/NAIA

« L'intelligence c'est apprendre à résister »

OLIVIER HOUDÉ

Olivier Houdé, instituteur de formation, est aujourd'hui professeur à l'Université Paris Descartes où il dirige, à La Sorbonne, le laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (LaPsyDE) du CNRS. Spécialiste du développement de l'intelligence de l'enfant et des apprentissages, il est l'auteur de nombreuses publications scientifiques. Parmi celles-ci, « Le raisonnement » dans la collection « Que sais-je ? » (PUF 2014) et « Apprendre à raisonner » (Le Pommier 2014), son dernier ouvrage dans lequel il présente une théorie nouvelle pour décrire l'apprentissage.

Comment un instituteur devient-il un chercheur en sciences cognitives ?

OH. J'ai voulu être instituteur par envie d'enseigner la lecture, les maths, les sciences et d'abord par passion pour les enfants. A cette époque, en Belgique, les élèves-instituteurs avaient le droit de faire un mémoire de recherche. J'ai choisi de travailler sur les pré-requis à l'apprentissage de la lecture. Je me suis donc intéressé aux questions de symbolisation et j'ai découvert un livre de Piaget de 1945 : « *La formation du symbole chez l'enfant* ». Ce fut un véritable choc et une révélation de prendre conscience à l'âge de 20 ans qu'il existait une recherche scientifique, expérimentale, sur l'intelligence de l'enfant. Je me suis dit que c'était absolument ce que je voulais faire. Après l'école normale, j'ai donc poursuivi des études universitaires de psychopédagogie à Mons, toujours en Belgique, puis à La Sorbonne à Paris où, après le Doctorat, j'ai fait toute ma carrière jusqu'à ce jour.

Ce début de parcours a-t-il laissé des traces ?

OH. Bien sûr. J'ai toujours gardé l'idée que les découvertes et les connaissances scientifiques fondamentales devaient trouver leur application dans la classe dès que possible. Un laboratoire d'imagerie cérébrale comme celui que je dirige, le Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant qui est le seul labo CNRS de cette spécialité en France s'est construit sur la base de liens étroits avec ce qui se passe en classe. Au cours de ma carrière sont arrivées les techniques d'imagerie cérébrale médicale qui ont permis d'explorer ce qui se passe dans le cerveau des adultes et des enfants. Ce qui m'a amené dans les années 90, alors que j'étais déjà professeur à La Sorbonne, à reprendre des études en

Master de neurosciences car j'ai voulu maîtriser ces techniques. Piaget disait : « *La construction de l'intelligence chez l'enfant, c'est la forme optimale de l'adaptation biologique.* » Mais chez lui, ça restait une idée théorique, je me suis dit qu'il fallait dès lors sortir ces

« Voir concrètement ce qui se passe dans le cerveau d'un enfant qui apprend. »

nouvelles techniques de l'hôpital, passer du secteur de la santé à celui de l'éducation, pour essayer de voir concrètement ce qui se passe dans le cerveau d'un enfant qui apprend.

Piaget est un maître que vous n'hésitez pas à bousculer...

OH. Oui mais comme je le res-

pecte, j'essaie de le faire avec élégance ! Je reconnais tout ce qu'il a apporté mais la mise en lumière de compétences précoces chez le bébé ou d'erreurs tardives chez l'enfant et l'adolescent, voire l'adulte, par les technologies nouvelles m'autorise à critiquer certaines de ses conclusions. Là où Piaget voyait des stades successifs en escalier et un mode de développement linéaire de l'intelligence, j'y substitue un modèle dynamique. A tout âge, il y a plusieurs façons de résoudre un problème à l'aide de stratégies qui sont en compétition dans le cerveau. Finalement le cœur de l'intelligence, ce que j'appelle « *apprendre à résister* », c'est limiter nos automatismes, nos heuristiques, qui « *marchent* » très souvent mais pas toujours, pour activer nos algorithmes. C'est vrai pour la construction de l'objet chez le bébé, pour le nombre et la catégorisation chez l'enfant d'âge préscolaire et scolaire et ça reste vrai chez l'adolescent et l'adulte pour le raisonnement logique et la prise de décision.



© MIBS / ANA4

Pouvez-vous décrire les expériences qui vous ont mené à ces conclusions?

OH. Nous utilisons des techniques très performantes et sans danger qui permettent d'étudier les réseaux neuronaux qui sous-tendent les fonctions cognitives humaines : notamment l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et l'électroencéphalographie (EEG) à haute densité. A l'aide de l'imagerie cérébrale, notre laboratoire observe ce qui se passe dans le cerveau d'un élève avant et après un apprentissage et étudie la manière dont il se reconfigure. Nos expériences sont menées avec des enfants de tous les âges, de la grande section de maternelle aux adolescents. Nous travaillons en collaboration avec des écoles publiques de Paris et de Basse Normandie où se situe notre centre IRM.

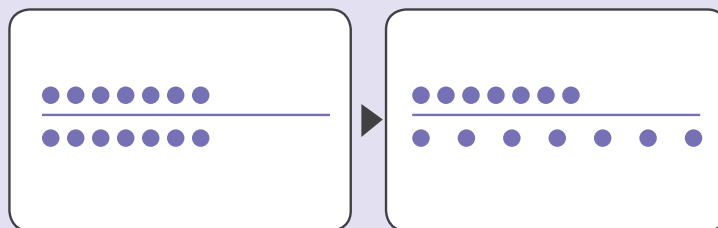
L'utilisation de l'IRM n'a-t-elle pas un caractère traumatisant pour les enfants?

OH. Avant de les confronter aux appareils, nous menons tout un travail de sensibilisation qui permet aux plus jeunes de s'accoutumer à des situations qui si elles ne sont pas dangereuses pourraient les effrayer. Nous avons ainsi reproduit l'antenne de l'IRM en carton, « un casque de chevalier » avec lequel jouent les enfants. On utilise un tunnel en tissu pour initier les enfants au tunnel de l'IRM et au confinement. On pratique le jeu de la statue pour les entraîner à l'immobilité. On les familiarise aussi avec le bruit particulier qu'émet l'IRM. On leur fait enfin une présentation complète et adaptée du fonctionnement et de l'utilité des appareils ainsi que des professionnels qui les mani-

plent. Le jour de l'expérience, ils sont parfaitement préparés comme des astronautes en partance pour l'espace !

Avez-vous un exemple de test que vous pratiquez ?

OH. Le meilleur exemple est de repartir de Piaget. Nous avons réexaminé le test piagétien bien connu de « conservation du nombre » avec des enfants de 5 à 10 ans (voir ci-contre). En montrant à l'enfant deux alignements de jetons de même nombre et de même longueur, celui-ci reconnaît facilement qu'il y a le même nombre de jetons. Mais si ensuite on lui présente de nouveau deux alignements avec le même nombre de jetons mais plus espacés dans l'une des collections, l'enfant considérera qu'« il y a plus de jetons là où c'est plus long ». Pour Piaget, c'était une erreur cognitive prouvant que l'enfant de 5 ans n'avait pas encore acquis le stade du nombre qui pour lui n'intervenait qu'à 6-7 ans, l'âge de raison. Depuis, d'autres chercheurs ont démontré que même des bébés de moins d'un an étaient capables de réussir des tâches faisant appel au nombre. Une sorte d'algorithme précoce ! Ce qui va contre l'idée de stade tardif de Piaget. En observant l'image cérébrale des enfants



Le test de conservation du nombre développé par Piaget et repris par Olivier Houdé

confrontés à cette tâche, nous avons maintenant compris ce qui se passait...

Alors, que se passe-t-il dans le cerveau des enfants ?

OH. Ce qu'on observe chez les enfants plus âgés (9-10 ans) est qu'ils activent à la fois la zone pariétale, connue par d'autres travaux comme étant celle du sens du nombre et du comptage (l'algorithme), et une zone cérébrale plus en avant, le cortex préfrontal, qui est celle permettant d'inhiber l'heuristique « nombre = longueur ». Donc s'ils réussissent la tâche de Piaget, c'est qu'ils sont capables, à la différence des enfants plus jeunes (4-5 ans),

d'activer cette région préfrontale qui leur permet de résister aux automatismes. Cela nous conduit à valider une théorie nouvelle, après Piaget, qui est que pour progresser, l'enfant doit apprendre à faire travailler ensemble deux régions très différentes de son cerveau, dédiées dans ce cas au sens précoce du nombre et à la résistance cognitive, plus tardive. D'où le titre de mon livre : Apprendre à résister.

C'est seulement une question d'âge ?

OH. Non, on a aussi trouvé chez les petits un groupe d'enfants intermédiaires qui réussissent quelques items qu'habituelle-

Piaget : le dieu des stades



Quiconque a traîné ses guêtres dans le milieu éducatif dans les années 70-80 n'a pu passer à côté de Jean Piaget (1896-1980). Les travaux de ce scientifique suisse, nourri d'une solide formation en psychologie, psychanalyse, philosophie et sociologie et aussi de l'observation de l'évolution de ses propres enfants ont exercé et exercent encore une influence notable sur la pédagogie et les méthodes éducatives. Il est notamment à l'origine d'une théorie du développement psychologique de l'enfant passant nécessairement par différentes périodes et différents stades.

- La période de l'intelligence sensorimotrice (de la naissance à 2 ans)
- La période de l'intelligence préopératoire (de 2 à 6 ans)
- La période des opérations concrètes ou de l'intelligence opératoire (de 6 à 10 ans)
- La période des opérations formelles (de 10 à 16 ans)



L'attrape-pièges permet de conserver la trace de ses erreurs.

ment seuls les grands réussissent. Et le cortex préfrontal se met déjà en marche chez eux, combiné avec le cortex pariétal. Il ne faut pas sous-estimer l'influence des stratégies pédagogiques qui permettent à des enfants de résister plus tôt à des automatismes. Un enfant à qui on aurait déjà systématiquement dit par exemple

cartons-réponse. Au fur et à mesure, si la réponse n'est pas validée, elle est rangée dans la partie hachurée de l'Attrape-pièges (zone inhibitrice) et l'enfant est invité à en chercher une autre. Il continue donc à chercher tout en conservant ce qu'on appelle en sciences cognitives la mémoire de travail avec l'histoire de ses erreurs. En pratiquant de façon systématique dès le plus jeune âge cette pédagogie de la résistance cognitive par l'inhibition, on éviterait bien des erreurs et comportements aberrants qu'on observe jusqu'à l'âge adulte.

rithmes, l'inhibition ou la résistance cognitive, que nous avons validés scientifiquement sont maintenant à disposition des enseignants pour les aider dans leur travail.

ment. Le système éducatif fondé sur les âges et les classes incite d'ailleurs à penser de la sorte. On pourrait faire le parallèle avec une vision linéaire de l'Histoire et du progrès depuis Les Lumières qui n'est pas plus vraie. Sinon il y a longtemps qu'on se serait débarrassé des guerres et des atrocités ou des pensées simplistes. L'algorithme des Droits de l'Homme, s'il existe, est sans cesse remis en question par les automatismes de la barbarie et de la violence. Le modèle dynamique et non linéaire que je défends en matière de développement cognitif est qu'à tous les âges plusieurs stratégies

« Passer les nouvelles techniques de l'hôpital, du secteur de la santé à celui de l'éducation. »

« Non regarde mieux, il faut compter même si tu as l'impression qu'il y en a plus ici. Nombre égale longueur, ça marche souvent, mais pas toujours ! ». La démarche est de montrer qu'on peut être plus efficace dans les apprentissages en développant des stratégies précoces et ciblées, très simples parfois, qui renforcent exactement ce dont le cerveau a besoin.

Que peut-on faire en classe pour apprendre à résister et utiliser son cortex préfrontal ?

OH. Nous avons déjà expérimenté un certain nombre d'activités qui permettent de le faire. Comme « l'Attrape-pièges » par exemple (voir ci-dessus) mettre le schéma 2. Confronté à une situation problème de raisonnement, l'enfant choisit parmi une collection de

Est-ce que la connaissance du fonctionnement du cerveau fournit toutes les clés de l'apprentissage ?

OH. Bien sûr que non. Dans le cas des procédures que nous mettons en place, si nous mesurons certains effets des apprentissages sur le cerveau, nous n'avons pas la main sur toutes les interactions qui les produisent : action des enseignants, investissement affectif, poids de la culture et de l'environnement... Toutes les formes de pédagogie ont un impact sur le cerveau, notre travail est une contribution pour essayer d'être plus efficace mais qu'il faut évidemment croiser avec des données didactiques et sociales. Les outils d'analyse tels que les heuristiques, les algo-

L'idée de résistance dans tous les domaines, y compris politique, traverse votre livre. Êtes-vous vous-même un résistant ?

OH. Déjà un résistant à Piaget ! J'ai résisté à son idée d'un développement linéaire et cumulatif à travers les stades à laquelle beaucoup adhéraient spontanément.





entrent en compétition et qu'on peut, face à une même situation, se servir de différentes régions de son cerveau. Au-delà de l'approche localisationniste en neurosciences,

« À tout âge, il y a plusieurs façons de résoudre un problème à l'aide de stratégies qui sont en compétition dans le cerveau. »

c'est plutôt la dynamique du cerveau, au cas par cas, sous l'effet de la pédagogie qui m'intéresse. À tout âge, comme à toute époque, il faut apprendre à résister à une façon mécanique et habituelle de penser.

Cela vaut-il aussi dans le monde du travail ?

OH. Oui et c'est pourquoi je consacre la dernière partie de mon livre aux décisions absurdes. Dans une étude sociologique sur

ce sujet, Christian Morel, ancien cadre dirigeant de groupes industriels français, a suggéré d'appliquer au monde de l'entreprise et des institutions en général ma conception de l'inhibition cognitive, en remarquant que chez des pilotes, des équipages, des ingénieurs, des managers, disposant d'une

compétence de type scientifique et la pratiquant, des processus de raisonnement quasi enfantins semblent parfois surgir ou resurgir comme s'ils étaient restés en embuscade dans les esprits, prêt à bondir dès la suspension de l'inhibition qui les bride habituellement. C'est une observation très exacte du rôle que devrait jouer le processus de résistance cognitive, l'inhibition, non seulement dans les laboratoires de psychologie et de neurosciences, mais aussi dans la société.

Lecture : quand le cerveau bricole

Lire n'a rien de naturel, mais le cerveau, champion de l'adaptation, est capable de réinvestir des mécanismes anciens dédiés à l'identification d'objets de notre environnement, pour reconnaître rapidement les lettres et les mots. C'est la théorie du « recyclage neuronal » largement développée dans de nombreuses études récentes. Pourtant en lecture certains automatismes du cerveau peuvent être sources d'erreurs. Identifier rapidement un mouton quel que soit son profil est utile pour un berger mais peut conduire l'apprenti-lecteur à confondre le b et le d. C'est ce que viennent de démontrer de façon expérimentale le laboratoire dirigé par Olivier Houdé. Les chercheurs ont donc montré à 80 jeunes adultes des paires d'images, d'abord deux lettres et ensuite deux animaux. Sont-elles à chaque fois identiques ? Les résultats ont indiqué que les lecteurs mettaient systématiquement plus de temps à déterminer que deux images d'animaux étaient bien identiques quand elles étaient précédées par des lettres en miroir. Cette augmentation du temps de réponse s'appelle « l'amorçage négatif » : les lecteurs ont dû bloquer la stratégie de généralisation en miroir pour réussir à discriminer des lettres de type b/d ou p/q. Ils mettent ensuite un peu plus de temps à déclencher cette stratégie quand elle est à nouveau utile pour reconnaître rapidement des animaux.

Vous faites un lien entre psychologie, neurosciences et sociologie ?

OH. Oui, un vrai lien. Je crois sin-

cèrement que par une alliance nouvelle des sciences humaines et sociales, bien longtemps après celle du structuralisme des années 1960-1970, la sociologie d'aujourd'hui, à propos du monde des entreprises et de la politique, rejoint les analyses expérimentales et neuroscientifiques de la psychologie du développement. Le sociologue Gérald Bronner a récemment publié *La Démocratie des crédules*, où il analyse comment, d'une façon générale, des

« Toutes les formes de pédagogie ont un impact sur le cerveau. »

croyances souvent erronées comme les mythes du complot par exemple, ou encore des raisonnements statistiques incomplets,





© MIRA / ANJA

À cerveau ouvert

Des interventions chirurgicales sur le cerveau sans anesthésie ? Voilà qui fait froid dans le dos mais qui constitue pourtant le quotidien du neurochirurgien Hugues Duffau. C'est par crainte de laisser les malades qu'il opérât muets ou paralysés que le praticien Montpellierain a développé depuis 1996 une technique d'intervention sans endormir ses patients qui permet de pouvoir converser avec eux tout en les opérant. Fort de plus de 200 opérations de ce type, Hugues Duffau a travaillé sur la cartographie du cerveau et vient de publier des travaux battant en brèche la théorie de Broca qui localise l'élaboration de la parole dans une zone précise du cerveau. Pour le chercheur, la caractéristique première du cerveau humain est d'être capable de se reconfigurer. Son fonctionnement repose sur des réseaux parallèles capables de se compenser les uns les autres en cas de problème.

voire faux, arrivent à se diffuser, à emporter l'adhésion des publics, à infléchir les décisions politique, à façonner une partie du monde dans lequel nous vivons. Mais Bronner reste optimiste. Parmi ses arguments, il cite les résultats de son laboratoire et indique que, par la pédagogie expérimentale, de redoutables biais cognitifs peuvent être inhibés de façon spectaculaire. Nos données sont toutefois encore ponctuelles, partielles, et les résultats expérimentaux. Il faut les développer à grande échelle pour installer, dès l'école, une ou des pédagogies de la résistance cognitive qui permettent à notre cerveau, face à la multitude croissante des informations, sur écrans numériques ou ailleurs, de parvenir à les trier, à les organiser et à les analyser... tout en déjouant les pièges.

Vous parlez même de la planète !

OH. Oui, de la « moins belle histoire » de l'humanité décrite par Hubert Reeves. Si le cœur de l'affaire est l'intelligence, la résistance aux erreurs cognitives et collectives, alors on peut espérer avec Reeves

« Il faut apprendre à résister à une façon mécanique et habituelle de penser. »

que là où croît le péril de la planète ... croît aussi ce qui sauve. Encore une affaire de cerveau ! Il est aujourd'hui nécessaire que le cerveau humain déclenche un mécanisme de contrôle cognitif par lequel il s'inhibe partiellement. Au niveau collectif, il s'agit de réduire ou d'arrêter les politiques de pollution et de destruction à grande

échelle, de préserver les ressources, etc. ; au niveau individuel, de fermer le robinet pendant qu'on se lave les dents, de privilégier les douches aux bains, d'éteindre les lumières inutiles... Apprendre à résister n'est donc pas seulement une question historique, légendaire, de guerre contre les autres, entre humains et de héros politiques exceptionnels, mais se décline à la fois en interne dès l'enfance, et au niveau le plus englobant de l'humanité : la planète. C'est le message transversal de mon livre, qui part de la psychologie de l'enfant bien entendu, ma seule spécialité.

Il faut donc résister encore et toujours en 2014 ...

OH. Oui ! Parce que dans le cerveau comme dans le monde, tout, c'est-à-dire les erreurs cognitives, les préjugés, les stéréotypes, les guerres, les massacres, l'intolérance et l'autodestruction, peut revenir à n'importe quel moment ! À cet égard, le développement cognitif de l'enfant est exemplaire. Observons comment ce petit savant corrige ses erreurs. C'est un modèle vivant d'épistémologie qui permet de repenser le progrès.

PROPOS RECUEILLIS PAR PHILIPPE MIQUEL



© MIRA / ANJA