

Apprendre à penser contre soi-même, un premier pas vers l'autonomie

PAR GRÉGOIRE BORST

Le cerveau humain atteint sa maturité physiologique en deux temps : les connexions commencent par se multiplier avant un lent élagage. Les processus de pensée se développent eux aussi à travers un double processus d'activation/automatisation et d'inhibition/résistance. Apprendre à lire, à interagir avec les autres ou sur le monde nécessite d'apprendre à résister à un certain nombre d'automatismes. Grégoire Borst nous expose ici quelle mécanique est à l'œuvre.

« Apprendre à penser contre soi-même, c'est atteindre une forme ultime d'abstraction réfléchissante où le possible n'est plus considéré comme un cas particulier du réel, mais où c'est le réel qui devient un cas particulier du possible. »

Grégoire Borst



Riad Sattouf : « La drogue » (extrait), in : *Les Cahiers d'Esther : Histoires de mes 13 ans*, Allary Éditions, 2019, p. 41.



DE 0 À 22 ANS : LE CERVEAU SE DÉVELOPPE

Dès le 19^e jour de l'embryon

La maturation du cerveau, qui est un tissu biologique, commence dès l'apparition du tube neural entre les 19^e et 28^e jours du développement embryonnaire, sous l'influence des gènes du développement. Le tube neural est composé d'une seule couche de cellules qui se divisent rapidement pour aboutir en quelques mois à plusieurs milliards de cellules. À certaines étapes du développement cérébral, il se crée plus de 250 000 cellules nouvelles par minute. Entre la 26^e et la 36^e semaines in utero, des plis (des « sulcus ») apparaissent à la surface du cortex, donnant sa forme caractéristique au cerveau.

Le développement du cerveau continue après la naissance et perdure jusqu'à 22 ans, une longue période propre à l'espèce humaine. Si la période de gestation est comparable chez l'homme et le chimpanzé (respectivement 270 et 224 jours), la boîte crânienne augmente de 4,3 fois après la naissance chez l'homme et de 1,6 fois chez le chimpanzé.

À 5 ans, un cerveau humain a son poids adulte ou presque

Il pèse 1,3 kilo contre 1,4 kilo en moyenne chez l'adulte. Au-delà du volume cérébral, c'est le nombre de connexions entre les neurones qui se multiplie prodigieusement : plus de 90 % des connexions (« synapses ») se forment après la naissance. À certaines périodes, des millions de synapses apparaissent chaque seconde¹. Ces créations s'opèrent par vagues successives dans différentes régions du cerveau : des régions postérieures sensorielles (cortex occipital) aux régions associatives (cortex temporal et pariétal), et enfin aux régions antérieures où siègent les fonctions cognitives supérieures (cortex préfrontal).

Des rythmes différents selon les aires

Les aires cérébrales se développent à des rythmes différents. Ces périodes de « prolifération synaptique » ouvrent le champ des possibles pour le cerveau en lui permettant de s'adapter de manière optimale à son environnement social et culturel. La multiplication des synapses entraîne mécaniquement une augmentation de l'épaisseur du cortex à différents âges dans différentes régions du cerveau.

Dans une seconde phase de la maturation cérébrale, les connexions qui maximisent l'adaptation du cerveau à son environnement se renforcent ; les connexions les moins renforcées sont quant à elles progressivement éliminées. Cet élagage aboutit à une diminution de l'épaisseur du cortex dans les différentes parties du cerveau à différents âges².

Ce développement asynchrone des différentes aires cérébrales, et notamment entre les aires sous-corticales (limbiques) et corticales (préfrontales), expliquerait certaines conduites à risques (prise de drogues, sexualité non protégée, jeux dangereux) typiques de l'adolescence. Chez l'adolescent, le système limbique impliqué dans la réaction émotionnelle à la récompense et plus généralement dans le sentiment de plaisir (qui implique un neurotransmetteur particulier, la dopamine) mature plus rapidement que le système dans le cortex préfrontal qui régule l'activité du système limbique³.

Grégoire Borst

Professeur à l'université de Paris, il dirige le laboratoire LaPsyDÉ du CNRS. Ses recherches sur le rôle des fonctions cognitives et les apprentissages scolaires combinent des approches comportementales et de neuro-imagerie.

Auteur de plus de 70 articles scientifiques, il a écrit trois ouvrages pédagogiques et pour la jeunesse. Il collabore avec les acteurs de l'éducation et est membre du Bureau international de l'Éducation de l'Unesco.

Le développement cognitif et socio-émotionnel de l'enfant et de l'adolescent est fondamentalement dynamique et non linéaire.

Plus généralement, ces décalages dans le développement du cerveau expliquent les périodes de progression fulgurante, mais aussi de stagnation parfois observées au cours du développement cognitif et des apprentissages de l'enfant et de l'adolescent.

COMMENT S'ACQUIÈRENT LES COMPÉTENCES

Des bébés plus compétents que les enfants ou adolescents

Contrairement à ce que pensaient les pionniers de la psychologie du développement comme le psychologue Jean Piaget⁴, le développement cognitif et socio-émotionnel de l'enfant et de l'adolescent est fondamentalement dynamique et non linéaire : les bébés ont des compétences précoces riches et complexes⁵ que l'enfant ou l'adolescent aura parfois du mal à mobiliser dans certains contextes. Il en va de même pour des compétences observées chez l'enfant ou l'adolescent qui semblent disparaître chez l'adulte dans certaines situations⁶.

Une inclinaison aux stratégies rapides, peu coûteuses...

Des erreurs apparaissent à tous les âges dans des situations où nous utilisons spontanément une stratégie heuristique (rapide et peu coûteuse, qui marche souvent, mais pas toujours) alors que nous devrions utiliser un algorithme logique, une stratégie lente et coûteuse mais qui marche toujours⁷.

Imaginons, par exemple, que vous deviez très rapidement résoudre le problème suivant : un magazine et une pomme coûtent 11 euros. Le magazine coûte 10 euros de plus que la pomme. Combien coûte une pomme ? Il est fort probable que la première réponse qui vous soit venue à l'esprit est que la pomme coûte 1 euro. Mais c'est une erreur (que presque tous commettent) ! Notre cerveau se laisse piéger par l'énoncé du problème. Pour ne pas tomber dans le piège, notre cerveau doit apprendre à résister à un automatisme qui tient à effectuer une soustraction quand l'énoncé comporte le terme « plus que ». Si la pomme coûte 1 euro, comme le magazine coûte 10 euros de plus que la pomme, il coûterait 11 euros et le magazine et la pomme coûteraient alors 12 euros. La bonne réponse est donc que la pomme coûte 50 centimes d'euros. Le magazine coûtant 10 euros de plus que la pomme, il coûte euros et 50 centimes. Le total des deux faisant bien 11 euros.

Apprendre à inhiber cette inclinaison

Pour surmonter ces erreurs, il faut apprendre à inhiber (résister à...) ces automatismes de pensée. La capacité à inhiber des stratégies heuristiques constitue un des mécanismes-clés de la psychologie du développement⁸ pour surmonter des erreurs systématiques à tous les âges, non seulement dans des tâches de raisonnement mais aussi dans des tâches attentionnelles⁹.

Ces découvertes permettent de réinterpréter les erreurs systématiques observées chez l'enfant au cours de ses apprentissages : elles sont moins le reflet d'une absence de connaissance (contrairement à ce qui est communément admis) qu'une difficulté ponctuelle à exprimer une connaissance dans un contexte où celle-ci entre en compétition avec une stratégie heuristique.

APPRENTISSAGE, BRICOLAGE CÉRÉBRAL ET RÉSISTANCE COGNITIVE

Une fantastique machine à apprendre

C'est bien armé que le bébé vient au monde. Son cerveau, très tôt déjà, lui permet de détecter certaines régularités dans son environnement. Le bébé apprend ensuite, par essai-erreur, en testant très concrètement et très systématiquement les domaines de validité des régularités qu'il a observées dans son environnement, comme pourrait le faire un scientifique¹⁰.

Au-delà de ces premiers apprentissages, le cerveau humain doit également acquérir des outils culturels comme la lecture et l'écriture. Ces outils culturels sont relativement récents à l'échelle de l'évolution des espèces, 5 400 ans pour l'écriture, et ils n'ont pas transformé notre patrimoine génétique pour permettre à notre cerveau de posséder, à la naissance, une zone spécifique, par exemple, pour décoder les lettres et les mots écrits.

Lire, c'est bloquer des automatismes

Au cours de l'apprentissage de la lecture, des neurones du système visuel qui sont impliqués dans la reconnaissance des objets, des visages et des animaux, se spécialisent progressivement dans la reconnaissance visuelle des lettres et des mots¹¹. Ce « bricolage neuronal » s'accompagne souvent de petites erreurs que le cerveau doit corriger. Dans le cas de la lecture, ce bricolage neuronal entraîne des difficultés spécifiques à reconnaître les lettres dont l'image en miroir constitue une autre lettre (b/d ou p/q). Ces difficultés sont directement liées aux propriétés intrinsèques des neurones qui se spécialisent dans la reconnaissance des lettres au cours de l'apprentissage de la lecture. Ces neurones ont la particularité de répondre de manière identique à la présentation d'un objet et de son image en miroir.

Si c'est un avantage pour reconnaître des objets, cette propriété constitue un réel désavantage pour la reconnaissance des lettres dont l'image en miroir constitue une autre lettre. La partie préfrontale du cerveau-lecteur doit donc apprendre à bloquer cette propriété, au cas par cas, pour éviter de confondre un « b » et un « d » par exemple¹². Le contrôle de ces automatismes, hérités du bricolage neuronal, reste néanmoins nécessaire quelle que soit l'expertise en lecture¹³.

Apprendre à contrôler nos automatismes, qu'ils soient créés par l'observation de régularité dans notre environnement ou par les bricolages neuronaux qui nous permettent d'acquérir des outils culturels, est donc un enjeu pour notre cerveau, à tous les âges, et pas seulement dans le cadre de la lecture¹⁴. Nous avons montré que cette capacité à résister à des automatismes est importante pour surmonter des erreurs systématiques en grammaire¹⁵, en mathématiques^{16,17} et en sciences¹⁸.

Apprendre à résister pour exercer son libre-arbitre

Le cerveau, de par sa capacité à se transformer et à se reconfigurer, nous permet d'être flexibles et de résister à nos automatismes quand ils nous conduisent à des erreurs comme dans ce contexte. Tout l'enjeu de l'éducation au XXI^e siècle est d'apprendre à l'enfant à penser contre soi-même, contre ses

Apprendre à contrôler nos automatismes, qu'ils soient créés par l'observation de régularité dans notre environnement ou par les bricolages neuronaux qui nous permettent d'acquérir des outils culturels, est donc un enjeu pour notre cerveau, à tous les âges, et pas seulement dans le cadre de la lecture.

La rentrée

Demain c'est la rentrée en 4^e et en ce qui me concerne, j'ai toujours adoré la rentrée.

Je m'y suis préparée: nouvelle coiffure peut-être? Nouveau style?

Bandeau dans les cheveux?

La Gitane du style de rue?

Oh ouais ou pas?

Short et legging + Huarache. simple, direct, fidèle à moi-même.

Huarache c'est des baskets en fait que tout le monde a

Large pour bien frapper les gars dans leurs couilles (rires)

Je suis dans un collège bourge de Paris que j'appelle "collège royal" parce que ça me fait dériver (et que je tiens à rester discrète).

Je vous rassure, les nœudettes c'est pas qu'en Rouille ou chais pas, y en a plein mon collège et c'est des gosses de riches

J'ai bien prévu cette année d'être dure avec les gars. J'étais assez populaire en 5^e, et j'ai passé tout l'été à imaginer des plans maléfiques pour les faire souffrir.

En plus y a trop de gars qui ont voulu sortir avec moi cet été, je vous raconterais mais j'étais juste une reine brève de moi quoi

Bref j'étais prête et pressée de la rentrée, la 4^e serait pas comme la 5^e, j'avais décidé.

J'ai fait du sport et j'ai bronzé pour être une femme fatale

A l'heure où je vous parle, on est lundi 3 septembre, la rentrée c'est demain.

Ça va? Vous avez ri? J'ai juste le plus gros bouton d'acné de l'histoire de l'acné, je suis défigurée parce que je me suis grattée.

C'est le soleil ça réduit les pores mais en fait après ben y a un retour de bâton quoi pphiiiiiii

ALALA! Pire laideron pharmacienne comme de Paris, la mienne

C'est Dieu ou chais pas qui m'a punie en fait? Et la science elle fait quoi pour aider les gens comme moi?

Pardonnez-moi ou tuez-moi S.V.P.

(D'après une histoire vraie racontée par Esther A., 13 ans)

Riad Sattouf



automatismes de pensée, pour s'autonomiser et exercer son libre-arbitre. Dans un monde qui va toujours plus vite et où nous sommes exposés à de nombreuses fausses informations, apprendre à résister est sans doute plus que jamais une absolue nécessité. ●

-
1. J.-P. Changeux : « Apprendre avec ses neurones ». In O. Houdé, G. Borst (ed.) : *Le cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2018, pp. 14-39.
 2. Y. Ostby, C.K. Tamnes, A.M. Fjell, L.T. Westlye, P. Due-Tønnessen & K.B. Walhovd : « Heterogeneity in subcortical brain development: A structural magnetic resonance imaging study of brain maturation from 8 to 30 years ». *Journal of Neuroscience*, n° 29, 2009, pp. 11772-11782.
 3. B.J. Casey : « Beyond simple models of self-control to circuit-based accounts of adolescent behavior ». *Annual Review of Psychology*, n° 66, 2015, pp. 295-319.
 4. J. Piaget, B. Inhelder : *La psychologie de l'enfant*, Paris, PUF, 1966.
 5. E. Spelke : « Core knowledge », *American Psychologist*, n° 55, 2000, pp. 1233-1243.
 6. G. Borst, A. Aïte & O. Houdé : « Inhibition of misleading heuristics as a core mechanism for typical cognitive development : Evidence from behavioural and brain-imaging studies », *Developmental Medicine and Child Neurology*, n° 57, 2015, pp. 21-25.
 7. D. Kahneman : *Système 1 / Système 2, les deux systèmes de la pensée*, Flammarion, 2011.
 8. A. Viarouge, O. Houdé & G. Borst : « Evidence for the role of inhibition in numerical comparison: a negative priming study in 7-8-year-olds and adults ». *Journal of Experimental Child Psychology*, n° 186, 2019, pp. 131-141.
 9. C.S. Krakowski, G. Borst, J. Vidal, O. Houdé & N. Poirel : « Children inhibit global information when the forest is dense and local information when the forest is sparse », *Journal of Experimental Child Psychology*, n° 173, 2018, pp. 155-167.
 10. A. Gopnick, A. Meltzoff & P. Kuhl : *Comment pensent les bébés ?* Le Pommier, 1999.
 11. G. Dehaene-Lambertz, K. Monzalvo, S. Dehaene : « The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition », *Plos Biologie*, 2018.
<https://journals.plos.org/plosbiology/article/citation?id=10.1371/journal.pbio.2004103>
 12. G. Borst, E. Ahr, M. Roell & O. Houdé : « The cost of blocking the mirror-generalization process in reading: Evidence for the role of inhibitory control in discriminating letters with lateral mirror-image counterparts », *Psychonomic Bulletin & Review*, n° 22, 2015, pp. 228-234.
 13. Ibid.
 14. Ibid.
 15. C. Lanoë, A. Lubin, J. Vidal, O. Houdé & G. Borst : « Inhibitory control is needed to overcome written verb inflection errors: Evidence from a developmental negative priming study ». *Cognitive Development*, n° 37, 2016, pp. 18-27.
 16. M. Roell, A. Viarouge, E. Hilscher : « Evidence for a visuospatial bias in decimal number comparison in adolescents and in adults », *Scientific Reports*, 9, 14770, 2019.
 17. A. Viarouge, O. Houdé & G. Borst : « The progressive 6-year-old conserver: Numerical saliency and sensitivity as core mechanisms of numerical abstraction in a Piaget-like estimation task », *Cognition*, n° 190, 2019, pp. 137-142.
 18. S. Masson, P. Potvin, M. Riopel & L.M. B. Foisy : « Differences in brain activation between novices and experts in science during a task involving a common misconception in electricity ». *Mind, Brain, and Education*, vol. 8, n° 1, 2014, pp. 44-55.
-

L'égoïsme, un biais auquel résister...

Quelques questions à Grégoire Borst

Résister à nos automatismes de pensée revêt une dimension éthique...

La capacité à résister à nos automatismes est également fondamentale pour le développement des capacités socio-émotionnelles et plus spécifiquement des capacités à comprendre les intentions et les états mentaux des personnes avec qui nous interagissons, c'est ce qu'a montré en 2006 la « théorie de l'esprit » de Carpendale et Lewis. La capacité à attribuer des états mentaux à autrui – surtout quand ils sont différents des nôtres – est fortement liée à notre capacité à adopter la perspective de notre interlocuteur.

C'est une découverte récente qui change beaucoup de perspectives...

Cette capacité à adopter une perspective hétérocentrée a pour la première fois été étudiée par Piaget et son collègue Inhelder dès 1956, dans la tâche dite « des trois montagnes ». L'enfant doit déterminer ce qu'il verrait des trois montagnes en relief, placées sur un plateau devant lui, s'il prenait la perspective d'une poupée placée de l'autre côté de ce plateau. Avant 9 ans, l'enfant a tendance à adopter sa propre perspective pour répondre (« biais égoïste »). Mais, comme dans d'autres domaines, ce biais égoïste est très dépendant du contexte : le bébé est capable d'adopter une perspective hétérocentrée dans certains contextes alors que l'adulte peut encore être très égoïste dans d'autres situations.

Donnez-nous un exemple des recherches menées par votre laboratoire du CNRS, « LaPsyDé »

Une de nos études a montré que le développement de la capacité à adopter une perspective hétérocentrée est, en fait, très dépendante de notre capacité à inhiber notre point de vue égoïste : en mettant en scène un avatar tenant une balle grise dans ses

main présentée soit de face, soit de dos. Pour développer ses compétences sociales (respect d'autrui et tolérance), l'enfant doit donc apprendre à résister à son point de vue égoïste.

La lecture est un formidable outil d'exploration du point de vue d'autrui...

Oui, c'est un formidable outil pour accompagner cette décentration et pour développer notre capacité à inférer les états mentaux émotionnels – c'est la « théorie de l'esprit affective » – des personnes avec lesquelles nous interagissons. Une étude a, par exemple, mis en évidence, en 2013, que les adultes qui lisent des œuvres littéraires possèdent une meilleure théorie de l'esprit affective que les adultes qui ne lisent pas.

Une autre étude menée chez des enfants de 2 à 3 ans a quant à elle révélé que leur lire des histoires et leur poser des questions sur les états mentaux et les émotions des personnages de l'histoire leur permettent de développer plus rapidement leur « théorie de l'esprit affective » et leur compréhension des émotions que si on leur lit les mêmes histoires en insistant sur la trame narrative de celle-ci. ●

Propos recueillis par Anne Blanchard

Pour aller plus loin... pour petits et grands :

- Olivier Houdé et Grégoire Borst (dir.) : *Le cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2018 (Les repères pédagogiques).
- Olivier Houdé et Grégoire Borst, ill. Laurent Baudouin : *Explore ton cerveau*, Nathan, 2019 (Kididoc), à partir de 6 ans.
- Olivier Houdé et Grégoire Borst, ill. Mathilde Laurent : *Le cerveau*, Nathan, 2018 (Questions-Réponse), à partir de 9 ans.

