

## LA PLASTICITÉ CÉRÉBRALE : UNE RÉVOLUTION EN NEUROBIOLOGIE

Catherine Vidal

ERES | « Spirale »

2012/3 n° 63 | pages 17 à 22

ISSN 1278-4699

ISBN 9782749233802

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-spirale-2012-3-page-17.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour ERES.

© ERES. Tous droits réservés pour tous pays.

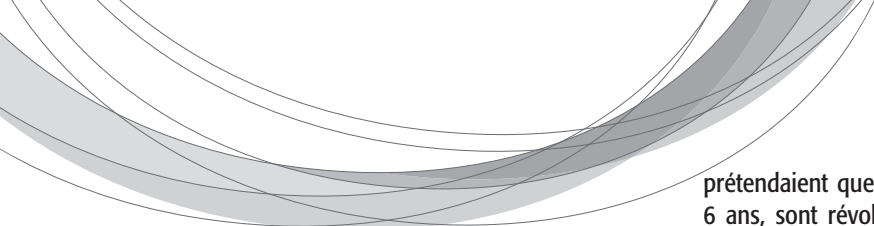
La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Les livrets

# Les chemins de l'apprentissage

An abstract graphic consisting of several overlapping circles of varying shades of gray, creating a sense of depth and movement. The circles are centered on the left side of the page, with the text '1 Naissance' positioned within the central white space.

## 1 Naissance



prétendaient que tout était joué très tôt, avant 6 ans, sont révolues. Notre vision du cerveau est désormais celle d'un organe dynamique qui évolue tout au long de la vie.

# La plasticité cérébrale : une révolution en neurobiologie

Catherine Vidal  
neurobiologiste,  
directrice de recherche à l'Institut Pasteur

[catherine.vidal@pasteur.fr](mailto:catherine.vidal@pasteur.fr)

Comprendre les mécanismes du développement du cerveau et de l'apprentissage est un enjeu majeur des recherches en neurosciences. Depuis une vingtaine d'années, les spécialistes du cerveau ont enfin réalisé leur rêve : voir le cerveau à travers la boîte crânienne. On dispose à présent d'un outil d'exception, l'imagerie cérébrale par *IRM*, qui permet d'observer à la fois la structure et le fonctionnement du cerveau vivant.

Une des découvertes les plus étonnantes est la capacité d'adaptation du cerveau aux événements de la vie (Vidal, 2009). Au cours des apprentissages et des expériences, c'est la structure même du cerveau qui se modifie, avec la fabrication de nouvelles connexions entre les neurones. On parle de « plasticité cérébrale » pour décrire cette capacité du cerveau à se façonner au gré de l'histoire vécue. Rien n'est jamais figé dans nos neurones, quels que soient les âges de la vie. C'est une véritable révolution pour la compréhension de l'humain. Les anciennes théories qui

## Développement du cerveau et plasticité

Avec l'avancée des connaissances en neurobiologie, des progrès considérables ont été réalisés dans la compréhension du rôle des gènes et des facteurs de l'environnement dans le développement du cerveau. Quand le nouveau-né voit le jour, son cerveau compte cent milliards de neurones, qui cessent alors de se multiplier. Mais la fabrication du cerveau est loin d'être terminée, car les connexions entre les neurones, ou synapses, commencent à peine à se former : seulement 10 % d'entre elles sont présentes à la naissance ; les 90 % restants se construiront plus tard. Des expériences ont montré que, chez le chaton, entre 10 et 30 jours, on passe de cent à douze mille synapses par neurone. Ce nombre est encore plus important dans le cerveau humain : au total, chez l'adulte, on estime à un million de milliards le nombre de synapses ! Or, pour atteindre ces chiffres astronomiques, seulement six mille gènes interviennent dans la construction du cerveau. Ce n'est manifestement pas assez pour contrôler la formation de chacune de nos milliards de synapses. Ces observations montrent que le devenir de nos neurones n'est pas directement dépendant du programme génétique (Kahn, 2007 ; Rose, 2006).

Dans les processus éminemment complexes du développement du cerveau, l'interaction avec le monde extérieur joue un rôle majeur. Le système visuel en est l'illustration frappante. La vision de l'enfant se construit progressivement

de la naissance jusqu'à 5-6 ans. Un manque de stimulation de l'œil par la lumière chez des jeunes atteints de cataracte peut conduire à la cécité. L'expérience précoce de la lumière est une condition indispensable pour que s'établisse une bonne connexion des neurones qui portent les informations visuelles depuis la rétine jusqu'au cortex cérébral. De même, toutes sortes de stimulations de l'environnement guident la mise en place des circuits de neurones permettant d'assurer les grandes fonctions, qu'elles soient sensorielles, motrices ou cognitives. Dans cette dynamique, la structuration de la matière cérébrale est le reflet intime de l'expérience vécue. Le dilemme classique d'une opposition entre nature et culture est dépassé.

## L'imagerie cérébrale de l'apprentissage

Grâce aux nouvelles techniques d'imagerie cérébrale par IRM, on peut désormais « voir » le cerveau se modifier en fonction de l'apprentissage et de l'expérience vécue (Vidal, 2009). Par exemple, dans le cerveau de musiciens, on a pu montrer des modifications du cortex cérébral liées à la pratique intensive de leur instrument depuis l'enfance (Gaser, 2003). Des expériences ont été réalisées chez des pianistes professionnels qui en moyenne avaient commencé le piano à l'âge de 6 ans. Les images IRM ont révélé un épaississement du cortex cérébral dans les zones dédiées à la motricité des mains et à l'audition. Ce phénomène est dû à la fabrication de connexions supplémentaires entre les neurones. Un point fondamental de cette étude est que les modifications cérébrales sont proportionnelles au temps consacré à la pratique du piano pendant la petite enfance. Ce résultat montre l'impact majeur de

l'apprentissage sur la construction du cerveau des enfants, dont les capacités de plasticité sont particulièrement prononcées.

La plasticité cérébrale est à l'œuvre également pendant la vie d'adulte. Une étude en IRM réalisée chez des chauffeurs de taxi a montré que les zones du cerveau qui contrôlent la représentation de l'espace sont plus développées, et ce proportionnellement au nombre d'années d'expérience de la conduite du taxi (Maguire, 2000). L'apprentissage de notions abstraites peut aussi entraîner des modifications cérébrales. Chez des mathématiciens professionnels, on a observé en IRM un épaississement des régions impliquées dans le calcul et la représentation visuelle et spatiale (Aydin, 2007). Un autre exemple éloquent de plasticité cérébrale a été décrit chez des sujets qui apprennent à jongler avec trois balles (Draganski, 2006). Après trois mois de pratique, l'IRM montre un épaississement des régions spécialisées dans la vision et la coordination des mouvements des bras et des mains. Et si l'entraînement cesse, les zones précédemment épaissies rétrécissent. Ainsi, la plasticité cérébrale se traduit non seulement par la mobilisation accrue de régions du cortex pour assurer une nouvelle fonction, mais aussi par des capacités de réversibilité quand la fonction n'est plus sollicitée.

Catherine Vidal





## Développement du cerveau et identité sexuée

En outre, les capacités de plasticité du cerveau apportent un éclairage nouveau sur les processus qui contribuent à forger nos identités sexuées (Vidal, 2005 ; 2007). À la naissance, le petit humain n'a pas conscience de son sexe. Il va l'apprendre progressivement à mesure que ses capacités cérébrales se développent. Ce n'est qu'à partir de l'âge de 2 ans et demi que l'enfant devient capable de s'identifier à l'un des deux sexes (Le Maner-Idrissi, 1997). Or depuis la naissance, il évolue dans un environnement sexué : la chambre, les jouets, les vêtements diffèrent selon le sexe de l'enfant. De nombreuses expériences de psychologie ont montré que les adultes, de façon inconsciente, n'ont pas les mêmes façons de se comporter avec les bébés : ils ont plus d'interactions physiques avec les bébés garçons, alors qu'ils parlent davantage aux filles. C'est l'interaction avec l'environnement familial, social, culturel qui va orienter les goûts, les aptitudes et contribuer à forger les traits de personnalité en fonction des modèles du masculin et du féminin donnés par la société. Mais tout n'est pas joué pendant l'enfance. À tous les âges de la vie, la plasticité du cerveau permet de changer d'habitudes, d'acquérir de nouveaux talents, de choisir différents itinéraires de vie.

## Plasticité et réparation cérébrale

Les mêmes types de processus sont mis en jeu dans des situations pathologiques suite à des lésions cérébrales. L'IRM est l'outil idéal pour observer dans le temps l'évolution des zones endommagées et étudier les phénomènes de compensation. On a ainsi pu suivre un patient

paralysé de la main droite après un accident vasculaire cérébral dans l'hémisphère gauche (Fedy, 2002). Après un mois de rééducation, le patient commence tout juste à récupérer l'usage de sa main droite. Or, à l'IRM on découvre que c'est le cortex droit et non pas gauche qui s'active ! Et quand la récupération est totale après quelques semaines, c'est à nouveau le cortex gauche qui est activé pour faire bouger la main droite. Ainsi, l'hémisphère du côté opposé à la lésion a pris temporairement le relais du cortex endommagé.

Des cas extrêmes ont été décrits chez des enfants souffrant de crises d'épilepsie à répétition, parfois toutes les dix minutes, et qui sont intraitables par les médicaments. La seule façon de les soulager est d'enlever l'hémisphère cérébral où se trouve le foyer épileptique. Des médecins américains et canadiens ont suivi une vingtaine de jeunes patients opérés entre les âges de 5 et 10 ans (Battro, 2000). Après l'ablation de l'hémisphère, les enfants ont été soumis à des séances de rééducation intensive et ont progressivement récupéré toutes les fonctions sensorielles, motrices et cognitives. Ils ont pu suivre une scolarité normale, mener une vie professionnelle, se marier et avoir des enfants. Le seul handicap qui persiste est un déficit de la vision stéréoscopique en relief, pour laquelle il est nécessaire que les informations soient traitées par les deux yeux et par les deux hémisphères du cerveau.

Un autre cas exceptionnel a été décrit en 2007 par des médecins français concernant un patient venu en consultation à l'hôpital de la Timone, à Marseille (Feuillet, 2007). Cet homme de 44 ans, marié, père de deux enfants et menant une vie professionnelle normale, se plaignait d'une légère faiblesse de la jambe. L'examen IRM a révélé que son crâne était essentiellement

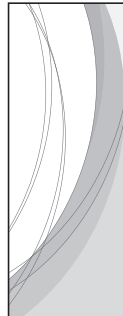
rempli de liquide céphalorachidien et que son cerveau formait une mince couche aplatie sur les parois du crâne. En fait, ce patient souffrait d'hydrocéphalie à la naissance et avait été équipé d'un drain pour évacuer le liquide en excès. Or le drain s'est bouché et la pression croissante du liquide a fini par refouler le cerveau sur les parois de la boîte crânienne. Le tout s'est passé sans aucune conséquence dans la vie du patient qui ne s'est jamais douté de rien ! Les mécanismes de plasticité ont opéré progressivement pendant plusieurs années, laissant le temps au tissu cérébral de se remodeler pour s'adapter à la pression croissante du liquide.

Ces cas sont des illustrations frappantes de la plasticité cérébrale qui permet au cerveau humain de s'adapter aux événements de l'environnement. Ils apportent aussi la démonstration que les capacités mentales ne dépendent pas directement de la forme du cerveau, ni de l'épaisseur du cortex. Il s'agit d'un résultat fondamental qui montre que la présence d'une anomalie cérébrale ne permet pas de prédire le devenir d'un sujet, qu'il soit jeune ou adulte. Nul doute que si les images du cerveau du patient hydrocéphale avaient été connues dans son enfance, il aurait reçu l'étiquette de futur handicapé mental avec les conséquences que l'on peut imaginer.

## Voir le cerveau penser : mythe et réalité

Un apport majeur de l'IRM est d'avoir démontré comment l'expérience vécue modifie à la fois la structure et le fonctionnement du cerveau. Cette notion est fondamentale à considérer pour éviter de tomber dans le piège de certaines interprétations hâtives. Voir des

particularités anatomiques dans un cerveau ne signifie pas qu'elles y sont inscrites depuis la naissance, ni qu'elles y resteront gravées. L'IRM donne un cliché instantané de l'état du cerveau d'une personne à un moment donné, mais n'apporte pas de connaissances sur son histoire, ses motivations ou son devenir.



*Le cerveau du tout-petit est bien lent à se développer. Alors que le cerveau d'un nouveau-né humain atteint à peine 25 % de la complexité du cerveau adulte, au même stade, celui du macaque est déjà ébauché à plus de 75 %. Cette croissance apathique offre en fait la possibilité d'une longue période d'interaction avec ses proches, son groupe social et le monde qu'il habite. La transmission génétique, principalement à l'œuvre dans la construction du cerveau du primate non humain, s'efface alors devant un nouvel ordre où la transmission sociale, culturelle et technologique, prime avant tout.*

C'est pourtant ce que soutiennent certains courants scientifiques, principalement nord-américains, qui cherchent à localiser dans le cerveau les zones du mensonge, du jugement moral, du comportement antisocial (Vidal, 2011)... Prétendre que les techniques d'imagerie permettront un jour de lire dans les pensées relève avant tout du fantasme (Singh, 2009). Mais l'idée est séduisante, tout comme l'était la phrénologie au XIX<sup>e</sup> siècle qui affirmait que les traits de personnalité se reflétaient dans les « bosses » du crâne. L'idéologie sous-jacente



est toujours celle d'un déterminisme biologique de nos aptitudes, nos émotions, nos valeurs, qui seraient câblées dans le cerveau et immuables. Dans cette vision, les comportements « hors normes » des enfants ou des adultes seraient le reflet d'anomalies spécifiques de circuits neuro-naux. L'IRM permettrait de les détecter, pour ensuite les corriger grâce à des traitements pharmacologiques (voir Giampino et Vidal, 2009)...

« Apprendre...  
À lire, à écrire, à compter  
Ouvrir les portes encore fermées  
Sur ce savoir accumulé  
Qu'on lui en donne un jour la clé  
Il a le monde à sa portée... »  
Yves Duteil, *Apprendre*

Ces conceptions sont en totale contradiction avec les progrès des connaissances sur la plasticité du cerveau. L'être humain, de la naissance à l'âge adulte, ne se réduit pas à une machine cérébrale autonome programmée pour assurer des actions et des comportements. C'est dans la relation avec le monde et avec les autres que se forge la personnalité et que se structure la pensée. Rien n'est jamais figé, ni dans le cerveau ni dans les idées. Comme l'exprimait un jour à sa façon le peintre Francis Picabia : « Notre tête est ronde pour permettre à la pensée de changer de direction. »

## Bibliographie

AYDIN, K. et coll. 2007. « Increased gray matter density in the parietal cortex of mathematicians », *Am. J. Neuroradiol.*, 28, 1859-64.

BATTRO, A.M. 2000. *Half a Brain is Enough*, Cambridge University Press.

DRAGANSKI, B. et coll. 2006. « Temporal and spatial dynamics of brain structure changes during extensive learning », *J. Neuroscience*, 26, 6314-6317.

FEDY, A. et coll. 2002. « Longitudinal study of motor recovery after stroke », *Stroke*, vol. 33, 1610-1617.

FEUILLET, L. et coll. 2007. « Brain of a white-collar worker », *Lancet*, vol. 307, p. 262.

GASER, C. ; SCHLAUG, G. 2003. « Brain structures differ between musicians and non-musicians », *J. Neuroscience*, 23, 9240-9245.

GIAMPINO, S. ; VIDAL, C. 2009. *Nos enfants sous haute surveillance, Évaluations, dépistages, médicaments*, Paris, Albin Michel.

KAHN, A. 2007. *L'homme, ce roseau pensant*, Paris, Odile Jacob.

LE MANER-IDRISSI, G. 1997. *L'identité sexuée*, Paris, Dunod.

MAGUIRE, E.A. ; GADIAN, D.G. ; FRITH, C. D. 2000. « Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers », *Proc. Natl Acad. Sci USA*, 97, 4398-4403.

ROSE, S. 2006. *The Future of the Brain*, Oxford University Press.

SINGH, I. ; ROSE, N. 2009. « Biomarkers in psychiatry », *Nature*, vol. 460, 202-207.

VIDAL, C. 2007. *Hommes, femmes : avons-nous le même cerveau ?*, Paris, Éd. Le Pommier.

VIDAL, C. 2009. *Le cerveau évolue-t-il au cours de la vie ?*, Paris, Éd. Le Pommier.

VIDAL, C. 2011. « Vers une neuro-justice ? », *Ravages*, n° 4.

VIDAL, C. ; BENOIT-BROWAEYS, D. 2005. *Cerveau, sexe et pouvoir*, Paris, Belin.