

De la plasticité du cerveau

par Catherine Vidal

Neurobiologiste

Directrice de Recherche à l'Institut Pasteur

En mai 2002 à San Francisco, lors d'un colloque consacré à la "neuroéthique", Barbara Koenig, présidente du comité d'éthique de l'Université de Stanford, annonçait que "*les neurobiologistes vont bientôt avoir la charge d'évaluer les risques de survenue de troubles cognitifs, les potentialités de réussite scolaire et professionnelle, la prédilection pour la violence et la consommation de drogue*"(1, 2). En quelques années, l'idée a fait son chemin, y compris en Europe. L'imagerie cérébrale, les analyses neurochimiques et génétiques sont présentées comme les méthodes de choix pour analyser les troubles des comportements humains. Pour un large public, la démarche est séduisante puisqu'elle se réclame de la science. Tout comme au XIX^e siècle, la phrénologie remportait de vifs succès en prétendant démontrer scientifiquement que les bosses du crâne reflétaient les aptitudes intellectuelles et morales. Aujourd'hui, les techniques d'exploration du cerveau ont fait des progrès considérables. Mais se profile toujours en arrière plan l'idée d'un déterminisme biologique des capacités mentales localisées dans des régions précises du cerveau. Ainsi, les troubles de l'humeur et du comportement seraient le reflet de dysfonctionnements spécifiques de circuits neuronaux susceptibles d'être corrigés par des traitements pharmacologiques, et ce dès le plus jeune âge.

Cette conception d'un cerveau pré-cablé est défendue avec force dans certains milieux de neurobiologistes, tandis qu'elle est contestée par d'autres (3, 4, 5). Car depuis une dizaine d'année, notre vision du fonctionnement cérébral est en train de changer radicalement avec la mise en évidence des extraordinaires propriétés de plasticité du cerveau (6, 7). Grâce en particulier aux nouvelles techniques d'imagerie cérébrale comme l'IRM, on peut désormais "voir" le cerveau se modifier en fonction de l'apprentissage et de l'expérience vécue. Par exemple, dans le cerveau de musiciens professionnels, on a pu montrer des modifications du cortex cérébral liées à la pratique intensive de leur instrument. Chez les pianistes, on observe un épaississement des régions spécialisées dans la motricité des doigts ainsi que dans l'audition et la vision. De plus, ces changements sont directement proportionnels au

temps consacré à l'apprentissage du piano pendant l'enfance (8). 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 cortex qui contrôlent la représentation de l'espace sont plus développées, et ce proportionnellement au nombre d'années d'expérience de la conduite du taxi (9). Un autre bel exemple de plasticité a été observé chez des sujets qui apprennent à jongler avec trois balles : après deux 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 mobilisées régressent (10). 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.

Ces expériences et bien d'autres montrent concrètement comment l'environnement contribue à modifier la structure du cerveau. De telles observations apportent un nouvel éclairage sur les mécanismes de construction du cerveau humain au cours du développement (11). Quand le nouveau-né voit le jour, son cerveau compte 100 milliards de neurones, qui cessent alors de se multiplier. Mais la fabrication du cerveau est loin d'être terminé, 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 dix et trente jours, on passe de 100 à 12 000 synapses par neurones. 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 6 000 gènes interviennent dans la construction du cerveau. Ce n'est manifestement pas assez pour contrôler précisément la formation de nos milliards de synapses. Il apparaît ainsi que le destin de chaque neurone tout comme l'architecture des inter-connexions neuronales ne sont pas directement dépendants du programme génétique.

Dans ce processus éminemment complexe du développement du cerveau, l'influence de l'environnement physique, social et culturel joue un rôle déterminant. De nombreux travaux chez l'animal et chez l'humain ont montré que les stimulations de l'environnement sont indispensables pour guider la mise en place des circuits de neurones permettant d'assurer les grandes fonctions, qu'elles soient sensorielles, motrices ou cognitives (12, 13, 14). C'est précisément grâce aux capacités

exceptionnelles de plasticité propres au cerveau humain que l'expérience vécue contribue à modeler les réseaux neuronaux tout au long de la vie.

Comment, à la lumière de ces connaissances, oser prédire le devenir d'un enfant sur l'observation de son comportement à l'âge de 3 ans ? Cette position n'est manifestement pas tenable face à la réalité scientifique du fonctionnement cérébral. Comme l'a si bien dit François Jacob (15), "l'être humain est génétiquement programmé, mais programmé pour apprendre". Le destin n'est pas inscrit dans notre cerveau !

Bibliographie

- (1) *Neuroethics : Mapping the Field*, colloque mai 2002 sur le site de la Fondation Dana (www.dana.org)
- (2) Roskies, A. *Neuroethics for the New Millennium*, Neuron, vol 35, 21-23, 2002.
- (3) Marchall JC and Kink GR , *Cerebral localization, then and now*, Neuroimage, vol 20, 2-7, 2003.
- (4) Y. Burnod, « *Big brother et IRM* », Pour La Science, n°271, mai 2000.
- (5) K. Friston, « *Beyond phrenology : what can neuroimaging tell us about distributed circuitry ?* », Annual Review Neuroscience, vol 25, 221-250, 2002.
- (6)Vidal, C. et Benoit-Browaeys, D. (2005) *Cerveau, Sexe et Pouvoir*, Editions Belin.
- (7)Vidal, C , *Nos cerveaux, tous pareils, tous différents*, dans "L'identité : Qui suis-je ?" Editions Le Pommier /Cité des Sciences et de l'Industrie, 2006.
- (8) Schlaug, G., « The brain of musicians: a model for functional and structural plasticity », *Ann. NY Acad. Sci.*, , vol 930, 2001, pp 281-299.
- (9) Maguire, E. A., Gadian, D. G. & Frith, C. D. , *Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers*. PNAS, 97, 4398- 4403, 2000.
- (10) Draganski, B. et al. *Changes in grey matter induced by training*, Nature, vol 427, 2004, pp 311-312
- (11) Prochiantz, A. , "Les anatomies de la pensée", Odile Jacob, 1997
- (12) S. Rose, "Lifelines: Biology, freedom, determinism", Oxford University Press, 1998.
- (13) E.B.Keverne, F.L. Martel, C.M. Nevison, "Primate brain evolution : genetic and functional considerations", Proc R Soc Lond Biol Sci., vol 263, 1996, pp. 689-696

- (14) Zarifian, E, *Le gout de vivre*, Odile Jacob, 2005
(15) Francois Jacob, *Le Jeu des possibles*, Fayard, 1981.