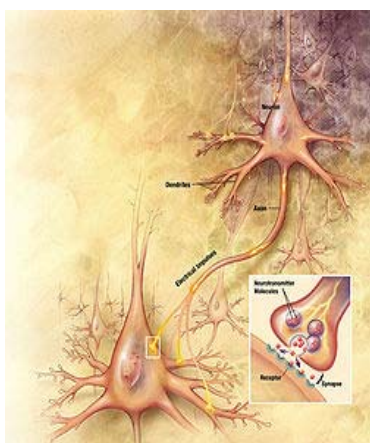


Introduction : Fonctions cognitives

Les neurosciences cognitives ont reçu leur nom à la fin des années 1970. Elles résultent de l'union de la neurobiologie et de la psychologie amenant une prise de conscience nouvelle. Elles étudient comment l'activité du cerveau crée la pensée, en quoi la structure et le fonctionnement du cerveau peuvent expliquer les processus cognitifs.

Le terme **cognitif** « qualifie les processus par lesquels un organisme acquiert des informations sur l'environnement et les élabore pour régler son comportement : perception, formation de concepts, raisonnement, langage, décision, pensée, etc... (H. Piéron, 1987)². C'est ainsi que la **cognition**, ou activité mentale, encore dite intellectuelle, comprend l'acquisition, le stockage, la transformation et l'utilisation des connaissances, ces étapes étant considérées bien distinctes. Comme on peut l'imaginer, la cognition inclut un large éventail de processus mentaux appelés **fonctions cognitives**, qu'elle met en œuvre chaque fois qu'une information est reçue, stockée, transformée et utilisée : la perception, l'attention, la mémoire, les images mentales ou représentations, le langage, la résolution de problèmes, le raisonnement et la prise de décision.

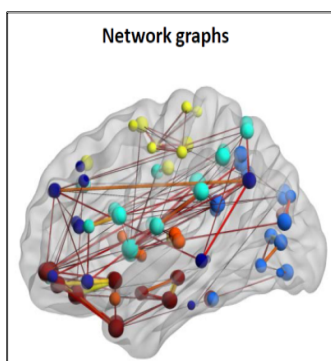
Le cerveau : organe d'apprentissage



Le cerveau est composé de 100 milliards de cellules (les neurones et les cellules gliales) constituant de multiples structures (réseaux neuronaux, modules) en interaction les unes avec les autres.

Les réseaux neuronaux sont composés de neurones et de cellules gliales qui communiquent entre eux par les axones et leurs synapses.

Ils constituent la base anatomique et fonctionnelle qui supporte les fonctions cognitives. Par exemple, le réseau neuronal de l'attention soutenue est une structure anatomiquement définie. La propriété fonctionnelle de ce réseau neuronal spécifique est appelée la concentration.



Ces réseaux forment des « modules » qui sont des sous-ensembles anato-mo-fonctionnels au sein desquels les neurones sont plus fortement liés entre eux qu'avec les autres neurones. Le fonctionnement cognitif (aussi bien normal que pathologique) est une résultante de *l'activité coordonnée* de l'ensemble des modules, supposant entre eux une interdépendance complète et permanente (le fonctionnement de chaque module cognitif est

2 : Piéron, H. (Ed) (1987). *Vocab*

isolable en pathologie, mais non *isolé*). Toute tâche, toute activité intellectuelle, suppose la gestion et l'intervention *simultanée* de plusieurs modules ¹

L'architecture anatomique et fonctionnelle du cerveau est le résultat de la confrontation d'un programme génétiquement piloté d'une extraordinaire précision et d'un environnement d'une extraordinaire diversité (A. Privat, 1994)³. Cette confrontation est rendue possible par les propriétés du fonctionnement cérébral en interaction avec son environnement qu'est la **plasticité cérébrale** qui comporte plusieurs niveaux :

- La **plasticité structurale** implique une modification physique des neurones et des circuits neuronaux.
- La **plasticité fonctionnelle** implique une modification de l'efficacité des circuits neuronaux.
- La **plasticité phénotypique** emprunte à la fois à la structure et à la fonction, sans les modifier formellement. Cette **plasticité utilise la redondance des circuits**, soit en activant des circuits dormants (n'intervenant pas, ou plus) dans le fonctionnement normal du système nerveux, soit en détournant de leur fonction certains circuits en les faisant participer à un ensemble et à une fonction qui ne sont pas les leurs (notion de recyclage neuronal).

Des méthodes non invasives pour « interroger » les bébés

Le paradigme nouveauté/habitude

On utilise, pour « interroger » les bébés, deux actions qu'ils maîtrisent bien : la succion et le regard. On parle de *succion « non nutritive »*, car la tétine que l'on propose à l'enfant est reliée non à un biberon (!) mais à un appareillage informatisé qui enregistre le rythme de tétée du bébé. De même, on peut enregistrer (via des caméras sophistiquées) le lieu de fixation du regard de l'enfant et la durée de ces fixations (technique dite du « *regard préférentiel* »).

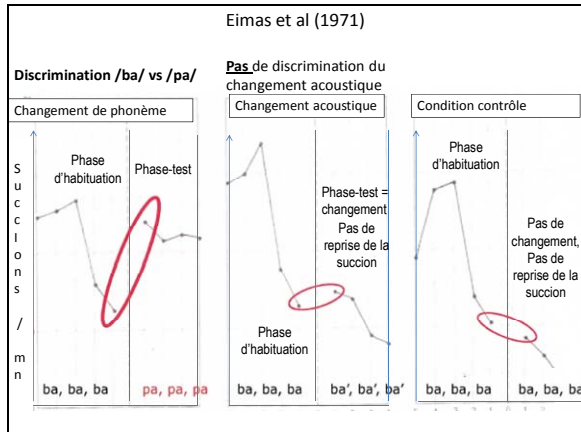
Ces expériences se déroulent toujours selon le même principe de base (= paradigme) :

1. On présente un stimulus *nouveau* (auditif, visuel, tactile, ...) au bébé. Il réagit en tétant vigoureusement ou en le regardant longuement. On lui présente ensuite à plusieurs reprises *le même stimulus*, et ce jusqu'à ce que l'enfant tète (ou le regarde) significativement moins (= habitude)¹¹.
2. Une fois cette habitude obtenue, on introduit alors le stimulus-*test*, qui ne diffère habituellement des précédents que par un trait, un élément, un détail. Si le bébé distingue ce trait, il le manifeste en considérant le stimulus-*test* comme *nouveau* et donc en reprenant une succion très active (ou en fixant de nouveau longuement du regard). Au contraire, si l'élément modifié ou introduit dans le stimulus-*test* n'est pas

3 : Privat A. (1994). La dimension temporelle dans la construction et la plasticité du système nerveux. In : Seron X, Jeannerod M, eds. *Neuropsychologie humaine*. Liège : P. Mardaga ; 4 : 83-103.

perçu, le rythme de succion – ou la durée des fixations oculaires –, faible, ne se modifie pas.

D'une façon générale les bébés têtent plus (ou regardent plus) lorsqu'ils perçoivent quelque chose de nouveau, mais aussi ce qui est étrange (ou impossible).



Légende : Les bébés discriminent-ils /ba/ de /pa/ ? On enregistre le rythme de succion des enfants (4 mois)

1- Phase 1, d'habituation : l'enfant entend une suite de /ba/, /ba/,/ba/,/ba/...

On attend que le rythme de succion s'abaisse de façon significative ;

2- puis (phase test), on introduit le son-test /pa/ : le rythme de succion s'élève significativement : ce son est « nouveau » pour l'enfant, qui le différencie donc bien de /ba/

On propose deux *conditions contrôles* : l'une où la modification concerne non les caractéristiques phonologiques mais les caractéristiques acoustiques du stimulus : l'enfant ne perçoit pas ces modifications comme quelque chose de nouveau p.r. aux /ba/ antérieurs ; l'autre où l'on n'opère *pas de modification* du stimulus : il n'y a en effet pas de reprise de la succion.

(11) : Le seuil de 50 % de moins est fréquemment adopté par les chercheurs

(12) : Pour une synthèse d'actualité, cf. entre autres : Le développement du nourrisson, ss la direction de R. Lecuyer, éd. Dunod, 2004.

Ces techniques sont le point de départ d'importantes recherches en psychologie du développement (« la bébologie ») qui permettront, dès les années 80-85¹², d'explorer de plus en plus finement l'éventail des outils mentaux (compétences perceptives, cognitives, sociales, etc.) dont dispose le bébé *d'emblée*. Sera ainsi peu à peu construit un véritable inventaire des **compétences précoces** (~ innées) du nouveau-né.

Ces compétences présentes à la naissance, sont très immatures et épi génétiquement déterminées (c'est-à-dire issues des interactions entre le génome et l'environnement utérin). Elles constituent de véritables « boîtes à outils cognitives » dédiées à une fonction donnée (le langage, le repérage spatial, la mémoire, etc...) tout en étant interdépendantes. Elles vont permettre au bébé d'analyser, interpréter, comprendre son environnement, favorisant des interactions riches et accessibles, bases du développement progressif des fonctions mentales. Ainsi, le développement s'effectue sous l'effet des interactions avec l'environnement *mais* ce développement est rendu possible et contraint par les « outils » initiaux dont dispose *d'emblée* le bébé (= compétences précoces).

Le développement cognitif de l'enfant est le résultat de la confrontation entre son patrimoine génétique et son environnement (affectif, physique, familial et social, ..)

Il est donc désormais possible de comprendre certaines des difficultés des enfants comme résultant de déficits, d'anomalies ou d'atypies de certaines de ces « boîtes à outils », distordant d'emblée certaines de leurs relations au monde, leurs échanges avec leur environnement et/ou leurs capacités d'apprentissage dans *certain*s secteurs de la cognition.

Le groupe des « dys- » est ainsi constitué, qui s'enrichira au fil des ans, c'est-à-dire au fil des progrès de nos connaissances sur le développement du cerveau du bébé.

Deux modalités de développement des fonctions cognitives

Il est très important, chez l'enfant, de distinguer :

1. Les acquisitions qui se produisent '*spontanément*' (apprentissages implicites) et systématiquement avec le temps et une *exposition* à un stimulus ou un environnement particulier (ex : la marche, le saut, les coordinations oculomotrices, l'orientation spatiale, le langage).
Ces capacités sont *directement dépendantes des différentes « boîtes à outils » dont nous a dotés l'Evolution*. Elles se développent de la même façon et au même rythme dans toute l'espèce humaine (capacités universelles). Leur évolution est liée à la maturation et au libre jeu des systèmes sensori-moteurs et cognitifs en jeu dans un environnement (physique, social et affectif) « habituel ». Une anomalie, une imperfection, un dysfonctionnement d'une de ces « boîtes à outils » se traduira par un *trouble cognitif spécifique*.
2. Pourtant, les énormes capacités d'apprentissages des humains permettent de faire toutes sortes d'apprentissages pour lesquels nous ne disposons *pas* de ces compétences précoces, de ces « boîtes à outils spécifiques ». Ces aptitudes (inédites au regard de l'Evolution) nécessitent alors un *enseignement* explicite, spécialement dirigé par les adultes en direction des enfants ((implication culturelle), *enseignement sans lequel la compétence ne se manifesterait pas* (cf. en particulier **toutes les activités scolaires** : la lecture, le calcul et l'écriture). Bien que « facultatives » au regard de l'Evolution, elles sont absolument indispensables dans une société donnée.

Ces capacités « nouvelles », pour se manifester, nécessitent démonstrations, répétitions et multiples entraînements qui permettront *une modification de la connectique neuronale* (« *recyclage neuronal* »), aboutissant à la création d'un nouveau réseau de neurones dédié à cette nouvelle performance.

Cette possibilité (liberté) d'apprentissages de novo caractérise l'espèce humaine. Cependant, l'éventail de ces apprentissages est contraint par les « outils » sensori-moteurs et cognitifs dont nous sommes génétiquement « équipés ».

« Faire du neuf avec du vieux » (S. Dehaene, Les neurones de la lecture, O. Jacob, 2007) : « L'un des traits saillants d'homo sapiens est de naître avec un cerveau immature et doté d'une grande plasticité » (...) « Notre cerveau n'est pas initialement prévu pour lire mais il s'y convertit tant bien que mal » ; Stanislas Dehaene (les neurones de la lecture, 2007).

Certains enfants peuvent présenter des difficultés particulières à réussir ce « recyclage neuronal », ou à le mener totalement à bien (*automatisation* des nouvelles aptitudes apprises) : on parle alors de *troubles spécifiques des apprentissages*.