

# NEUROSCIENCES

comportements

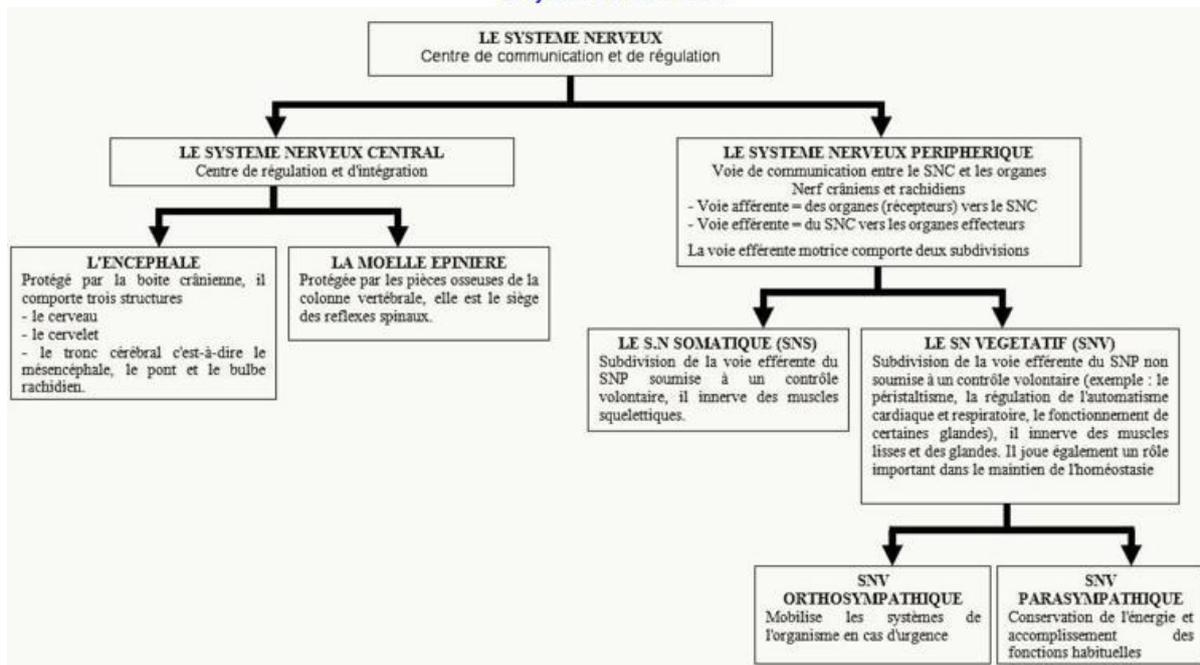
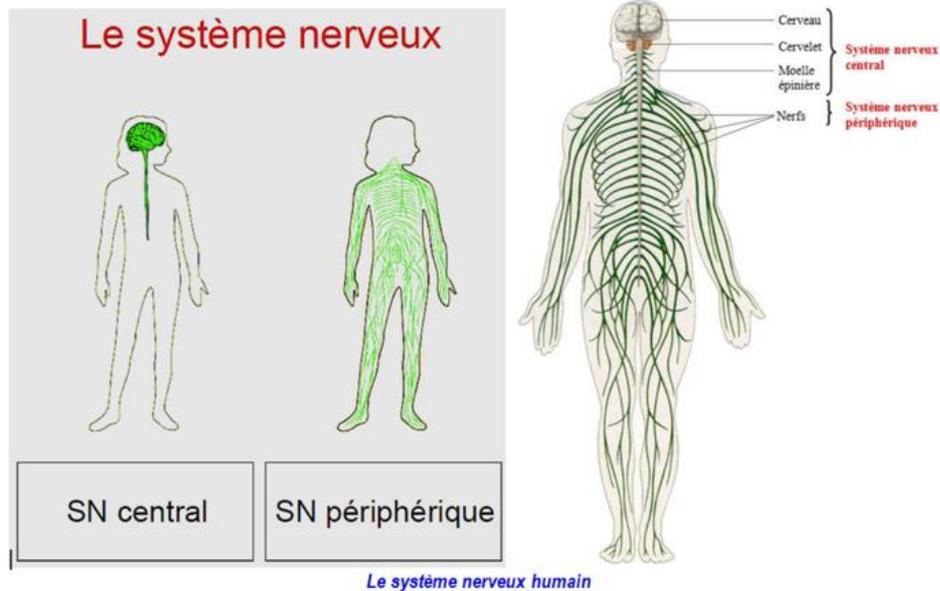
nov. 2014

## DES NEUROSCIENCES...1/7

### L'HISTOIRE DU SYSTEME NERVEUX: DE LA PREHISTOIRE A NOS JOURS

A travers les millénaires, le cerveau – apparu comme organe central du corps humain - a toujours été un objet passionnant de recherches, de découvertes et de discussions. Ce qui fascine chez lui c'est comprendre comment "SA MATIERE...vivante, ...palpable, ..., bref, physique EST CAPABLE DE "GENERER" non seulement le déclenchement d'actions comportementales adaptées à une situation, mais aussi toutes sortes de sentiments, émotions, pensées...sans masse, à la fois réelles et virtuelles, associées à LA PRISE DE CONSCIENCE DE CHAQUE SITUATION DE LA VIE".

Le cerveau n'est pas seul à être impliqué dans cette ambiguïté matérielle puisque physique, et virtuelle par la conscience non quantifiable qui en "étincelle" à chaque instant de la vie. Il est englobé dans un système nerveux qui comprend nerfs et organes des sens.



Les neurosciences sont les disciplines scientifiques concernées avec l'embryologie, l'anatomie, la physiologie, la biochimie, la pharmacologie, etc., du système nerveux. Système nerveux: ensemble d'organes & de structures constituées de tissus nerveux (neurones et cellules gliales), assurant les émotions, les cinq sens & l'initialisation de la production des mouvements du corps humain ainsi que du maintien

de son homéostasie. Grâce aux apports de toutes ces disciplines, les neurosciences peuvent aujourd'hui étudier le système nerveux dans ses fonctions les plus basiques comme les plus élaborées: émotions, comportements, cognition & psychisme (= ensemble, conscient ou inconscient, des processus relevant de l'esprit, de l'intelligence & de l'affectivité).

## UNE BREVE HISTOIRE DES NEUROSCIENCES, PAR MICHEL IMBERT

[http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/quinzaine\\_rentree\\_cogmaster\\_2009-10/bloc\\_neuroanatomie/neurosciences-notes-2008-2009.pdf](http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/quinzaine_rentree_cogmaster_2009-10/bloc_neuroanatomie/neurosciences-notes-2008-2009.pdf)

### A quoi sert un cerveau ?

Exemple de la méduse: organisme sans cerveau. 100 000 neurones organisés dans des ganglions. Les neurones relient des capteurs (photorécepteurs, capteurs de gravité) et des effecteurs.

Le cerveau reçoit des informations, les traite, les stocke, et les utilise pour l'action.

Le but des neurosciences est de comprendre les mécanismes biologiques des comportements des plus simples aux plus élaborés, y compris l'activité mentale. Quelques exemples :

- reconnaître le visage d'un ami: en quelques fractions de secondes, nous identifions les visages connus, parmi les centaines de visages que nous connaissons. Cette performance est liée à une partie bien délimitée du cerveau: des lésions du gyrus fusiforme produisent une incapacité à identifier les visages connus, c'est la prosopagnosie. Ce type de déficit peut laisser intact la reconnaissance des émotions sur les visages, inversement d'autres types de lésions peuvent atteindre spécifiquement les émotions, et non l'identité des visages.
- saisir un crayon: sans même y réfléchir, vous coordonnez des centaines de muscles pour effectuer un geste d'une très grande précision, sur un objet aperçu auparavant, il s'agit d'une coordination Visio motrice, qui implique une représentation de l'espace sur plusieurs cartes (centrées sur la rétine, sur la tête, sur le corps, sur le bras), et une planification de l'acte. Cette capacité implique le cortex pariétal.
- traverser une rue: vous ajustez la hauteur de vos pas à la hauteur du trottoir, pour tourner, vous ajustez la taille de vos pas. Ces performances n'utilisent pas la totalité du système visuel.

Chaque tâche fait intervenir une sous-partie du système visuel, mais aussi une sous partie de tous les autres systèmes dans le cerveau. Les agnosies sont plus généralement des déficits qui affectent la reconnaissance des objets, et peuvent être très spécifiques (exemple agnosie des fruits et légumes, des (leurs, des animaux).

### Comment étudier le cerveau ? il y a deux façons d'aborder le cerveau :

1. comme un objet matériel fait de molécules, cellules, circuits. C'est la neuroanatomie qui a démarré dès le début du 18<sup>e</sup> siècle et a commencé à prendre de l'ampleur à partir de la moitié du 19<sup>e</sup> siècle avec les premières techniques de coloration.
2. comme un dispositif pour traiter de l'information. Le fonctionnement du cerveau a d'abord été étudié par les médecins (neurologie), puis au début du 20<sup>e</sup> siècle, par des techniques d'enregistrement électrique (neurophysiologie), puis à partir des années 80, par l'imagerie cérébrale.

Vers le milieu des années 1950, le Walter Reed Army Institute of Research est mis en place pour étudier simultanément les aspects psychiatriques des vétérans et les aspects neuroanatomiques. En 1967, Stephen Kuffler met en place le premier département de neurobiologie à Harvard. Puis des sociétés de « neurosciences » apparaissent aux USA (1968) en Europe (1978), en France (1988). A partir des années 1980, sous l'impulsion de Michael Gazzaniga et Patricia Goldman-Rakic, apparaît une synthèse entre les neurosciences et la psychologie: les « neurosciences cognitives ». Il y a donc eu depuis les années 50 une intégration progressive de différentes disciplines: neuroanatomie, neurophysiologie, neuropathologie, neurobiochimie, neuropharmacologie. Puis entre les années 60 et 80 intégration de la biologie moléculaire, de la génétique, interactions avec la neurologie et la psychiatrie. Entre les années 80 et aujourd'hui sont arrivés la modélisation et l'imagerie cérébrale.

Deux découvertes majeures fondent les neurosciences.

- les localisations cérébrales
- la théorie neuronique

### Les localisations cérébrales

Paul Broca (1861) suit un patient, M. Leborgne, qui avait perdu le langage articulé et ne pouvait que produire une seule syllabe: la syllabe 'tan'. En revanche, sa compréhension du langage était préservée. Il récupère son cerveau juste après son décès et constate une lésion dans une partie du cortex frontal gauche. L'idée de la localisation était en fait présente auparavant: la phrénologie. Gall publie ses recherches en 1808. Il propose que les différentes fonctions mentales correspondent à des régions cérébrales particulières, et que les différences individuelles dans ces capacités mentales se traduisent par des "bosses" observables sur le crâne. La phrénologie va devenir une mode et donner lieu à toute sorte de charlatanismes. Plus sérieusement, Meynert, Brodmann et Vogt établissent des cartes cytoarchitectoniques, en fonction des types de neurones. Wernicke et Charcot établissent des schémas associationnistes pour relier les lésions et les troubles fonctionnels. La question des localisations fait débat, et les conceptions holistiques s'opposent aux localisationnistes. La gestaltpsychologie appliquée à la pathologie cérébrale (von Monakov, Gelb et Goldstein) s'oppose à la localisation.

Pierre Marie (1906) nie le rôle de l'aire de Broca dans le langage. Lashley (1929) propose la notion de cerveau équipotentiel. Sur la base d'une étude chez le rat montrant une dégradation progressive des performances de navigation dans un labyrinthe avec la taille des lésions.

\*\* insérer les Images sur la cytoarchitecture et les aires de Brodmann \*\*

Légende: on utilise encore les cartes cytoarchitectoniques ; mais attention, elles n'ont pas de valeur fonctionnelle

~> On admet aujourd'hui que le cerveau est subdivisé en différentes aires avec des fonctions différentes.

### La théorie neuronique

Le tissu cérébral est translucide. Golgi (1843-1926) utilise la coloration argentique utilisée dans les plaques photographiques sur des coupes de cerveau. Certains neurones (1/10000) précipitent la solution argentique et deviennent visibles. Cette technique a été utilisée jusqu'à la

fin des années 1950. Golgi propose que le système nerveux est un syncytium de cellules nerveuses (partage du cytoplasme) . Ramon y Cajal (1852-1934) propose au contraire que le système nerveux est un assemblage de neurones, cellules distinctes. Les deux chercheurs ennemis obtiennent ensemble le prix Nobel. C'est la théorie cellulaire qui est confirmée en 1950 avec le microscope électronique.

Cajal a également une intuition sur le sens de propagation de l'activation nerveuse (signal électrique, connu depuis Helmholtz). A partir de l'étude de la rétine, Cajal généralise l'idée à tout le cerveau que l'influx nerveux se propage depuis les dendrites vers le corps somatique et vers les axones. Enfin, Cajal observe et dessine en grand détail les différents types de neurones (neurones pyramidaux, neurones de Purkinje, etc.)

-> On admet aujourd'hui que le neurone est l'unité de traitement élémentaire du système nerveux. Différents types de neurones de part leur forme particulière et leur biochimie font des calculs différents.

### Synthèse des deux idées

Intuitivement, si le neurone est l'unité de traitement, il semble avantageux de regrouper les neurones faisant des choses semblables dans des aires semblables.

Idee Clef numéro 1: la spécialisation anatomo-computationnelle :

Le cerveau est organisé en structures anatomiquement distinctes, avec leur propres types de neurones, et leur connectivité avec les entrées sensorielles ou le reste du système. Chacune de ces structure effectue des calculs particuliers.

Exemple: le cervelet, le striatum, l'hippocampe, les différentes aires corticales.

Attention! Cette spécialisation cérébrale n'est pas en correspondance directe ni avec des 'facultés' mentales (langage, émotion, etc), ni avec des tâches (reconnaître un visage). Une tâche ou une faculté particulière est sous-tendue par tout un réseau Impliquant, depuis les entrées sensorielles jusqu'aux sorties motrices, plusieurs de ces structures anatomiques.

Par exemple, dans l'illusion de la taille, une partie du système visuel (la voie ventrale, responsable de l'identification des objets) est sensible à l'illusion de la taille, une autre (la voie dorsale, responsable de la coordination visuo-motrice) ne l'est pas. Chez le crapaud. Il y a plusieurs systèmes visuels: un pour se déplacer, un pour localiser la proie, un pour commander la capture de la proie. Note: l'architecture globale du cerveau est pilotée en grande partie par le programme génétique.

Le fonctionnement du neurone: quelques principes de base (neurons for dummies)

Dans le cerveau, les neurones sont minoritaires, il y a aussi de très nombreuses cellules gliales: les Astrocytes, et les oligodendrocytes. Les oligodendrocytes sécrètent de la myéline qui entoure les axones (manchons). Les Astrocytes protègent les neurones des substances potentiellement dangereuses circulant dans le sang. C'est la barrière hémato-encéphalique.

### Structure du neurone.

Le corps cellulaire contient le noyau qui synthétise les molécules.

Les dendrites

L'axone peut être très long par rapport à la taille du corps cellulaire (eg. pour un motoneurone: corps cellulaire - Paris. axone=Paris Moscou aller retour.)

Il y a donc nécessité d'un transport actif qui amène les molécules fabriquées par le noyau à travers l'axone jusqu'aux terminaisons axoniques (et dans l'autre sens, transport rétrograde). Toute une architecture moléculaire sous-tend le transport.

La synapse est constituée par une membrane plasmique (bloque l'eau). Elle contient des molécules, certaines sont transmembraniques, les canaux et les transporteurs. Les canaux ont pour fonction de s'ouvrir ou de se fermer et laissent passer certains types de molécules. Les transporteurs vont pomper des molécules (ions) particulier du milieu extérieur vers l'intérieur ou vice versa (en consommant de l'énergie). Les deux sont des macromolécules: un canal est un gros acide aminés replié sur lui même à plusieurs échelles (hélices alpha repliées).

### La transmission de l'influx nerveux : L'hypothèse ionique (Hodgkin, Huxley & Katz, 1952)

Dans le milieu intérieur du neurone, il y a du  $K^+$  et du  $Cl^-$ . A l'extérieur, il y a du  $Na^+$  et du  $Cl^-$ . Il y a une différence de potentiel entre l'intérieur et l'extérieur (intérieur à  $-70mV$ ). Les éventuelles fuites de ces ions sont compensées par les transporteurs qui maintiennent les bonnes concentrations et donc ce potentiel, dit de repos. Si on ouvre un canal sodium ( $Na^+$ ), le sodium entre, et dépolarise la membrane ( $+30mV$ ). Si on ouvre le canal potassium ( $K^+$ ) on repolarise. Si on combine les deux opérations (avec un déphasage), on obtient un potentiel d'action (de durée 1ms). L'ouverture et la fermeture des canaux sont elles-mêmes contrôlées par le voltage, permettant l'amplification du potentiel d'action. Les canaux sont répartis le long de l'axone entre les gaines de myéline et fonctionnent comme des répéteurs de signal, ce qui permet la transmission de l'influx nerveux sur de très longues distances.

Certains canaux, présents au niveau des synapses, sont voltage indépendant, mais ligands dépendants (dépendent de la concentration d'une certaine molécule). Ces molécules sont des neurotransmetteurs et permettent la transmission du signal entre deux neurones par l'intermédiaire des synapses.

### La transmission synaptique (Katz & Fatt, 1951)

Il y a plusieurs centaines de neurotransmetteurs :

Les classiques sont fabriqués au niveau de la terminaison synaptique, une fois capturés ils sont libérés, cassés, recapturés par la terminaison et recyclés. Il s'agit entre autres des acides aminés : GLU, GABA, GLY, des monoamines, de l'acetylcholine,...

Les peptides sont transportés depuis le corps cellulaire ; les neuropeptides (une centaine), les purines (adénosine, ATP). Ils sont libérés après arrivée du potentiel d'action et se diffusent dans le milieu extérieur. Ils sont ensuite captés dans des récepteurs qui sont des canaux ligands dépendants.

Les récepteurs sont spécifiques pour certains neurotransmetteurs. Note: l'utilisation du milieu extra-cellulaire pour la diffusion des neurotransmetteurs permet l'intervention de molécules neuromodulatrices qui régulent globalement un système en interagissant avec les récepteurs.

### Comment les neurones produisent du comportement ? 4 notions clefs de la neurophysiologie

Les progrès de la neurophysiologie sont liés au développement de méthodes expérimentales permettant soit d'effectuer des lésions cérébrales, soit des enregistrements électriques des neurones sur des animaux vivants.

Sherrington (1857-1952) étudie les réflexes (stretch reflex) et montre que l'activité des muscles est sous tendue par une compétition entre groupes de muscles opposés.

Eccles (1903-1997) continue ces travaux et montre l'existence d'une balance entre des potentiels d'action excitateurs et inhibiteurs.

Eric Kandel (1929-) : étude de l'aplysie (le système nerveux est organisé en ganglions fixes pour l'espèce; les neurones sont gros et enregistrables). Kandel étudie l'habituation, la sensibilisation, le conditionnement pavlovien d'un comportement réflexe, et en élucide les mécanismes moléculaires.

Travaux sur le système visuel de la Limule. découverte de l'inhibition latérale.

Horace Barlow (Grenouille), et Steve Kuffler (Chat). Enregistrement in vivo des cellules de sortie de la rétine: confirmation de l'inhibition latérale.

Hubel et Wiesel (Chat). Electrode dans le cortex visuel primaire. Découverte de la notion de champ récepteur.

Travaux de la cybernétique: idée de boucles de réafférence

#### **4 notions clefs:**

- inhibition/activation: des fonctions complexes peuvent être réalisées à l'aide de circuits de neurones impliquant l'activation et l'inhibition.
- inhibition latérale: on peut réaliser la fonction d'augmentation du contraste ou de détection des frontières grâce à l'inhibition latérale
- champ récepteur: codage d'un trait spécifique dans une partie localisée du sensorium.
- boucle de réafférence

#### **Evolutions récentes**

Depuis les années 80, on a vu s'amorcer un grand mouvement de synthèse entre les neurosciences, l'éthologie, la psychologie cognitive, la neuropsychologie, et l'imagerie cérébrale.

Augmentation de la complexité des tâches (apport de la psychologie expérimentale): tâches de classification, d'apprentissage, de décision complexe (singe), mémoire et navigation (piscine ou labyrinthe chez la souris).

Amélioration méthodologique: grilles multi-electrodes : exemple des « place cells », nouvelles méthodes optiques.

Utilisation de la pharmacologie (inhibiteurs ou promoteurs de neurotransmetteurs), de la génétique (knock in, knock out)

Emergence de nouvelles techniques d'imagerie utilisables chez l'homme (PET, fMRI, imagerie optique).

Greffes de neurones, stimulation électrique chez l'homme.

Apparaissent également de nouvelles thématiques :

- • le développement du cerveau (génétique, embryologie, développement cognitif)
- • l'étude de la conscience
- • les bases biologiques des émotions et de la cognition sociale.

De nouveaux champs d'applications:

- • interfaces cerveau-machine
- • mind reading
- • ~> un nouveau domaine, la neuroéthique

Toutefois, la progression des connaissances en matière de neurosciences fut fortement atypique car entremêlée des croyances religieuses et culturelles, de réflexions philosophiques, des avancées technologiques et scientifiques. Depuis trente ans, les neurosciences ont réalisé un véritable bond en avant, décortiquant le cerveau et le dépouillant peu à peu de ses zones d'ombre. Pourtant qu'en est-il vraiment ? Sait-on vraiment de quoi est fait cet organe et quelles sont ses fonctions ? Aujourd'hui entre le tout biologique et le philosophique, les sciences cognitives ouvrent de nombreux champs de recherche qui poussent encore plus loin tant s'accroissent notre compréhension de l'organe que les questions qui en découlent. <http://philophil.fr/esprit6/index.html>

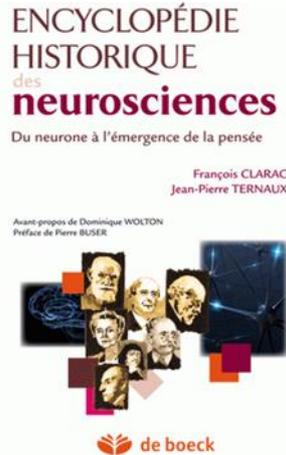
Le cerveau, organe central des fonctions cognitives, nous permet entre autre de lire, parler, bouger, ressentir, apprendre etc...de déterminer chez chacun sa manière de vivre. Toutefois, l'avancée dans les connaissances de cet organe n'a pas été linéaire mais au contraire chaotique, mêlant religions, théories, peurs, conflits...Avant que nous ne découvriions l'ensemble de ces capacités, il a fallu des siècles d'investigation... et d'erreurs ! Dans les grands médias, les neurosciences sont souvent présentées sous l'angle des neurosciences cognitives, tout particulièrement les travaux utilisant l'imagerie cérébrale, bien qu'il s'agisse là d'une sous-partie du champ scientifique que constituent les neurosciences.

Le terme de "neurosciences" apparaît à la fin des années 60, pour désigner une branche des sciences biologiques. Mais, depuis les années 90, avec l'accroissement des connaissances, le champ & la portée des neurosciences a considérablement augmenté. De nouvelles disciplines (physique, mathématiques, statistiques, informatique, sciences cognitives - la pensée - & la philosophie) se sont intéressées à ce domaine d'étude. Le terme de neurosciences apparaît (dans la langue anglaise) à la fin des années 1960 pour désigner la branche des sciences biologiques qui s'intéresse à l'étude du système nerveux et plus particulièrement du point de vue électrophysiologique, comme l'illustrent les

travaux des futurs Prix Nobel, David Hubel et Torsten Wiesel qui enregistrent les réponses électriques des neurones du cortex visuel du chat en fonction des images qu'on lui présente. Néanmoins, en tant que discipline scientifique, les neurosciences se situent dans la lignée d'une démarche scientifique bien plus ancienne qui a reçu diverses étiquettes suivant les époques et les méthodes qu'elle a employées

Bien que le terme date du xxe siècle, l'étude anatomique du système nerveux hérite directement des travaux des médecins anatomistes de la Renaissance, tel André Vésale. Avant cela, de nombreux médecins s'étaient intéressés au fonctionnement du système nerveux et de son lien avec la pensée. Si le nom du « père » de la médecine Hippocrate reste associé à la découverte du rôle du cerveau dans les fonctions mentales, l'histoire de ce qu'on désigne aujourd'hui comme la neurologie et la psychiatrie prend ses origines dans les traités médicaux de l'Égypte ancienne et passe par les écrits des médecins romains (Galien), puis arabo-musulmans (Averroès), pour arriver aux travaux de Descartes. Ces derniers annonceront une époque de progrès scientifiques qui établiront un pont entre la psychologie, l'anatomie et la physiologie, avec des conséquences très directes sur la réflexion philosophique des Lumières.

J'ai emprunté de nombreux et longs extraits à l'ouvrage suivant ; ce livre est irremplaçable aussi sa lecture est fortement conseillée voire indispensable pour une histoire complète, vivante et attractive des NEUROSCIENCES. *Les extraits figurent ici dans ce style.*



*L'originalité et l'intérêt de cette Histoire des neurosciences de François Clarac et de Jean-Pierre Ternaux consistent à prendre du recul par rapport au contexte actuel des neurosciences et rappeler que l'intérêt scientifique et culturel pour le cerveau est très ancien. Depuis toujours nous voulons comprendre pourquoi et comment nous pensons, et ce détour historique montre combien imaginaire et rationalité, culture et science sont intimement mêlés. Rien de tel qu'un détour historique pour sortir des pesanteurs contemporaines.*

*Le contexte contemporain ? Une réaction par rapport aux immenses progrès réalisés en un siècle par la psychologie humaine et la psychanalyse qui ont bouleversé totalement les concepts et les manières mêmes de penser la question. Un retour vers une approche plus fondamentale, liée aux recherches, sur le cerveau, vers l'infiniment petit en mêlant biologie et chimie. Avec en perspective un immense essor des sciences du vivant.*

*Le risque ? Découpler les neurosciences des sciences cognitives et du langage. Affirmer la supériorité de cette approche fondamentale sur toutes les autres, parce que plus « scientifique ». Critiquer les « bricolages » antérieurs pour valoriser cette nouvelle science, avec comme conséquence un continuum du plus petit au plus complexe. En un mot le refus des discontinuités entre biochimie, neurosciences, sciences cognitives, langage, communication. Le rêve d'une nouvelle unité, voire d'une nouvelle synthèse. Le refus de l'altérité, le risque d'un nouveau scientisme au nom d'une cohérence rationnelle supérieure par rapport aux constructions plus expérimentales.*

*En un mot les neurosciences sont confrontées à la problématique de l'altérité. L'acceptent-elles encore et à quelles conditions ? Acceptent-elles la discontinuité entre les logiques des connaissances ?*

*La richesse de ce livre, par le choix de cette perspective historique est justement de montrer tous ces allers-retours. La tentation d'hier et d'aujourd'hui est toujours la même : réduire la question du cerveau et de la pensée à une unité, quelle qu'elle soit. Ne pas tolérer la combinaison et la cohabitation de logiques différentes. Cette tentation holistique est d'autant plus compréhensible que le cerveau est, surtout dans notre univers scientifique-technique, au centre de tout, y compris de toutes les représentations de l'intelligence liées aux systèmes d'information et aux théories de la complexité. Aujourd'hui, le scientisme concerne moins la nature et la matière, parce que les hommes en ont éprouvé les limites et la fragilité, que les signes et l'esprit. En domestiquant les deux premières, il a montré sa supériorité tout autant que sa capacité de destruction. De l'atome au génie génétique on admet les limites d'une vision rationaliste. En revanche, celle-ci s'est déplacée vers la connaissance du cerveau, le siège de la pensée et de la rationalité, elles-mêmes instrumentalisées dans ce qui semble être le double du cerveau : l'ordinateur et les systèmes d'information. Il n'y a pas pour le moment, dans les neurosciences et les sciences du vivant, une altérité telle qu'on la reconnaît pour la matière ou la nature. Il y a même une sorte de continuité de la biochimie jusqu'à l'information, du cerveau et de la pensée. D'où l'utilité de ce travail historique, à la fois de synthèse et de décalage....*

Dominique Wolton

Directeur de recherche Directeur de l'Institut des Sciences de la Communication du CNRS Membre de l'Académie des Technologies

*Les neurosciences rassemblent les disciplines scientifiques dont la recherche a pour objet la connaissance du système nerveux et de son fonctionnement. Chacune d'entre elles possède ses propres méthodologies et ses concepts spécifiques, mais leurs acquis respectifs contribuent, sans aucun doute, à connaître de mieux en mieux les règles et les mécanismes qui président au fonctionnement cérébral.*

*Ces disciplines scientifiques comprennent des branches anciennes comme l'anatomie ou la physiologie, d'autres sont plus récentes et abordent les aspects moléculaires, génétiques ou cognitifs; elles traitent de l'homme avec la clinique et la psychologie... comme de l'animal avec la zoologie ou l'éthologie... Ce regroupement en une seule terminologie : les neurosciences a été complété par l'essor de sciences frontières comme la biophysique ou la biochimie, le développement de modèles théoriques à base cybernétique ou informatique qui ont apporté de nouvelles approches et ont incité à explorer le fonctionnement des neurones et de leurs réseaux sous des angles renouvelés. Ce formidable bouleversement a complètement modifié non seulement les techniques d'approches du cerveau, mais aussi la vision même de l'objet d'étude. La nécessité de mettre en commun des données acquises par des méthodes différentes s'est construite progressivement au cours de l'histoire, mais sa cristallisation en « neurosciences » peut être assez bien datée dans les années 1960-1970.*

*Comme dans toute discipline scientifique, les connaissances acquises aujourd'hui dans ce champ d'investigation résultent d'une longue épopée qui a débuté dès les premiers pas de notre histoire. Elle n'est certainement pas terminée, car les mécanismes qui président au fonctionnement physiologique de notre cerveau et à ses dysfonctionnements, sont loin d'être élucidés.*

En rédigeant cet ouvrage, nous avons souhaité dégager les faits scientifiques marquants, les étapes exploratoires du système nerveux, tout en montrant que les données acquises aujourd'hui sont le fruit à la fois d'un développement propre de la discipline, mais aussi d'avancées fondamentales, factuelles et conceptuelles, de la neurologie, de la biologie générale, de la physique, de la chimie, des mathématiques, de la philosophie ou de la psychologie... Dans ce parcours historique, la construction des neurosciences n'a pas suivi un chemin linéaire. Certains concepts, élaborés un jour, ont été battus en brèche dès le lendemain... Certaines périodes de l'histoire des sciences ont vu naître des modes liés généralement à d'intenses développements technologiques, qui ont fortement influencé la communauté scientifique en modifiant les angles d'approches de l'objet de recherche lui-même. L'histoire des sciences du cerveau est riche de ces modes, suivies aveuglément, et du retard qu'elles ont parfois provoqué dans l'approfondissement de la recherche. Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) dans son traité fondamental de 1909 sur L'Histoire du système nerveux avait déjà stigmatisé ce travers. ...

Partant des origines de l'humanité nous tracerons les grandes lignes de recherches développées au cours des différentes époques. Notre démarche sera scientifique, elle ne se veut ni épistémologique, ni historique, nous n'en avons pas la compétence. Les sciences du cerveau sont présentées ici en suivant l'ordre chronologique de l'apparition de faits nouveaux qui nous ont semblés susceptibles de constituer un véritable fil d'Ariane qui guidera le lecteur dans ce voyage au cœur des neurones. Ainsi en abordant certains domaines, il nous arrivera de suivre leur évolution sur plusieurs siècles puis pour une autre question nous retournerons vers les origines... Ces allers et retours permettent de saisir la façon dont un concept se construit et d'analyser les difficultés rencontrées pour faire émerger un champ particulier de recherche, même s'ils peuvent parfois casser le récit.

Les connaissances concernant le cerveau n'ont progressé que très lentement. Une vision très approximative et très distante de l'objet même d'investigation persistera longtemps ! N'a-t-on pas au cours de l'Antiquité et même à l'époque de Descartes, considéré le système nerveux comme en continuité directe avec le système circulatoire ? Le XIXe siècle va apparaître comme une véritable période de transition. Auparavant, la morphologie et la physiologie cérébrale demeuraient encore imprécises, nous en étions encore aux premiers balbutiements. Immérgés pendant de longues années dans une culture de naturalistes et de physiologistes approximatifs, nous tenterons de montrer comment est apparue peu à peu la méthode expérimentale qui correspond à nos yeux à la pierre d'angle qui fait tenir l'édifice de notre construction scientifique... Comme le disait Claude Bernard (1813-1878) : « L'expérience, rien que l'expérience... mais toute l'expérience ! ». L'expérience est dans bien des cas le berceau même du fait scientifique nouveau, elle est à l'origine de l'épanouissement de nouvelles hypothèses, initiatrice de nouveaux concepts et de nouvelles théories, avec leurs cortèges d'adulation ou de rejet, de certitudes ou de doutes. La description et la présentation de l'expérience sont garantes de toute l'authenticité du « fait princeps » qui accompagne toute nouvelle théorie, la conforte et la magnifie ou, au contraire, induit son échec ou sa disparition. Nous laissons aux historiens, aux philosophes et aux divers exégètes, le soin de théoriser sur l'importance et le rôle de ces faits scientifiques dans le déroulement de l'histoire des Sciences. Nous resterons plus humblement proches des premiers pionniers des sciences du cerveau en retraçant leurs œuvres et en observant comment ils ont peu à peu enrichi les connaissances sur le système nerveux de l'homme et de l'ensemble des espèces.

Au début du XXe siècle, la rigueur est de mise et les données s'accumulent. Les scientifiques font place nette et la mise au point de nouvelles techniques assure des progrès spectaculaires. Le neurone obtient enfin droit de cité. Le décryptage de ses propriétés électriques, de ses capacités de conduction et de son codage apporte des éléments clés quant à son rôle fondamental dans les processus de communication nerveuse. Certains ont même cru, à un moment donné, que tout était électrique, insistant sur la notion de câblage et affirmant que la conduction inter-neuronique ne pouvait s'effectuer qu'au travers de jonctions étroites. Quelques années plus tard, la démonstration d'une activation chimique sera au cœur d'une polémique longue et violente. La présence des neurotransmetteurs et la découverte de très nombreuses substances pharmacologiques, susceptibles de modifier les activités cérébrales, orienteront radicalement les recherches vers le monde de la biochimie. L'acétylcholine et l'adrénaline apparaîtront initialement comme les deux seuls transmetteurs... Mais cette exclusivité sera bien vite dépassée.

Le milieu du XXe siècle termine l'histoire des neurosciences avant les neurosciences ! On arrêtera là notre discours car la suite fait partie de l'exploration actuelle. Nous n'avons pas voulu synthétiser les données débattues aujourd'hui, un grand nombre d'ouvrages de la collection « Neurosciences et cognition » de l'éditeur De Boeck remplissent parfaitement cette fonction. Malgré tout, notre récit ne s'arrête pas brusquement à cette période charnière, la transition nous a semblé parfois s'imposer car certains travaux de cette époque clé se révélaient incontournables pour éclairer profitablement les questions qu'on se pose actuellement. Un tel cheminement scientifique ne pouvait être occulté.

Nous espérons faire partager nos enthousiasmes comme nos colères, nos admirations comme nos déceptions. La succession des expériences entreprises, des théories proposées, des disputes et des attaques qu'elles ont provoquées, des passions ou des émotions qu'elles ont évoquées, nous amène à attirer l'attention du lecteur au moins sur trois points :

1. L'histoire du neurone et des neurosciences constitue une véritable épopée. Dans cette aventure, il nous a semblé important de ne pas oublier que la progression des connaissances scientifiques et leur diffusion ont impliqué tout au long de son déroulement, des femmes et des hommes qui méritent que nous leur ayons consacré du temps. En préparant ce volume, nous avons vécu avec des êtres extraordinaires chez lesquels le travail inlassable, l'honnêteté scientifique ont forcé notre admiration. Ils (trop peu d'elles !) sont présentés successivement, dans l'histoire qui suit; ils constituent une série de portraits remarquables, une exposition de personnages authentiques, émouvants, passionnés. Leur courage et leur obstination en ont fait souvent des personnages hors du commun... Au long de l'histoire, le statut social du scientifique a totalement changé. L'érudit « universel », le « despote éclairé » a fait place au « savant » plus spécialisé. Même le « savant » a aujourd'hui disparu au profit de l'équipe de recherche, incluant chercheurs, ingénieurs, techniciens ou même « managers »... Cette dimension humaine n'est-elle pas l'un des éléments les plus significatifs de l'évolution des sciences ?

2. Les méthodes de travail utilisées par ces pionniers sont apparues élégantes et astucieuses mais pour certaines fort répréhensibles. La vivisection comme elle fut pratiquée au XVIIIe, au XIXe et au début du XXe siècle ne peut dans certains cas que nous heurter et nous choquer. On ne peut approuver, même si c'est pour la bonne cause de la découverte, de faire souffrir un animal. Les travaux récents, surtout en neurosciences, nous ont montré que chez les mammifères les fonctions psychiques sont beaucoup plus complexes qu'on ne le pensait. À l'époque classique, l'animal était bien mal considéré, on ne voyait dans les « petites bêtes » que des animaux seulement capables de réflexes élémentaires. Certes, le développement de l'encéphale dans l'évolution animale a fait de l'homme un être à part, mais qui vient de toute cette lignée si brillamment présentée dans la grande galerie de l'évolution du Jardin des Plantes. La prise de conscience a été récente, mais aujourd'hui les expériences se font proprement et la recherche est encadrée par des Comités d'éthique qui surveillent efficacement les protocoles expérimentaux.

3. Il est curieux d'observer que lorsque les chercheurs écrivent aujourd'hui un article sur leurs travaux les plus récents, ils se réfèrent, dans la plupart des cas, et ne discutent que de données parues dans les dix dernières années ; on sait que souvent avant eux, c'est toujours un peu une sorte de tabula rasa ! Pourtant, au cours de nos recherches, nous avons été frappés par la richesse des concepts évoqués par le passé. Il nous est apparu à l'évidence qu'un ou deux siècles auparavant, on abordait déjà les questions d'aujourd'hui. Certes, on traitait le sujet avec des techniques bien rudimentaires, mais les concepts évoqués et l'argumentation utilisée méritent toute notre attention. Nous sommes persuadés qu'en ignorant ces données anciennes on se prive d'une réflexion qui permettrait de répondre beaucoup mieux aux questions actuelles.



**Cerveau et Pensée:  
perspectives historiques**

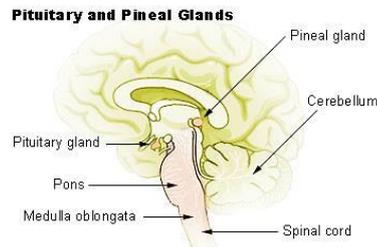
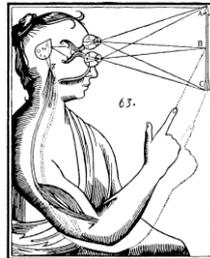
Philippe De Deurwaerdère  
MCU, Université de Bordeaux 2  
deurwaer@u-bordeaux2.fr

<http://www.docstoc.com/docs/73533292/Diapositive-1---UFR-des-Sciences-de-la-Vie-Universit%C3%A9-Bordeaux---PowerPoint>

Historiquement, les neurosciences ont d'abord émergé comme une branche de la biologie & de la médecine, philosophiquement inspirée par les sciences du XIXe siècle & postulant l'absence de toute cause interne du comportement humain. L'évolution des connaissances & des méthodes en physiologie, informatique & physique ont par la suite contribué aux progrès des neurosciences.

Si historiquement les neurosciences ont d'abord émergé comme une branche de la biologie et de la médecine, l'évolution des connaissances scientifiques et des méthodes de la chimie, la psychologie, l'informatique et la physique ont par la suite amplement contribué aux progrès de cette discipline. Par ailleurs, il ne faut pas oublier la philosophie qui a eu, et qui a encore, un impact important sur la façon d'approcher les neurosciences notamment au travers de ce qu'on appelle les sciences cognitives. Un exemple des plus célèbres de la confrontation entre philosophie et neuroscience est la quête d'une localisation de l'âme dans le cerveau.

Ainsi, au XVIIe siècle, le philosophe René Descartes utilisait un argument neuroscientifique pour faire de la glande pinéale le siège de l'âme: alors que les différentes structures du cerveau possèdent chacune un symétrique dans l'autre moitié du cerveau, ce n'est pas le cas de la glande pinéale. Si les termes de cette question sont aujourd'hui dépassés, la philosophie continue de jouer un rôle important sur les paradigmes mis en place. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Glande\\_pin%C3%A9ale](http://fr.wikipedia.org/wiki/Glande_pin%C3%A9ale)



### La glande pinéale

La glande pinéale fut l'avant-dernière des glandes endocrines dont la fonction fut identifiée. Cela explique sans doute les spéculations tant physiologiques que métaphysiques qui ont entouré son rôle supposé central dans la pensée du fait de sa position dans l'encéphale. La plus célèbre de ces théories est sans doute celle du philosophe français René Descartes qui désigna la glande pinéale comme le "siège" de l'âme<sup>1</sup>. Pour justifier cette hypothèse, Descartes se basait sur le fait que la glande pinéale aurait été l'unique organe de la tête à n'être pas conjugué, c'est-à-dire ne se présentant pas sous une forme de paire d'organes symétriques situés de part et d'autre du plan sagittal. Par ailleurs outre sa position centrale, la glande pinéale se trouve juste au-dessus de l'aqueduc de Sylvius dont Descartes pensait qu'il guidait ce qu'il appelait les "esprits animaux" censés faire naître les sensations dans l'âme en frappant la glande pinéale. Aujourd'hui, les études histologiques ont montré que la glande pinéale est bien un organe conjugué mais les deux hémisphères qui la constituent sont presque fusionnés. Dans la mythologie védique du Yoga, la glande pinéale est associée, tantôt au chakra Ajna ou 3e œil, tantôt au Sahasrara ou chakra de la couronne, situé au sommet du crâne. Dans la plupart des interprétations du Discordianisme la glande pinéale est supposée servir d'organe de communication avec la déesse Eris. La glande pinéale est parfois aussi appelée « le troisième œil atrophié ». D'après Paul Foster Case, la glande pinéale est la « montagne » de la Bible où se fait la communication avec le Très Haut: Moïse reçoit les tables de la loi « sur la montagne », d'un point de vue ésotérique, cette montagne ne serait autre que le siège de la glande pinéale.

La glande pinéale ou épiphyse est une petite glande endocrine de l'épithalamus du cerveau des vertébrés. À partir de la sérotonine, elle sécrète la mélatonine et joue donc, par l'intermédiaire de cette hormone, un rôle central dans la régulation des rythmes biologiques (veille/sommeil et saisonniers). Dans l'espèce humaine, l'épiphyse a la forme d'une pomme de pin (d'où son nom) ou d'un petit cône (d'environ 8 mm) situé en position médiane en arrière du troisième ventricule, entre les deux thalamus, au-dessus des colliculi supérieurs derrière la stria medullaris. Connue depuis au moins l'époque de Galien (au IIe siècle ap. J.-C.), la glande pinéale était baptisée kormarion (pignon de pin)

1 – A gauche schéma du fonctionnement de la glande pinéale vue par Descartes dans le traité de l'Homme (figure publiée dans l'édition de 1664)

Brièvement, les méthodologies historiques d'étude des Neurosciences relèvent

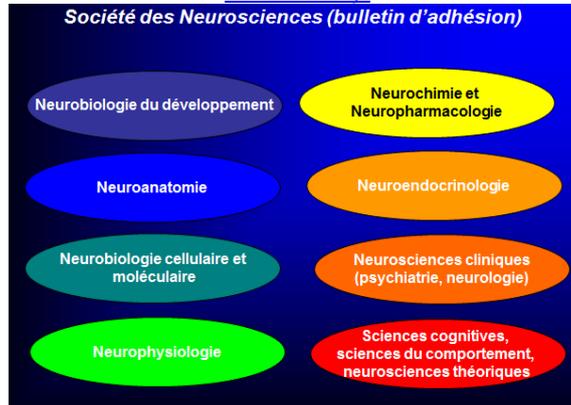
- Anatomie, dissection, observation, interprétation et description (dessins)
- Physiologie et neurophysiologie
- Bioélectricité et neuroélectrophysiologie
- Histologie et neurocytologie
- Neurobiologie cellulaire et moléculaire, biochimie
- Imagerie
- Psychologie expérimentale
- Médecine

Aujourd'hui, l'étude du système nerveux passe par de multiples approches qui suivent deux grandes directions :

- une approche ascendante (ou bottom-up) qui étudie les briques de base du système nerveux pour essayer de reconstituer le fonctionnement de l'ensemble;
- une approche descendante (top-down) qui, en étudiant les manifestations externes du fonctionnement du système nerveux, tente de comprendre comment il est organisé et comment il fonctionne.

Ces deux types d'approches donnent lieu à diverses sous-disciplines dont les frontières sont relativement floues :

- la neurophysiologie étudie le fonctionnement physiologique des unités constitutives du système nerveux que sont les neurones.
- la neuroanatomie caractérise la structure anatomique (morphologie, connectivité) du système nerveux.
- la neurologie est la branche de la médecine s'intéressant aux conséquences cliniques des pathologies du système nerveux et à leur traitement.
- la neuropsychologie s'intéresse aux conséquences cliniques des pathologies du système nerveux sur la cognition, l'intelligence et les émotions.
- la neuroendocrinologie étudie les liens entre le système nerveux et le système hormonal.
- les neurosciences cognitives cherchent à établir les liens entre le système nerveux et la cognition.
- les neurosciences computationnelles cherchent à modéliser le fonctionnement du système nerveux au moyen de simulations informatiques.
- la neuroéconomie et la neurofinance s'intéressent aux processus de décision des agents économiques, et notamment l'étude des rôles respectifs des émotions et de la cognition dans ceux-ci. Ces branches sont liées à l'économie comportementale et la finance comportementale.



## REFERENCES

- [http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/QUINZAINES\\_RENTREE\\_CogMaster\\_2008-09/Bloc7\\_neurosciences/Neurosciences-notes-2008-2009.pdf](http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/QUINZAINES_RENTREE_CogMaster_2008-09/Bloc7_neurosciences/Neurosciences-notes-2008-2009.pdf)  
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Neurosciences>  
[www.aviesan.fr/fr/content/download/.../Orientations\\_Strat\\_Neuro.pdf](http://www.aviesan.fr/fr/content/download/.../Orientations_Strat_Neuro.pdf)  
<http://dlist.ujf-grenoble.fr/data/cours/documents/BIOT10-20100902112303.pdf>  
<http://math.unice.fr/~grammont/l2psv1/l2psv1.pdf>  
[http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/QUINZAINES\\_RENTREE\\_CogMaster\\_2009-10/Bloc\\_neuroanatomie/Neurosciences-notes-2008-2009.pdf](http://www.lscp.net/persons/dupoux/teaching/QUINZAINES_RENTREE_CogMaster_2009-10/Bloc_neuroanatomie/Neurosciences-notes-2008-2009.pdf)  
[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/articles\\_pdf/neurosciences.pdf](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/articles_pdf/neurosciences.pdf)  
<http://psychobiologie.rouen.free.fr/document/S1UE1.pdf>  
[http://www2.univ-paris8.fr/ingenierie-cognition/master-handi/etudiant/cours/sciences\\_et\\_technologie/Neurophysiologie/neuro\\_1.pdf](http://www2.univ-paris8.fr/ingenierie-cognition/master-handi/etudiant/cours/sciences_et_technologie/Neurophysiologie/neuro_1.pdf)  
<http://cyrille.chagnon.free.fr/>  
[http://grumilidesforets.free.fr/cours%20psycho/l2%20perso/sem4/neuroscience/poly\\_neuro\\_L2psycho.pdf](http://grumilidesforets.free.fr/cours%20psycho/l2%20perso/sem4/neuroscience/poly_neuro_L2psycho.pdf)

<http://psychobiologie.rouen.free.fr/wp-content/uploads/11s1ue1.pdf>

**François Laplassade (1970) écrit:** [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ahess\\_0395-2649\\_1970\\_num\\_25\\_3\\_422243](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ahess_0395-2649_1970_num_25_3_422243)

Quelques étapes de la physiologie du cerveau du XVIIe au XIXe siècle

A vouloir faire l'histoire des conceptions sur la nature et les fonctions du cerveau, depuis l'époque où la science grecque a établi pour la première fois avec certitude que cet organe avait des relations spécifiques avec la « pensée », on s'aperçoit que celles-ci ne se laissent pas ranger selon l'ordre linéaire d'une filiation continue. L'histoire du cerveau n'est ni celle d'une accumulation progressive de découvertes à l'intérieur d'un champ homogène défini dès l'origine, ni celle de l'élaboration continue de concepts patiemment redressés au contact de l'observation, ni celle de l'invention de techniques permettant de donner un jour une réponse positive à des questions séculaires. Plus exactement, si ces modèles s'appliquent assez bien au développement historique de notions restreintes (par exemple, la notion de neurone, celle d'influx nerveux), à l'intérieur de bornes chronologiques relativement rapprochées (entre le moment où la notion a été définie et celui où ses principaux paramètres ont été mesurés), on ne saurait sans fausser toutes les perspectives les appliquer à une histoire globale des idées sur le cerveau. Cette histoire apparaît, au contraire, comme coupée d'une série de discontinuités, divisée en époques à l'intérieur desquelles la signification des questions, la direction des recherches, la définition même de l'objet ont été posées de façon telle, qu'à vouloir les transposer dans le cadre d'une autre pratique scientifique et philosophique (en particulier la nôtre) on en méconnaîtrait profondément le sens. Cette discontinuité est encore accentuée par le caractère évidemment interdisciplinaire ou interdiscursif de l'étude du cerveau. Celui-ci, en tant qu'objet de savoir, ne peut être défini que par l'intersection de ces domaines d'investigation que sont l'anatomie, normale, comparée et pathologique, la physiologie, la médecine, la clinique neurologique et psychiatrique, et les divers discours groupés sous le terme générique de psychologie. Si grande que soit l'importance des facteurs de technique expérimentale auxquels sont directement dues les découvertes spectaculaires de l'histoire de la physiologie cérébrale, les idées ou énoncés sur le cerveau n'ont jamais été dans une relation simple avec ces découvertes de fait. Ils reflètent toujours l'équilibre et les relations qui se sont établis, à une époque donnée, entre des types de discours et de recherche dont le statut et le niveau de scientificité ont toujours été très différents, dont les concepts se sont trouvés tantôt dans une relation de consonance ou d'isomorphie, tantôt dans une relation d'incompatibilité. Les véritables grandes dates dans l'histoire du cerveau ne sont ainsi liées ni à une « découverte » particulière, ni à l'émergence d'une technique nouvelle, ni à la brusque germination d'une hypothèse dans l'esprit d'un chercheur, mais plutôt à des réorganisations d'ensemble du champ du savoir intégrant simultanément les domaines des sciences naturelles, médicales et humaines.

1. Une telle relation n'a aucun caractère évident et n'a pas été établie sans peine. Aristote et son école localisent dans le cœur le centre des sensations, et accordent au cerveau, organe humide et froid, la seule fonction de tempérer la chaleur interne du corps. L'idée que le cerveau est le siège de l'intelligence se trouve de façon curieuse et souvent métaphorique chez certains présocratiques, chez Hippocrate et chez Platon. Mais c'est Galien (131-200) qui, réfutant Aristote, en apporte la première démonstration systématique, fondée sur des arguments convergents anatomiques et pathologiques.

Nous voudrions le montrer en prenant l'exemple d'une des plus importantes de ces réorganisations, celle qui, dans le premier quart du XIXe siècle, a mis fin à la longue préhistoire de la physiologie cérébrale scientifique et a vu, en quelques années, se former les concepts fondamentaux qui, dans une large mesure, bien que souvent sous d'autres noms, forment encore le cadre des recherches actuelles: reconnaissance du rôle fonctionnel de la substance grise corticale (considérée jusque-là comme un simple tissu de protection (cortex = écorce), de nutrition et d'excrétion, affirmation de sa diversité anatomique et fonctionnelle (notion de « localisation cérébrale »), recherche systématique des structures cérébrales en rapport avec les principaux types d'opérations psychologiques, localisation des lésions responsables des affections nerveuses et mentales. Quelques noms situent l'importance de cette période. De 1810 à 1819, Franz Joseph Gall publie le célèbre ouvrage où il présente son « organologie » fondée sur la notion de localisation cérébrale 1. En 1824, au terme d'une série d'expériences entreprises à la suggestion de Cuvier, P. Flourens débrouille pour la première fois, de façon décisive, les fonctions des quatre grandes régions du système nerveux (la moelle et des fonctions sensitives et motrices, le bulbe contrôle les mouvements automatiques de la respiration et du cœur, le cervelet « coordonne les mouvements de la locomotion », les hémisphères sont le siège de l' « intelligence ») 2. Peu après, J.-B. Bouillaud propose la première localisation d'un syndrome neurologique en montrant que les lésions responsables de « la perte de la parole articulée » (que Trousseau dénommera aphasie en 1855) siègent dans les « lobules antérieurs » du cerveau 3. Sur le même modèle, un groupe de médecins de la Salpêtrière recherche le « siège spécial » des mouvements des membres 4. En psychiatrie, enfin, A.-L. Bayle établit la première grande corrélation anatomo-clinique en isolant l'affection bientôt connue sous le nom de Paralyse Générale (et qu'il définit par la triade paralysie progressive, déchéance démentielle graduelle, « délire ambitieux ») et en montrant qu'elle est en relation avec un ensemble d'altérations anatomiques spécifiques et constantes 1. Il est vrai que toutes ces hypothèses n'ont pas été validées, ou l'ont été à retardement, que c'est seulement en 1861 que Broca a confirmé la localisation suggérée par Bouillaud en 1825, et en 1870 que Fritsch et Hitzig, utilisant la bobine d'induction de Du Bois-Reymond, ont pu donner la preuve expérimentale, par excitation électrique du cortex, de l'existence d'une aire motrice corticale. Mais quels qu'aient été les retournements, les crises, les polémiques qui ont ensuite marqué cette histoire, il reste que le fil n'en a jamais été interrompu, que ces péripéties relèvent d'une dialectique interne qui n'a pas modifié de façon radicale, du moins jusqu'à une époque récente, la position du problème et qui permet de suivre l'évolution continue des principales notions en jeu. Au contraire, entre 1770 ou 1780 et 1810, quelque chose de plus radical s'est passé. Entre le chapitre « Cerveau » des *Elementa Physiologiae* de Haller (1772) et ses généralités érudites admirablement mises en place autour de notions (sensorium commune, esprits animaux, fibres sensibles et irritables) qui n'ont plus guère de sens pour une science actuelle, et, par exemple, les Recherches de Flourens, il y a, dans le style et le contenu, plus de différence qu'entre le livre de Flourens et une étude scientifique actuelle sur la même question.

1. *Anatomie et Physiologie du Système nerveux en général et du Cerveau en particulier*, 4 vol., Paris, Schoell, 1810-1819.

2. *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés*. Paris, Crevot 1824.

3. *Traité clinique et physiologique de l'Encéphalite*. Paris, Baillière, 1825, et article dans *Archives Générales de Médecine*. 1825, pp. 25-4.

4. FOVILLE et PINEL-GRANDCHAMP, *Recherches sur le siège spécial de diverses fonctions du système nerveux*. Paris, Bobée, 1823.

On est donc amené à se demander quelle est la signification de cette coupure, et pour quelles raisons, en particulier, le XVIIIe siècle, qui a pu constituer une physiologie de la digestion, de la circulation, du muscle et même du réflexe, n'est pas parvenu à donner aux études sur le cerveau un statut de scientificité que la première génération du XIXe siècle leur donnera en un nombre restreint d'années, et avec une rapidité et une cohérence également remarquables. Pourquoi, à l'âge classique, les recherches sur le cerveau, qui n'ont pourtant pas manqué, n'ont-elles pu dépasser, sauf dans le domaine de la pure anatomie descriptive, un état préscientifique et, dans un sens que nous essaierons de justifier, « préhistorique » ?

## LA QUERELLE DU NEURONE

**La pensée et le raisonnement peuvent-ils émerger d'un tissu cérébral constitué d'entités cellulaires disjointes ?**

**Oui, selon Cajal,  
Non selon Golgi.**

**L'avenir donnera raison au premier.**

Jean-Claude Dupont, maître de conférences en histoire et philosophie des sciences à l'Université de Picardie, est chercheur associé à l'Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques, IHPST.



*L'Espagnol Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), professeur d'anatomie pathologique à Barcelone, puis à Madrid, passe pour le héraut de la doctrine du neurone. La querelle qui l'opposa à son rival italien Camillo Golgi (1843-1926), anatomo-pathologiste à Pavie, culmina lors de la remise conjointe aux deux protagonistes du prix Nobel de physiologie et médecine en 1906 pour deux théories... inconciliables ! Les biographes de Cajal soutiennent celui « qui a eu raison » : que seraient en effet aujourd'hui les neurosciences sans le neurone ? Mais les biographes de Golgi plaident pour une attitude plus nuancée. Pourquoi ce débat a-t-il été si violent ? Quels étaient les enjeux ?*

L'idée de neurone a eu beaucoup de mal à s'imposer pour deux raisons. Si aujourd'hui on sait que le système nerveux est essentiellement constitué de neurones, à l'époque où Cajal et Golgi s'affrontaient, on ne les avait pas encore observés. Il fallait donc faire preuve d'une imagination sans limites pour envisager que des cellules étaient le support de la pensée. L'enjeu biologique qui sous-tendait l'éventualité des neurones était considérable : si le cerveau était bien constitué de neurones, c'est que les organismes vivants étaient en totalité faits de cellules.

L'histoire du neurone est d'abord liée à celle des techniques microscopiques. Les premières lentilles achromatiques (dépourvues d'aberrations chromatiques et optiques) disponibles dans les années 1820 permirent l'étude de la structure fine des tissus, et l'avènement de l'anatomie microscopique.

Un autre élément qui a marqué cette histoire est la théorie cellulaire, formulée par le botaniste allemand Matthias Schleiden (1804-1881). En étudiant diverses plantes, il montra qu'elles sont toutes constituées de cellules. Le physiologiste allemand Theodor Schwann a étendu cette théorie à l'ensemble du monde vivant dans les années 1838-1839. Après bien des difficultés, cette théorie sera enfin reconnue comme la clef de voûte des recherches biologiques lors de la publication de la théorie de pathologie cellulaire proposée par le médecin allemand Rudolf Virchow, en 1858 (pour lui, les maladies résultent d'anomalies du fonctionnement des cellules).

La cellule devient alors une unité à la fois morphologique, physiologique et embryologique. Selon Virchow, « Les propriétés et l'unité de la vie ne peuvent être limitées à un lieu particulier de l'organisme supérieur ». S'il admet que les cellules sont la clé du fonctionnement des organismes vivants, il reconnaît que ce principe n'est pas encore rigoureusement démontré dans tous les territoires de l'organisme. Pour finir de valider la théorie cellulaire, il fallait démontrer qu'elle s'applique aussi au système nerveux.

Comment prouver que les structures tubulaires ou les fibrilles observées par les micrographes du XVIII<sup>e</sup> siècle étaient des expansions des « cellules globuleuses » décrites par le médecin français Henri Dutrochet en 1824 ? Tant que les techniques d'analyse des tissus resteraient si rudimentaires, ce serait impossible. Contrairement aux matières végétales et à la plupart des tissus animaux, la consistance molle du tissu nerveux rendait les coupes difficiles à réaliser. Ce premier problème fut partiellement résolu vers 1840 avec le remplacement de l'alcool par la fixation à l'acide chromique. Les techniques furent progressivement améliorées, notamment par la coloration des coupes - préalablement durcies - par des substances naturelles (le carmin extrait de la cochenille, puis l'hématoxyline, extraite du bois de campêche, un bois exotique).

Ensuite, la réalisation de coupes plus minces permit d'établir avec une certitude croissante l'existence d'une continuité entre corps cellulaires et fibres grâce aux apports de nombreux histologistes. En 1865, le neuroanatomiste allemand Karl Deiters propose l'image du neurone que nous avons aujourd'hui : un corps cellulaire et deux longs prolongements distincts (dendrites et axones). Après ces acquis, il restait à comprendre comment ces éléments s'assemblent pour constituer le tissu nerveux.

C'est ici que prennent place les travaux de Golgi et de son rival Cajal. En 1873, Golgi présente une nouvelle technique de coloration pour observer le tissu nerveux, la « réaction noire ». Elle permet de visualiser les prolongements cellulaires, dendrites et axones. Selon Golgi qui l'utilise, les axones formeraient un réseau neural unifié, qu'il nomme réticulum. Ses partisans - les réticularistes - prônent la thèse de la continuité et vont dominer le champ des sciences du système nerveux. Jusqu'en 1885, il sera admis que le tissu nerveux est un réseau continu, formé d'axones comme le pense Golgi, ou de dendrites. Selon les réticularistes, cette structure proviendrait des premières étapes de l'embryogenèse. Les arguments des réticularistes sont à la fois histologiques, embryologiques et physiologiques. Golgi en rappellera quelques-uns dans sa conférence Nobel qu'il intitulera : La doctrine du neurone. Théorie et faits.

Il y avait d'abord les données purement morphologiques. Sous l'impulsion allemande, l'histologie connut une nouvelle vague de perfectionnements techniques après les années 1880. Grâce à l'amélioration des objectifs et des divers constituants des microscopes optiques, la limite de résolution passe d'un micromètre en 1840 à un quart de micromètre vers 1880. Divers progrès permettent d'observer de façon plus précise les tissus biologiques : l'inclusion dans la paraffine, l'utilisation du microtome qui donne des coupes minces de bonne qualité, la standardisation des techniques de fixation et de coloration des tissus, et l'apparition des colorants synthétiques.

C'est dans ce contexte que se développent les travaux de nos deux protagonistes, Golgi et Cajal. Golgi met au point - nous l'avons évoquée - la réaction noire, une technique d'imprégnation des tissus par des métaux : les axones, les dendrites et les corps cellulaires fixent spécifiquement le chromate d'argent et noircissent. Ces méthodes auraient pu sembler inefficaces, car elles ne coloraient pas tous les constituants du tissu nerveux. Ce fut en fait un atout : en ne révélant qu'un petit nombre de ces éléments à la fois, elles permirent... d'y voir plus clair ! Il faut ajouter à cela les apports d'un autre futur prix Nobel, l'immunologiste allemand Paul Ehrlich (1854-1915). En 1886, il découvre que l'injection d'une solution de bleu de méthylène chez l'animal vivant colore de façon spécifique les éléments du système nerveux dès que les tissus sont mis au contact de l'air.

Tous ces progrès permirent d'inventorier les types morphologiques des cellules nerveuses, d'en révéler certains détails microscopiques et de préciser la structure des fibres nerveuses. Toutefois, la question qui préoccupait alors les anatomistes subsistait : les cellules constitutives du tissu nerveux sont-elles discontinues ou forment-elles un vaste réseau continu ? L'existence des neurofibrilles mises en évidence par Cajal

dans les fibres et les cellules nerveuses grâce à la méthode de Golgi qu'il avait perfectionnée devient même un argument en faveur des thèses réticularistes.

Il y avait également des arguments embryologiques. En 1887, l'embryologiste suisse Wilhelm His montre que les cellules nerveuses se développent à partir de cellules embryonnaires distinctes, ce qui est un argument en faveur de leur indépendance. Mais, même si ces entités sont originellement indépendantes, rien ne prouvait que cette indépendance devait persister ultérieurement. Les données issues de l'histologie des embryons restent confuses et difficiles à interpréter et certains considèrent que les fibres (axones et dendrites) se développent indépendamment des cellules et y sont incorporées après le développement embryonnaire.

Un autre argument du réticularisme repose sur des considérations physiologiques. Le psychiatre suisse Auguste Forel (1848-1931) avait observé que les cellules semblaient dégénérer comme des unités distinctes. Mais pour les réticularistes, cette observation n'était pas nécessairement transposable aux neurones, et n'excluait pas l'existence de connexions intercellulaires. Ainsi que le soulignera Golgi à propos des centres nerveux : « Les fibres nerveuses provenant ou allant vers la périphérie pourraient avoir une connexion plus directe et plus intime avec ces territoires, plutôt qu'avec ceux qui l'entourent ou qui en sont à quelque distance, avec qui elles sont toutefois, aussi associées. » Par ailleurs, l'extraordinaire plasticité des activités nerveuses complexes favorisait la thèse réticulariste plutôt que celle de l'indépendance physiologique des cellules nerveuses les unes par rapport aux autres.

On touche là à l'obstacle essentiel : il y avait chez les réticularistes des réticences de type holistique, c'est-à-dire qu'ils admettaient que l'homme ne pouvait être expliqué par ses différentes composantes prises séparément. La démarche analytique consistant à décomposer le substrat anatomique en éléments simples heurtait les conceptions unitaires ou globales du fonctionnement cérébral. À l'époque, la théorie des localisations est en vogue, c'est-à-dire qu'on tente de diviser le cerveau en aires cérébrales dédiées à des fonctions cognitives spécifiques (par exemple, la parole). Ainsi, l'idée qu'après avoir divisé le cerveau en aires anatomiques et fonctionnelles, il faille poursuivre cette division en entités cellulaires distinctes (théorie du neurone), et passer ainsi d'un modèle en pièces détachées à un modèle en miettes, semblait exagérément réductionniste, voire simpliste à certains.

Golgi peut donc affirmer : « Comme ce que nous avons dit concernant le mécanisme fonctionnel est loin de pouvoir faire accepter l'idée d'une individualité ou d'une indépendance de chaque élément nerveux, je n'ai jamais trouvé de cause qui, même maintenant, ne conduisent à abandonner l'idée, sur laquelle j'ai toujours insisté, que les cellules nerveuses, au lieu de travailler individuellement, agissent ensemble, de telle sorte que nous devons penser que plusieurs groupes d'éléments exercent un effet cumulatif sur les organes périphériques à travers le faisceau entier de fibres. »

Il n'était donc pas prouvé que les « neurones », selon l'expression que proposa l'anatomiste allemand Wilhelm Waldeyer en 1891, étaient des entités isolées, ni sur le plan morphologique, ni embryologique, ni physiologique. Cette approche empêchait la validation de la théorie cellulaire, selon laquelle il existait une entité fonctionnelle élémentaire. Ainsi, la querelle du neurone est placée au centre d'un enjeu biologique qui dépasse le cadre de la morphologie pure. On comprend dès lors toute la difficulté que rencontrent Cajal et les partisans de l'indépendance du neurone.

En 1887, Forel et His osent proposer, mais seulement à titre d'hypothèse, que les fibres nerveuses ont des terminaisons libres. Mais c'est bien Cajal qui fut le principal promoteur de la théorie du neurone, en formulant dès 1888 sa « loi du contact péricellulaire » : pour lui, les cellules nerveuses ne sont pas liées entre elles par « continuité », mais par « contiguïté », autrement dit, certes elles interagissent, mais elles sont morphologiquement distinctes, isolées au plan anatomique. Utilisant et perfectionnant la technique d'imprégnation de Golgi qui utilisait des sels d'argent, il décrit avec minutie l'architecture cellulaire de nombreuses régions du cerveau et de la moelle épinière, cherchant à y trouver des preuves de cette contiguïté.

Le morphologiste Cajal s'aventure aussi sur d'autres terrains. Il tente de préciser la nature de l'indépendance physiologique de la cellule nerveuse : comment des cellules indépendantes peuvent-elles communiquer ? En 1891, il formule après le neuro-anatomiste belge Arthur Van Gehuchten (1861-1914) la loi de polarisation dynamique : il imagine qu'un influx passe du corps cellulaire du neurone vers l'axone et « remonte » des dendrites vers le corps cellulaire. Il propose aussi des hypothèses sur la neurogenèse et la plasticité du tissu nerveux.

La conception neuronale du système nerveux sera violemment critiquée à partir de 1895 par de nombreux histologistes de renom, et ces attaques culmineront avec Golgi à la cérémonie du Nobel. La doctrine neuronale sera toujours défendue par Cajal avec conviction. Son traité *Histologie du système nerveux de l'Homme et des Vertébrés* (1909-1911) a d'abord été publié en France (mais pas en Espagne). Il y accumule des données non seulement morphologiques issues de nombreuses espèces, mais aussi physiologiques et embryologiques. La doctrine du neurone s'imposera de plus en plus après la publication de ce grand traité, mais la polémique n'est pas près de s'éteindre, puisqu'elle persiste jusque dans les années 1930. Elle ne cessera définitivement qu'avec l'apparition de la microscopie électronique qui révélera, en 1954, de façon incontestable l'espace séparant les membranes des prolongements neuronaux, la synapse.

La synapse est indissociable du neurone : prouver sa réalité revenait à valider la doctrine du neurone. Or elle est encore invisible à l'époque de Cajal. Si le « neuronisme » l'emporte pourtant de plus en plus, c'est grâce aux arguments de physiologistes. L'origine de la synapse est ainsi purement physiologique, et on ne la visualisera que bien après en avoir imaginé la fonction.

C'est Charles Scott Sherrington, membre de l'École de physiologie de Cambridge qui proposa cette notion de synapse. Au début, il s'intéresse à la question des localisations cérébrales, toujours vivement débattue. Dans les années 1880, il étudie les dégénérescences de la moelle de chiens ayant subi l'ablation des hémisphères cérébraux, en utilisant une technique qui prolonge de plusieurs mois la survie d'animaux dont le cerveau est gravement lésé. Sherrington est partisan des localisations cérébrales, mais les débats sont si confus, qu'il décide de se consacrer d'abord à l'analyse des activités réflexes.

L'explication des réflexes est une préoccupation majeure du XIX<sup>e</sup> siècle. Sherrington aborde l'étude anatomique des composantes des réflexes dans les années 1890, et fera notablement progresser le domaine. Il réorganisera les nombreuses données anatomiques, physiologiques et histologiques disponibles concernant l'activité réflexe. Il imposera notamment l'idée que la moelle épinière représente une unité fonctionnelle.

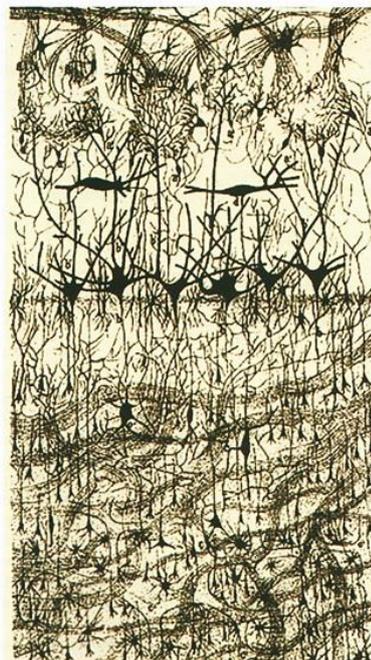
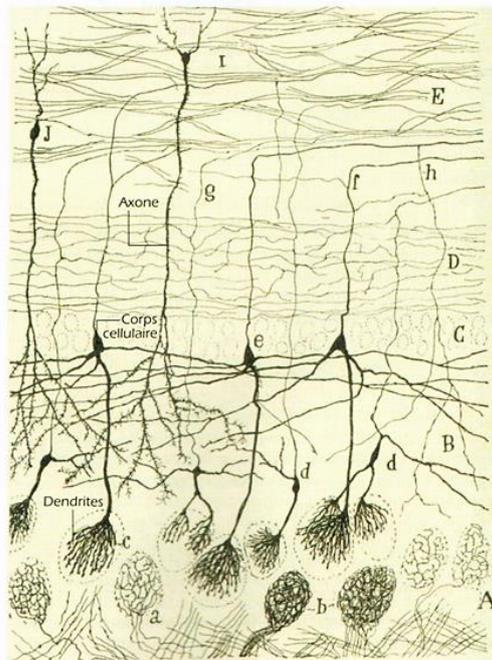
En étudiant sur l'animal comment se déroulent les réflexes moteurs dépendant de la seule moelle épinière (réflexes d'extension et réflexes de flexion) Sherrington démontre que les différentes modalités de leurs manifestations s'expliquent par l'existence d'un substrat anatomique constitué de chaînes discontinues de neurones. Il introduisit le terme de « synapse » en 1897, et suppose que chaque synapse de la population de neurones impliqués est le siège de microévénements physiologiques ou « états d'excitations » gradués qui restent latents jusqu'à ce que, un seuil ayant été atteint, cette synapse participe à l'émission d'un message nerveux.

Pour expliquer les mouvements réciproques des muscles antagonistes, il introduit le concept « d'innervation réciproque » et associe à d'hypothétiques états d'excitation élémentaires leurs contraires, c'est-à-dire des « états d'inhibition ». Ces deux états se combineraient sur l'ensemble des synapses concernées. Dès lors, l'activité nerveuse résulterait des mécanismes réflexes soumis à l'action excitatrice ou inhibitrice imposée par les synapses médullaires. Cette théorie des bases de l'activité réflexe confère à la synapse une importance fonctionnelle primordiale. L'activité réflexe devient explicable grâce au concept de synapse. La doctrine du neurone doit au fond autant à Sherrington qu'à Cajal.

Avec la doctrine du neurone, des problèmes physiologiques nouveaux commencent à se poser avec acuité. Pour les cytologistes réticularistes du XIXe siècle, qui ne reconnaissaient pas l'individualité du neurone, la notion de synapse, qui lui était associée, et a fortiori le problème physiologique de la transmission synaptique de l'influx nerveux, étaient sans objet. Le succès progressif de la doctrine du neurone va conduire les neurobiologistes à se poser la question de la transmission de l'influx nerveux, ouvrant des perspectives nouvelles pour la neurophysiologie, l'électrophysiologie et la neurochimie. L'existence du neurone en tant que cellule sera progressivement confirmée au cours du XXe siècle. Si les objections de ses adversaires obligèrent les cytologistes à améliorer les techniques d'observation des tissus, on comprend aussi facilement le rôle de « verrou » historique qu'a joué leur théorie du réseau continu. C'est tout le mérite de Golgi et de ses partisans d'avoir proposé cette théorie, mais c'est aussi celui de Cajal et de Sherrington d'avoir fait sauter ce verrou.



La table de travail de Ramon y Cajal - Ramon y Cajal et ses collègues de travail.



Tissu nerveux

Les protagonistes de la querelle du neurone utilisaient les mêmes techniques de coloration et d'observation, mais avaient des conceptions totalement différentes du tissu nerveux. Pour Cajal, les neurones sont des entités séparées (à gauche) qui interagissent (mais il ne comprenait pas comment). Pour Golgi, le tissu nerveux est un réseau intriqué, sans discontinuités à droite

#### Bibliographie

- J.-G. Barbara, *La constitution d'un objet biologique au XX<sup>e</sup> siècle. Enquête épistémologique et historique des modes d'objectivation du neurone.* Thèse Paris VII, 2007.
- D. Fields, *Un débat centenaire : neurones isolés ou en réseau ?*, in *Cerveau & Psycho*, n° 20, pp. 82-86, 2007.
- C. Golgi, *The neuron doctrine, Theory and facts.* (1906)  
[http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laur\\_eates/1906/golgi-lecture.html](http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laur_eates/1906/golgi-lecture.html)
- S. Ramón y Cajal, *Histologie du système nerveux de l'Homme et des Vertébrés*, Éd. Maloine, 1909-1911.
- C. S. Sherrington, *The integrative action of the nervous system*, Charles Scribner's Sons, 1906.

## POURQUOI DES NEUROSCIENCES ?

### *Pour comprendre les bases neurobiologiques du comportement*

- **Comportements normaux (SCIENCES NEUROPHYSIOLOGIQUES)**
  - Sensations, perception et motricité
  - Sommeil, comportement alimentaire, comportement sexuel...
  - Apprentissages et mémoire, résolution de problème, émotions, conscience...
- **Troubles du comportement et atteintes du système nerveux (SCIENCES MEDICALES & PSYCHOLOGIQUES)**
  - Dépression, Anxiété, Troubles moteurs et perceptifs,
  - Maladie d'Alzheimer, Maladie de Parkinson, Sclérose en plaques, Epilepsies, Méningites...
- **Développement et Vieillesse (SCIENCES MEDICALES & PSYCHOLOGIQUES)**

Le chimpanzé est le primate qui nous ressemble le plus génétiquement. Nous ne descendons toutefois pas du chimpanzé, mais nous avons un ancêtre commun avec lui qui vécut il y a de 8 à 10 millions d'années. La suite de transformations subies par les primates à partir de ce moment pour mener jusqu'à nous est ce que l'on appelle l'hominisation. L'hominisation a vu naître et s'éteindre plusieurs espèces différentes. Les paléanthropologues emploient le terme hominidés pour désigner toutes ces formes humaines présentes et passées.

L'hominisation est le processus qui a progressivement transformé une lignée de primates en humains. Ce processus évolutif a concerné la lignée des Hominidés, à partir de la divergence entre le dernier ancêtre commun des grands singes et les Hommes, il y a plus de 6 millions d'années. L'étude de l'hominisation repose sur tous les changements structuraux et comportementaux qui ont eu lieu dans la lignée des hominidés qui a conduit ensuite à l'homme anatomiquement moderne ou Homo sapiens. Le terme « hominisation » et la notion à laquelle il renvoie ont été utilisés pour la première fois par Édouard Le Roy dans *Les origines humaines et l'évolution de l'intelligence*, publication d'un cours présenté au Collège de France entre 1927 et 1928. Cependant, le terme était déjà employé dans un texte écrit par Pierre Teilhard de Chardin en 1923 mais demeuré inédit.

D'après les dernières découvertes, la fabrication d'outils serait apparue au moins 1,5 million d'années avant le début de l'élargissement cérébral, chez les ancêtres de l'homme. Cela suggère que la fabrication d'outils par nos prédécesseurs aurait été un facteur principal du développement cérébral. Il y aurait eu ainsi un mécanisme neurologique impliqué dans le développement d'outils favorisé par de fortes pressions sélectives. L'idée ancienne qui suggérait que l'élargissement cérébral associé à une grande intelligence étaient des prérequis de la fabrication d'outils se révèle fautive. D'autant plus soutenu qu'il a été observé chez nos proches parents des comportements qui consistent à utiliser des outils pour effectuer certaines tâches: les chimpanzés ont la capacité d'utiliser des pierres pour casser des noix; les macaques utilisent des feuilles pour débarrasser les aliments de leurs saletés. Ainsi, l'utilisation d'outils ne serait pas un caractère évolutif spécifique aux ancêtres de l'homme, contrairement à la fabrication d'outils sophistiqués, qui constitue une étape importante dans le processus d'hominisation.

L'élargissement du cerveau ne semble avoir débuté qu'à partir du genre Homo. En effet, les Australopithèques, qui ont vécu avant le genre Homo, présentaient un volume crânien de l'ordre de 400 cm<sup>3</sup>, soit un volume crânien plus ou moins équivalent à celui des grands singes africains. D'après les fossiles de l'Homo habilis, son volume cérébral est plus important comparé à celui des Australopithèques. Ainsi, il est indéniable qu'au cours de l'évolution, la taille relative (à la taille du corps) et absolue du cerveau ont augmenté. Cependant, l'élargissement du cerveau ne se serait pas fait progressivement au cours du temps mais il se serait fait par étapes. Effectivement, entre -4 et -2 millions d'années, on observe que le volume cérébral d'A. afarensis est de 450 cm<sup>3</sup> alors que celui de l'Homo habilis varie entre 650 et 700 cm<sup>3</sup>, à -2 et -1,5 million d'années. Le processus d'élargissement du cerveau, caractéristique de l'hominisation, aurait connu une importante évolution, au cours de cette période, soit entre -2 et -1,5 million d'années. L'élargissement du cerveau aurait également connu une importante augmentation entre -500 000 et -100 000 ans, à l'époque où vivait Homo sapiens. Ainsi, le volume crânien aurait doublé, durant cette période pour atteindre 1 400 cm<sup>3</sup>, chez l'Homo sapiens. Cette importante augmentation du volume crânien a connu des variations puisque l'homme de Neandertal présentait un volume crânien supérieur à celui de l'Homo sapiens, soit 1 700 cm<sup>3</sup>. Aujourd'hui, l'homme actuel présente un volume crânien de 1 350 cm<sup>3</sup>. En moins de 4 millions d'années, la taille du cerveau aurait triplé, soit trois fois la taille du cerveau d'un primate dont l'évolution cérébrale aurait duré 60 millions d'années. De récentes études indiquent que l'élargissement du cerveau aurait évolué en simultané avec d'autres caractères spécifiques aux Hominidés. Par ailleurs, vers les dernières étapes de l'hominisation, l'évolution du cerveau consistait plus en une croissance allométrique (croissance du cerveau relative à la taille du corps) qu'à une réorganisation cérébrale.

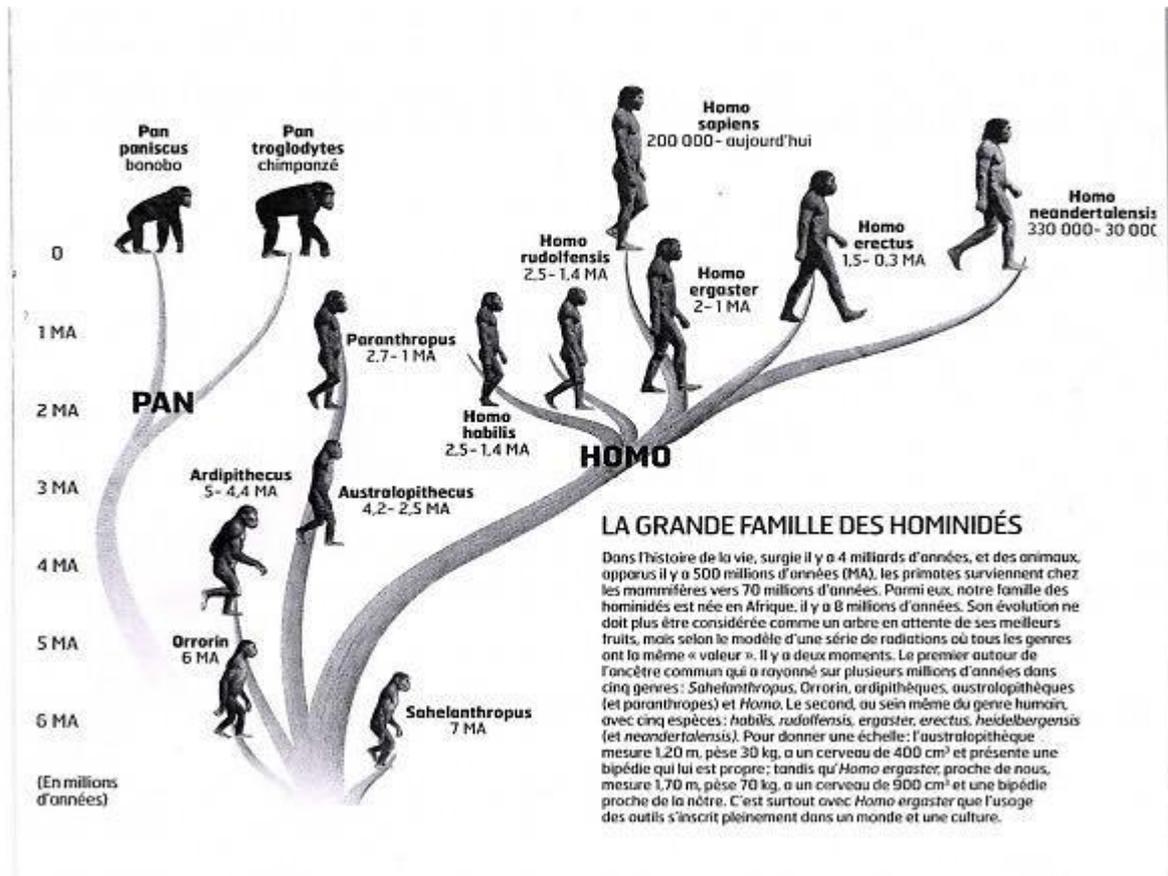
Une des explications de l'élargissement cérébral serait l'apparition du langage. En effet, il y aurait un lien étroit entre l'augmentation du volume cérébral et le développement du langage articulé puisqu'il a été vu que le langage était associé à plusieurs zones cérébrales telles que les zones de Broca et de Wernicke. Ainsi, leur présence dans le cerveau entraînerait l'augmentation du volume cérébral. Par ailleurs, la socialisation et l'apparition des traditions culturelles auraient également entraîné une augmentation du volume cérébral afin d'assimiler, entre autres, les règles complexes de la société. Par ailleurs, bien que le moment où les outils seraient apparus, par rapport au début de l'élargissement cérébral fait débat, il y aurait un lien entre l'élargissement du cerveau et la fabrication d'outils. En effet, un développement au niveau du cerveau de nos ancêtres aurait un lien avec le développement et l'organisation des compétences impliquées dans la fabrication des outils.

Le langage articulé est un caractère fondamental dans le processus d'hominisation, dans la lignée des Hominidés. En effet, l'homme est seul à pouvoir maîtriser l'art du langage articulé, contrairement à ses plus proches parents, les primates. Ainsi, l'acquisition du langage est une nouvelle étape qui renforce la divergence entre l'homme moderne et ses plus proches parents. Cependant, ce caractère ne peut pas se fossiliser, il est donc difficile pour les scientifiques d'estimer à partir de quand celui-ci est apparu, au cours de l'évolution.

C'est en 1861 que le médecin Paul Broca découvre que l'aire de Broca est impliquée dans le traitement et l'élaboration du langage, qui est un des principaux caractères distinguant l'homme moderne de nos proches parents, les grands singes. Dix ans plus tard, le neurologue Carl Wernicke décrit la zone de Wernicke comme également impliquée dans le traitement du langage. Ainsi, l'observation de ces zones, grâce aux moulages effectués sur les crânes fossilisés de nos ancêtres, a permis à certains anthropologues d'émettre des théories quant à l'apparition du langage articulé mais également le positionnement du larynx et du palais, qui ont une incidence sur l'acquisition du langage. Un larynx en position basse et un palais en position haute caractérisant l'homme d'aujourd'hui sont propices à la maîtrise du langage. Ainsi, d'après Phillip Tobias, les aires de Broca et de Wernicke sont représentées sur des moulages endocrâniens effectués sur les crânes retrouvés d'homo habilis, ce qui permettrait d'attribuer à homo habilis la maîtrise d'un langage articulé. Cependant, il a été démontré que son larynx n'était pas descendu suffisamment, physiquement parlant, pour pouvoir bien articuler. Quant à homo erectus, certains scientifiques pensent que sa technique visant à tailler le silex ne pouvait se transmettre que par un moyen de communication élaboré. Enfin, l'homme de Neandertal, disparu il y a seulement trente mille ans, avait un larynx dont le positionnement n'aurait pas permis de maîtriser le langage articulé. Bref, cela ne reste que des théories qui se suivent et se contredisent.

Plus généralement, un groupe de scientifiques affirme que l'origine du langage daterait de l'époque à laquelle vivait Homo habilis, lorsque les premiers outils ont été conçus et au début de l'élargissement du cerveau, chez les Hominidés. À l'aide de restes de fossiles, un autre groupe de scientifiques pense que l'appareil phonatoire nécessaire à la parole ne serait apparu que tardivement chez les hominidés et que l'espèce humaine aurait été la première à acquérir la parole. En effet, le développement d'outils perfectionnés et la naissance des premières traditions culturelles, vers la fin du paléolithique coïncideraient avec le développement du langage et de la communication. Cette dernière théorie est même étayée par le fait que le langage aurait émergé progressivement, d'abord sous la forme de gestes, pour ensuite ne devenir verbal que très récemment, au moment de l'apparition d'homo sapiens. Le langage aurait débuté par le langage gestuel, qui serait apparu après la libération des mains, soit lors de l'apparition de la bipédie. Une des preuves à l'appui de cette hypothèse est le fait que nous continuons, pour la plupart, à parler

en gesticulant. La réciprocité des gestes, apparue chez nos ancêtres, il y a environ vingt-cinq millions d'années, aurait également annoncé l'apparition du langage.



**La Terre a 5 milliards d'années, la Vie 3,5 milliards d'années, et l'Homo sapiens sapiens 100.000 années.**

L'aube de l'humanité vit le jour en Afrique il y a de 6 à 4,5 millions d'années. Les primates ancestraux de cette époque utilisaient peut-être des outils très primitifs, mais le registre fossile montre peu de traces de l'intelligence humaine.

Entre 4 et 2 millions d'années, vivent toujours en Afrique les Australopithecus. Ayant déjà maîtrisé la bipédie et ayant un cerveau plus gros qu'un singe de même taille, les Australopithecus se nourrissaient surtout de végétaux. La fameuse Lucy fait ici son apparition.

Aux alentours d'il y a 2 millions d'années, la lignée du genre « Homo » apparaît officiellement avec Homo habilis qui fabrique différents outils rudimentaires qu'il utilise entre autre pour dépecer les cadavres d'animaux dont il se nourrit en plus des aliments végétaux.

Homo erectus succéda à Homo habilis à partir d'il y a environ 1,8 millions d'années jusqu'à il y environ 200 000 ans. Avec un cerveau encore plus gros, il chassait de grands troupeaux d'animaux, avait apprivoisé le feu, fabriquait des haches et s'étendait de l'Afrique à l'Eurasie dans les zones tropicales et tempérées.

Il y a environ 500 000 ans apparaissent les premiers membres de l'espèce Homo sapiens puis, il y a 250 000 ans, les Homo neanderthalensis. Ceux-ci possèdent des outils plus sophistiqués en pierre et possiblement en bois. Peu d'évidence d'art, de science ou de religion, bien que l'on pense que les hommes de Neandertal enterraient leurs morts (le plus vieux site mortuaire remonte à environ 100 000 ans). Très robustes physiquement, ils étaient aussi d'excellents chasseurs. Les derniers s'éteindront il y a 30 000 ans à peine.

Cette disparition n'est sans doute pas étrangère à l'expansion de l'espèce suivante, c'est-à-dire nous, Homo sapiens sapiens, il y a environ 100 000 ans. On retrouve en effet cette nouvelle espèce en Europe il y a 35 000 ans. L'homme de Cro-Magnon fut le représentant européen de l'Homo sapiens sapiens. Avec lui, des activités spécifiquement humaines comme l'art et la religion firent leur apparition. Ils laissèrent derrière eux de magnifiques peintures rupestres dont les plus vieilles remontent à plus de 32000 ans (grotte de Chauvet).

En quelques dizaines de milliers d'années, Homo sapiens sapiens va conquérir toutes les régions climatiques du globe. Et à partir d'il y a environ 10 000 ans, l'agriculture, la domestication des animaux, les villes et l'écriture vont bientôt suivre.

Ce n'est que récemment que l'homme a pu avoir du temps pour réfléchir sur lui-même, sur l'origine de ses pensées, sur le sens de son existence. Lors de ces 70 dernières années, la révolution des neurosciences a fait appel à beaucoup de disciplines scientifiques: l'anatomie, la physiologie, la neurologie, la psychologie, la biochimie, la biologie moléculaire, pour ne citer que les principales. Elles ont toutes contribué à résoudre partiellement les mystères de la physiologie du cerveau: de son organisation structurale et fonctionnelle, des modalités de fonctionnement de ses réseaux et de ses éléments cellulaires (neurones et cellules gliales), enfin de la façon dont il contrôle nos comportements "spécifiques" (communs à notre espèce) ou individuels (notre "manière de vivre").

Les neurosciences désignent l'étude scientifique du système nerveux, tant du point de vue de sa structure que de son fonctionnement, depuis l'échelle moléculaire jusqu'au niveau des organes, comme le cerveau, voire de l'organisme tout entier. Apparues à l'origine comme une branche de la biologie, les neurosciences ont rapidement évolué vers un statut plus interdisciplinaire qui les situe aujourd'hui à la croisée des sciences biologiques, médicales, psychologiques, chimiques, informatiques et mathématiques. Cet élargissement de l'arsenal conceptuel et méthodologique des neurosciences va de pair avec une diversité d'approches dans l'étude des aspects moléculaires, cellulaires, développementaux, anatomiques, physiologiques, cognitifs, génétiques, évolutionnaires, computationnels ou médicaux du système nerveux.

*Un des buts premiers et fondamentaux des civilisations à l'orée de l'humanité n'a-t-il pas été de dégager l'homme de la nature et de l'animalité, de distinguer les traits opposant notre espèce aux autres êtres vivants pour qu'elle s'affirme dans un monde qu'elle découvrirait. Il fallait expliquer l'origine de nos si remarquables particularités et définir où se trouvaient les fondements des diverses expressions psychiques, comme la possibilité de raisonner, de se souvenir ou d'exprimer des émotions...*

*Dès le début du peuplement humain, dans toutes les contrées, qu'elles soient situées en Orient ou en Occident, de telles interrogations ont le plus souvent évoqué un principe surnaturel, un élément supérieur seul capable d'expliquer de telles fonctions si extraordinaires. Ces réflexions ont ainsi associé les possibilités humaines à un cadre philosophique ou religieux. Elles posent la question des relations entre éléments corporels et principes psychiques, considérant que les deux parties diffèrent non seulement en*

*nature mais s'opposent dans leur existence même. En face des activités matérielles altérables et périssables, les données de l'esprit prennent souvent une dimension éternelle. Ces réflexions ont vu naître alors la notion d'« âme » apparue comme l'élément de synthèse principal de la vie spirituelle. Sa nature sacrée, impliquée dans des principes religieux extrêmement élaborés, en a fait un élément séparé du corps et en opposition avec lui.*

## PREHISTOIRE: Traces de lésions crâniennes: « neurochirurgie » par trépanation ?...

[www.researchgate.net/...neurochirurgie.../d912f501aaa6f17d16.pdf](http://www.researchgate.net/...neurochirurgie.../d912f501aaa6f17d16.pdf)

<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/3766/1/fileaa5fdb7a105d4bcfaee0eea3330fe0d5.pdf>

Un des buts premiers et fondamentaux des civilisations à l'orée de l'humanité n'a-t-il pas été de dégager l'homme de la nature et de l'animalité, de distinguer les traits opposant notre espèce aux autres êtres vivants pour qu'elle s'affirme dans un monde qu'elle découvrait, Il fallait expliquer l'origine de nos si remarquables particularités et définir où se trouvaient les fondements des diverses expressions psychiques, comme la possibilité de raisonner, de se souvenir ou d'exprimer des émotions...

Dès le début du peuplement humain, dans toutes les contrées, qu'elles soient situées en Orient ou en Occident, de telles interrogations ont le plus souvent évoqué un principe surnaturel, un élément supérieur seul capable d'expliquer de telles fonctions si extraordinaires. Ces réflexions ont ainsi associé les possibilités humaines à un cadre philosophique ou religieux. Elles posent la question des relations entre éléments corporels et principes psychiques, considérant que les deux parties diffèrent non seulement en nature mais s'opposent dans leur existence même. En face des activités matérielles altérables et périssables, les données de l'esprit prennent souvent une dimension éternelle. Ces réflexions ont vu naître alors la notion d'« âme » apparue comme l'élément de synthèse principal de la vie spirituelle. Sa nature sacrée, impliquée dans des principes religieux extrêmement élaborés, en a fait un élément séparé du corps et en opposition avec lui.

Dès la préhistoire, les hommes avaient compris que le cerveau était un organe central et primordial pour la survie de l'être humain. Au XIX<sup>e</sup> siècle, les anthropologues dont Paul Pierre Broca (1824-1880) ont observé qu'aux temps préhistoriques la pratique de la trépanation était parfois utilisée et que la repousse osseuse démontrait la réussite de l'opération. L'intérêt pour l'étude et la compréhension du cerveau remonte sûrement à la nuit des temps, mais l'histoire du système nerveux débute classiquement avec les papyrus d'Edwin Smith, d'Ebers (voir plus loin). Les musées archéologiques comptent de nombreux crânes d'hominidés datant d'un millions (?) d'années et plus et qui montrent des traces de lésions crâniennes ; criminelles, rituelles ou chirurgicales ???

<http://www.utl-essonne.org/diaconf/12car851a/histoirecerveau-2012-AMassaux.pdf>



<http://antiquity.ac.uk/projgall/buquet322/>

<http://loic.hibon.free.fr/frame.htm>

« Dès le Mésolithique (il y a environ 12 000 ans), l'homme se mit à pratiquer sur le crâne de ses congénères des opérations chirurgicales à l'aide d'outils de silex: les trépanations. La pratique se développa partout en Europe et, à l'Age du Cuivre, un foyer très important se trouvait dans les Grands Causses (sud de la France).

Dans le cadre d'une Maîtrise14 puis d'un D.E.A. d'Anthropologie, j'ai repris l'étude des cas de cette région, et sur les quelques 210 crânes et fragments évoqués dans la bibliographie, près d'une centaine ont pu être retrouvés. Il s'avère ainsi que les fouilles des sites pré- et protohistoriques caussenards ont livré plus de 160 trépanations cicatrisées...

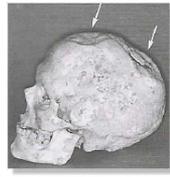
Si les buts de ces opérations restent sujets à conjectures, certains éléments sont à noter: il n'y a pas de lien évident avec la traumatologie et l'association avec des stigmates osseux de pathologie est très peu fréquente. Actuellement, les hypothèses principales concernent une pratique purement rituelle ou une opération "symbolique" intégrée dans une médecine traditionnelle.

En tous cas, l'opération était bien maîtrisée, plus de 70 % des orifices étant cicatrisés. Le taux de survie pourrait même avoir été supérieur à 90%.

Parallèlement, il existait une pratique qui consistait à découper des fragments de crâne post-mortem. Les buts recherchés restent là-aussi incertains même si des éléments pourraient orienter l'interprétation vers diverses hypothèses (avec, notamment, des indices de réalisation d'autopsies...).

Quoi qu'il en soit, les deux pratiques étaient étroitement intriquées, puisque de nombreux sites archéologiques livrent des prélèvements des deux types, et surtout, puisqu'il existe sur 20 % des crânes portant un orifice cicatrisé, des traces d'un prélèvement post-mortem.»

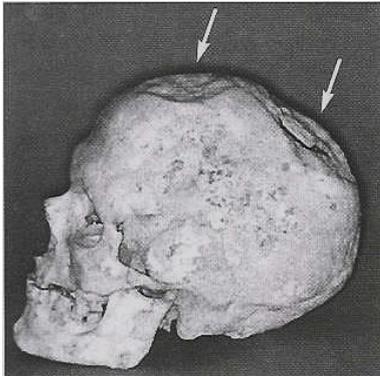
Tout commence à l'époque préhistorique ...



Il y a – 9000 à -3300 ans  
(Néolithique)

En Europe, en Afrique du Nord,  
au Cachemire, à Oman :  
nombreux crânes fossilisés portant  
des traces de **trépanations**.

Les trépanations sont faites du vivant de la personne ...



**Evidence d'une intervention neurochirurgicale de l'époque préhistorique.**

A gauche, ce Crâne humain date de plus de 7000 ans. Il a fait l'objet d'une intervention du vivant du sujet. (Source: Alt et al., 1997)

Résumé

**DE L'ANTIQUITE AU MOYEN AGE : LES PRECURSEURS DE LA NEUROANATOMIE**

- Les archéologues et les historiens ont permis de découvrir que la connaissance du système nerveux est connue depuis au moins 1700 av JC (peut être plus tardif) à travers 2 papyrus: le Papyrus Ebert et le Papyrus Smith (ils portent le nom de leur acquéreur) ; Le papyrus Ebert décrit surtout des recettes pharmacologiques. Le Papyrus Smith décrit les atteintes du cerveau et de ses méninges.
- Le grec Alcéméon de Croton (570-500 av JC) dissèque des nerfs sensoriels (500 av JC) et considère que le cerveau est l'organe de la pensée. Il décrit les nerfs optiques.
- Un peu plus tard naît l'idée, sous Pythagore et Empédocle, des principes fondamentaux du monde physique, que tout est composé des éléments suivants : eau, feu, terre, air.
- Aux alentours de 400 avant la naissance de Jésus Christ, Hippocrate de Cos (460-370 av JC) définit le cerveau comme siège de l'Intelligence. Il s'oppose ainsi à certains penseurs contemporains ou précédents qui considéraient que c'est le cœur. Il développe un traité des maladies du cerveau, et définit la maladie qui s'appelle épilepsie, relayant celle-ci, considérée comme sacrée, au même rang que les autres maladies.
- Un contemporain d'Hippocrate, Démocrite (460-370 av JC) décrit que c'est la puissance divine qui a créé l'homme à partir de la moelle épinière, et où se situe son âme.
- C'est le très grand penseur Aristote (384-322 av JC) qui va reconsidérer que le cœur est le centre de l'Intelligence.
- Cette polémique sur le cœur et le cerveau centre de l'Intelligence va durer un millier d'années.

**EGYPTE ANCIENNE: Description des symptômes liés à une lésion cérébrale**

➔ **Toutankhamon (il y a 3300 ans): dans son tombeau jarres contenant estomac, foie, poumons et intestins (cerveau jeté pour l'embaumement)**

**Le cœur est important et serait le siège de la conscience et de la pensée**

La première description connue des troubles observés suite à un traumatisme crânien date des égyptiens, lesquels ont établi qu'une plaie au niveau du cerveau pouvait entraîner des pathologies périphériques. Pourtant au cours de la momification le cœur était en règle générale laissé à sa place, car il importait qu'il ne fût pas séparé du corps: il était censé être le siège des sentiments, de la conscience et de la vie. Au moment de la momification du corps du pharaon, quatre de ses organes jugés importants étaient conservés dans des jarres placées dans sa tombe: le foie, les poumons, l'estomac et les intestins. Le cœur était préservé en place dans le corps. Le cerveau considéré sans importance pour la survie dans l'au-delà était extirpé du crâne et jeté. L'idée que le cœur était le siège de la conscience et de la pensée n'a ainsi pas été remise en question à cette époque et celles qui ont suivi jusqu'à Hippocrate. Il y a 3300 ans environ, la momification était pour les Egyptiens de l'Antiquité un rite religieux qui, selon certains égyptologues, n'était accessible qu'aux classes aisées et pouvait durer plusieurs mois, compte-tenu de la complexité du rituel. À l'aide d'une tige de bronze enfoncée par la narine gauche, l'embaumeur effondrait la lame criblée de l'ethmoïde (l'os séparant les fosses nasales de l'étage antérieur du crâne) et procédait ainsi à l'extraction du cerveau. Après avoir enlevé le cerveau, les embaumeurs injectaient de la résine liquide qui se solidifiait rapidement à l'intérieur de la boîte crânienne. Puis, avec une lame tranchante (une obsidienne), ils ouvraient le corps, au niveau de l'abdomen sur le flanc gauche, pour y retirer les viscères Certains organes étaient gardés à l'intérieur de quatre canopes (vases) à l'image des quatre fils d'Horus. À l'intérieur de la canope d'Amset, nous trouvons l'estomac ainsi que le gros intestin. Dans

celle de Hapy, le petit intestin, puis à l'intérieur du vase de Douamoutef, les poumons. Ensuite, le foie, la vésicule biliaire se trouvait dans la canope de Kebhsennouf.

Les archéologues et les historiens ont permis de découvrir que la connaissance du système nerveux est connu depuis au moins 1700 av JC (peut être plus tardif) à travers 2 papyrus: le Papyrus Ebers et le Papyrus Smith (ils portent le nom de leur acquéreur); Le papyrus Ebers [http://fr.wikipedia.org/wiki/Papyrus\\_Ebers](http://fr.wikipedia.org/wiki/Papyrus_Ebers) décrit surtout des recettes pharmacologiques. Le Papyrus Smith [http://fr.wikipedia.org/wiki/Papyrus\\_Edwin\\_Smith](http://fr.wikipedia.org/wiki/Papyrus_Edwin_Smith) décrit les atteintes du cerveau et de ses méninges.

... l'époque pharaonique ...

4,68 m de longueur

2500 ans av. J.-C.:  
le papyrus d'Edwin Smith

Premières descriptions de pathologies  
et de blessures « à la tête ».

Première description de moëlle épinière.

Le cerveau est entouré d'un sac, lui-même rempli  
d'un fluide.

Une blessure au « cerveau » peut entraîner des  
troubles à distance du cerveau !

Papyrus Edwin Smith  
Anatomical Distribution Of Cases  
- CC BY-SA 3.0

Le Papyrus Smith [http://fr.wikipedia.org/wiki/Papyrus\\_Edwin\\_Smith](http://fr.wikipedia.org/wiki/Papyrus_Edwin_Smith)

Le cœur était le siège de l'âme pourtant, dans un papyrus daté du XVIIIème siècle avant notre ère, copie d'un texte antérieur rédigé vers -5000 (Antiquité Egyptienne), on trouve une liste de 48 cas de blessure à la tête et au cou. La lecture du cas 6 nous informe que l'arrachement de la boîte crânienne découvre des « rides », première évocation suggestive des scissures et des circonvolutions cérébrales. Chacun des cas 8, 22 et 31 correspond à une description exacte des symptômes connus de nos jours pour accompagner des fractures du crâne et des vertèbres cervicales: ce papyrus constitue le premier document connu du rôle du cerveau dans la commande du mouvement de membres ou d'organes situés dans le corps à grande distance de lui. Dans ce texte et pour la première fois dans l'histoire, le cerveau apparaît sous un nom qui lui est propre et responsable de comportements moteurs. Néanmoins, il n'est pas sûr que ni les anciens Egyptiens, ni les Mésopotamiens ou les Hébreux n'aient compris les implications profondes de ces observations.

Le papyrus Edwin Smith a été découvert par Edwin Smith à Thèbes en 1862. C'est le plus ancien document connu au monde traitant de la chirurgie (et peut-être aussi de littérature médicale en général, une place qui pourrait être contestée par des documents de la littérature chinoise dont ne subsistent que des copies, la datation des sources originales de ces documents étant imprécise). Écrit en caractères hiéroglyphiques pendant le Nouvel Empire de l'Égypte antique, vers le XVIIe siècle avant notre ère, ce traité décrit avec force détails les observations anatomiques et cliniques, les traumatismes et les traitements appliqués pour 48 affections médicales relevées sur un grand nombre de cas, ainsi que les pronostics associés à ces traitements. Presque exempt de toute magie, il mentionne différents actes chirurgicaux, la fermeture avec les premières descriptions connues des sutures des plaies thoraciques, des méninges, des os du crâne, de la surface externe du cortex cérébral, du liquide céphalo-rachidien et de la pulsation intracrânienne. Des traitements préventifs ou curatifs avec comme l'arrêt des hémorragies avec de la viande crue, et l'immobilisation des blessures à la tête et à la moelle épinière. Autre fait marquant, ce papyrus médical est l'une des toutes premières traces d'une association entre l'intégrité du cerveau ou du moins de la tête et les fonctions cognitives. Il est ainsi fait mention des cas de complications oculaires, de tétraplégie et d'incontinence urinaire consécutifs à des traumatismes crâniens. Sont également décrits les autres organes vitaux du système circulatoire comme le cœur et ses liaisons avec les vaisseaux sanguins, ceux du système digestif comme la rate et le foie, ou ceux du système diurétique tel que les reins, les uretères et la vessie.

Le papyrus Ebers est l'un des plus anciens traités médicaux qui nous soit parvenu. Ce papyrus représente un des premiers documents humains faisant référence au cancer. La pharmacopée égyptienne de l'époque faisait appel à plus de 700 substances, tirées pour la plupart du règne végétal: safran, myrrhe, aloès, feuilles de ricin, lotus bleu, extrait de lys, suc du pavot somnifère, huile de baumier, résine, encens, jusquiame, chanvre, etc. Parmi les autres substances citées, on trouve aussi de la poussière de statue, des carapaces de scarabée, des queues de souris, du poil de chat, des yeux de porc, des ortils de chien, du lait mammaire, de la semence humaine, des yeux d'anguille et des entrailles d'oie, etc. Le papyrus Ebers est écrit en égyptien hiéroglyphique et représente la plus volumineuse compilation de connaissances médicales de cette époque connues à ce jour. Le parchemin de 110 pages, qui est long de 20 mètres, contient plus de 700 formules magiques et remèdes. Il contient d'innombrables incantations ayant pour but de détourner les démons qui causent les maladies, mais il démontre aussi une longue tradition de connaissances empiriques et d'observations. Le papyrus contient un « traité sur le cœur ». Il y est noté que le cœur est le centre d'irrigation du sang, avec des vaisseaux attachés à tous les membres du corps. Les Égyptiens semblaient avoir quelques connaissances sur les reins et faisaient du cœur le point de rendez-vous d'un certain nombre de vaisseaux, transportant tous les fluides du corps - sang, pleurs, urine et sperme. Les désordres mentaux sont détaillés dans un chapitre du papyrus appelé le « livre des cœurs ». Des pathologies telles que la dépression et la démence y sont décrites. Ces descriptions suggèrent que les égyptiens ne faisaient pas de distinction de principe entre les maladies mentales et les maladies physiques. Le papyrus contient aussi des chapitres sur la contraception, le diagnostic de grossesse, et d'autres sujets de gynécologie, de troubles intestinaux, de parasites, de problèmes oculaires, de peau et de dentition, ainsi que des traitements chirurgicaux pour les abcès et les tumeurs, les fractures osseuses et les brûlures.

Exemples de remèdes issus du papyrus Ebers :

- Asthme: une mixture d'herbes chauffée sur une brique de sorte que le patient puisse en respirer les vapeurs.

- Ventre: pour les troubles gastriques: du lait de vache, des grains et du miel, réduit en purée, tamisé et cuit, puis pris en quatre portions
- Intestins: pour l'évacuation des intestins: méliot, dattes, l'ensemble réduit en huile, puis oins sur les parties malades.
- Cancer: face à une « tumeur contre le dieu Xenus», il recommande « tu ne feras rien contre ça» .
- La vision: une préparation à base de foie d'animal pour remédier aux difficultés de la vision nocturne. En effet, le foie contient de la vitamine A dont la carence peut provoquer la cécité.
- Les habits: les habits peuvent être protégés des souris et des rats en y appliquant des matières grasses des chats.
- Les échardes: appliqué sur les échardes, un baume fait de sang de vers et de fumier d'âne. Le fumier étant chargé des spores du bacille Clostridium tetani une simple écharde avait souvent pour résultat une mort horrible des suites du tétanos'
- La mort: la moitié d'un oignon et la mousse d'une bière était considéré comme un remède délicieux contre la mort.
- La dracunculose (ver de Guinée): enrouler l'extrémité émergente du ver autour d'un bâton et l'extraire lentement (3500 ans plus tard, cela reste le traitement standard)



#### Les papyrus d'Ebers et de Smith

A gauche, le papyrus Ebers est l'un des plus anciens traités médicaux qui nous soit parvenu: il aurait été rédigé au XVI<sup>e</sup> siècle avant notre ère pendant le règne d'Amenhotep Ier. D'autres égyptologues donnent des dates plus récentes et citent plutôt le règne d'Amenhotep III au XIV<sup>e</sup> siècle ou XV<sup>e</sup> siècle avant notre ère (date variable selon les égyptologues). Découvert par Edwin Smith à Louxor en 1862, il fut acheté ensuite par l'égyptologue allemand Georg Moritz Ebers à qui il doit son nom et sa traduction. Il est aujourd'hui conservé à la bibliothèque universitaire de Leipzig. C'est aussi un des plus longs documents écrits retrouvés de l'Égypte antique: il mesure plus de vingt mètres de long sur trente centimètres de large et contient 877 paragraphes, qui décrivent de nombreuses maladies dans plusieurs branches de la médecine (ophtalmologie, gastro-entérologie, gynécologie...) et les prescriptions correspondantes. Ce papyrus représente un des premiers documents humains faisant référence au cancer. La pharmacopée égyptienne de l'époque faisait appel à plus de 700 substances, tirées pour la plupart du règne végétal: safran, myrrhe, aloès, feuilles de ricin, lotus bleu, extrait de lys, suc du pavot somnifère, huile de baumier, résine, encens, jusquiame, chanvre, etc. Parmi les autres substances citées, on trouve aussi: de la poussière de statue, des carapaces de scarabée, des queues de souris, du poil de chat, des yeux de porc, des ortels de chien, du lait mammaire, de la semence humaine, des yeux d'anguille et des entrailles d'oie etc. En haut à droite, le papyrus Edwin Smith a été découvert par Edwin Smith à Thèbes en 1862. C'est le plus ancien document connu au monde traitant de la chirurgie (et peut-être aussi de littérature médicale en général, une place qui pourrait être contestée par des documents de la littérature chinoise dont ne subsistent que des copies, la datation des sources originales de ces documents étant imprécise). Conservé à New York, le papyrus Edwin Smith a d'abord été traduit par James Henry Breasted qui l'a publié en 1930, le document révèle la sophistication et la praticité de la médecine de l'ancienne Égypte. Écrit en caractères hiéroglyphiques pendant le Nouvel Empire de l'Égypte antique, vers le XVII<sup>e</sup> siècle avant notre ère, ce traité décrit avec force détails les observations anatomiques et cliniques, les traumatismes et les traitements appliqués pour 48 affections médicales relevées sur un grand nombre de cas ainsi que les pronostics associés à ces traitements. Presque exempt de toute magie, il mentionne différents actes chirurgicaux, la fermeture avec les premières descriptions connues des sutures des plaies thoraciques, des méninges, des os du crâne, de la surface externe du cortex cérébral, du liquide céphalo-rachidien et de la pulsation intracrânienne, ainsi que des traitements préventifs ou curatifs comme l'arrêt des hémorragies avec de la viande crue, et l'immobilisation des blessures à la tête et à la moelle épinière. Autre fait marquant, ce papyrus médical est l'une des toutes premières traces d'une association entre l'intégrité du cerveau ou du moins de la tête et les fonctions cognitives. Il est ainsi fait mention des cas de complications oculaires, de tétraplégie et d'incontinence urinaire consécutifs à des traumatismes crâniens. Sont également décrits les autres organes vitaux du système circulatoire comme le cœur et ses liaisons avec les vaisseaux sanguins, ceux du système digestif comme la rate et le foie, ou ceux du système diurétique tel que les reins, les urètres et la vessie.

Ni l'Ancien Testament (rédigé entre les XIII<sup>e</sup> et II<sup>e</sup> siècles avant l'ère chrétienne), ni le Nouveau Testament ne font mention du cerveau.

**L'Antiquité ...**

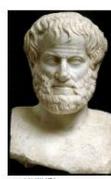
Un débat ardent en toile de fond :  
la localisation de l'âme !

L'âme est située dans le **cœur** ... 

L'âme est située dans le **cerveau** ... 

**L'Antiquité et la théorie cardiocentriste ...**

  
**Démocrite d'Abdère en Tracie**  
(460 à 370 av. J.-C.)

  
**Aristote**  
(384 à 322 av. J.-C.)