CERVEAU

L'incroyable machine



Véronique Bonvallot

ellipses

CERVEAU

L'incroyable machine

Véronique Bonvallot

ellipses

Remerciements

Merci à vous lectrices et lecteurs d'avoir mobilisé bien plus que votre attention pour lire jusqu'au bout ce premier livre.

Merci à tous les chercheuses et chercheurs qui s'acharnent, dans leur laboratoire et sur le terrain, à comprendre la biologie, les neurosciences, la psychologie, la biochimie, les sciences cognitives, l'électrophysiologie, l'anatomie, la philosophie, la génétique, l'évolution, le développement, les interactions humaines… la vie.

Merci à toutes celles et ceux, scientifiques, journalistes, autrices et auteurs de tenter de vulgariser des concepts si complexes.

Conception graphique couverture : Nathalie FOULLOY
Conception graphique intérieur et mise en pages : Nord Compo

ISBN 9782340-104648
Dépôt légal : juin 2025
©Ellipses Édition Marketing S.A.
8/10 rue la Quintinie 75015 Paris

DANGER
LE
PHOTOCOPILLAGE
TUE LE LIVRE

Le Code de la propriété intellectuelle et artistique n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

www.editions-ellipses.fr

AVANT-PROPOS

Si vous vous êtes procuré ce livre, c'est que vous êtes probablement curieux. Vous avez une idée derrière la tête. Vous pensez que votre collègue est une tronche, un gros cerveau, mais que votre ado est mou du bulbe. Votre voisin a un petit pois dans la tête, une araignée au plafond, même parfois les fils qui se touchent, quand d'autres ont deux neurones ou du plomb dans la cervelle. Votre arrière-grand-mère n'a plus toute sa tête et vous vous efforcez de faire resurgir des souvenirs gravés dans sa mémoire. Vous aimez peut-être vous creuser les méninges. Tant d'expressions qui nous posent une question : que se passe-t-il dans notre tête ?

Quel fonctionnement mystérieux fait tourner notre cerveau ? De quoi est-il fait ? Comment communique-t-il avec notre corps ? Comment nos neurones y véhiculent des messages ? Comment se forme-t-il ? Quels sont ses besoins ? À quoi sert-il ? Comment fabrique-t-il notre être pensant, conscient, notre intelligence ?

Alors vous n'êtes pas le seul à vous questionner. Cet organe mou et plissé sur l'extérieur, substrat de nos pensées, intrigue et passionne depuis des lustres. Un organe incroyable aux fonctions multiples. On crût d'abord qu'il était creux, formé de ventricules remplis de liquides diffusés dans le corps par des tuyaux, les nerfs. Une machine hydraulique faisant fonctionner le corps et la pensée par des pressions et déplacements de fluides, telle en était la vision de Galien, médecin du tout début de notre ère ou de Descartes au XVII^e^ siècle. Mais les choses ont changé. Des premières dissections de cadavres à l'imagerie par résonance magnétique, de l'invention de la microscopie à l'électroencéphalographie, il aura fallu aux scientifiques des centaines d'années de travail acharné pour commencer à comprendre. Et c'est loin d'être fini. Percevoir, penser, apprendre, réfléchir, décider, sentir, ressentir, parler, lire, compter, bouger… tout est contrôlé par le cerveau. Un genre de chef d'orchestre isolé dans son bocal crânien ? Pas du tout ! Le cerveau est relié à l'ensemble de notre corps avec lequel il échange d'innombrables informations grâce au système nerveux tout entier. Il interagit constamment avec l'environnement. Et c'est son fonctionnement en réseau qui est aujourd'hui au centre des recherches. Le cerveau ne fonctionne pas seul…

Deux hémisphères en communication, des usines à neurones, des messages dans tous les sens, des réseaux qui travaillent non-stop… Bzzzz… Bzzz… une mouche vous agace. Vous vous êtes déconcentré et je vous ai perdu : votre cerveau ne peut se focaliser sur plusieurs tâches mais passe très vite de l'une à l'autre. Alors armez-vous de votre plus grande attention pour partir à la découverte de cette incroyable « machine », fruit d'une longue évolution et nourrie de multiples interactions…



SOMMAIRE

1 Un système nerveux central ..... p. 7

2 Un système nerveux périphérique ..... p. 31

3 Système végétatif – Système somatique ..... p. 39

4 Neurones, glie… et compagnie ..... p. 49

5 Messages nerveux ..... p. 59

6 Cerveau jeune, cerveau vieux ..... p. 71

7 Entretien de la machine ..... p. 85

8 Percevoir le monde ..... p. 97

9 Bouger ..... p. 121

10 Manger, boire, dormir ..... p. 131

11 Parler, lire, communiquer ..... p. 147

12 Mémoriser, se rappeler, oublier ..... p. 161

13 Apprendre ..... p. 171

14 Ressentir des émotions ..... p. 179

15 Penser, raisonner, créer ..... p. 191

16 Compris ? ..... p. 203

Quelques sources inspirantes et instructives ..... p. 218

Index ..... p. 221



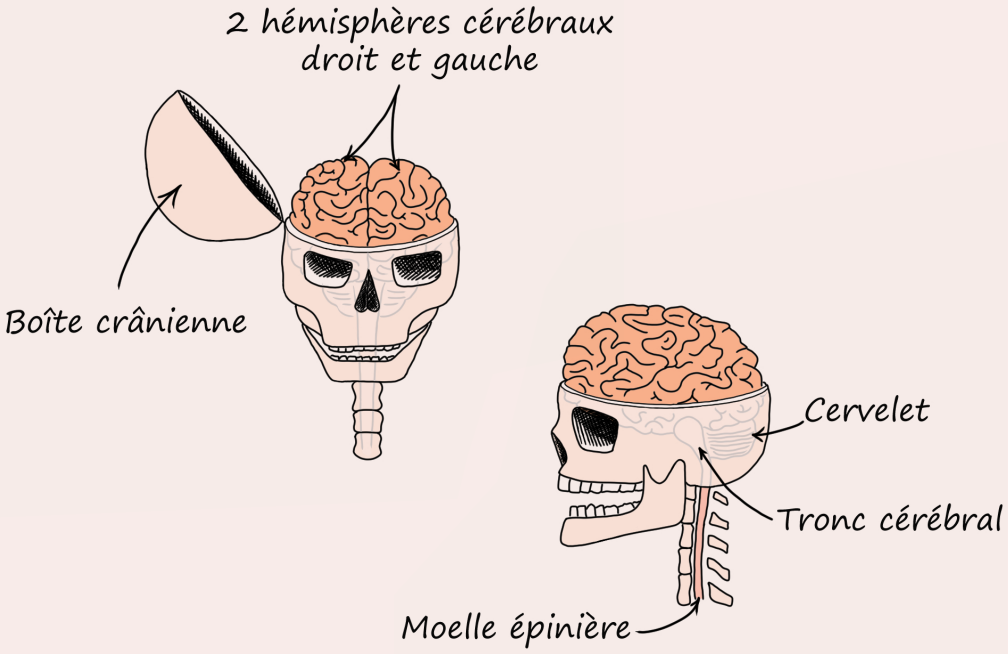
1

UN SYSTÈME NERVEUX CENTRAL...

Commençons par décrire notre cerveau. Son anatomie n'a rien d'extraordinaire, si ce n'est la multiplicité de structures et donc… la complexité du vocabulaire. Ne paniquez pas à l'idée de tout retenir, les différents acteurs réapparaîtront tout au fil du livre, dans leurs rôles variés…

La première chose à savoir est simple : le cerveau appartient au système nerveux central. Le système nerveux, un réseau de tuyaux qui transportent des liquides et supporte notre pensée ? Pas du tout, vous l'avez déjà compris. Mais c'est ce que pensaient les savants jusqu'à une véritable révolution : au milieu du XVII^e siècle, le médecin et professeur anglais Thomas Willis comprit que ce sont les plis du cortex, la partie externe du cerveau, qui soutient notre pensée, en étudiant ses patients de leur vivant et après leur mort par dissection. Et il ne comprit pas seulement cela. Il précisa la cartographie des nerfs et distingua les parties du système nerveux : le **central**, encéphale et moelle épinière, le **périphérique**, nerfs et ganglions, et l'**autonome**, qui contrôle des fonctions vitales inconscientes. Il nomma de nombreuses structures cérébrales et redéfinit les nerfs du crâne. Rien que ça ! Son travail représente un changement de cap dans l'approche du fonctionnement du système nerveux.

Il est évident aujourd'hui que le cerveau est relié à toutes les parties de notre corps via le tronc cérébral, sorte de pont qui communique avec la moelle épinière, et tout un réseau de nerfs. Il reçoit les informations provenant de l'environnement par les organes sensoriels, les analyse et centralise un vaste ensemble de réponses et de processus. Faisons le point sur ces structures et commençons par distinguer le cerveau de l'encéphale, deux mots souvent confondus dans la littérature et le langage courant.



ENCÉPHALE EN BOÎTE CRÂNIENNE

L'ENCÉPHALE

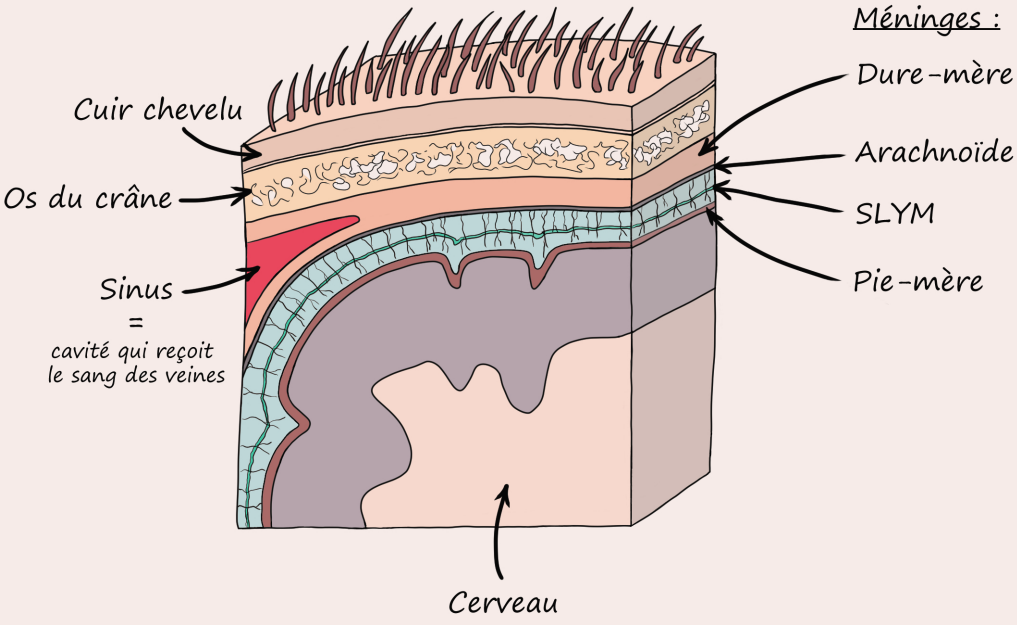
Encéphale, terme très scientifique, issu du grec ancien et signifiant littéralement « dans la tête ». Il désigne donc l'ensemble des centres nerveux situés sous le crâne. C'est justement en ouvrant des crânes de cadavres humains que les scientifiques purent découvrir au fil du temps les différentes unités de l'encéphale. Ce qui ne fut pas chose facile car la dissection de cadavres humains à des fins de connaissance fut longtemps interdite, particulièrement au Moyen Âge. Vers la fin du XV^e siècle, début du XVI^e siècle, Leonard de Vinci tenta des croquis anatomiques sur des observations directes. Il schématisa à sa façon le cerveau et les nerfs optiques. Puis, en 1543, André Vésale, anatomiste et médecin bruxellois très savant, publia des descriptions minutieuses et détaillées de coupes d'encéphale dans un ouvrage couramment appelé La Fabrica. Il y avait tant à découvrir que dès le XVIII^e siècle, les scientifiques disséquaient à tout-va, dans tous les sens… Mais l'on se rendit vite compte que les méthodes de dissection très variables de l'époque, ne menaient pas toujours aux mêmes observations ni aux mêmes conclusions. Plus tard, on enleva des portions pour en révéler d'autres, on injecta des substances colorées dans les vaisseaux pour y voir plus clair, on fit bouillir le cerveau pour qu'il ne perdît pas sa forme en cours de travail. Qui l'eût cru : sa consistance molle fut un véritable problème pour le travail des scientifiques. Des observations de plus en plus précises et pointues arrivèrent avec l'utilisation du microscope. Et bien plus tard, dans la deuxième partie du XX^e siècle, l'électroencéphalographie et l'imagerie par résonance magnétique permirent d'étudier les structures et réactions de l'encéphale, vivant, à travers le crâne. Les techniques actuelles d'imagerie, extrêmement performantes, viennent compléter, encore et encore, toutes ces connaissances…

Ainsi, on sait aujourd'hui que l'encéphale contient bien :

- 2 **hémisphères cérébraux**, le droit et le gauche, le cerveau à proprement parler, qui en forme la plus grosse partie,
- le **diencéphale** qui regroupe le thalamus, l'hypothalamus et l'épithalamus, prolongé par des petites glandes, hypophyse et épiphyse,
- le **tronc cérébral** qui comprend le mésencéphale, le pont de Varole et le bulbe rachidien,
- le **cervelet** qui se situe en arrière du tronc cérébral, sous le cerveau.

L'encéphale contient aussi des cavités que l'on appelle ventricules, remplies d'un liquide proche de l'eau, le liquide céphalo-rachidien… Dites plutôt **liquide cérébro-spinal**, c'est plus fun !

L'encéphale étant mou, il est fragile et déformable. Heureusement, les os du crâne et les méninges le protègent bien.



CUBE DE CRÂNE AVEC MÉNINGES

LES MÉNINGES

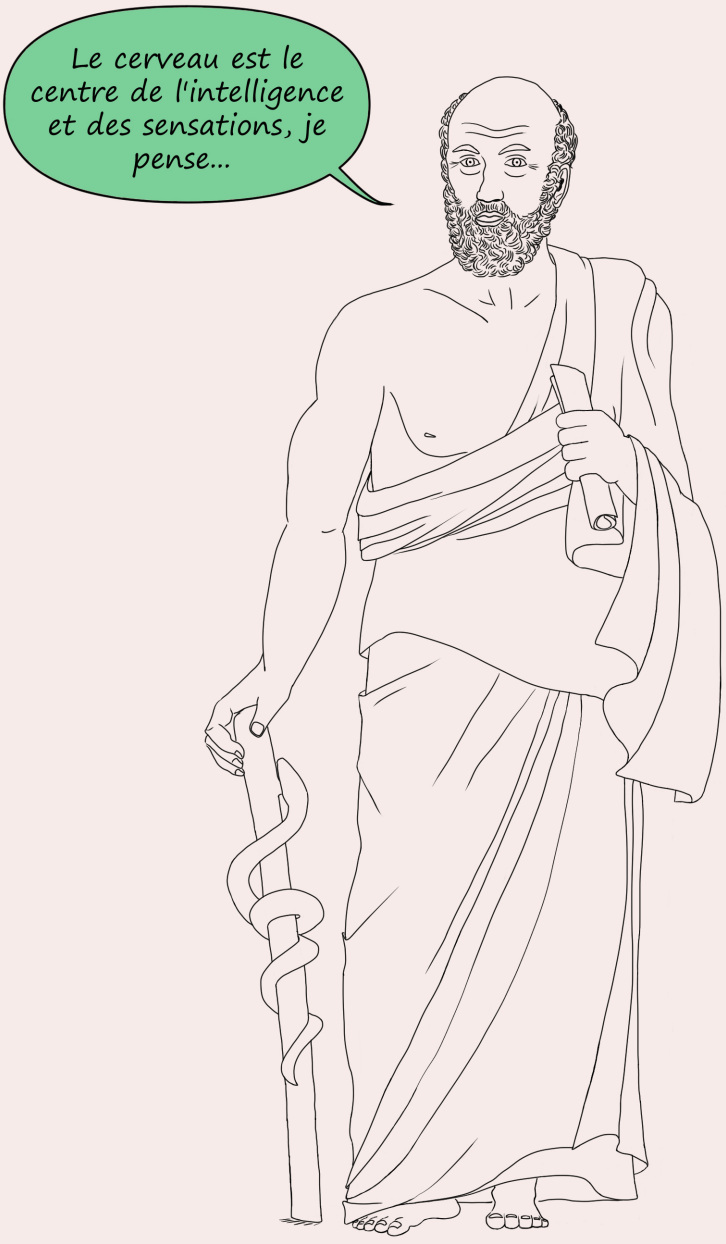
L'encéphale n'est pas en contact direct avec les os du crâne. Il est bien entouré de plusieurs membranes : les **méninges**, qui entourent aussi la moelle épinière… « Se creuser les méninges », drôle d'expression indiquant une forte réflexion. Si l'une des méninges, la **dure-mère**, comme son nom l'indique, est dure et ne peut se creuser, il existe deux méninges molles, l'**arachnoïde** et la **pie-mère**. « Arachnoïde » car ses filaments font penser à une toile d'araignée, « pie-mère » car elle est noire et blanche… non pas du tout, pie-mère vient du nom latin pia mater signifiant tendre matrice. Une quatrième méninge a été récemment découverte dans l'arachnoïde, une très fine couche nommée **SLYM** pour Subarachnoid Lymphatic-Like Membrane. Si l'anglais vous rebute, retenez SLYM.

Les méninges protègent le système nerveux central des chocs, mais ce n'est pas leur seule utilité. Elles alimentent tout l'encéphale en nutriments, agissent comme une barrière contre les microbes, et sont le lieu du dialogue entre système nerveux et système immunitaire.

Le liquide cérébro-spinal est produit au niveau des plexus choroïdes, un réseau de capillaires, des tubes très fins, au milieu du cerveau. Il circule dans des cavités, les ventricules, et dans l'espace subarachnoïdien, comprendre entre l'arachnoïde et la pie-mère. Son volume varie pour maintenir une pression optimale à l'intérieur du crâne. Comme les méninges, il limite les chocs et empêche le cerveau de se déformer. Il véhicule de nombreuses molécules, nutriments, anticorps, lymphocytes, neurotransmetteurs ou hormones. Il joue de multiples rôles physiques et biologiques et permet même l'élimination des déchets ! Le cerveau consommant beaucoup d'énergie, il produit beaucoup de déchets…

Heureusement, le liquide cérébro-spinal est renouvelé plusieurs fois par jour, toutes les 6 à 8 h.

Les forts besoins de l'encéphale en oxygène et en glucose sont assurés par le sang qui y arrive par les artères. Un ensemble de canaux localisés dans un dédoublement de la dure-mère, les sinus veineux, récoltent le sang appauvri en nutriments et le renvoient vers les veines qui le réacheminent vers le cœur. Le sang est renvoyé vers les organes où il se recharge, revient au cœur puis au cerveau, et ainsi de suite…



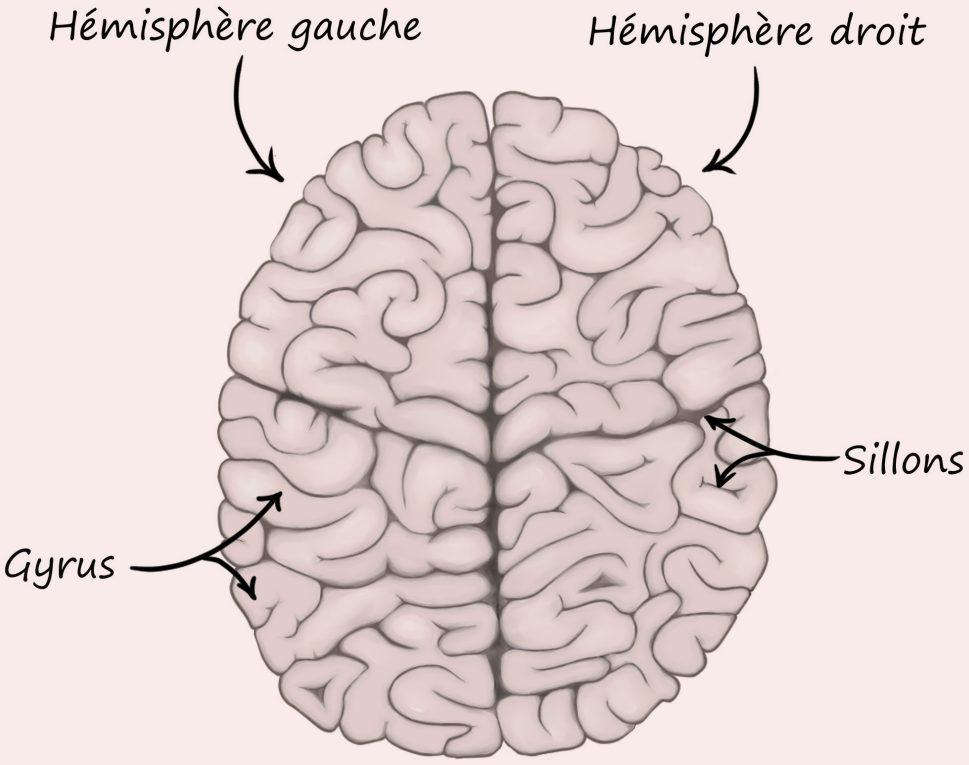
HIPPOCRATE
MÉDECIN PHILOSOPHE GREC
460-377 AVANT J.-C.

LE CERVEAU

Le cerveau n'est donc qu'une partie de l'encéphale… la plus volumineuse. Du latin *cerebellum*, « petite cervelle », diminutif de *cerebrum*, « cerveau », qui donna l'adjectif « cérébral ».

Le médecin Hippocrate, qui vécut de 460 à 377 avant notre ère, fut l'un des premiers à penser que le cerveau était le centre de l'intelligence et des sensations. Mais tous les scientifiques de l'époque n'étaient pas d'accord : Aristote (384-322 avant J.-C.) pensait, lui, que le centre de la pensée était le cœur… Il ne fait aucun doute aujourd'hui que le cerveau est bien le siège de l'intellect, des émotions, des apprentissages, des interactions sociales et bien sûr, il est le centre de commande et de production de nos mouvements, des plus simples au plus élaborés, volontaires et involontaires, et un indispensable régulateur d'hormones. Il ne s'arrête jamais, actif même pendant le repos ou le sommeil… une véritable unité centrale du corps qui récupère les informations et renvoient des messages à tout l'organisme.

Cette grosse masse molle peut être contenue dans le crâne grâce à sa structure pleine de plis et de creux. Un peu de vocabulaire : une bosse ou circonvolution est aussi nommée « gyrus », un sillon, « sulcus »… difficile à placer dans une conversation ! Aucun cortex n'est plissé de la même façon, mais certains plis sont très marqués et présents chez tout le monde. À chacun son cortex…



CERVEAU VU DU DESSUS

Le cerveau pèse entre 1,2 et 1,4 kg pour environ 1 200 cm^3, taille qui ne prédit en rien une forte intelligence dans le monde animal, sinon éléphants et cachalots seraient très supérieurs à l'humain… enfin peut-être que le rapport à la taille compte tout de même, mais ça, c'est une autre histoire… Il est constitué de **deux hémisphères**, le **gauche** et le **droit**, séparés par une fissure et reliés par un pont de fibres nerveuses, le corps calleux.

Auriez-vous déjà entendu ou lu ceci : l'hémisphère droit est le siège de la créativité, l'hémisphère gauche celui de la logique. Eh bien c'est totalement faux ! C'est ce qu'on appelle un neuromythe. Si le cerveau est asymétrique dans la réalisation de certaines fonctions, les hémisphères droits et gauches sont hyper connectés et participent à nos pensées et actions de façon très coordonnée. Mais, parce qu'il y a toujours un « mais », la bizarrerie du système est que les faisceaux de communication changent de côté au niveau du tronc cérébral… Résultat ? Le côté gauche du corps est sous contrôle de l'hémisphère droit du cerveau, le côté droit sous contrôle de l'hémisphère gauche. Et ça, ce n'est pas un mythe !

Des sillons plus ou moins profonds délimitent différentes parties que les scientifiques ont nommées **lobes**. Chaque hémisphère du cerveau contient, 5 lobes distincts. Les lobes frontaux, temporaux, pariétaux et occipitaux englobent la partie externe du cerveau : les frontaux dans la partie du front, les pariétaux sur le dessus et l'arrière, les temporaux sur les côtés au niveau des tempes, les occipitaux tout en bas à l'arrière. Et cachée bien au milieu, l'insula.

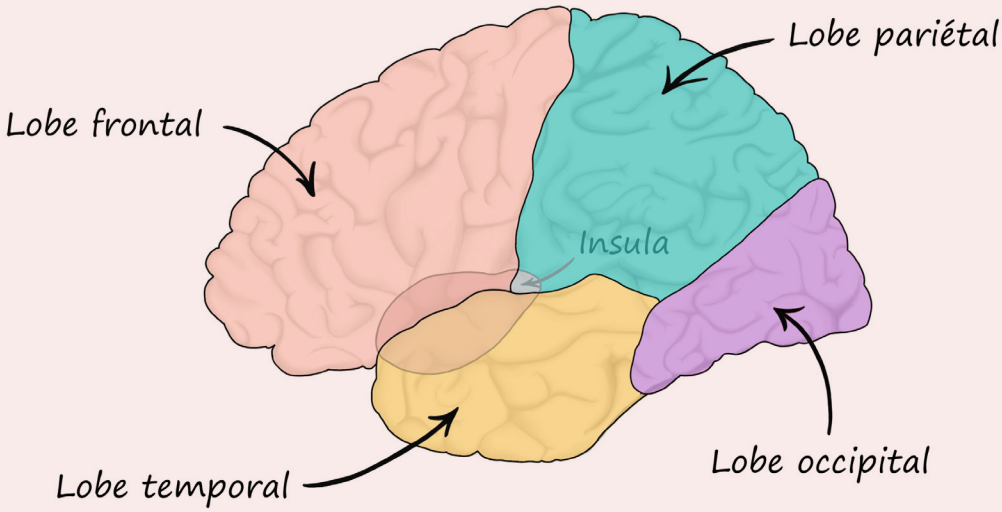
Si l'on peut globalement assigner des fonctions à un lobe spécifique, la plupart de nos activités nécessitent une étroite communication entre tous les lobes. On peut toutefois simplifier de la façon suivante.

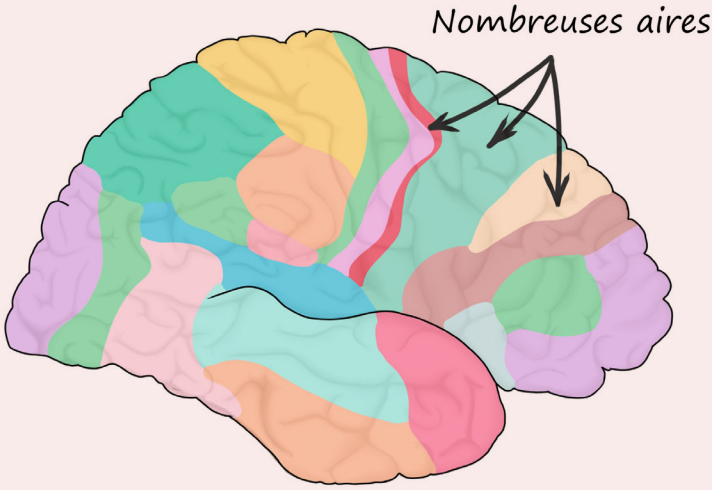
Les **lobes frontaux** sont le lieu du raisonnement, de la planification, des comportements sociaux, des fonctions du langage, de la coordination motrice volontaire.

La conscience du corps, de sa position et de l'espace environnant est gérée dans les **lobes pariétaux**. Imaginez manipuler une paire de ciseaux ou n'importe quel outil, c'est ici que ça se passe.

Les **lobes occipitaux** sont particulièrement spécialistes du traitement des informations visuelles. Mais pas que…

Les **lobes temporaux** sont les centres de l'audition, de la mémoire et des émotions. Mais pas que non plus…





LOBES ET AIRES

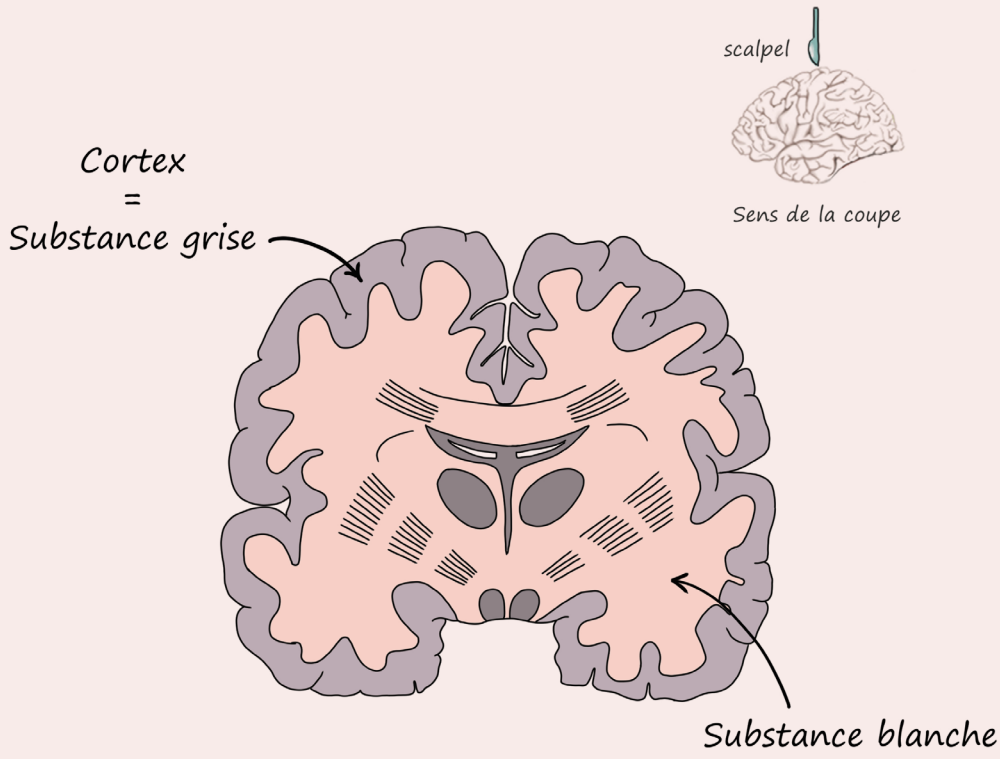
L'**insula** cachée au milieu est impliquée dans la douleur, les odeurs et le goût… les émotions, le contrôle moteur, la conscience aussi. Elle intègre des données provenant des viscères.

On entend aussi parfois parler de lobe limbique ou système limbique dont l'anatomie n'est pas clairement définie. Il s'agit d'une zone regroupant les hippocampes, amygdales, septum, gyrus cingulaire et quelques autres structures et noyaux.

Le **cortex** ? C'est la partie superficielle plissée du cerveau, une couche d'environ 2,5 millimètres d'épaisseur. Le mot « cortex » provient du même nom latin qui signifie « écorce ». Logique. Il a donné l'adjectif « cortical », relatif au cortex.

Le cortex a été découpé en zones de structure et de taille variable, les **aires cérébrales** ou **corticales**. La première carte complète de ces aires a été élaborée vers la fin du XIX^e^ siècle par le neurologue allemand Brodmann. Il avait à l'époque repéré 43 aires différentes selon leur structure mais ne leur avait pas attribué de fonctions particulières. Les neuroscientifiques ont ensuite cherché plus en profondeur. Aidés des puissantes techniques d'IRM, ils ont depuis permis de largement compléter son travail. Plus de 200 aires ont été identifiées, sachant que toutes n'ont pas encore été finement cartographiées. Autre point d'intérêt : ils ont trouvé une certaine variabilité d'une personne à l'autre. Chacune est bien présente dans nos cerveaux, mais les contours varient, pouvant se déplacer d'un centimètre ou moduler leur surface.

Chaque fonction consciente ou inconsciente est élaborée par une aire du cortex. Les aires primaires reçoivent simplement les informations captées par les organes sensoriels, tandis que les aires associatives sont des centres d'intégration dirigeant des processus complexes. Elles permettent par exemple d'associer des informations provenant de plusieurs sens, comme un son avec une image, elles sont impliquées dans le langage, la mémoire, la planification, dans à peu près toutes les fonctions complexes en fait… Environ les trois quarts du cortex humain sont faits d'aires associatives, ce qui est plus que chez la plupart des animaux : une particularité humaine ?



COUPE APPROXIMATIVE DE CERVEAU