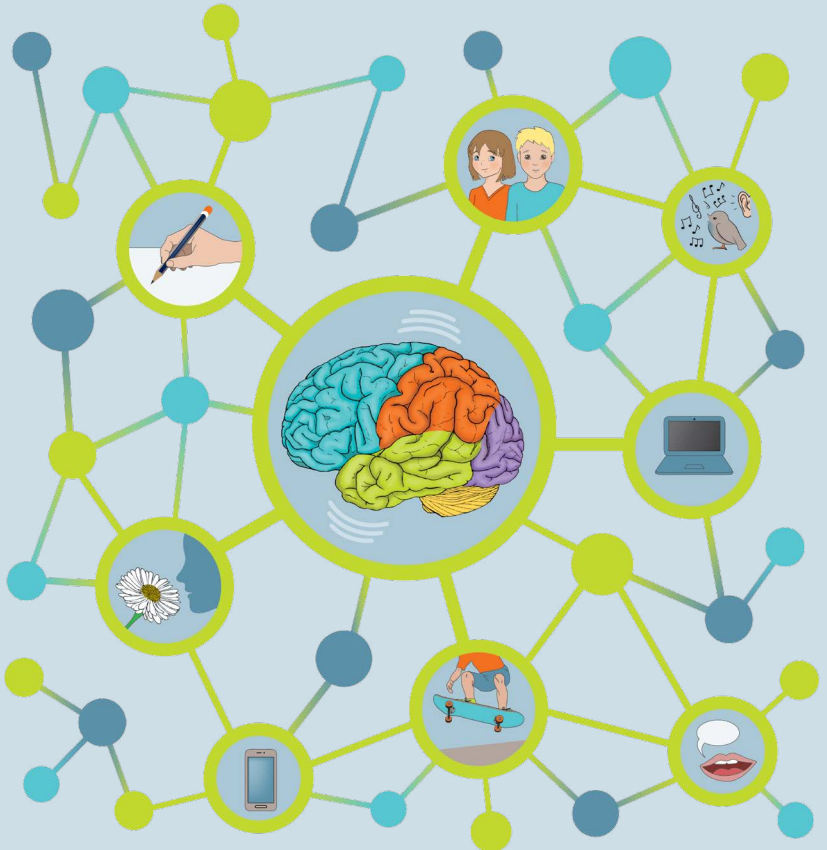


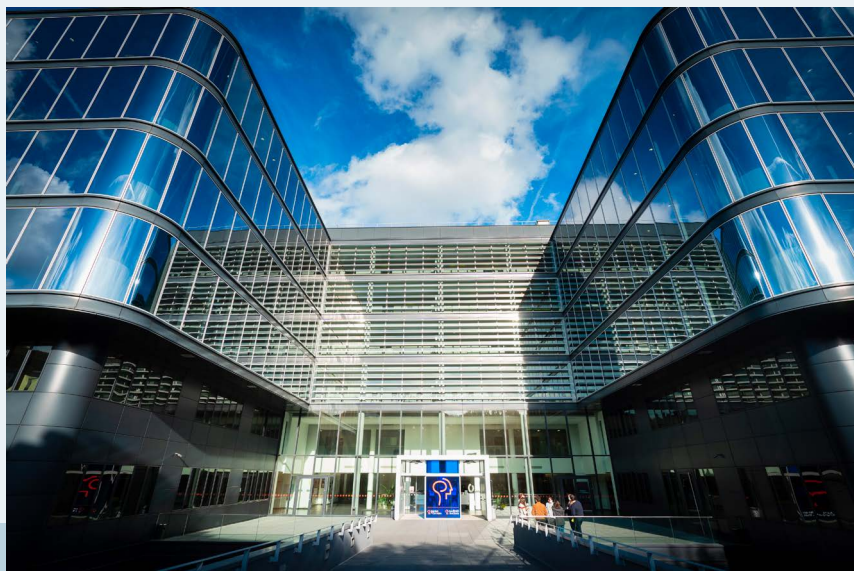
MON CERVEAU UN RÉSEAU HYPERCONNECTÉ !



L'Institut du Cerveau est un centre de recherche dédié au fonctionnement du cerveau sain et aux maladies associées (Alzheimer, Parkinson...).

Situé au cœur de l'Hôpital de la Pitié Salpêtrière à Paris, l'Institut offre un lieu privilégié de rencontres entre chercheurs, cliniciens et patients.

L'Institut accueille plus de 700 chercheurs, médecins, ingénieurs, techniciens et entrepreneurs du monde entier qui travaillent ensemble pour mieux comprendre le fonctionnement de notre cerveau, pour trouver des traitements afin de ralentir les maladies neurologiques et psychiatriques, essayer de les guérir voire prédire leur apparition.



Bonjour et bienvenue !

Parler, sentir, ressentir, lire, écrire, apprendre, marcher, rêver... Rien de tout cela ne serait possible sans ton cerveau. C'est grâce à lui que tu as conscience du monde qui t'entoure, de toi même et de tes ami.e.s avec qui tu peux interagir. C'est lui encore qui commande et contrôle tes sentiments.

Mais comment fonctionne-t-il ? Que se passe-t-il lorsque tu joues sur ta console ? Quand tu dors ? Ou quand tu apprends ton cours de mathématiques ?

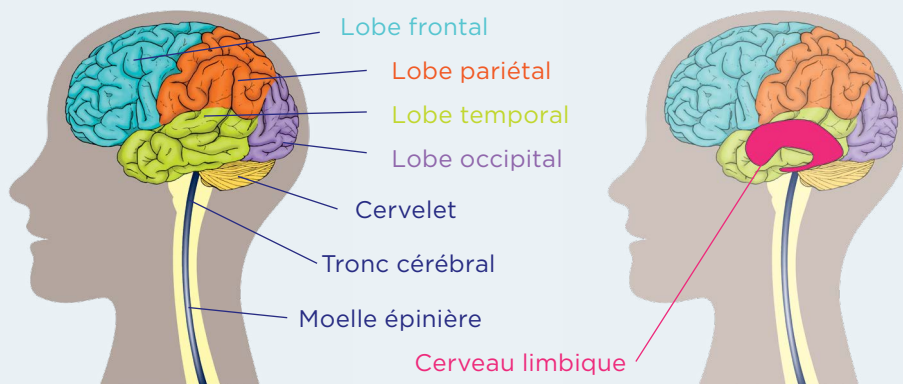
Même si le cerveau renferme les plus grands mystères, on sait aujourd'hui, grâce aux chercheurs, identifier la plupart de ses composants et comment ils fonctionnent ensemble ; c'est ce que nous te proposons de découvrir dans ce livret qui lui est entièrement dédié.

Prêt.e pour la connexion ?

L'anatomie de mon cerveau

Le cerveau humain, situé dans la boîte crânienne, pèse environ 1.3 kg et est constitué à 75% d'eau. Il consomme 15 à 20% de l'énergie produite par le corps humain, essentiellement du glucose, un sucre simple fournit par l'alimentation.

Il est composé de 2 hémisphères, chacun comprenant 6 lobes, auxquels s'ajoutent le cervelet, le tronc cérébral et en profondeur le cerveau limbique dit "émotionnel".



Chaque lobe joue un rôle prédominant dans certaines grandes fonctions générales, et reste en connexion permanente avec les autres.

De façon très simplifiée :

Lobe frontal : lieu du raisonnement, de la planification, du langage, de la coordination motrice volontaire

Lobe temporal : centre de l'audition, de la mémoire et des émotions...

Lobe pariétal : sensibilité tactile, programmation des mouvements, représentation dans l'espace...

Lobe occipital : intégration des messages visuels...

Lobe limbique : traitement des émotions, des affects et de la mémoire

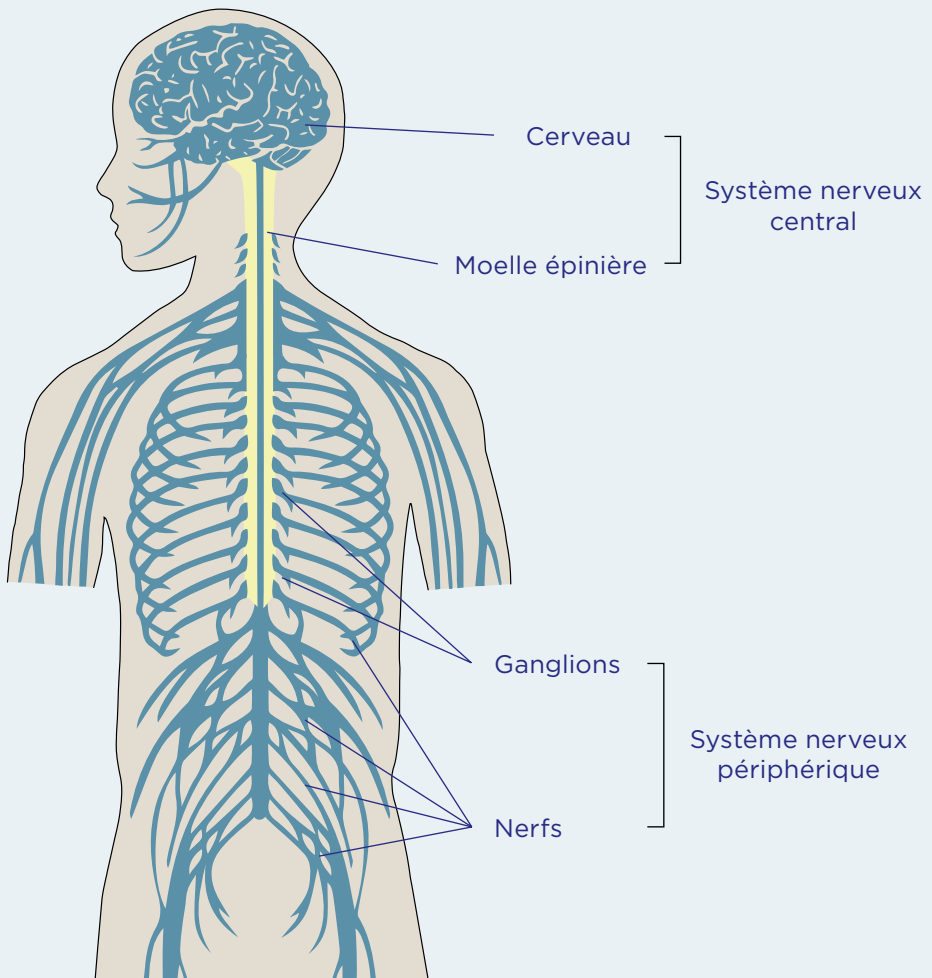
Lobe de l'insula : informations végétatives, douloureuses, olfactives et gustatives

Cervelet : contrôle de l'équilibre et de la coordination des mouvements

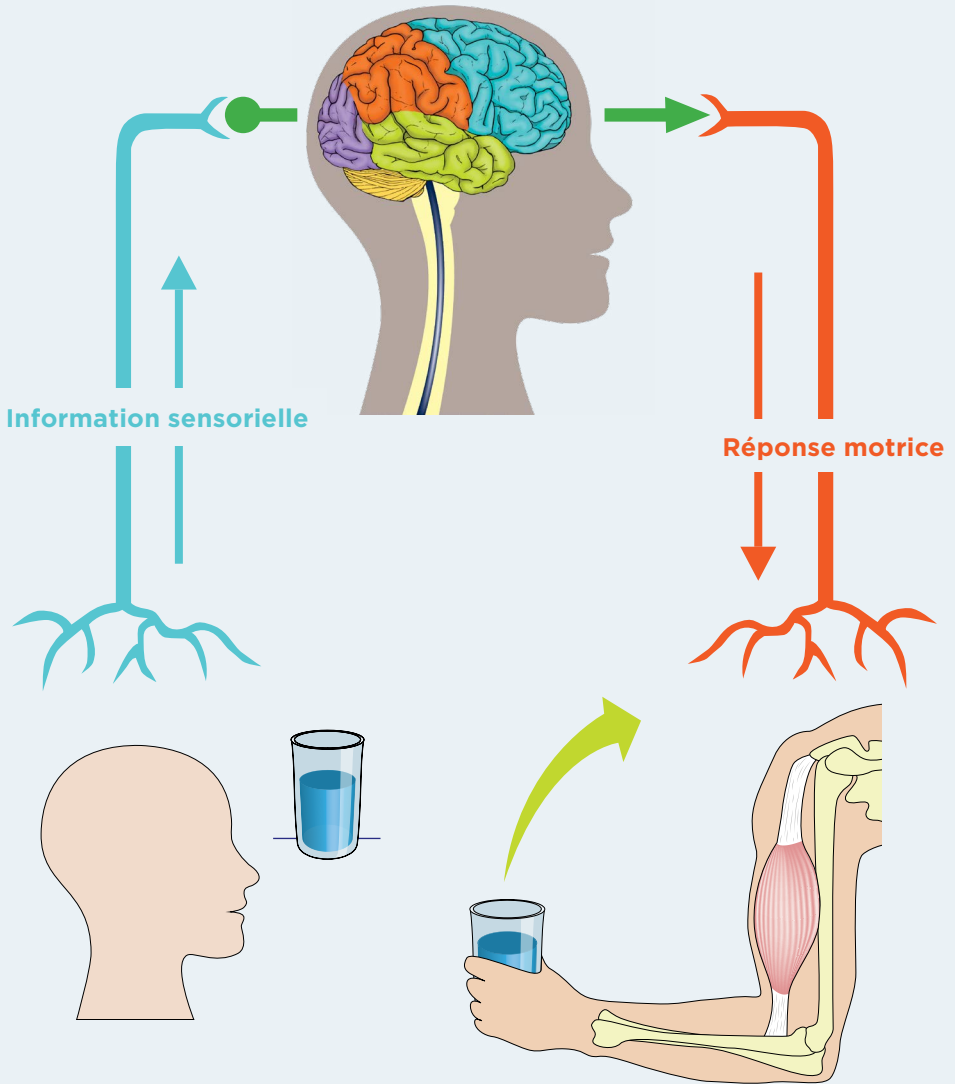
Tronc cérébral : point de passage entre les hémisphères cérébraux et la moelle épinière. Il contrôle les fonctions vitales comme la respiration, le rythme cardiaque mais aussi les mouvements de la tête et du cou, des yeux, de la langue...

Le cerveau et la moelle épinière composent ensemble le système nerveux central.

La moelle épinière, dans la continuité du cerveau via le tronc cérébral, est directement connectée aux muscles par des nerfs. Elle permet de transmettre les informations provenant du cerveau vers les muscles et les organes (informations motrices), mais aussi du corps entier (organes, muscles, peau,...) vers le cerveau (informations sensibles).



Le contrôle moteur et sensoriel



Le système nerveux central est donc le chef d'orchestre de nos mouvements, de notre perception et de l'analyse de l'environnement, de notre pensée, de notre raisonnement et de notre mémoire.

Mon cerveau en selfie !

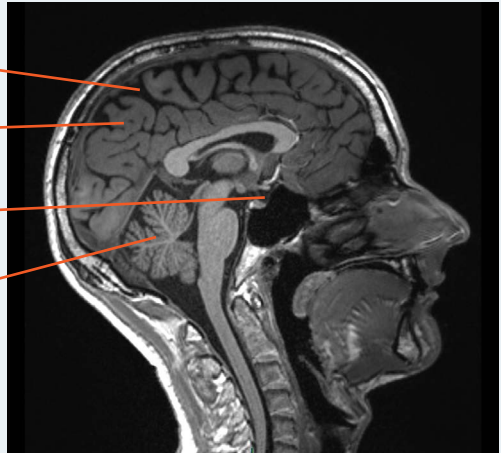
Le moyen le plus utilisé aujourd'hui pour observer le cerveau et la moelle épinière de façon non invasive est **l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)**. Cette technologie permet de voir le cerveau et la moelle épinière en 2 ou 3 dimensions. Elle repose sur la réaction des atomes d'hydrogène, présents dans les tissus à un champ magnétique intense, comme un aimant ultra-puissant. Cette réaction permet de cartographier les régions du cerveau ou de la moelle en fonction de leur densité et de leur teneur en eau.

Substance grise

Substance blanche

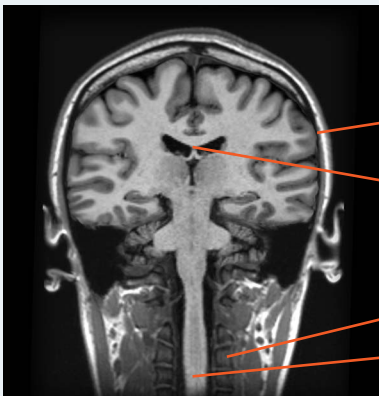
Hypothalamus

Cervelet



Vue de dos

Vue de profil



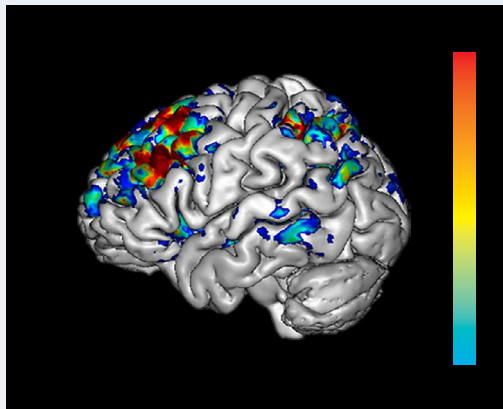
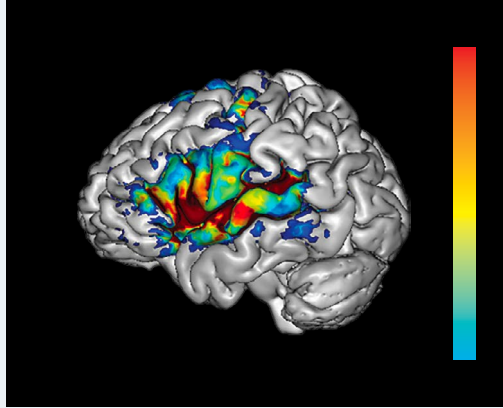
Crâne

Zone de jonction
entre les 2 hémisphères

Vertèbres cervicales

Moelle épinière

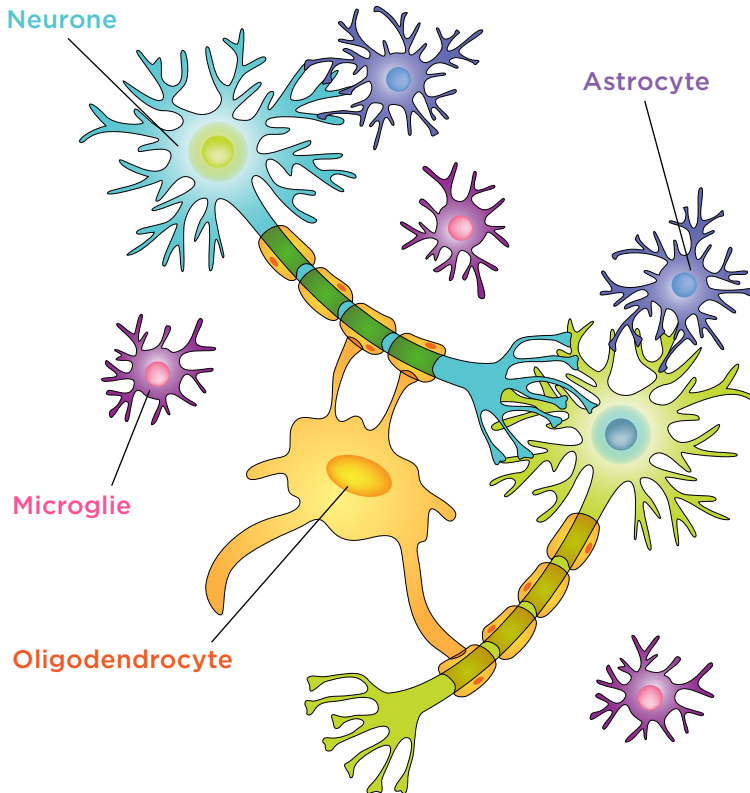
Il existe également l'IRM fonctionnelle (IRMf) qui permet de détecter l'activité des différentes régions cérébrales lors de l'exécution d'une tâche simple, par exemple bouger un doigt, ou plus complexe comme la lecture. Plus la région cérébrale apparaît en rouge, plus elle est activée.



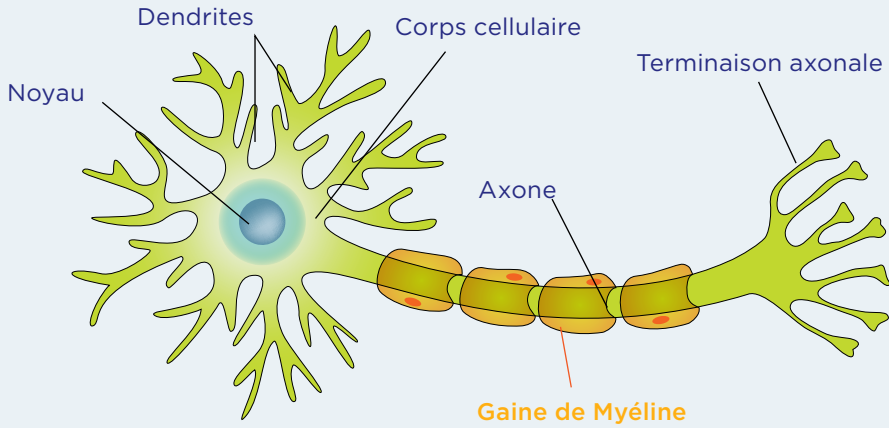
Le plus grand des réseaux sociaux : 2000 milliards de cellules qui communiquent entre elles !

100 milliards de neurones

Le cerveau humain est constitué d'environ 2000 milliards de cellules. On en distingue de 4 types : les neurones, les oligodendrocytes, les astrocytes et les cellules microgliales.

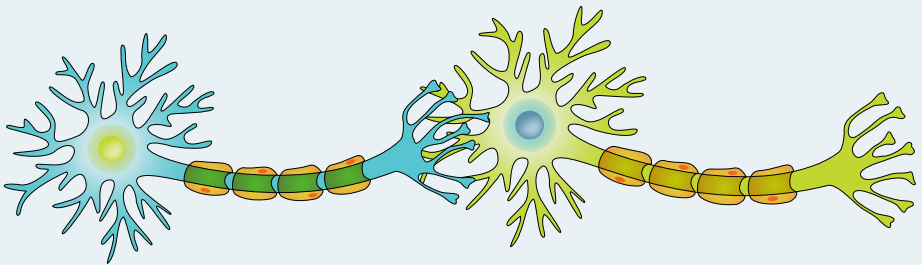


Bien qu'ils soient les plus connus, les neurones ne représentent qu'environ 10% des cellules constituant le tissu cérébral. Néanmoins c'est sur eux que reposent toutes les fonctions complexes de notre système nerveux.



Le neurone peut être décrit comme une unité de communication avec un système récepteur, les dendrites, un centre de contrôle, le corps cellulaire et enfin une partie émettrice, l'axone. C'est au niveau des dendrites que le neurone peut se connecter aux axones d'autres neurones. **Cette connexion se nomme une synapse.**

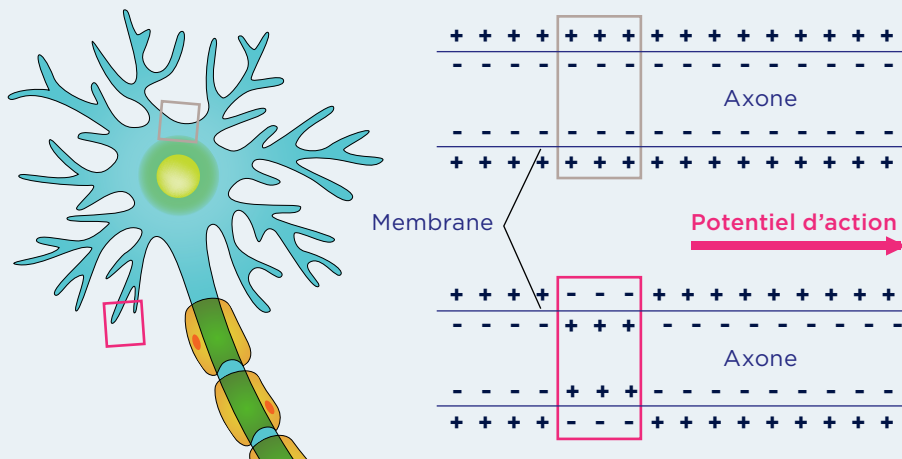
Les corps cellulaires des neurones forment la substance grise alors que les axones constituent la substance blanche.



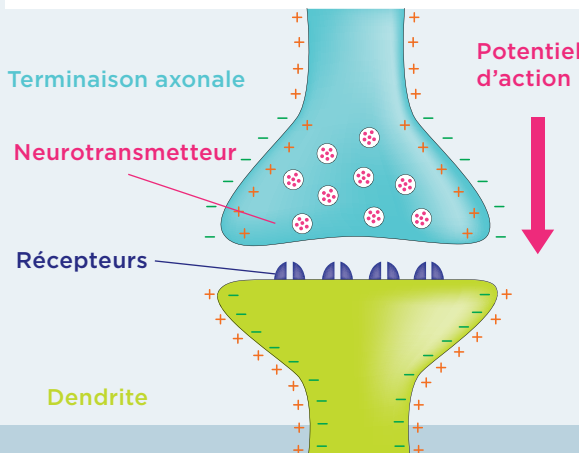
La communication dans ton cerveau

Les neurones communiquent entre eux grâce à un courant électrique, le potentiel d'action qui se propage le long de l'axone et se transforme en message moléculaire au niveau de la synapse.

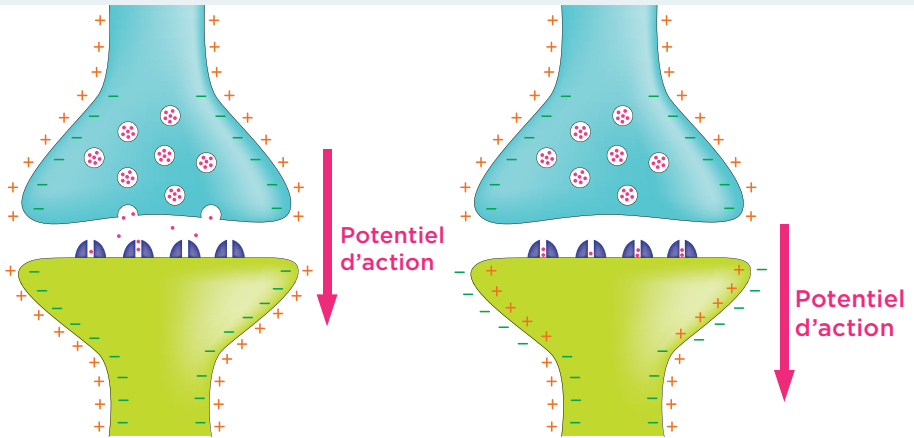
Lorsque le neurone est activé, soit par un « ordre » reçu du cerveau, soit par un stimulus périphérique (une blessure, un son, une odeur...), un échange d'ions sodium et potassium entre l'intérieur et l'extérieur du neurone provoque un changement de polarité de l'axone qui crée alors un courant électrique, le potentiel d'action. Ce dernier se propage le long de l'axone jusqu'aux terminaisons où il est transmis aux autres neurones connectés via la synapse.



La synapse permet au potentiel d'action aussi appelé **influx nerveux** de passer de neurone en neurone. Chaque neurone peut former des synapses avec plusieurs milliers d'autres neurones.

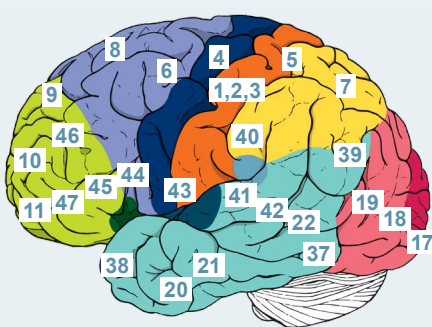


Le passage de l'influx nerveux se fait grâce aux neurotransmetteurs, des molécules produites par le neurone lui-même, qui sont libérées à l'extrémité de la terminaison nerveuse et captées par des récepteurs ancrés dans les dendrites.

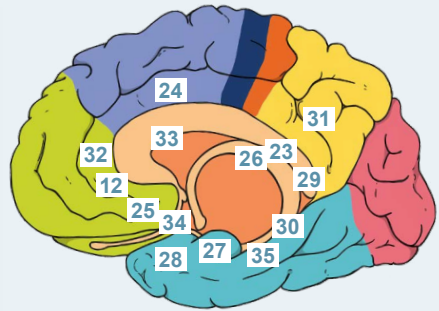


Lorsqu'un neurotransmetteur s'accroche à son récepteur, il déclenche un changement de polarisation sur la dendrite et donc un potentiel d'action qui se propage à l'axone.

Les neurones intermédiaires entre le premier neurone du réseau et le dernier sont appelés **les interneurones**. Le cerveau est structuré en grandes aires, selon les réseaux de neurones, qui ont chacune une ou plusieurs fonctions spécifiques.



Vue latérale

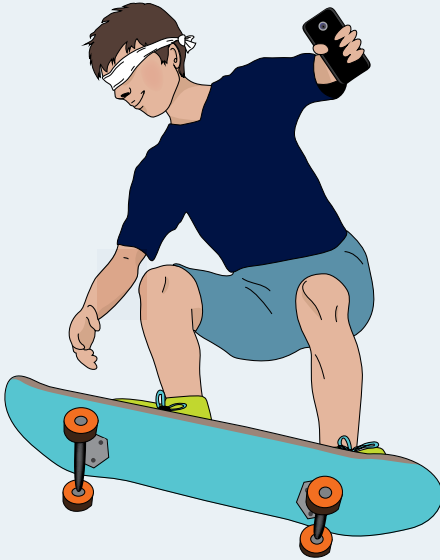


Coupe sagittale

1-3 Sensibilité - 4 Motricité - 5 Touché - 6,9-12 Programmation des mouvements - 7-8 Mouvements oculaires / Perception - 13-16 Contrôle végétatif 17 Vision - 18-19 Intégration des informations visuelles - 20-21 Intégration des formes - 22,41,42 Audition - 23-27 Émotions / Mémoire - 29-31 Émotions - 37,39,40 Perception / Vision / Lecture / Langage - 43 - Goût - 44 Langage / Planification du mouvement - 45-47 Planification / Raisonement

A quel âge mon cerveau est-il mature ?

On considère que le cerveau atteint sa maturité vers 20 ans, âge jusqu'auquel les connexions entre les différentes parties du cerveau se mettent en place ou disparaissent sous l'effet de facteurs génétiques, de l'apprentissage et des expériences vécues. Il reste bien entendu dynamique tout au long de notre vie pour intégrer nos apprentissages et expériences de vie ; c'est ce que l'on appelle **la plasticité cérébrale**.



Le cortex pré-frontal, essentiel à la planification des tâches, au contrôle des comportements à risque ou encore à la compréhension des autres et de leurs émotions, est en plein développement durant l'adolescence.

« Tu fais n'importe quoi, tu es totalement inconscient des dangers ! »

Au moment de l'adolescence, on observe une hyperexcitabilité du système limbique, partie du cerveau associée aux émotions et à la récompense. Entre 12 et 19 ans, ce système augmente le plaisir, donc la récompense associée à la prise de risque. D'autre part, le cortex préfrontal, qui régule le système limbique, est encore immature et ne joue pas encore totalement son rôle de contrôle de l'impulsivité. Il en résulte une prise de risque plus élevée !

Attention, ce n'est pas une excuse pour prendre des risques !!!

L'anatomie de mon cerveau

Respiration, rythme cardiaque, c'est lui !

« La régulation de la température corporelle »



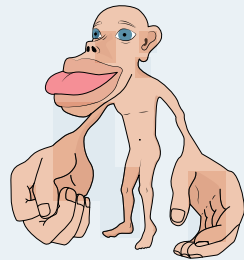
La température de notre corps est transmise via les voies sensibles, de la peau vers la moelle épinière puis à l'hypothalamus, qui joue un rôle de thermostat. C'est dans cette partie du cerveau que sont déclenchées les réponses adaptées pour maintenir le corps à une bonne température.

Ces réponses comprennent des « ordres » moteurs volontaires comme s'habiller, mais également des réflexes dirigés par le système nerveux autonome comme l'augmentation de la production de sucre ou une contraction des poils qui vont constituer une couche d'air isolante.

Notre cerveau assure notre survie, indépendamment de notre conscience et de notre volonté. Il commande notamment le système nerveux autonome ou végétatif. Ce réseau comprend des neurones connectés aux organes (cœur, tube digestif, peau,...) et fait partie du système nerveux périphérique. Le rythme cardiaque, la respiration sont par exemple commandés par des neurones issus du tronc cérébral.

Mes mouvements, c'est lui aussi !

Les commandes de chaque muscle du corps sont issues de l'aire motrice primaire. Lorsque nous décidons de faire un geste, certains muscles nécessitent plus de commandes que d'autres. Cette proportion de contrôle moteur nécessaire pour bouger chaque partie de notre corps peut être représentée par un bonhomme appelé **l'homonculus**. Les muscles de la bouche et des mains demandent par exemple beaucoup plus de commandes par le cerveau pour être bougés que les muscles du dos.

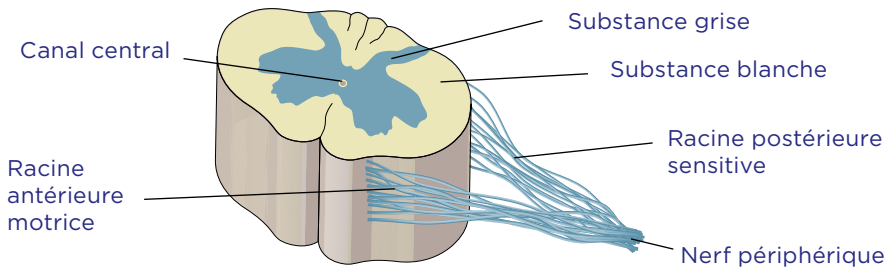


1900 milliards de cellules au service des neurones !

En ce qui concerne les autres cellules du système nerveux central, on retrouve :

- ▶ Les oligodendrocytes qui ont pour rôle d'enrober les axones d'une couche protectrice la myéline. Chaque oligodendrocyte peut myéliniser jusqu'à 50 axones en même temps. La présence de myéline augmente la vitesse de propagation de l'influx nerveux qui peut aller jusqu'à 100m/s, contre 3m/s sur les axones nus.
- ▶ Les astrocytes qui contribuent à la production des neurotransmetteurs et fournissent l'énergie aux neurones par l'apport de sucres et de lipides. Ils sont des transporteurs d'énergie et d'oxygène entre les vaisseaux sanguins et les neurones.
- ▶ Les cellules microgliales, les cellules de défense du système nerveux central. Elles protègent le cerveau et la moelle épinière contre l'invasion de bactéries ou de virus et peuvent en cas de danger alerter les cellules immunitaires circulantes du sang.

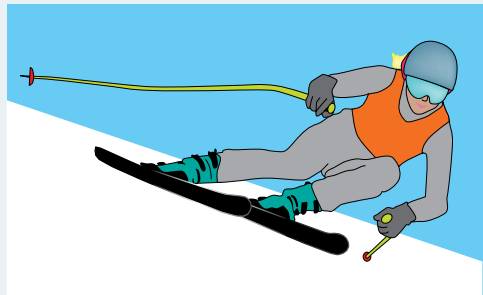
C'est par la moelle épinière que passent tous les neurones moteurs et sensitifs qui partent ou arrivent au cerveau. À chaque étage, les racines des nerfs entrent ou sortent par les « trous de conjugaison ».



L'entraînement sportif mental

Nous avons tous déjà vu un sportif, un skieur ou un pilote automobile faire « dans sa tête » tous les mouvements qu'il devra effectuer durant la course en se remémorant le parcours. Cet entraînement mental permet une activation de l'aire motrice primaire puis des aires impliquées dans l'élaboration de programmes.

Dans un second temps, ce sont des régions cérébrales plus profondes comme les ganglions de la base qui sont mises en jeu pour transformer ces programmes moteurs en mouvements automatiques.



Le geste est un ensemble complexe de tâches faciles, c'est pourquoi d'autres régions cérébrales interviennent dans le contrôle moteur. Certaines tâches compliquées demandent un apprentissage, pour ensuite devenir automatiques, comme par exemple faire du vélo. Les ganglions de la base situés au milieu du cerveau jouent un rôle important pour élaborer puis stocker des programmes moteurs.

Le cervelet joue également un rôle essentiel dans la réalisation de mouvements complexes en activant les muscles « opposés » pour arrêter le mouvement au bon moment.

Si j'aime les hamburgers, le Rap ou le jazz et l'odeur du monoï, c'est grâce à lui !

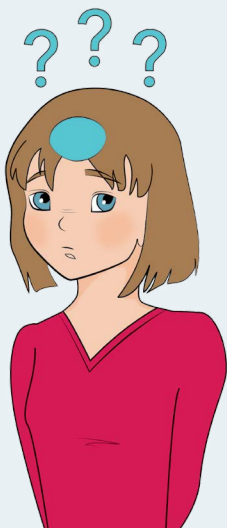
Si les messages moteurs partent du cerveau, de nombreux messages sensoriels convergent vers lui pour l'informer en permanence des informations extérieures.

Les organes récepteurs (la peau, l'oeil ou l'oreille) transforment un signal extérieur en potentiel d'action qui est dirigé vers le cerveau via la moelle épinière. Nous possédons près de 141 millions de récepteurs. La grande majorité sont visuels, mais 5 millions sont dédiés à l'odorat, 700.000 au toucher et seulement 30.000 à l'ouïe.

Les récepteurs du toucher, dits récepteurs de la sensibilité sont situés dans la peau et sont par exemple à l'origine de la douleur ressentie lors d'une coupure ou d'une brûlure. Le processus de retirer la main d'une source de chaleur par exemple, est lui commandé par le système moteur suite à l'information de douleur venue de la périphérie.

Pourquoi je ris ? Pourquoi je pleure ? Pourquoi j'aime ? Ou je n'aime pas ?

« Tu ne fais pas attention aux autres ! »



Nos émotions sont initiées et contrôlées par des régions spécifiques de notre cerveau en fonction des signaux reçus de notre environnement. Nous réagissons en particulier à l'attitude des personnes qui nous entourent.

Chez les adolescents, le cortex préfrontal est encore en développement. Or il s'agit de la principale région régulant la compréhension du comportement social et la faculté de déchiffrer les émotions ressenties par les autres. Elle est donc très fortement associée à l'empathie. Le processus de maturation de cette aire cérébrale s'inscrit dans une période cruciale, entre 12 et 19 ans, au cours de laquelle l'apprentissage des relations sociales est le plus efficace.

C'est donc le bon moment pour toi d'apprendre grâce aux autres !

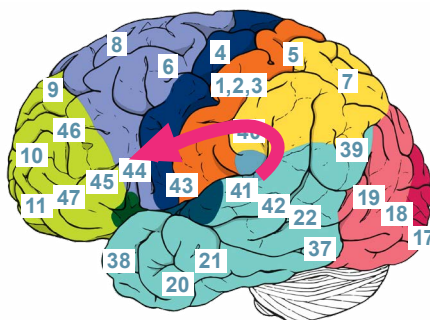
Notre cerveau contrôle notre comportement en société, notre capacité à communiquer, à juger, à nous contrôler et à nous mettre à la place des autres. Ces fonctions sont essentiellement contrôlées par le cortex frontal.

Le cerveau est également à l'origine de nos désirs, de nos motivations et de nos pensées.

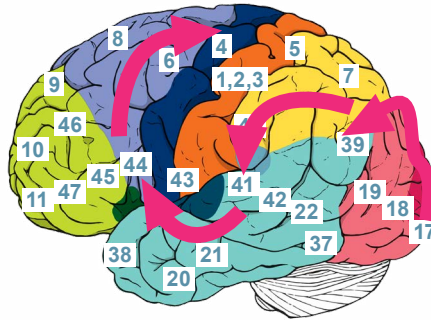
Nos émotions sont très directement associées à nos relations avec le monde extérieur et avec les autres. **L'amygdale**, une petite région en forme d'amande, est le centre de contrôle de nos émotions. L'amygdale est connectée à toutes les aires sensorielles, à la région préfrontale et à l'hippocampe, une structure cérébrale jouant un rôle crucial dans la mémoire et la navigation dans l'espace.

Cette structure cérébrale joue un rôle important lorsque nous tombons amoureux. Lorsque nous rencontrons quelqu'un pour qui nous avons une soudaine empathie, c'est-à-dire que nous comprenons ce qu'il ou elle ressent, ces informations sont véhiculées dans notre cerveau par le biais des récepteurs visuels, sonores, tactiles, etc.

Si j'ai pu lire et comprendre ce livret, c'est grâce aux connexions de nombreuses aires de mon cerveau entre elles !



L'homme semble capable de différencier de façon innée, c'est-à-dire sans l'avoir appris, un son représentant un mot d'un bruit d'une autre nature. Le traitement du langage intervient principalement dans 2 aires connectées entre elles. Les mots sont compris et décodés dans l'aire de WERNICKE (41) puis produits dans l'aire de Broca (44).



LA LECTURE

Pour la lecture, le mot lu est d'abord vu comme un motif graphique grâce au cortex visuel primaire (17). Puis l'information est transmise au gyrus angulaire (39) qui aide à déchiffrer la structure orthographique du mot. L'information chemine ensuite vers l'aire de WERNICKE (41) où la relation entre le mot et le son associé est faite. Puis les informations transitent vers l'aire de BROCA (44). Si tu as l'intention de lire à voix haute, alors l'information complexe arrivée dans l'aire de BROCA est transférée au CORTEX MOTEUR (4) qui par signaux va activer les muscles de la bouche et du larynx.

Maintenant que tu es bien informé.e sur les incroyables mécanismes et performances de ton cerveau, fais-en bon usage !

Conseils pour un cerveau en bonne santé

Pour que ta matière grise soit au mieux de sa forme, voici quelques recommandations des chercheurs de l'Institut :

- ▶ Dormir suffisamment
- ▶ Avoir une vie saine, sans excès !
- ▶ Avoir des activités culturelles, sportives, artistiques, rencontrer de nouvelles personnes
- ▶ Ne pas abuser des jeux vidéos et de ton téléphone portable

Pour préserver ton cerveau, utilise-le sans limite !

NOTES

A series of 20 horizontal dotted lines, evenly spaced, intended for writing notes. The lines are light blue and extend across most of the width of the page.

NOTES

A series of 25 horizontal dotted lines, evenly spaced, filling the page below the title. Each line consists of small, light blue dots.



Pour permettre la réalisation des programmes de recherche innovants, financer des équipes de recherche, recruter des chercheurs du monde entier sur des critères d'excellence et poursuivre les investissements performants, l'Institut a besoin de donateurs et de mécènes.

S'engager avec l'Institut du Cerveau, c'est agir concrètement pour le mieux-être présent et à venir de millions de femmes et d'hommes dans le monde.

Pour permettre aux chercheurs d'avancer dans leurs travaux et pour donner un réel espoir aux patients, il est important de pouvoir compter sur la mobilisation de chacun.

CHERCHER, TROUVER, GUERIR, POUR VOUS ET AVEC VOUS.

<https://icm-institute.org/fr/juniors/>

Suivez-nous sur les réseaux sociaux

