

- Le cerveau

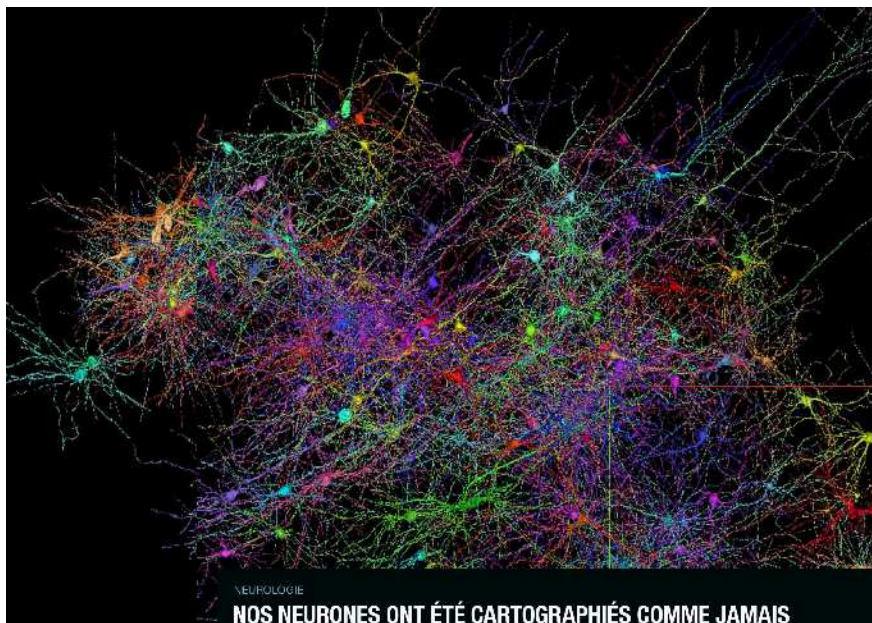
Le cerveau est le siège de la pensée et de la conscience, c'est une banque d'informations alimentée par nos sens, c'est le chef d'orchestre.

Nous dominons le monde, non pas en utilisant notre force ou notre vitesse mais en développant cet organe très spécial. Ses capacités sont quasiment infinies.

Grâce à la parole et aux mathématiques, nous sommes parvenus à penser de manière abstraite.

A première vue, le pouvoir du cerveau n'est pas évident à saisir. Ressemblant à une énorme noix, cet organe gélatineux est fait d'un kilo et demi de tissus aqueux, de 78 % d'eau, de 10 % de graisse et de 160 000 km de vaisseaux sanguins !

Tout le secret du cerveau se trouve dans ses milliards de neurones microscopiques.



Quand nous réfléchissons, mais aussi quand nous agissons, d'infimes signaux électriques passent entre les nerfs du cerveau à la vitesse de l'éclair, tout comme les courants électriques qui passent dans les minuscules transistors d'une puce électronique.

Un réseau de vaisseaux sanguins apporte aussi l'oxygène et le sucre, les combustibles dont a besoin le cerveau. Toutes les minutes, un demi-litre de sang traverse le cerveau. Il doit être irrigué par le sang en permanence. Les nerfs meurent vite s'ils manquent d'oxygène.



Comme un ordinateur, son centre nerveux se raccorde à un réseau plus large. L'énergie électrique transmet sans cesse des signaux le long de la moelle épinière en provenance et à destination du cerveau.

Mais en gros plan, les neurones sont très différents des fils électriques.

Les signaux doivent passer par de nombreuses connexions créant des milliers d'itinéraires différents, les neurones peuvent se connecter à leurs voisins, créant ainsi de nouveaux itinéraires ou en supprimant d'autres qui ne sont pas utilisés.

C'est la grande différence avec les courants électriques programmés par ordinateur qui, eux, ne peuvent pas décider de créer ou de détruire.

Le système nerveux est l'une des premières parties du corps à se former. Trois semaines seulement après la fécondation de l'ovule, certaines cellules gonflent, formant le cerveau et la moelle épinière. En deux mois, le système nerveux se développe à une vitesse incroyable, le cerveau y fabrique 250 000 nerfs par minute !



Pendant les 4 premiers mois de la grossesse, le cerveau du bébé fabrique tous les neurones qu'il possédera de façon définitive.

Au même moment, les os commencent à se former, ils protègent le fragile réseau de nerfs.

Cinq mois avant la naissance, il existe déjà 14 milliards de neurones.

A la naissance, dans la tête de bébé, il y a 100 milliards de neurones, autant qu'à l'âge adulte.



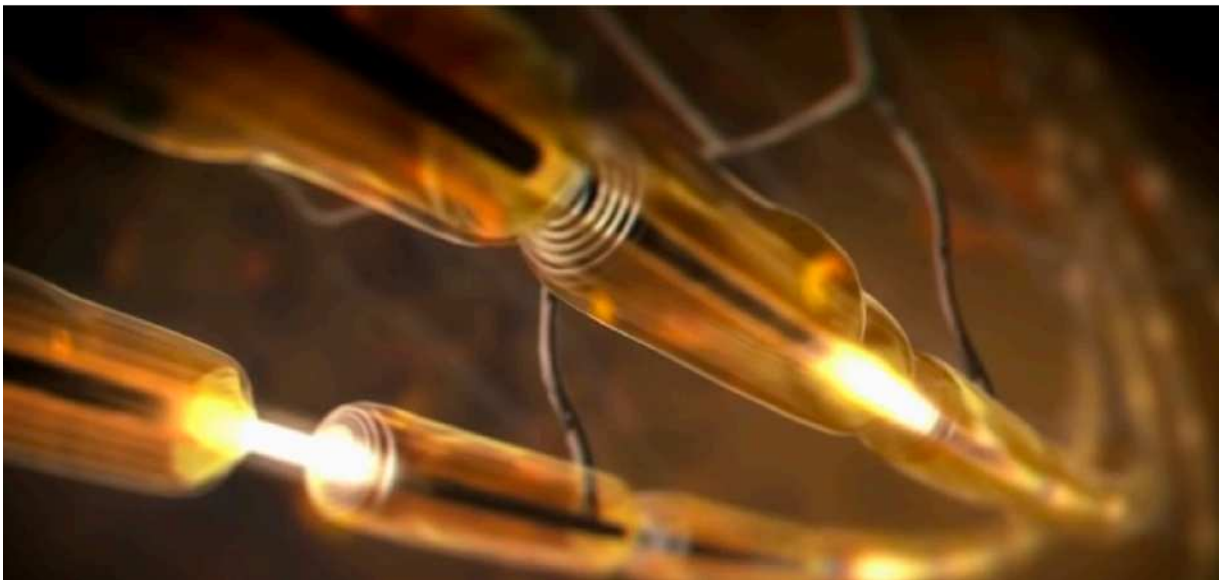
Pourtant, il manque des connexions vitales entre ces cellules.

A la différence des animaux, le cerveau d'un nouveau-né a encore beaucoup de chemin à faire avant d'atteindre son état définitif. Le système électrique du cerveau va se façonner avec l'expérience et aussi par la transmission, grâce aux plus anciens, de siècles de connaissances dont ils ont eux-mêmes hérités.

Avant même notre naissance, le cerveau est déjà d'une complexité extrême mais tous ses neurones ne sont pas utilisés. Notre développement passe par la perte de neurones, les cellules nerveuses meurent continuellement, c'est la mort de neurones non indispensables à une fonction déterminée, c'est une étape du processus de développement du cerveau : pas de contact équivaut à une mort certaine.

Grâce à des signaux émis par les yeux, les oreilles, les mains, les pieds, la bouche, le cerveau commence à coordonner les mouvements de ce jeune corps. Les connexions se développent, l'architecture du cerveau se met en place.

A l'adolescence, la vitesse de transmission passe au haut débit.



Sous l'effet des hormones sexuelles qui déferlent en masse au moment de la puberté, deux zones du cerveau entrent en conflit.



Entre le cortex préfrontal qui régit nos prises de décisions (bleu) et le système limbique (jaune), siège des émotions, les connexions ne cessent de se faire et se défaire d'où une grande instabilité émotionnelle.

Ce n'est qu'entre 18 et 25 ans que le cortex préfrontal mûrit. Raison et réflexion prennent le pas sur les émotions et à 25 ans, notre cerveau est adulte.

Quand nous approfondissons nos connaissances, nous modifions la structure du cerveau. Toutes les régions du cerveau sont connectées entre elles par ses faisceaux de nerfs qui s'entrecroisent comme des lignes téléphoniques.



A chaque fois que nous répétons un geste ou un mot, la connexion nerveuse utilisée se renforce. Plus nous apprenons de nouvelles choses et de nouvelles techniques, plus nous entretenons les connexions du cerveau.

Le cerveau humain a atteint sa complexité, ses capacités et sa grandeur actuelle, il y a 30 000 ans seulement. En quelques millions d'années, le nombre de neurones du cerveau a incroyablement augmenté.

Aussi celui-ci risquait de devenir trop gros pour le crâne. Mais il fut sauvé par une forme idéale. Comme une feuille de papier, le cortex s'est froissé, créant des plis.



Si nous étalions tous ses plis, le **cortex** serait aussi grand qu'un oreiller.

Les cellules que nous utilisons pour penser se trouvent à la surface du cerveau : le **néocortex**. C'est une zone du cerveau des mammifères qui correspond à la couche externe des hémisphères cérébraux. Il fait partie du cortex cérébral. Il est constitué de six couches distinctes avec différents types de neurones et est impliqué dans les fonctions cognitives dites supérieures comme les perceptions sensorielles, les commandes motrices volontaires, le raisonnement spatial, la conscience ou encore le langage. Les études d'anatomie comparée ont démontré que le néocortex est une évolution récente du cerveau, il s'est développé après et sur les autres couches du cortex.

Le cortex est constitué de deux hémisphères distincts. Un hémisphère cérébral traite les informations sensorielles et motrices de la partie du corps située au côté opposé.

Le système nerveux représente un système biologique formé par un réseau de zones de matière grise interconnectées par des faisceaux de matière blanche.

Les deux hémisphères interprètent les choses différemment.

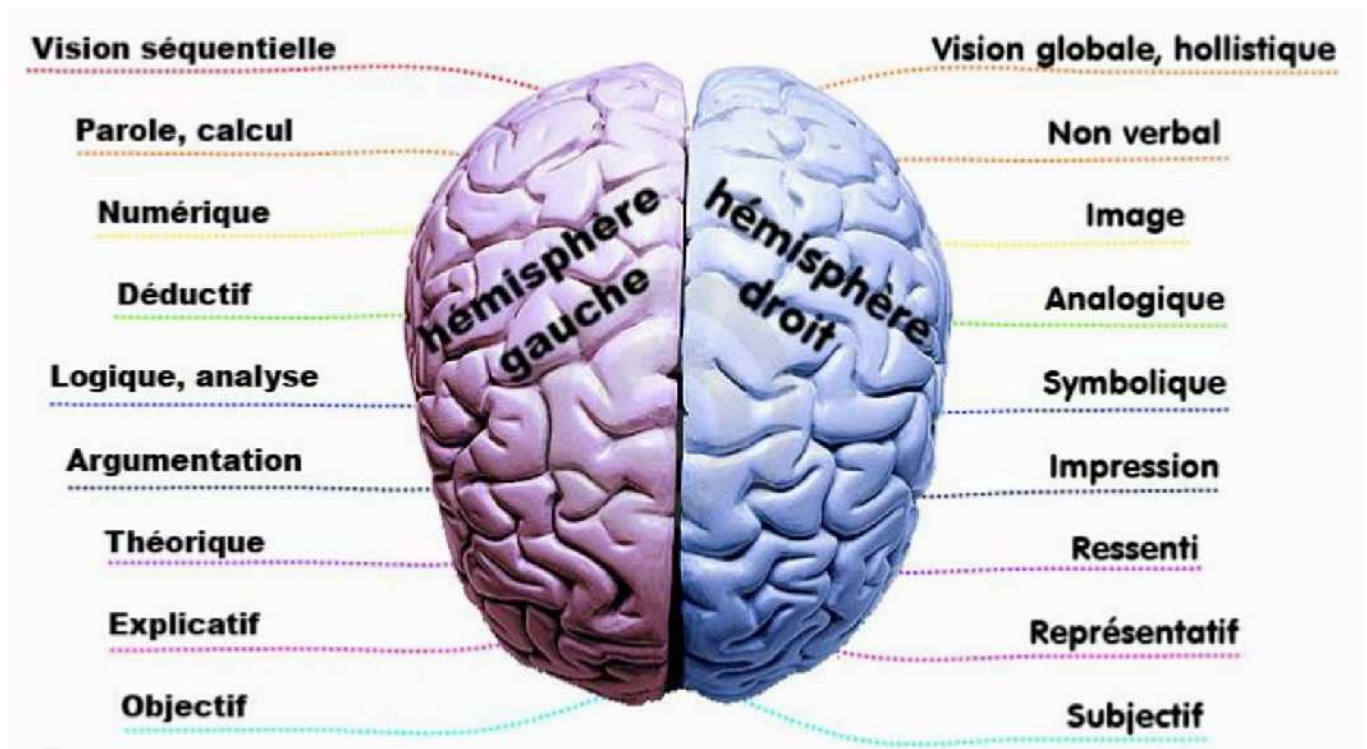
L'hémisphère gauche est la région de **la parole**.

L'hémisphère droit est celui des **images et des sentiments**.

Les nerfs échangent des informations par l'intermédiaire d'une large bande située à la base du cerveau.



Chaque point de l'hémisphère droit est relié à un autre point strictement semblable dans l'hémisphère gauche.

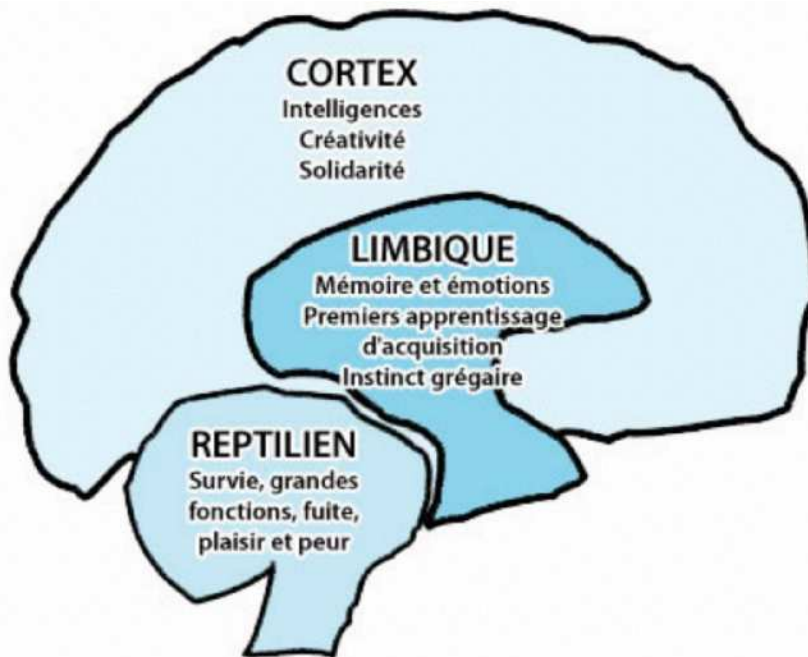


Si le **mot** « eau » apparaît dans l'hémisphère gauche, l'hémisphère droit reçoit l'**image** de l'eau au même moment. Pour empêcher tout conflit dans le cerveau, très souvent c'est l'hémisphère gauche qui prend la décision finale.

En ce qui concerne les muscles, chaque hémisphère contrôle un côté du corps mais les systèmes de commandes s'entrecroisent. Pour contrôler nos muscles, nous dépendons de nos organes sensoriels. Chacun d'entre eux est relié à une région bien définie du cortex.

Ces circuits inconscients qui contrôlent nos sens restent encore inexplorés. Nous ne comprenons pas comment le cortex transmet à nos sens des réponses qu'il a reçues des différentes régions du cerveau pour créer une image du monde qui nous entoure.

Le cerveau est le résultat de millions d'années d'évolution. Les étapes de son développement en sont la preuve. Au fur et à mesure de nos apprentissages, il est passé du cerveau reptilien assurant notre survie, au cerveau du mammifère nous permettant d'agir, de ressentir et de créer des souvenirs, pour enfin ajouter via le néocortex, le raisonnement, la culture et la conscience.



Le **cerveau reptilien** est le plus ancien.

Il est le cerveau de l'instinct de survie et de conservation et il est apparu il y a 400 à 600 millions d'années. Il est le centre de nos fonctions primaires et fondamentales : contrôle moteur, respiration, alimentation, fréquence cardiaque, température corporelle, mais aussi, attention, peur, combat...

Son petit défaut ? Son fonctionnement est binaire : pour le cerveau reptilien c'est oui ou c'est non, c'est tout ou ce n'est rien. Il a donc tendance à être impulsif et déteste le changement.

Le **cerveau limbique**, est celui de l'émotionnel.

Après le reptile, vient le mammifère et justement, le cerveau limbique est apparu il y a 60 millions d'années, à l'arrivée des premiers mammifères. Ce cerveau est le centre des émotions, de la décision, de la mémoire à long terme et de la motivation, du plaisir ou déplaisir, des réussites ou échecs... Faites vivre à différentes personnes le même événement et leur réaction sera différente : c'est le résultat de l'apprentissage du cerveau limbique.

Son petit défaut ? S'il est le siège de nos émotions, c'est aussi celui de nos jugements de valeurs inconscients...

Le cerveau limbique comprend l'hippocampe, l'amygdale et l'hypothalamus (principalement).

Le **cerveau néocortex**, le plus récent, est celui de la raison.

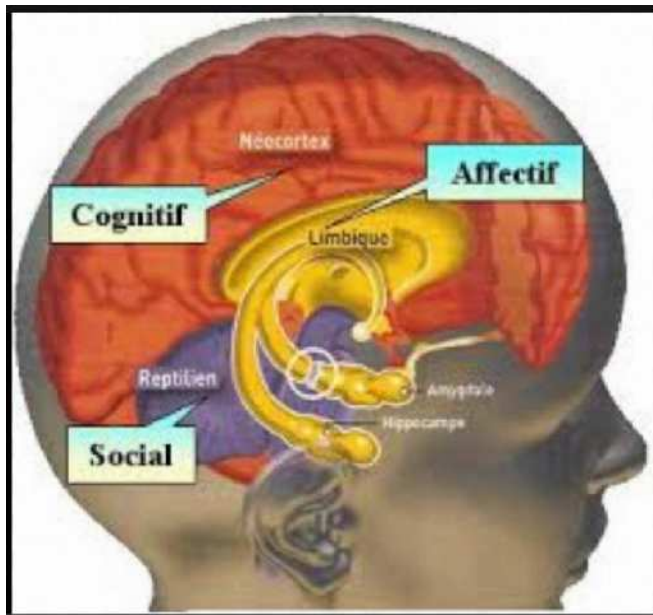
Le néocortex est uniquement présent chez l'homme et chez une partie des mammifères comme les chimpanzés, les dauphins... C'est le cerveau de la raison, de la logique, de la parole et de notre conscience.

Ce cerveau est donc celui de notre capacité à faire face à des problèmes et à les résoudre : rationalité, curiosité, créativité...

Son petit défaut ? Le mental prenant une place de plus en plus importante dans nos fonctionnements et dans notre société, son exacerbation met en sourdine nos émotions et notre instinct primaire qui ont pourtant besoin de s'exprimer... L'anxiété, l'alimentation émotionnelle

ou la ruminantion mentale peuvent, par exemple, être le résultat d'un néocortex sur-sollicité et d'un émotionnel étouffé.

Quatre aires composent le cerveau néocortex : lobe frontal, pariétal, occipital et temporal.



Pour réaliser la plupart des choses que nous entreprenons, nous nous servons de presque toutes les régions du cerveau, même quand il s'agit simplement de répondre à une question. Nous devons écouter les mots, les comprendre, les enregistrer puis donner la réponse. Le cerveau est sélectif et choisit ce qui lui paraît important. Il emmagasine l'information en deux étapes : tout d'abord dans sa mémoire à court terme mais elle disparaîtra rapidement sauf si elle est enregistrée par la mémoire à long terme. Pour se souvenir de ce qu'on a appris, le cerveau doit en permanence créer de nouvelles connexions entre les nerfs. La vraie structure du cerveau se modifie légèrement à chaque fois que nous transmettons quelque chose de nouveau à notre mémoire à long terme. De nouvelles connexions s'opèrent dans le cerveau. Mais comment parvenons-nous, sur commande, à nous rappeler ce qui a été mémorisé reste encore un mystère.

À l'aide des dernières recherches en neurosciences, on sait que notre cerveau fait des erreurs et c'est dans son principe de fonctionnement. Nous, les humains, commettons tous des erreurs, des bugs, et c'est notre meilleure façon d'apprendre. L'apprentissage par l'erreur est très efficace. Nous naissons avec un potentiel et c'est le « frottement avec autrui » et l'environnement qui va permettre un câblage plus ou moins puissant. Quel que soit notre âge, les connexions se modifient.

Notre cerveau génère 100 millions de milliards de signaux électriques par seconde (10 puissances 17) de jour et de nuit !

Il est démontré que nous faisons tous, de deux à cinq erreurs par heure, ce qui peut sembler énorme, mais c'est vraiment peu en regard de la masse d'informations que le cerveau traite. Renverser quelque chose, oublier, se tromper d'itinéraire...

En situation habituelle, le cerveau gère l'activité en mode de pilotage automatique avec un nombre d'erreurs qui peut augmenter. Il est nommé « le subconscient ». Il y a un autre centre qui est dédié à des activités nouvelles et que l'on appelle « le conscient ».

Selon les spécialistes en neurobiologie du comportement, chacun possède un décodeur unique : « Le cerveau, dans une boîte crânienne reçoit des influx nerveux : pas d'images, pas de sons, pas de couleurs, pas d'odeurs... Ces influx sont décodés par notre mémoire, la façon émotionnelle dont on a vécu auparavant, et forment notre câblage et notre perception de la réalité. La façon d'interpréter une même réalité est différente selon la personnalité de chacun.

Lorsque l'on communique, on retient 20% de ce qui est dit et 80% de non verbal. En mode virtuel, nous avons moins de paramètres et nous perdons une énorme proportion du message.

Il n'y a aucune réalité qui arrive à notre cerveau : tout est interprétation ».

Mémoriser permet à de nouvelles connexions de neurones d'apparaître.

La mémoire à court terme est comme la mémoire vive d'un PC qui nous permet de garder le fil de l'action.

La mémoire à long terme est une mémoire de stockage de souvenirs qui crée notre décodeur de la réalité. Les deux ne sont pas situées dans les mêmes régions cérébrales.

Pour mémoriser, il faut sept ingrédients, tous nécessaires : la motivation, l'entraînement, la santé physique et mentale, les stratégies de mémorisation efficaces, la compréhension, les émotions, l'attention et la concentration.

« C'est pourquoi, pour les enfants qui ont des capacités d'attention plus ou moins importante, il faut donner des temps « acceptables » et concrets : dix minutes d'étude, cinq minutes de détente.

Et rendre les études ludiques : dessiner, mettre en scène, susciter du plaisir et de l'intérêt.

Plus on apprend lorsque l'on est un enfant, plus le réseau de neurones devient dense.

De plus, les cycles veille/sommeil sont fondamentaux et permettent l'équilibre des

neurotransmetteurs et des hormones dans le cerveau. Il y a des sortes de jauges dans le cerveau.

En cas de fatigue, toute l'énergie est consommée pour maintenir les fonctions de veille qui sont vitales, au détriment d'autres fonctions de concentration, de mémorisation, de planification ».

Quel est le rôle du cerveau dans la création d'espace et de temps ?

Parfois la physique arrive à des conclusions qui sont en conflit direct avec des concepts fondamentaux pour notre esprit, tels que la réalité de l'espace et du temps.

Comment savoir qui a raison ? Le temps et l'espace sont-ils des réalités objectives ou des concepts inventés par l'homme ?

Il y a eu pas mal de surprises dans l'histoire du développement de la physique. Et actuellement nous sommes à l'une d'elles : de nombreux physiciens soupçonnent que la prochaine étape confirmera que l'espace et le temps ne sont pas tout à fait réels.

Comment se prépare-t-on à un changement de cadre aussi massif ?

Pour être juste, notre idée sur l'espace et le temps n'est déjà plus toujours la même.

Deux idées radicalement opposées existent :

Dans la vision « absolue » de l'espace et du temps, défendue par Newton, l'espace existe par lui-même, en ce qui concerne tous les objets ou entités, et le temps existe aussi, son passage est régi par une horloge cosmique.

À l'époque, c'était une proposition totalement acceptée.

Puis avec Einstein, les concepts d'espace et de temps sont devenus des créations libres de l'intelligence humaine, des outils de pensée, qui doivent servir à mettre les expériences en relation les unes avec les autres. Ils ne sont pas physiquement réels mais sont des constructions de l'esprit, des principes innés par lesquels nous organisons le monde.

Alors, l'espace et le temps sont-ils absolus et fondamentaux, ou relationnels et conceptuels ?

Et si ces dimensions ne « ressemblent » finalement pas à notre impression d'elles, quelles sont-elles ?

Il pourrait y avoir de nouveaux indices dans les mécanismes par lesquels les cerveaux gèrent l'espace et le temps.

Alors, en faisant un peu de neuroscience, essayons de comprendre comment ces dimensions sont traitées dans le cerveau et ce que cela implique sur leur existence dans le monde.

Newton pensait que le temps était aussi absolu que l'espace, s'écoulant partout au même rythme.

Einstein a montré que le rythme des horloges dépend du mouvement et de la gravité, mais a également laissé entendre que l'idée du temps est dépendant des choses, du temps de

l'expérience. Le temps n'est pas une chose absolue en soi, mais plutôt quelque chose qui émerge du comportement de la matière.

Notre cerveau peut percevoir l'heure. Nous nous réveillons et dormons selon un cycle régulier, nous pouvons deviner quand un certain laps de temps s'est écoulé avec une précision variable. En tout cas, nous sommes bons pour deviner combien de temps s'est écoulé jusqu'à plusieurs secondes. Nous pouvons synchroniser nos membres pour un mouvement coordonné et nous pouvons garder un rythme. Nous devons avoir une sorte d'horloge interne.

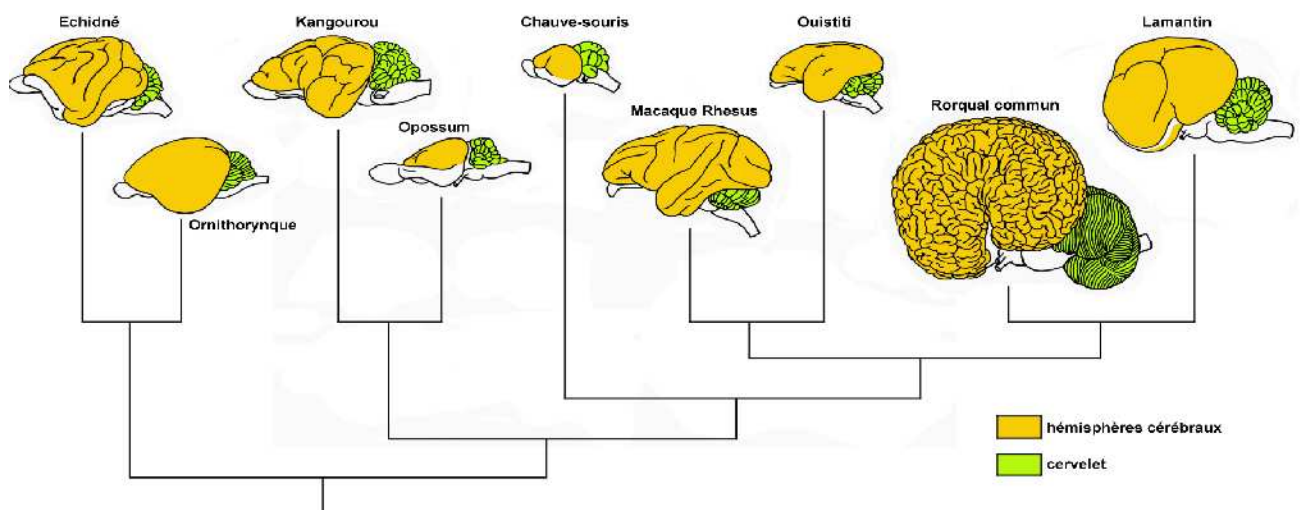
Mais nos suppositions sont moins bonnes sur des périodes plus longues et notre sens du temps est déformé par ce qu'il se passe : le temps passe vite quand on s'amuse, mais une marmite à surveiller ne bout jamais très vite.

En général, notre perception du temps ne semble pas absolue. Cela semble nettement relationnel et très malléable - nous nous souvenons de l'ordre temporel des événements et estimons les intervalles entre les événements. Mais notre horloge n'est pas une horloge cosmique, semblable pour tout le monde. C'est peut-être pour cette raison que nous portons une montre !

Les choses deviennent vraiment intéressantes lorsque nous réunissons le temps à l'espace. En fait, la distinction du cerveau entre les deux n'est pas si tranchée.

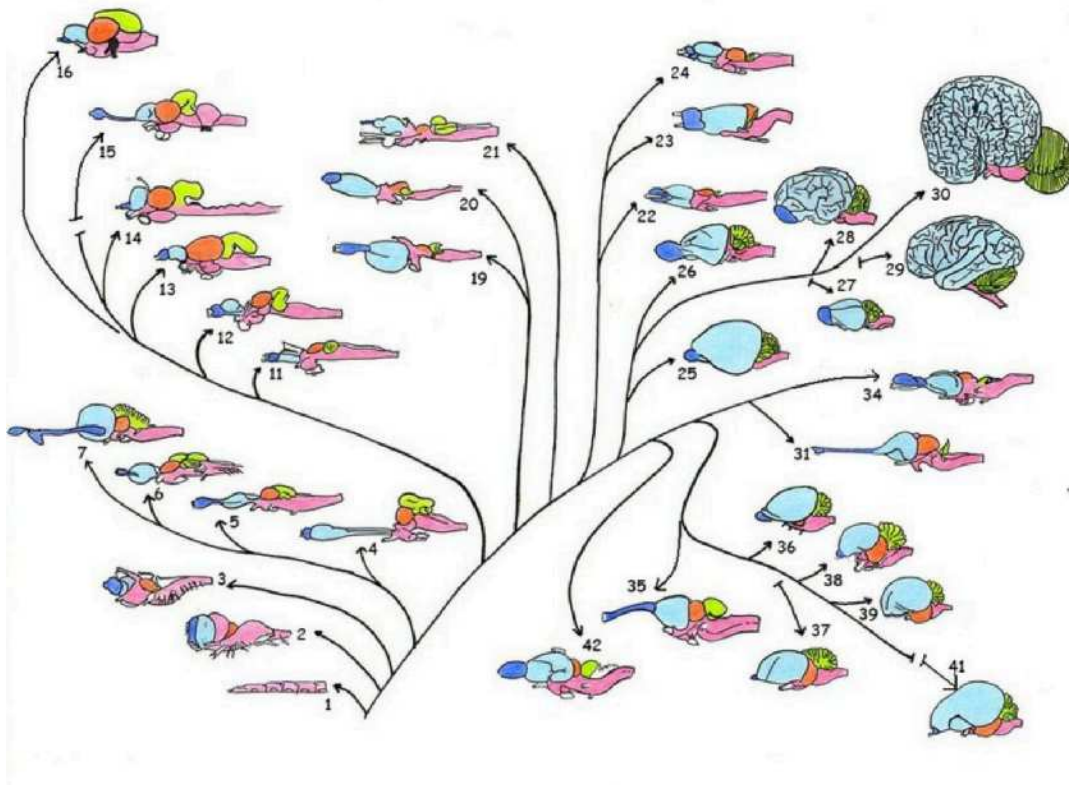
Einstein ne dit pas que le monde extérieur n'est pas réel. Il croit qu'il y a quelque chose qui a une existence indépendante de nous, quelque chose qui présente des régularités que notre cerveau divise en espace et en temps. Leibniz, Kant et Einstein ont estimé que ces régularités sont « traduites » par nos cerveaux en utilisant notre expérience familière de l'espace et du temps.

Supposons que le monde soit une soupe d'énergie à plusieurs dimensions de lecture. Les animaux à tous les niveaux de l'échelle évolutive développent un des différents aspects de cette soupe auquel ils sont plus sensibles, selon le fonctionnement de leur cerveau.



A titre informatif, sachez que la circonvolution de la baleine est plus importante que celle de l'être humain c'est-à-dire que le cerveau de celle-ci n'est pas lisse, il a beaucoup plus de replis sinueux que celui de l'homme, donc il peut contenir beaucoup plus d'informations...

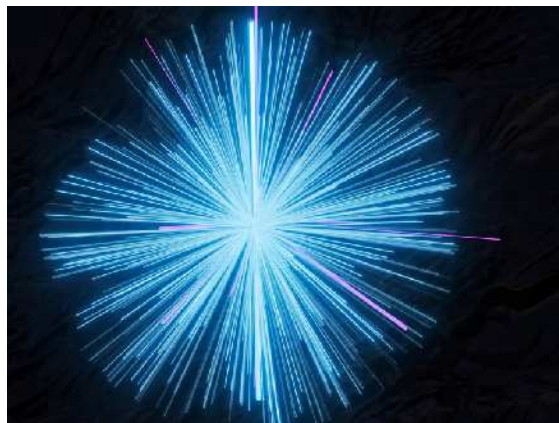
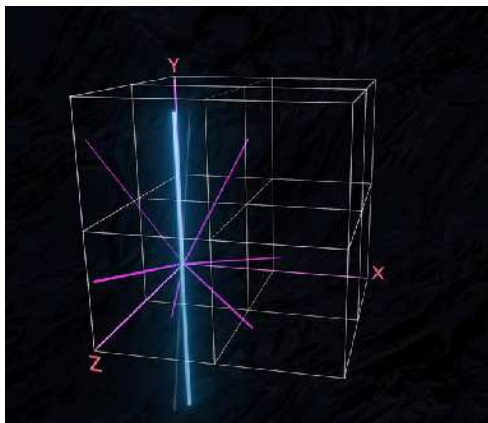
Le numéro 29 : cerveau d'être humain
Le numéro 30 : cerveau de la baleine



Vue latérale de l'encéphale de quelques vertébrés.

Chacun a sa version de la réalité.

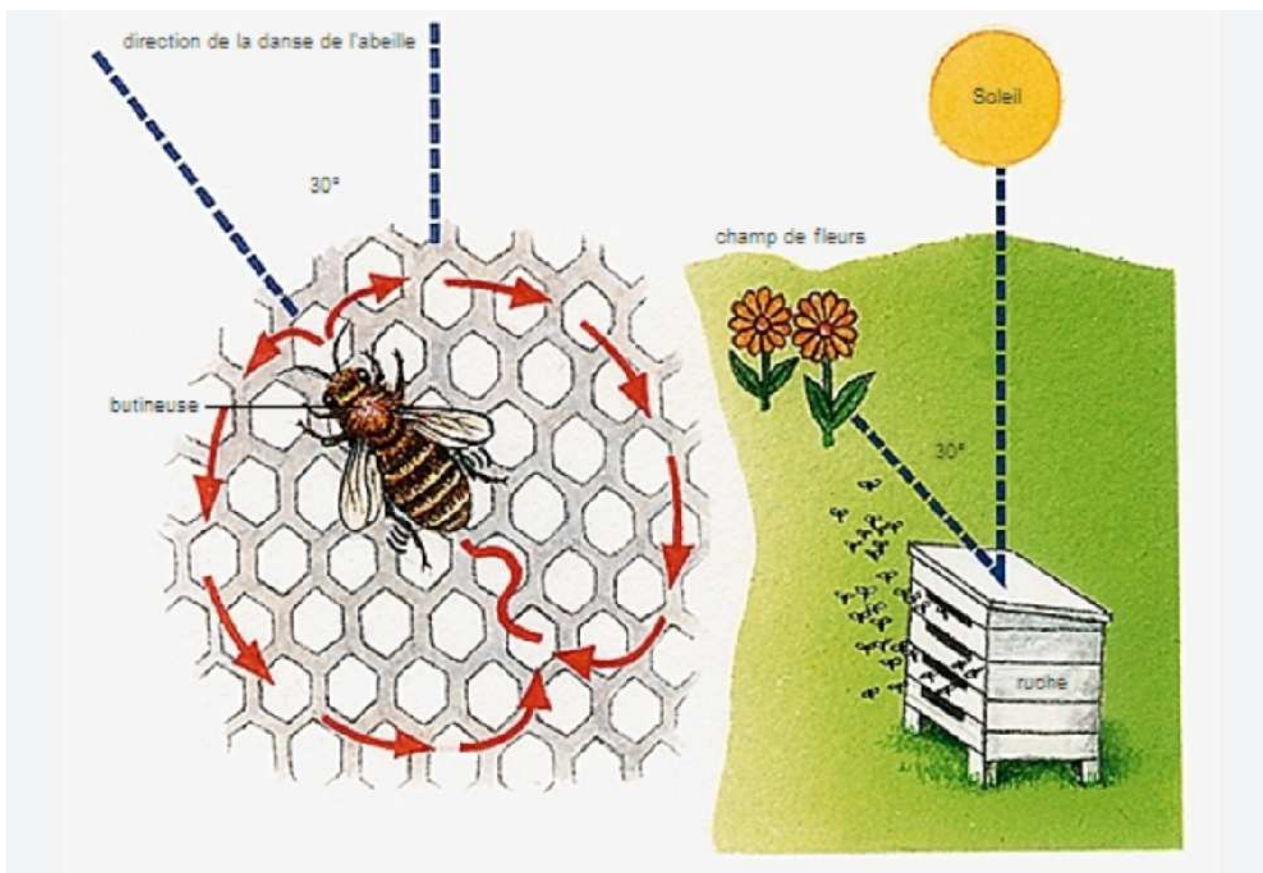
Chaque développement évolutif a conduit à un ensemble de systèmes qui divisent nettement la soupe, en lectures différentes et chacun a un cadre spatial pour contenir ses objets.

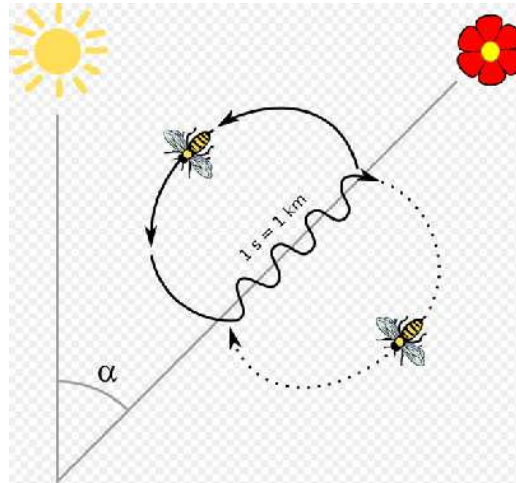




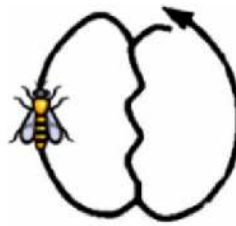
Les abeilles et les fourmis s'orientent grâce à la position du Soleil et, lorsque le ciel est couvert, grâce à la polarisation de la lumière des petites zones de ciel bleu. De plus, une abeille enregistre, dès la sortie de la ruche, tous ses changements de direction opérés lors de ses déplacements.

Une ouvrière qui revient de butiner indique toujours aux autres, l'endroit où elle a découvert de bonnes fleurs. En rentrant dans la ruche, elle se place sur les rayons à l'intérieur de la ruche dans une certaine orientation. La position de son corps vis-à-vis des rayons indique la situation du champ de fleurs par rapport au soleil. Comme il y fait sombre, les autres abeilles palpent la butineuse, avec leurs antennes, pour repérer sa position : cela leur indique l'emplacement du champ par rapport au soleil. De plus, si celui-ci est à moins de 50 m, la butineuse fait une danse en cercle. Plus la danse est rapide, plus les fleurs sont proches. Si le champ est à plus de 50 m, la butineuse fait alors une sorte de 8. La butineuse porte aussi sur elle une sorte de parfum que goûtent les autres ouvrières : cela les aide à retrouver les fleurs à l'odeur en approchant du champ.





La danse en rond



La danse oscillante

Les **oiseaux** n'ont pas de boussole, ni de GPS caché dans leur plumage, et pourtant, les oiseaux migrateurs parviennent à accomplir chaque année de longues et complexes migrations. Comment s'y prennent-ils ?

En dépit de décennies de recherches, les scientifiques sont loin d'avoir identifié avec certitude les stimuli utilisés par les oiseaux pour se repérer. Font-ils appel au Soleil, aux étoiles, aux montagnes, aux fleuves, aux odeurs, au champ magnétique terrestre ? Tout cela ensemble ?

Existe-t-il une hiérarchie entre ces signaux ? En outre, comme le sait tout navigateur, utiliser une boussole sans disposer d'une carte n'est guère utile. Et inversement. Il faut donc que les oiseaux disposent, eux aussi, de ces deux types d'instruments pour fixer les points de départ et d'arrivée et garder le cap. Mais quelle carte ? Quelle boussole ? Quels signaux ? Quel détecteur biologique pour analyser ces signaux ?

Ils auraient un sixième sens, ils utiliseraient pour se diriger un mécanisme interne permettant de s'orienter sur le Soleil, la Lune et les étoiles. Mais cette découverte appelle d'autres questions : le Soleil bougeant en fonction de l'heure, comment les oiseaux font-ils correspondre la direction qu'ils souhaitent suivre avec la position de l'astre ? L'hypothèse d'une horloge interne semble incontournable, sinon comment retrouver son nid si l'on confond aube et crépuscule ?

De plus, même sans soleil, nos oiseaux ne perdent pas le nord. Ils seraient équipés de capteurs magnétiques qui agissent comme une boussole. Mais leur boussole ne ressemble en rien à celle des hommes ! Elle n'indique pas le nord ou le sud, mais l'inclinaison par rapport à la verticale. Elle serait sensible à l'inclinaison des lignes de champ magnétique terrestre, ce qui leur permettrait de toujours connaître leur position par rapport à la Terre. Certains volatiles ont des capteurs magnétiques dans les yeux et de la magnétite (un minéral qui agit comme un aimant) dans le bec, ce qui les aide à orienter leur vol. Ce mode de navigation est facilité au niveau des pôles, où les lignes du champ magnétique terrestre convergent, se faisant plus fortes. À l'appui de cette thèse, des expériences ont montré qu'il était possible de démagnétiser ces cristaux-capteurs de leur bec, comme une carte magnétique perd ses propriétés au voisinage d'un autre aimant : en appliquant un champ magnétique intense sur les becs des pigeons, on parvient effectivement à les désorienter.

Un autre mécanisme, encore plus subtil, fait appel à la chimie et à la mécanique quantique. Des scientifiques ont focalisé leurs recherches sur une molécule photoréceptrice, très à la mode depuis sa découverte chez les plantes en 1993, puis chez les souris, les mouches et même les hommes. Appelée cryptochrome, cette protéine s'est révélée être présente, avec des rôles divers, chez quasi tous les êtres vivants. Elle tient un rôle différent selon les espèces : elle conditionne le bon développement des plantes, contrôle les rythmes circadiens chez les mouches... Elle pourrait influencer le sens de l'orientation chez les oiseaux ? Confirmées par spectroscopie, les réactions électroniques induites par la lumière bleue au sein du cryptochrome sont sensibles à de faibles champs magnétiques.

Il y a aussi l'hypothèse d'un autre stimulus, l'olfaction ! Des chercheurs ont observé que des pigeons voyageurs dont le nerf olfactif avait été sectionné se trouvaient soudain dans l'incapacité de rentrer au pigeonnier. D'autres expériences, moins cruelles, furent menées en bouchant le nez des oiseaux, en leur anesthésiant la muqueuse olfactive ou en leur faisant respirer des atmosphères différentes. Avec des résultats similaires. Les travaux d'une autre équipe sont venus confirmer l'idée que les oiseaux se déplacent aussi à "vue de nez".

Soleil, étoiles, champ magnétique, odeurs... Tout semblerait donc utile. Y compris les repères visuels. Dans les années 1970, il a, en effet, été démontré qu'un pigeon voyageur était capable de suivre les côtes, les fleuves, les voies de chemin de fer ou les routes sans se fatiguer à calibrer en permanence sa boussole par rapport au Soleil ou en la calant sur le champ magnétique. Voler étant déjà un exercice extrêmement éprouvant pour ces athlètes des longues distances, toute "économie" biologique est donc la bienvenue...

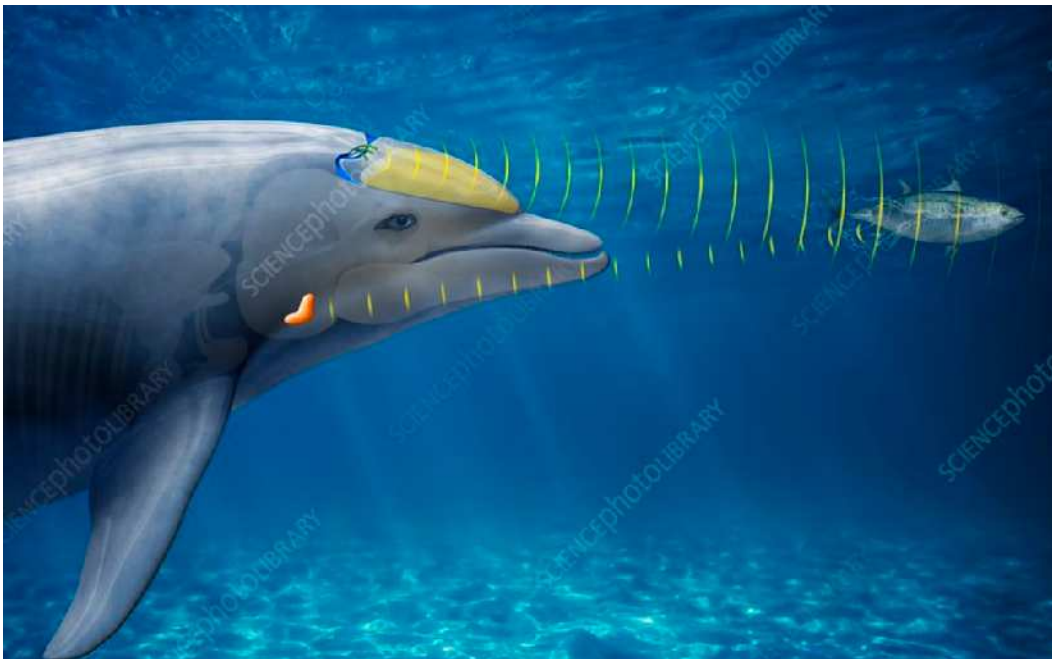
Voilà pourquoi, au printemps et en automne, on peut voir de grands V volant dans le ciel. Avant leur grand voyage migratoire, on les voit s'entraîner au peaufinement de leur escadron. Pour traverser autant de kilomètres, les oiseaux migrateurs ont une astuce, ils ont conçu de véritables voiliers d'oiseaux où ils se relaient souvent à la tête de celui-ci. La raison : voler devant, c'est fatigant ! Derrière, les oiseaux bénéficient de l'air déplacé par ceux qui sont en tête. Cela demande ainsi moins d'efforts ! En changeant souvent de position, les oiseaux font preuve de collaboration entre eux. Cela aide aussi les plus jeunes à suivre le groupe durant ce premier et long voyage !



Les oiseaux migrateurs les plus abondants sont ceux que l'on ne voit pas, car beaucoup se déplacent la nuit, et souvent très haut dans le ciel. Fauvettes, pouillots, rougequeue, traquets, rousserolles, loriots, râles, chevaliers ou huppés attendent que le crépuscule soit tombé pour s'envoler vers le ciel, après avoir passé la journée à se nourrir pour constituer les réserves

énergétiques nécessaires au vol. Ils s'élèvent jusqu'à 2000, 3000, parfois 5000 mètres de haut le temps d'une nuit, volant à 40-50 km/h, parfois beaucoup plus si le vent est favorable. Chaque nuit, ils progressent d'environ 300 km, se reposent et se restaurent une journée ou deux, et repartent. Toutes les semaines environ, une grande halte de plusieurs jours dans un site stratégique leur permet de recharger complètement leurs batteries.

Sur le principe du sonar actif, le **dauphin** se base sur la propagation des ondes acoustiques dans l'eau. En effet, même s'il est possible d'utiliser la vue à faible profondeur (quelques mètres) en journée, l'absence de luminosité (turbidité, profondeur, mauvais éclairage extérieur) rend très vite ce sens inefficace. À l'opposé, le sonar reste toujours opérationnel et permet de repérer les proies ou obstacles à des grandes distances (plusieurs centaines de mètres en basses fréquences). De plus, les ondes acoustiques ne se propagent pas seulement dans l'eau : elles peuvent également traverser des matériaux plus denses, offrant ainsi la possibilité de trouver des poissons cachés sous le sable ou dans les algues. Enfin, le sonar permet aussi d'attaquer les proies à distance, par la génération d'une forte impulsion acoustique qui les désoriente ou même les assomme.



On peut séparer les ondes acoustiques émises par les dauphins en deux grands groupes : les sifflements, utilisés pour communiquer, et les clics servant à l'écholocation.

Écholocation : les **chauves-souris** connaissent la vitesse du son dès la naissance : 1200 km/h. C'est la vitesse du son dans l'air à 20°C.

Si nous devons nous rendre sur les bancs de l'école pour apprendre ce nombre, les chauves-souris l'ont, quant à elles, intégré de manière innée.

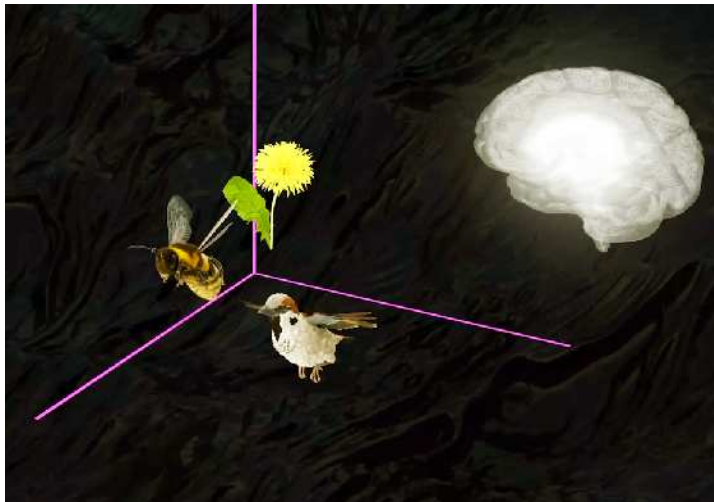
Les chauves-souris se servent de l'écholocation afin de repérer des obstacles ou des proies dans l'obscurité. Elles produisent des ondes sonores qui vont frapper des surfaces vivantes et inertes pour ensuite se réfléchir jusqu'à leurs émettrices. De cette façon, ces dernières peuvent - en tenant compte du temps écoulé entre l'émission et le retour de l'écho - localiser leur proie. Elles voient avec leurs oreilles.



La **taupe** possède dans le nez la plus haute densité de terminaisons nerveuses de tous les mammifères. La taupe, un animal presque aveugle, a recours à un odorat en stéréo pour localiser ses proies, principalement des vers de terre, affirment des biologistes américains. Les mammifères voient et entendent en stéréo, chaque œil ou chaque oreille percevant indépendamment de l'autre.



En d'autres termes, chaque espèce organise le monde où, quand et en quoi, son cerveau est le plus efficace pour sculpter la nature, selon les aptitudes de celui-ci.



Peut-être ne pouvons-nous pas imaginer **l'espace-temps comme quelque chose de relatif** car, de par nos expériences, c'est inconcevable.

Nos croyances dépendent de nos expériences et nos expériences dépendent des aptitudes de notre cerveau. Et les aptitudes du cerveau varient selon les espèces.

Notre vision fondamentale de l'espace et du temps est qu'ils sont absolus, que le temps ne peut pas varier, même si l'on se déplace très vite, mais qu'il s'écoule de la même manière partout.

Pourtant, beaucoup de scientifiques acceptent la disparition de cette entité fondamentale qu'est notre perception de l'espace-temps.

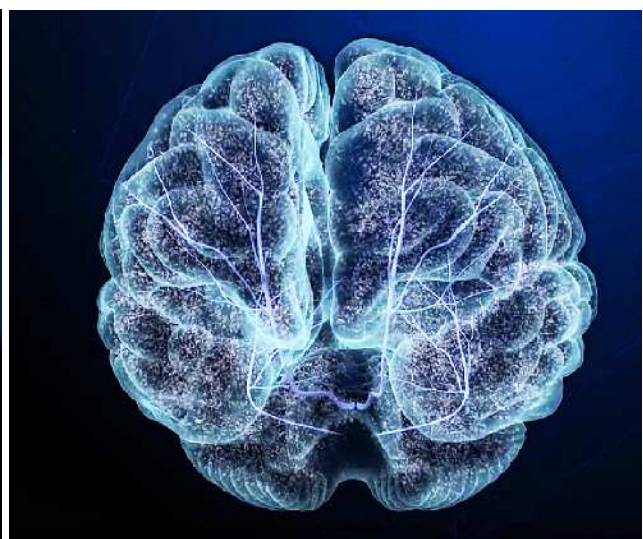
Que cela signifie-t-il ? Le conceptuel prend-il le pas sur le concret pour admettre que l'espace-temps est relatif ? Notre cerveau évolue-t-il davantage vers l'abstraction ?...

Le cerveau humain, on le voit, est l'organe le plus merveilleux mais aussi le plus mystérieux.

Les scientifiques essaient encore de comprendre comment cette masse de neurones parvient à créer la vue, l'intelligence, la conscience et la connaissance de soi.

Créer un ordinateur qui pourrait penser, ou même être conscient de son existence, n'est encore que de la science-fiction.

Pourtant chacun d'entre nous est doté de cet ordinateur, beaucoup plus performant que n'importe quelle machine existante : le cerveau humain.



Pourquoi est-il si difficile d'étudier le cerveau ?

Parce que ses composants, les neurones, sont invisibles et silencieux.

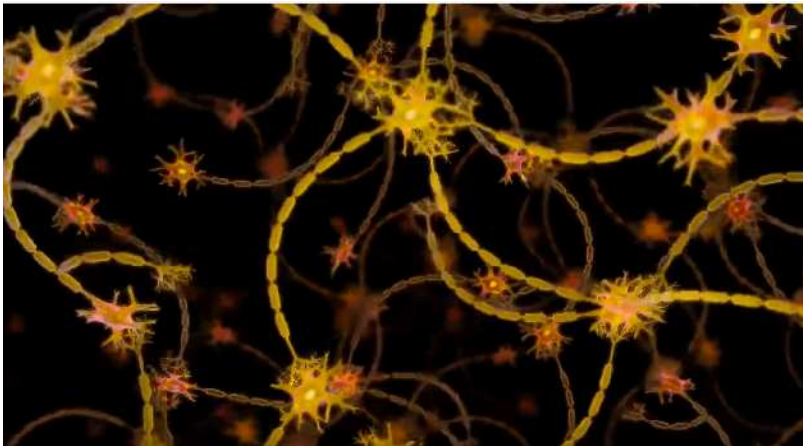
Pour étudier l'anatomie d'un organe, on regarde généralement comment il bouge ou se contracte.

Le cerveau ne bouge pas quand il fait ce qu'il fait !

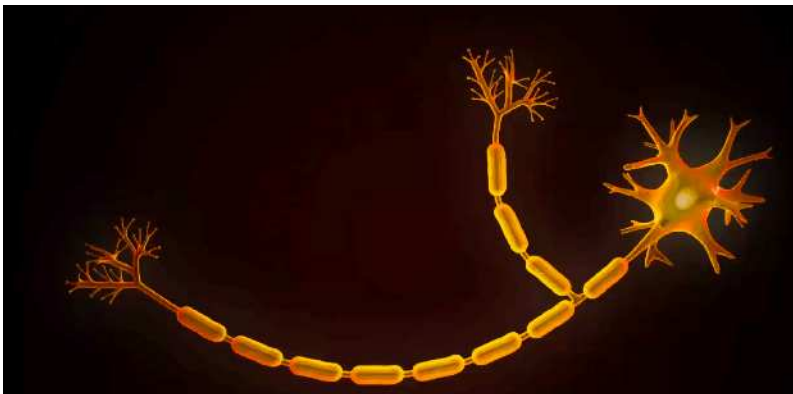
Mais depuis une quinzaine d'années, les techniques pour étudier le cerveau ont explosé.

Le neurone est une cellule, au même titre qu'une cellule du foie ou du cœur, mais sa fonction première est différente de ces deux dernières puisqu'elle sert principalement à propager de l'information sur de grandes distances. Il en découle que le neurone a une forme tout à fait particulière : cette cellule nerveuse possède un corps cellulaire entouré d'une ou de plusieurs ramifications qui peuvent atteindre une longueur allant parfois jusqu'à un bon mètre.

Le tissu nerveux est formé de neurones.



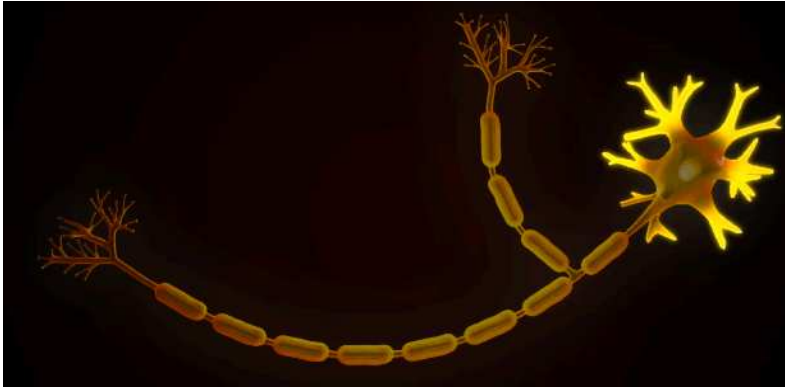
Le neurone



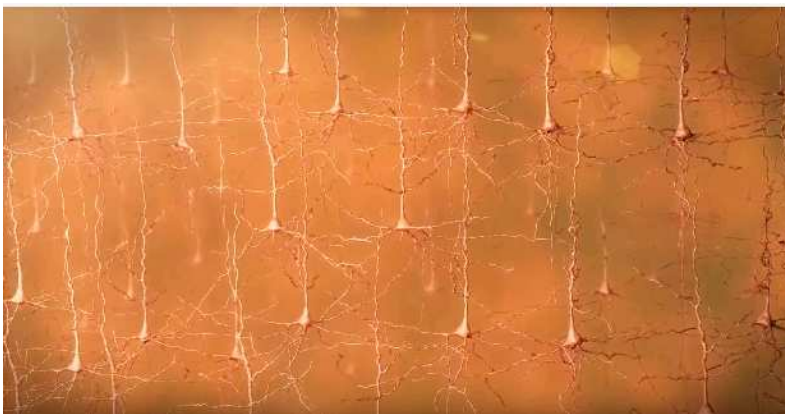
Le corps cellulaire du neurone (jaune clair)



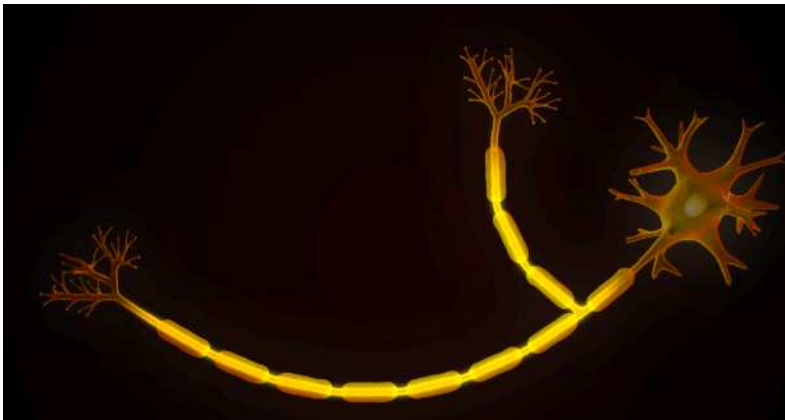
Les dendrites du neurone



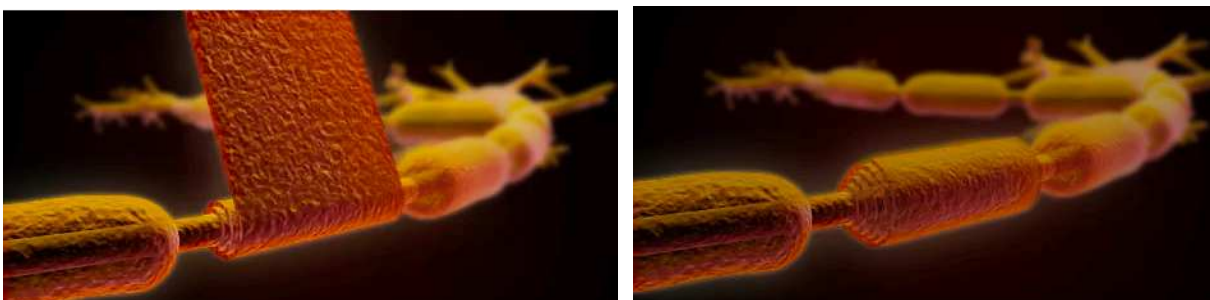
Appelée aussi l'arbre dendritique



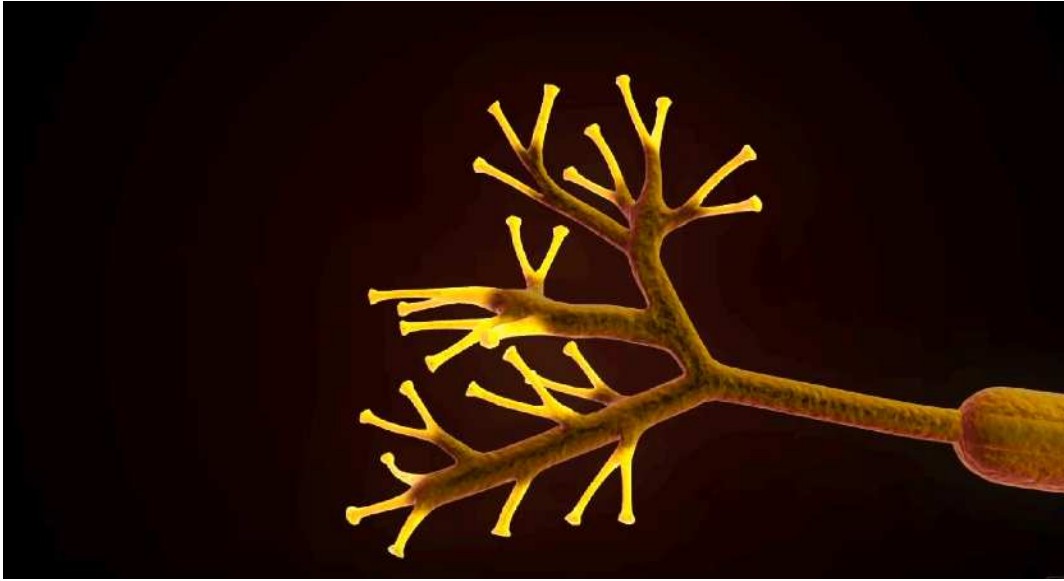
L'axone du neurone



De la myéline recouvre la majorité des axones, pour assurer une transmission optimale, les axones sont pourvus de cette membrane grasseuse isolante.



Les terminaisons axonales avec les boutons terminaux



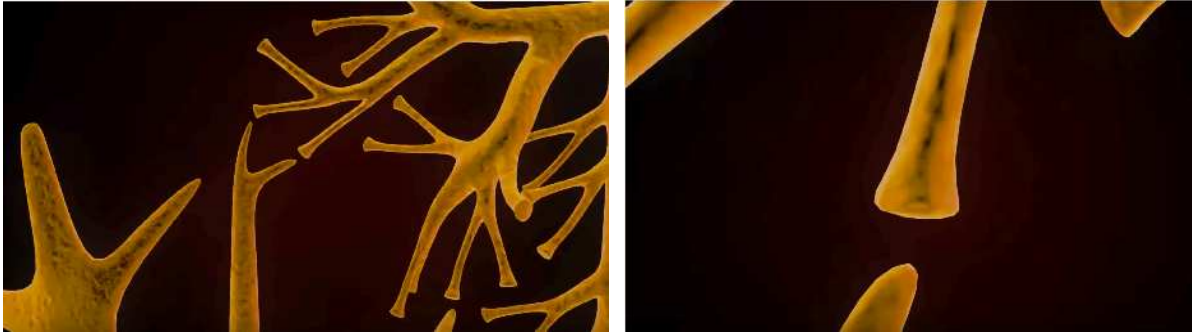
Les neurones forment un réseau sophistiqué de connexions qui permet de redistribuer l'information, en parallèle ou en série, dans différentes aires corticales. Les messages transitent selon deux formes différentes : électrique à l'intérieur du neurone



L'influx nerveux



et chimique pour passer d'un neurone à l'autre.

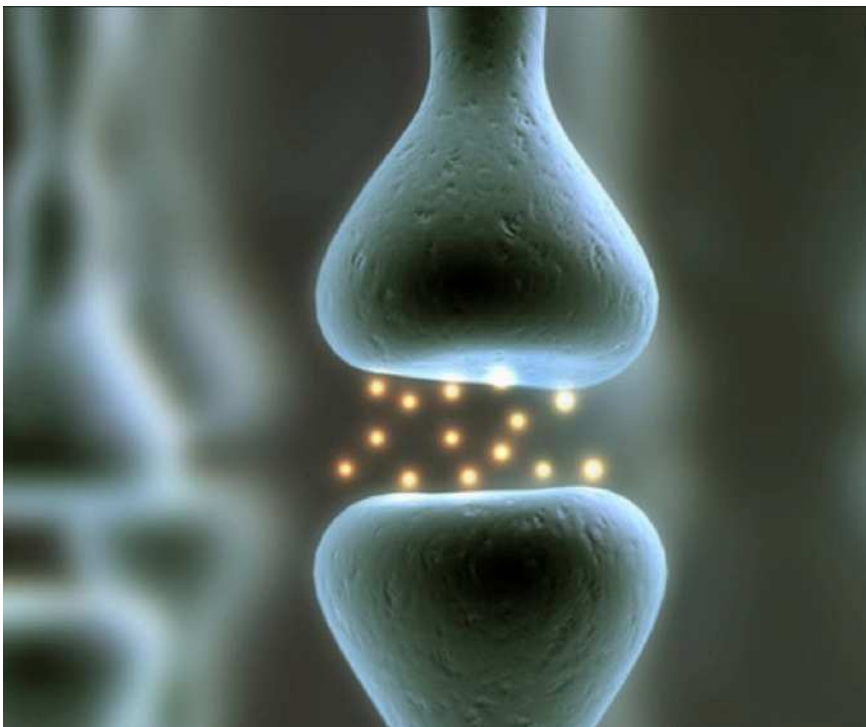


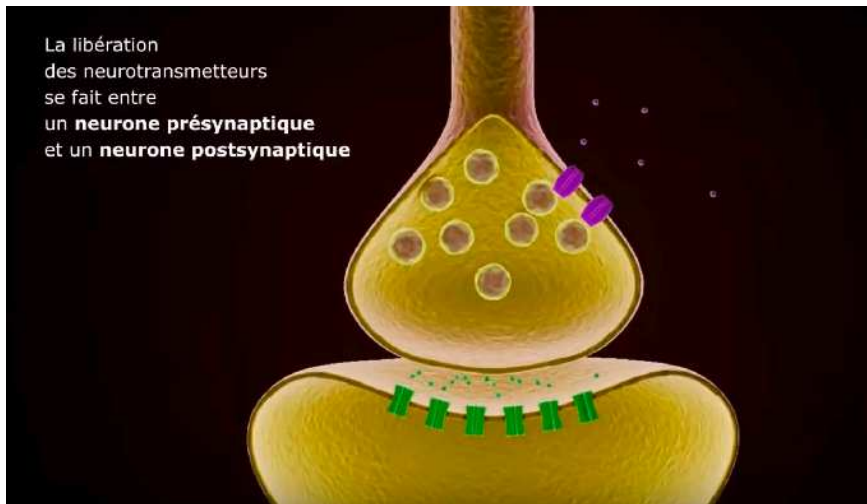
grâce aux synapses :



La cellule nerveuse possède un corps cellulaire et des ramifications qui s'étendent depuis ce corps cellulaire selon une structure arborescente.

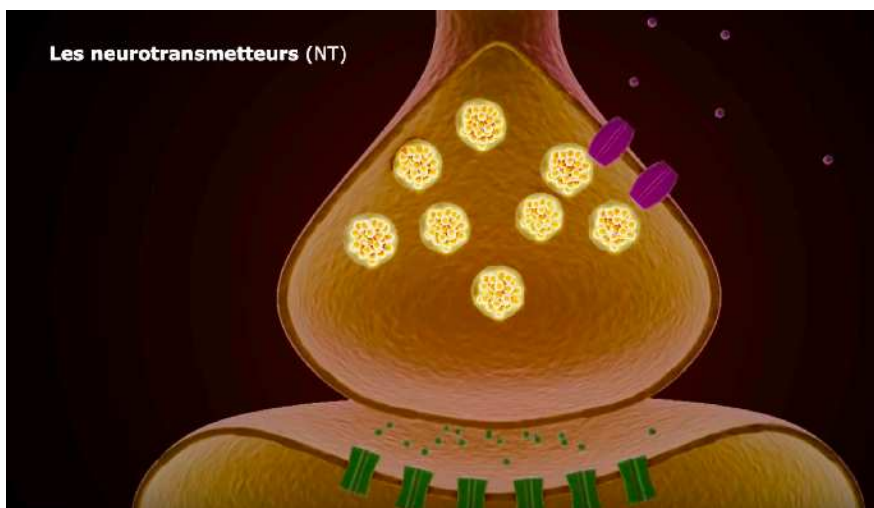
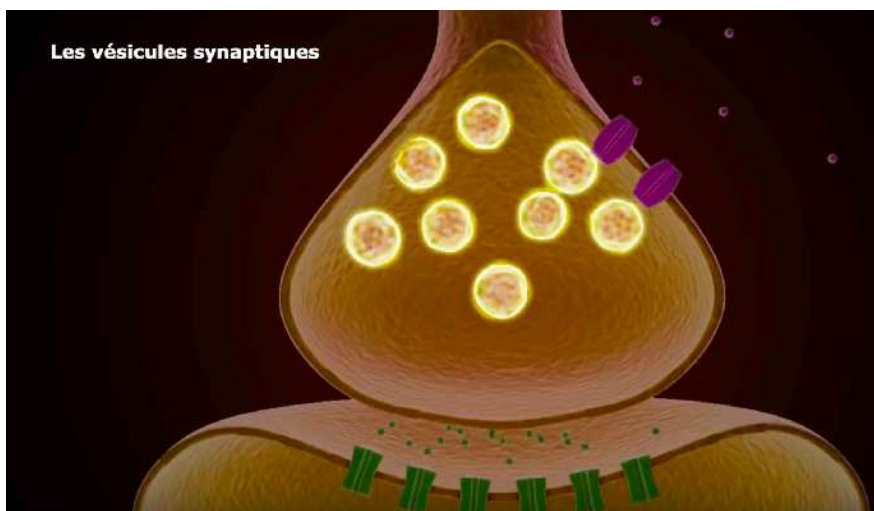
Un neurone maintient un contact avec de nombreuses autres cellules nerveuses, ces contacts sont appelés les « synapses ».



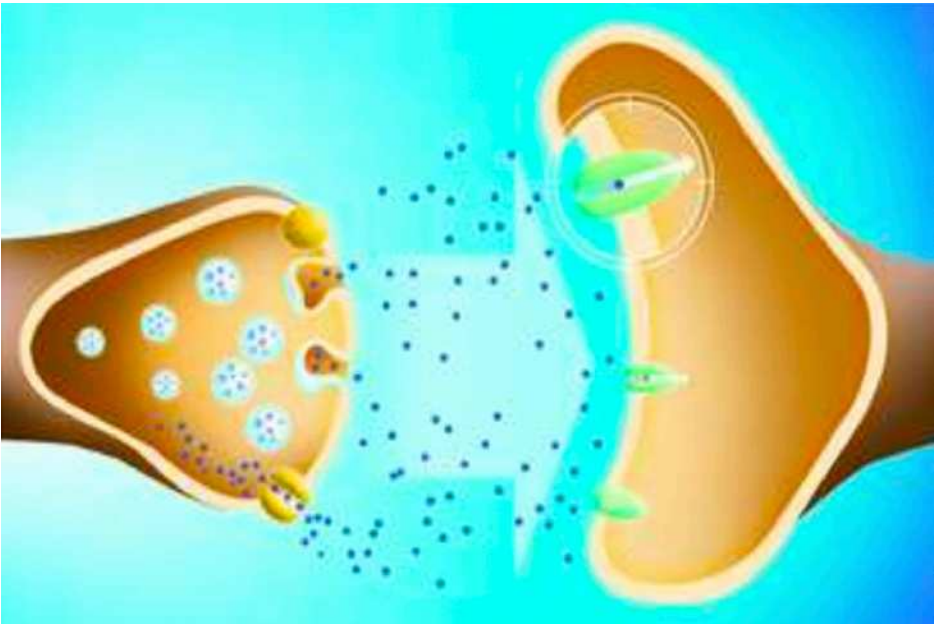
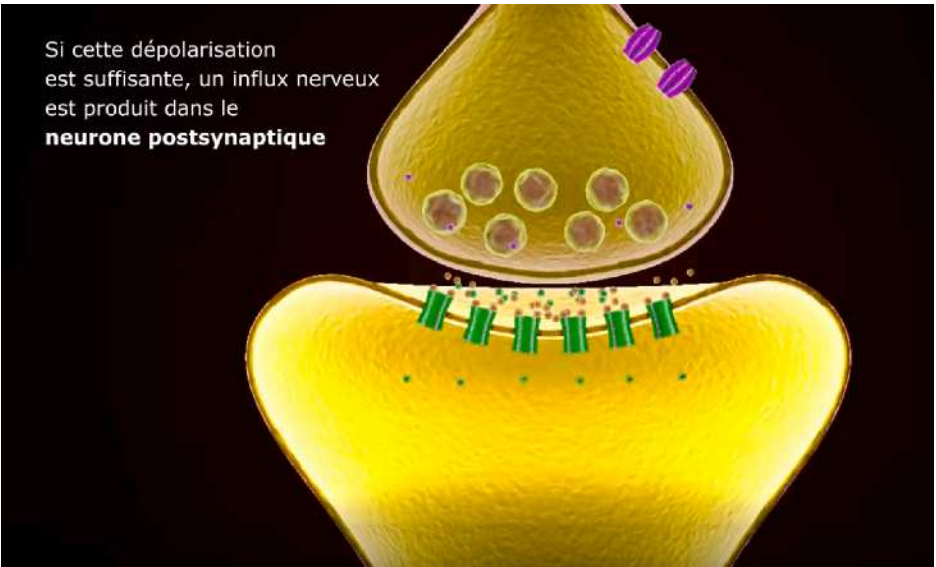
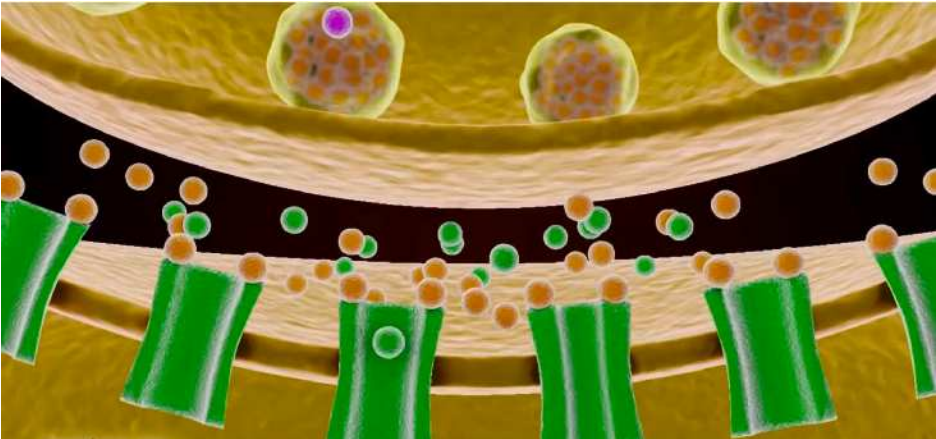


En moyenne, on comptabilise 10.000 connexions pour une cellule nerveuse. Le signal qui se propage à l'intérieur des ramifications nerveuses est de nature **électrique**, mais, à la synapse, les messages qui doivent transiter d'un neurone à l'autre sont envoyés, le plus souvent, par l'intermédiaire d'un messager **chimique**. Ces substances sont appelées « neurotransmetteurs », des molécules chimiques.

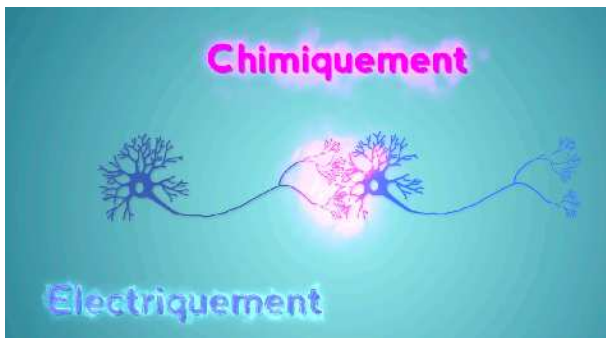
Les vésicules synaptiques (jaune) avec les neurotransmetteurs (rouge orange) à l'intérieur de ces vésicules.



Neurone postsynaptique (en vert)

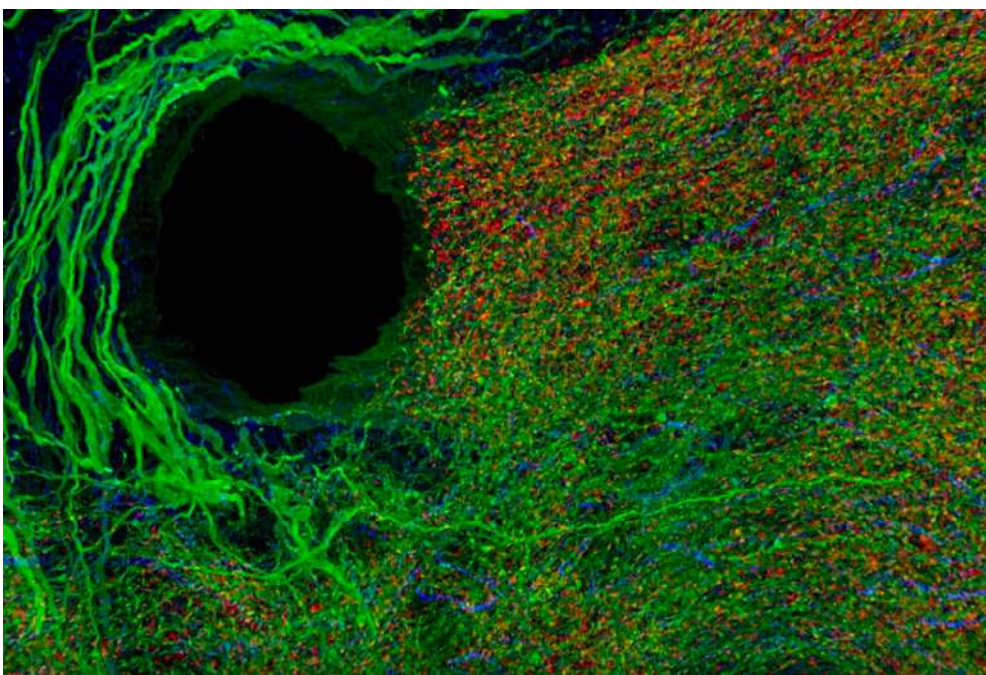
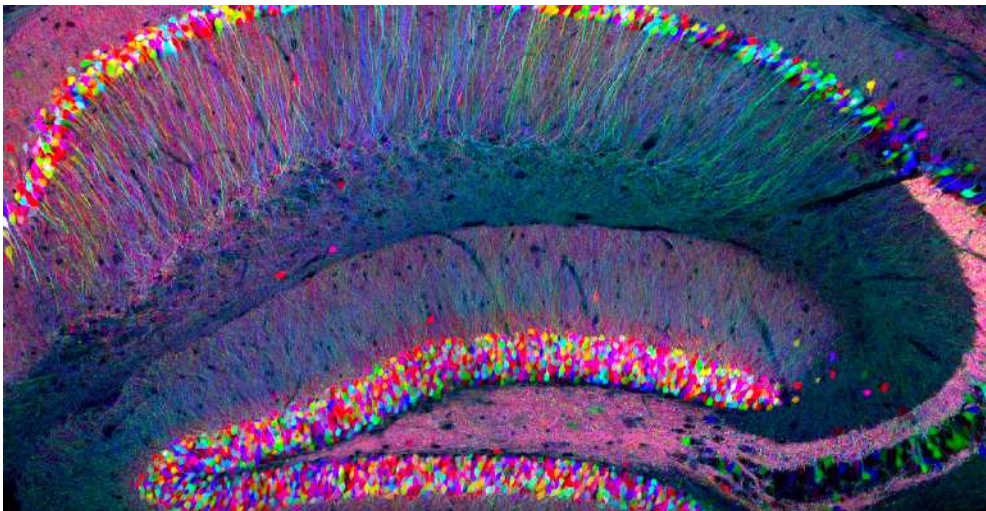


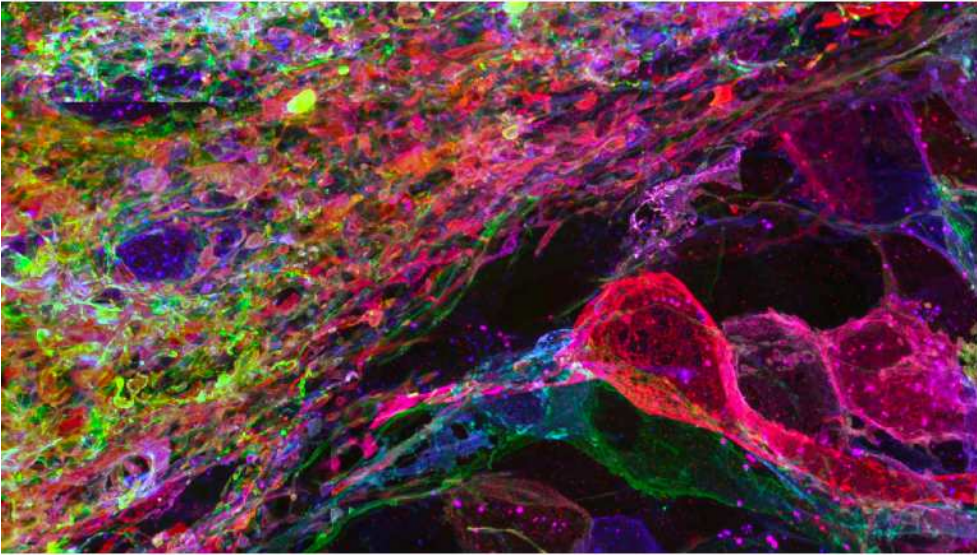
En résumé, le message nerveux se propage électriquement le long du neurone (bleu) et chimiquement au niveau de la synapse (rose) pour rejoindre une autre synapse.



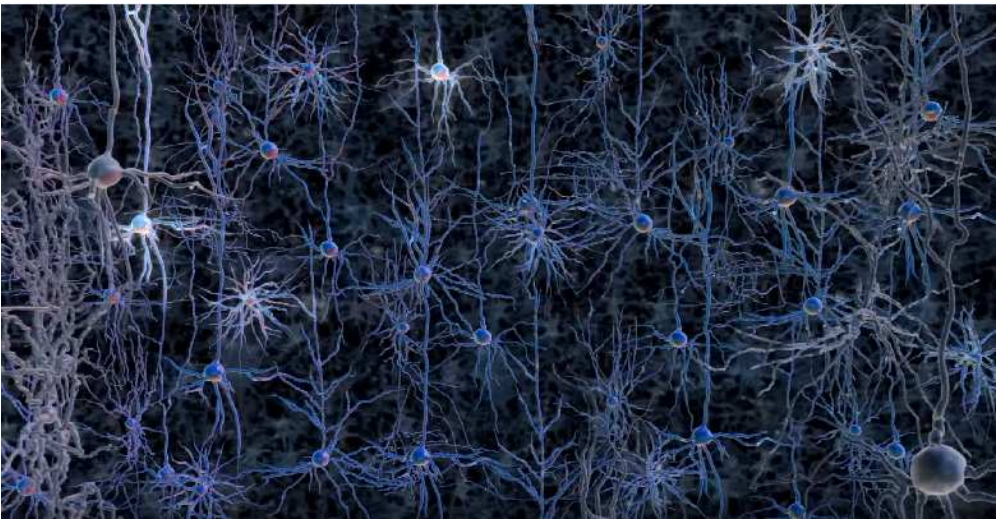
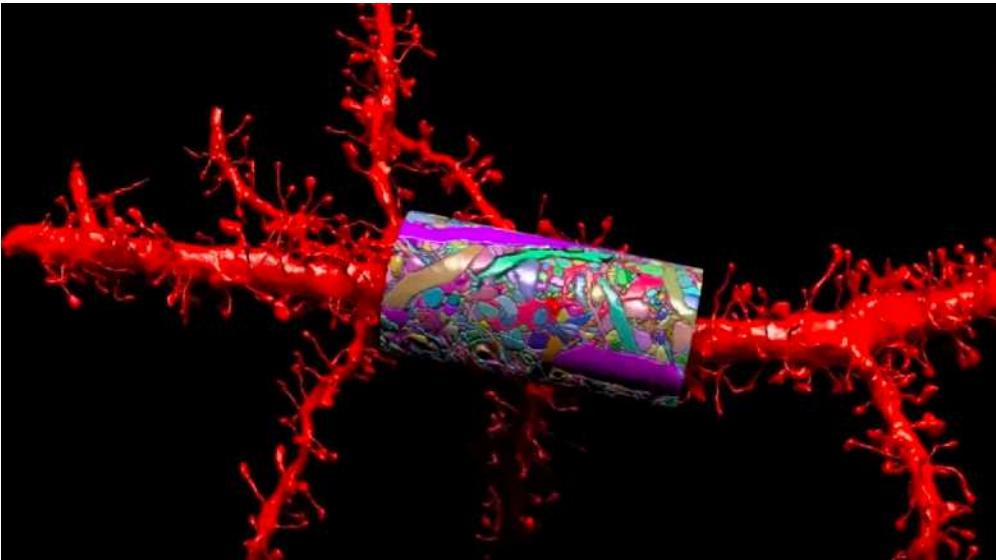
Bien évidemment la transmission du signal dans notre cerveau est encore beaucoup plus complexe. Imaginez que chaque neurone est connecté de cette manière avec des milliers d'autres neurones. Et cette transmission est assurée par un gigantesque réseau neuronal estimé, au niveau du cerveau, à 86 milliards de neurones !

Les neurones dans le cerveau : de beaux tableaux abstraits !





Les différents composants de la myéline (multi couleurs), la membrane grasseuse :

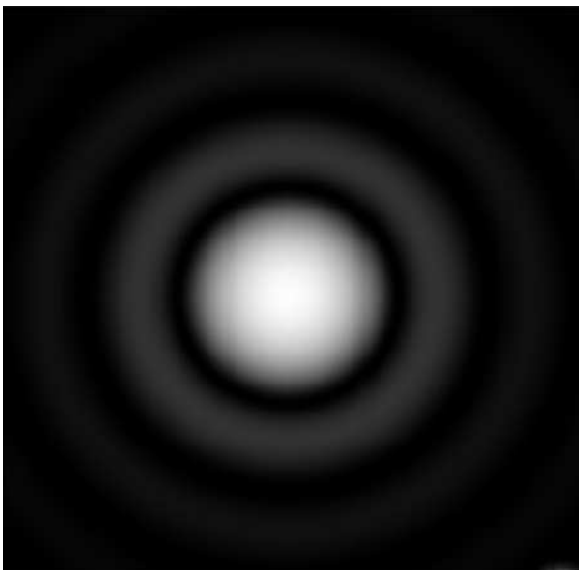


On reconnaît les neurones à leur long prolongement et aussi à l'auréole lumineuse qui entoure leur corps cellulaire.

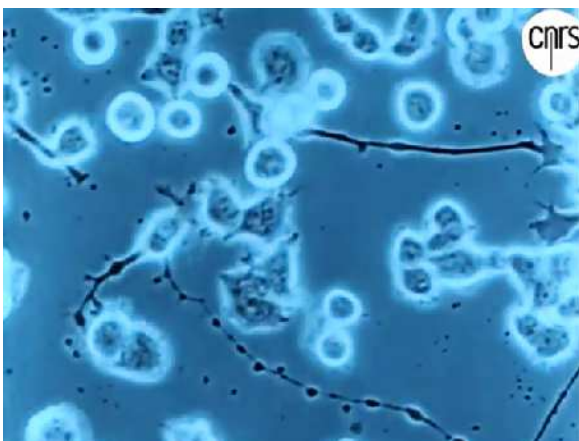


Les neurones sont de forme ovale et c'est la diffraction de la lumière qui leur donne cette aura de lumière blanche. (La diffraction survient quand les ondes lumineuses traversent ou rencontrent un obstacle).

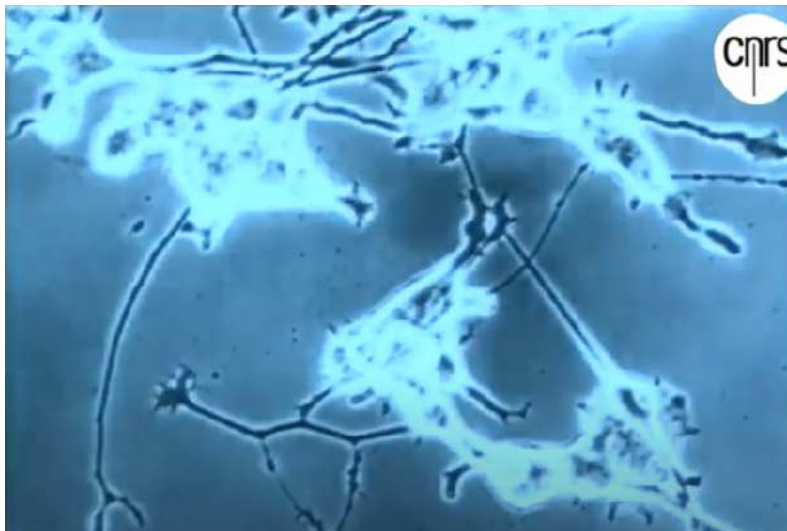
La tache d'Airy est la figure de diffraction résultant de la traversée d'un trou circulaire par la lumière.



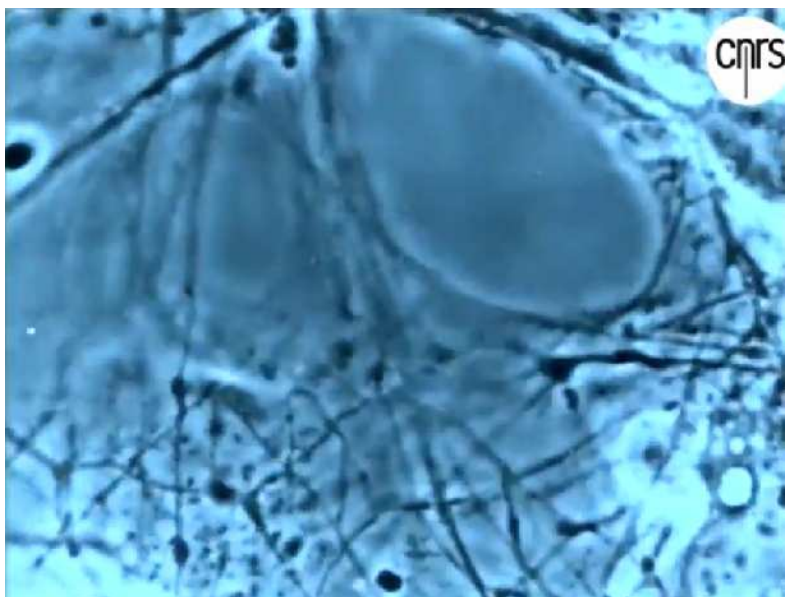
Exemple de tache d'Airy simulée par ordinateur.



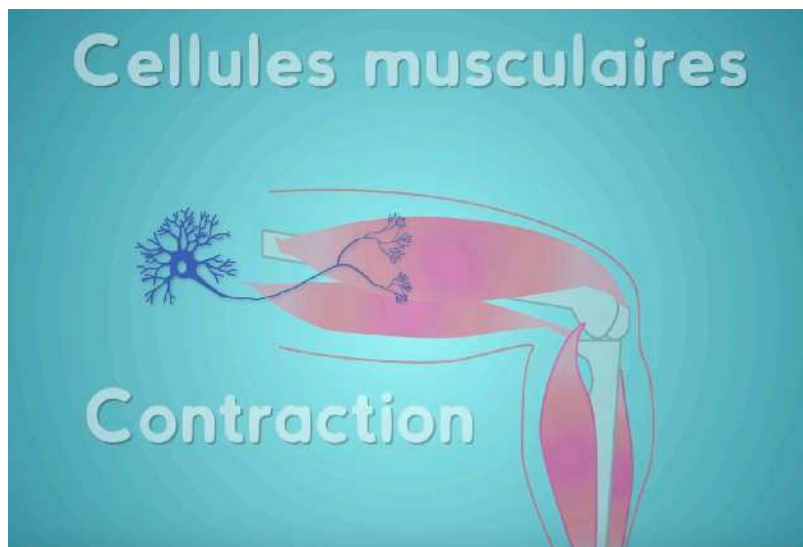
A l'extrémité de l'axone, un cône de croissance, véritable tête chercheuse, explore les autres neurones pour s'attacher fermement à celui qu'il a reconnu pour cible.



L'information circule le long de ces arborisations qui forment un réseau complexe de communication. Chaque cellule nerveuse peut ainsi être connectée à des milliers d'autres.



Un neurone peut également se connecter avec un autre type de cellules, par exemple avec les cellules musculaires, pour assurer le mouvement, par la contraction de muscles.



Un neurone reçoit un flot d'informations continu et il doit à tout instant juger de l'importance des messages, avant de transmettre lui-même la synthèse des informations reçues, plus loin. **Si l'information est jugée suffisamment conséquente, le neurone va en avvertir ses voisins au moyen d'un potentiel d'actions, sinon il restera silencieux et le flot de l'information s'arrêtera là.**

Depuis peu, on peut entendre le bruit d'un neurone en action dans le cerveau, c'est comme les grésillements d'un vieux poste de radio ou les crépitements d'un feu de bois. Grâce à ces enregistrements électriques, on peut commencer à comprendre comment un neurone fonctionne.

L'un des objectifs de l'étude du cerveau est de mieux comprendre les nombreuses maladies associées à des problèmes de connexion de neurones. Comme l'autisme, l'alzheimer, la sclérose en plaques, la schizophrénie, la dépression, les désordres obsessionnels compulsifs, l'ensemble des traumatismes crâniens et sûrement encore bien d'autres maladies dont la connectivité est impliquée.

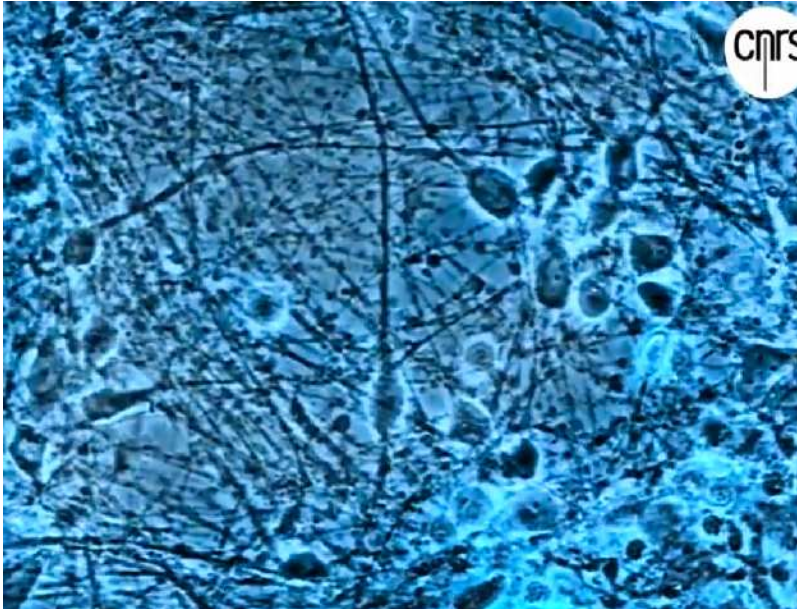
Certains médecins pensent qu'en dessous de la complexité du cerveau, il pourrait y avoir une organisation sous-jacente simple, une sorte de grille, un échafaudage sur lequel la complexité s'est construite, une structure comparable à une portée sur laquelle des notes de musique sont écrites !



Les deux acteurs du cerveau

Constitué de 1,5 kg de matière grise, notre cerveau est formé de 14 milliards de cellules nerveuses. Celles-ci doivent assurer la transmission et le traitement des informations en provenance de notre environnement ou des profondeurs de notre corps.

Le cerveau est un réseau formé d'innombrables chemins, routes et autoroutes qui véhiculent ces informations. Un réseau qui se constitue à partir des cellules nerveuses.



Grâce aux techniques de la **microcinématographie**, les phénomènes complexes qui se déroulent dans le cerveau commencent à être découverts.

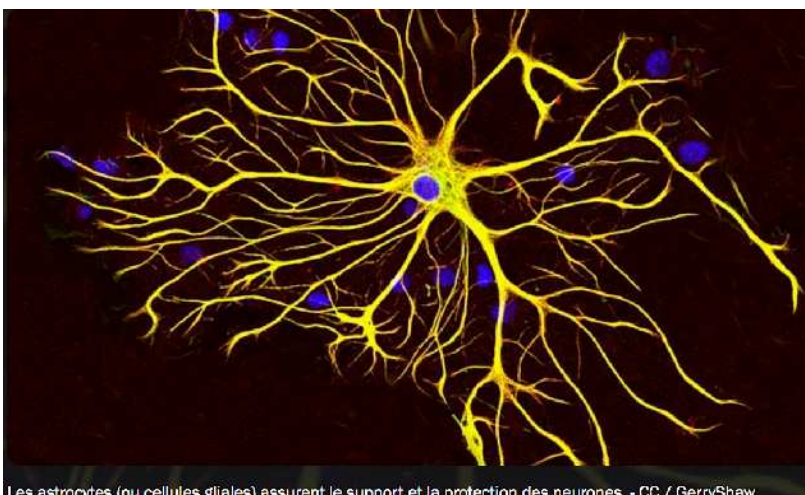
On y voit naître les cellules nerveuses, grandir, travailler, mourir, être digérées.

Les images mettent en évidence deux acteurs principaux : **les cellules gliales**, responsables de l'architecture et du nettoyage du cerveau, et **les neurones** qui ont pour fonction de communiquer en émettant des signaux.

Le voyage dans le moi le plus intime commence.

Il existe donc principalement deux types de cellules formant notre cerveau : les plus connues, les neurones, et celles, responsables de son architecture, dont on parle encore peu : les cellules gliales.

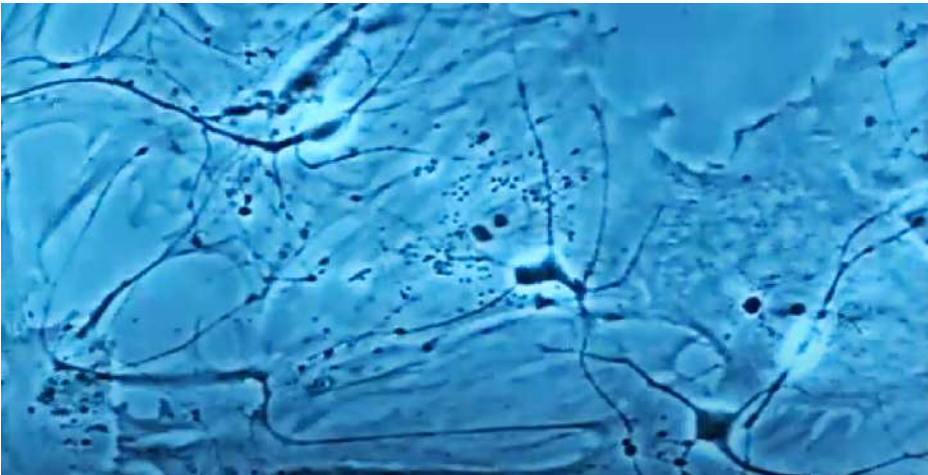
Les cellules gliales (en bleu)



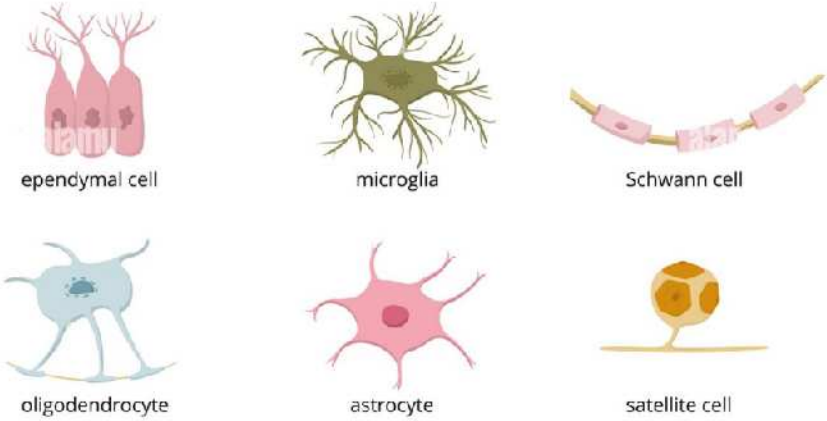
Les astrocytes (ou cellules gliales) assurent le support et la protection des neurones. - CC / GerryShaw



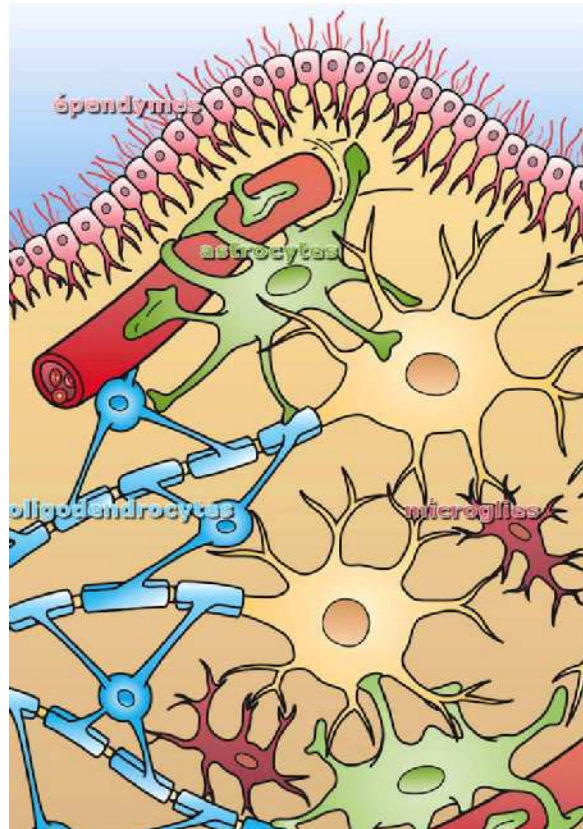
Elles supportent l'autre type de cellules, les neurones qui semblent s'accrocher dessus.



Il existe différents types de cellules gliales :



Glial cells (neuroglia)

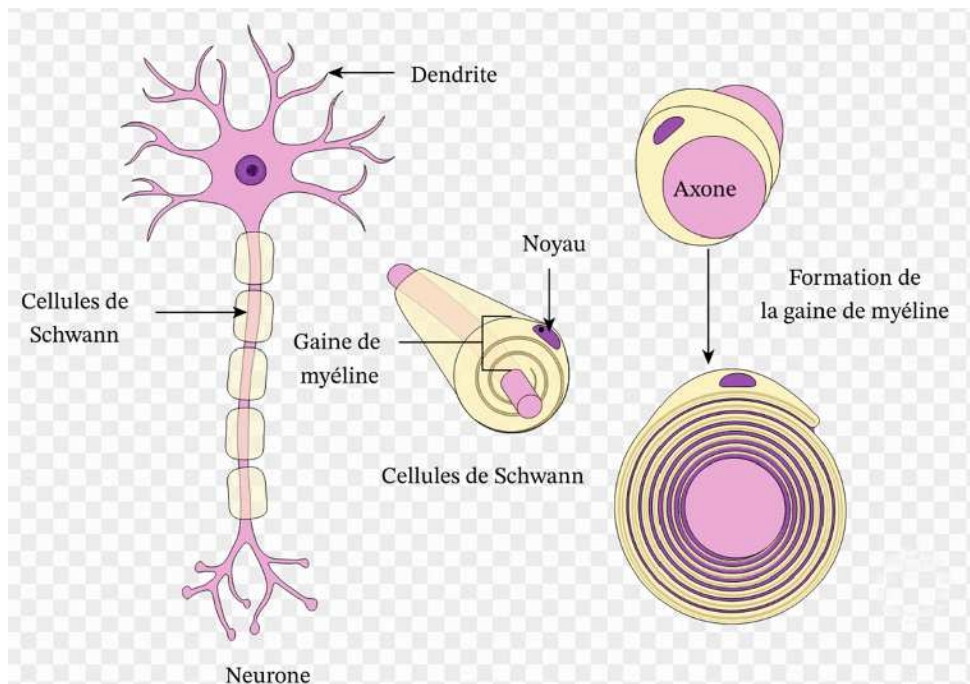


Le nom de cellule gliale vient de « glue » qui, en anglais, veut dire coller.
 En culture, ces cellules remplissent les espaces vides, afin de guider le réseau nerveux qui s'installe. Elles sont, tout au moins, aussi nombreuses que les neurones.
 Certaines cellules gliales ont des fonctions de nettoyage, ce sont les microglies qui parcourent, en tous sens, le tissu et **englobent les particules et déchets pour les digérer.**

Cellule gliale macrophage :

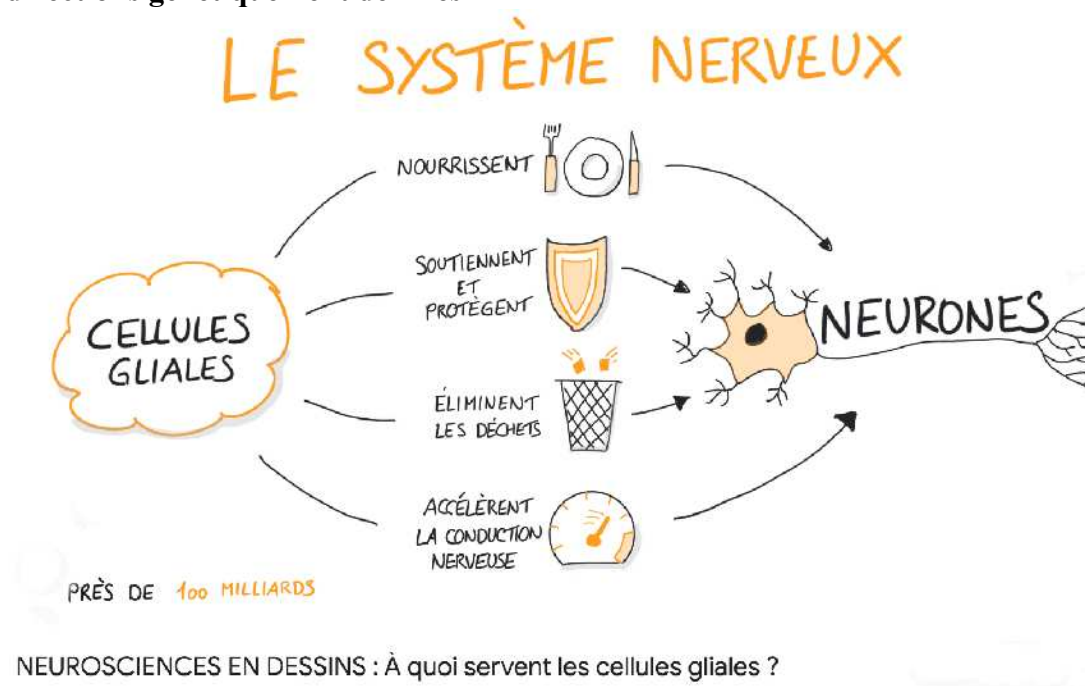


Avec les cellules gliales, les neurones développent un type de communication intercellulaire complexe dont on décrypte petit à petit le langage. On a longtemps pensé que les cellules gliales n'étaient que le support sur lequel évoluaient les neurones, qu'elles entouraient, soutenaient et isolaient les axones des neurones.



Mais on sait aujourd'hui que ces cellules font beaucoup plus que cela.

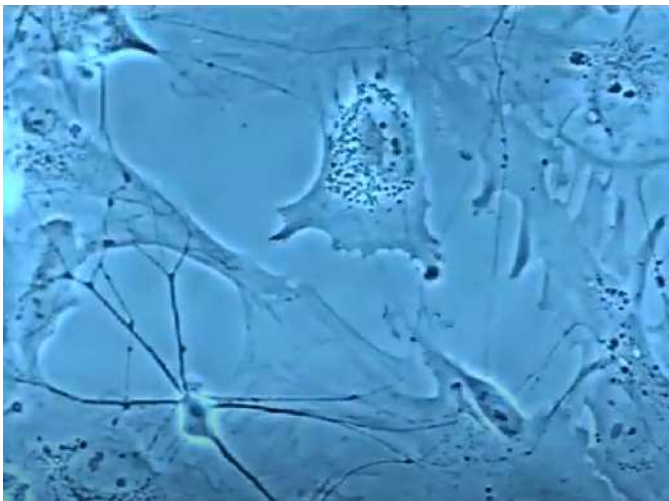
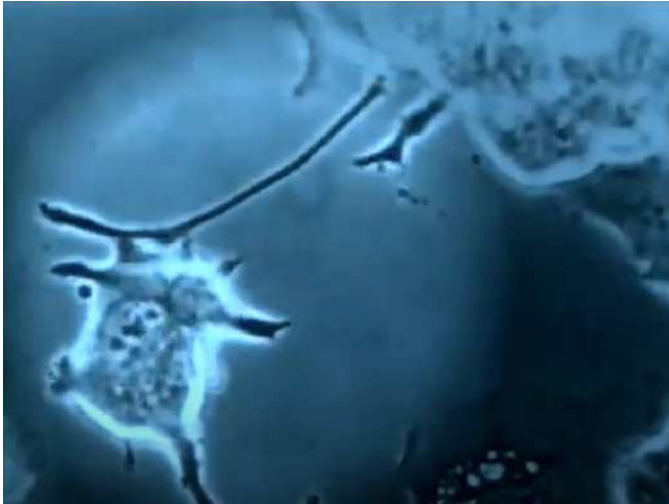
Elles communiquent avec les neurones, elles les maternent, elles les orientent vers des directions génétiquement définies.



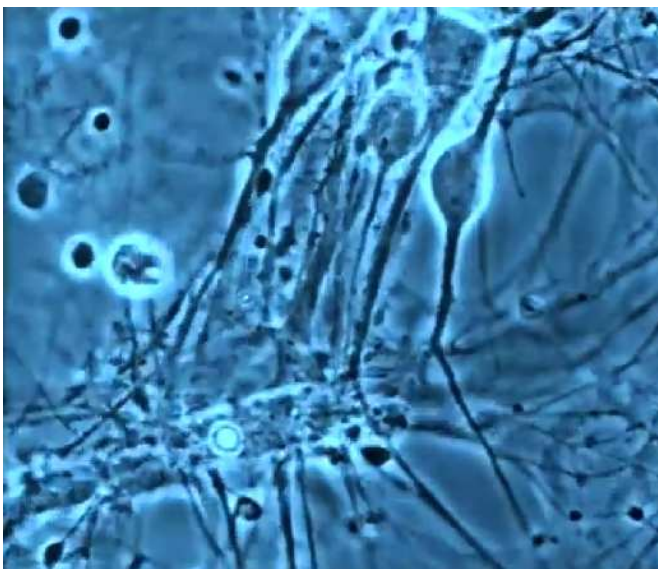
<https://www.youtube.com/watch?v=4ZByXLzoVk8> (2,30 minutes)

L'explication la plus facile - les cellules gliales

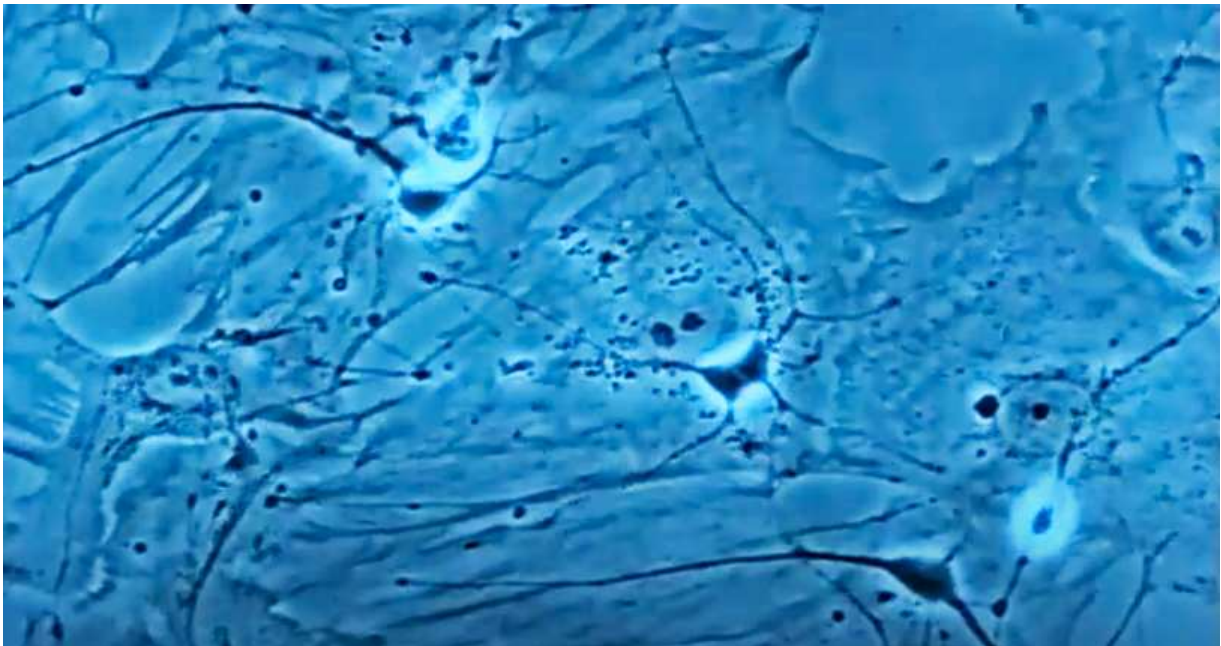
Elles font donc bien plus que de maintenir la cohésion des neurones en les collant ensemble, elles guident les prolongements neuronaux qui ne se développeraient pas sans ses contacts. Les déplacements de l'une entraîne des déformations de l'autre. Cela montre la solidité des contacts entre ces deux cellules.



Les cellules gliales rassemblent les axones pour former de véritables câbles électriques ou autoroutes de l'information.



Dans les boîtes de culture de neurones, si l'on ne renouvelle pas le milieu nutritif, le vieillissement de ceux-ci est accéléré. Les neurones meurent et les cellules microgliales deviennent plus nombreuses, leur rôle de nettoyage étant de plus en plus nécessaire. Un véritable ballet de microglies se met en place.

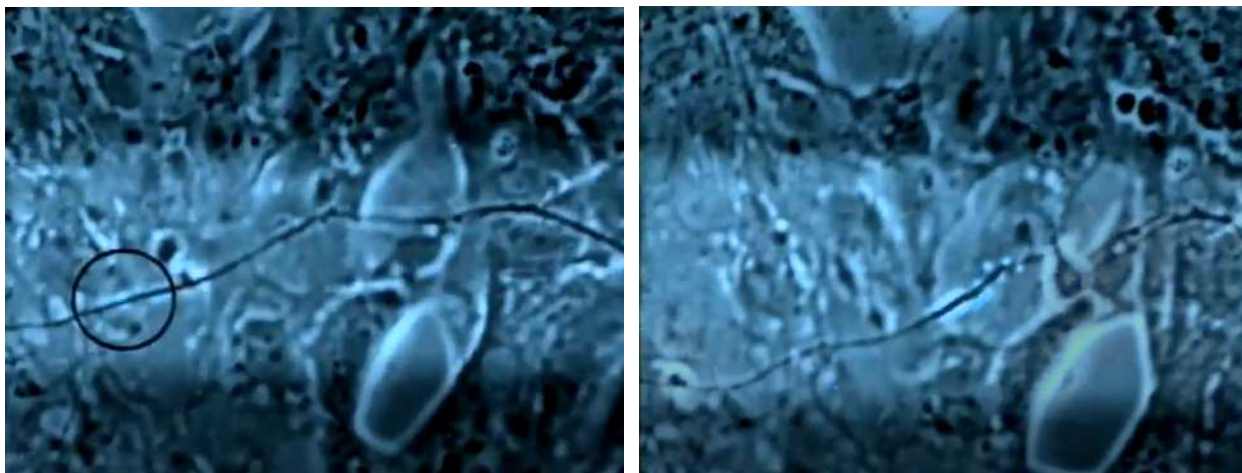


Seule la technique de la culture cellulaire en boîte, associée à celle du microcinéma, permet de voir une certaine forme de la réalité des communications, sans pour autant nous permettre encore de savoir ce que cela signifie précisément. Et on peut le comprendre en voyant la complexité de tous ces réseaux et la vitesse à laquelle ils agissent.

C'est le mouvement qui permet de ne pas confondre neurone et microglie car les prolongements de la membrane de cette dernière prennent parfois l'aspect de filaments qui ressemblent aux bras des neurones.

Sans le mouvement encore, on ne pourrait pas voir cette aura de lumière blanche qui court le long de l'axone et qui reste encore un mystère.





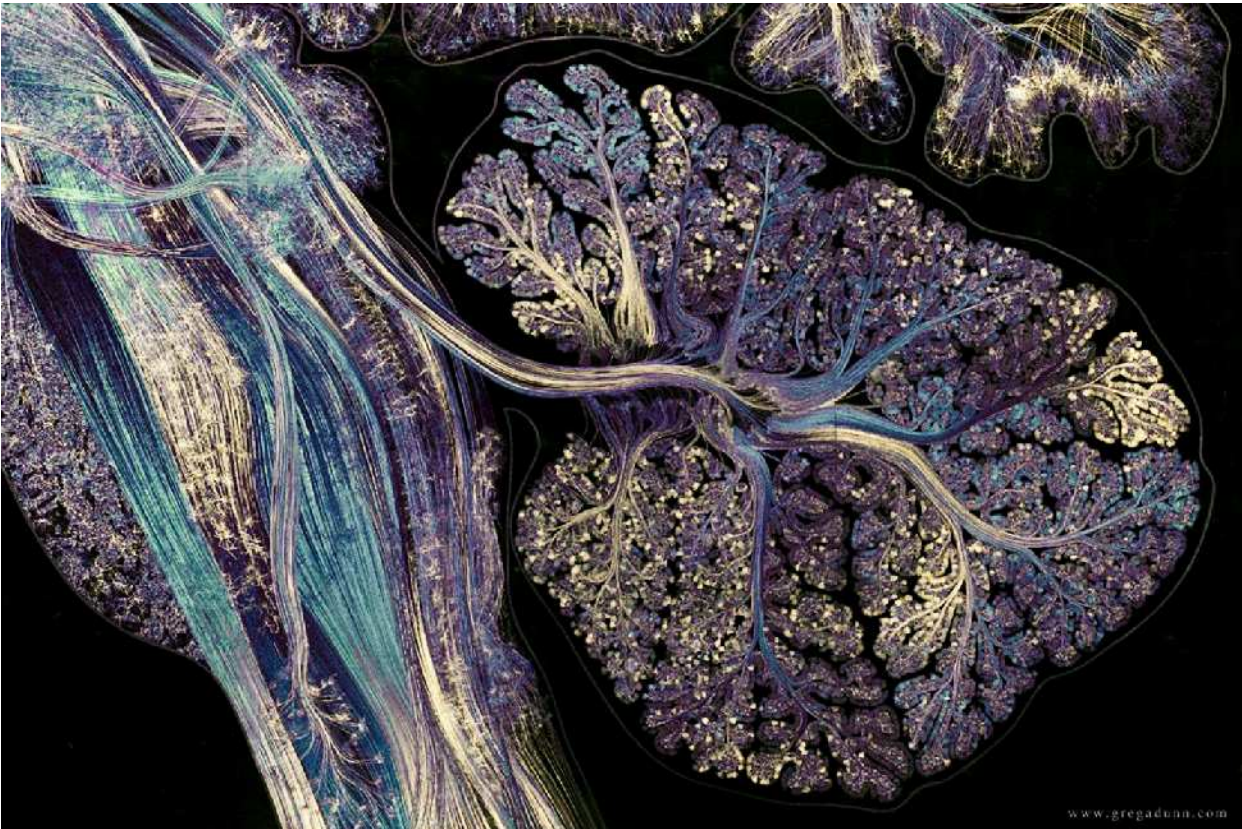
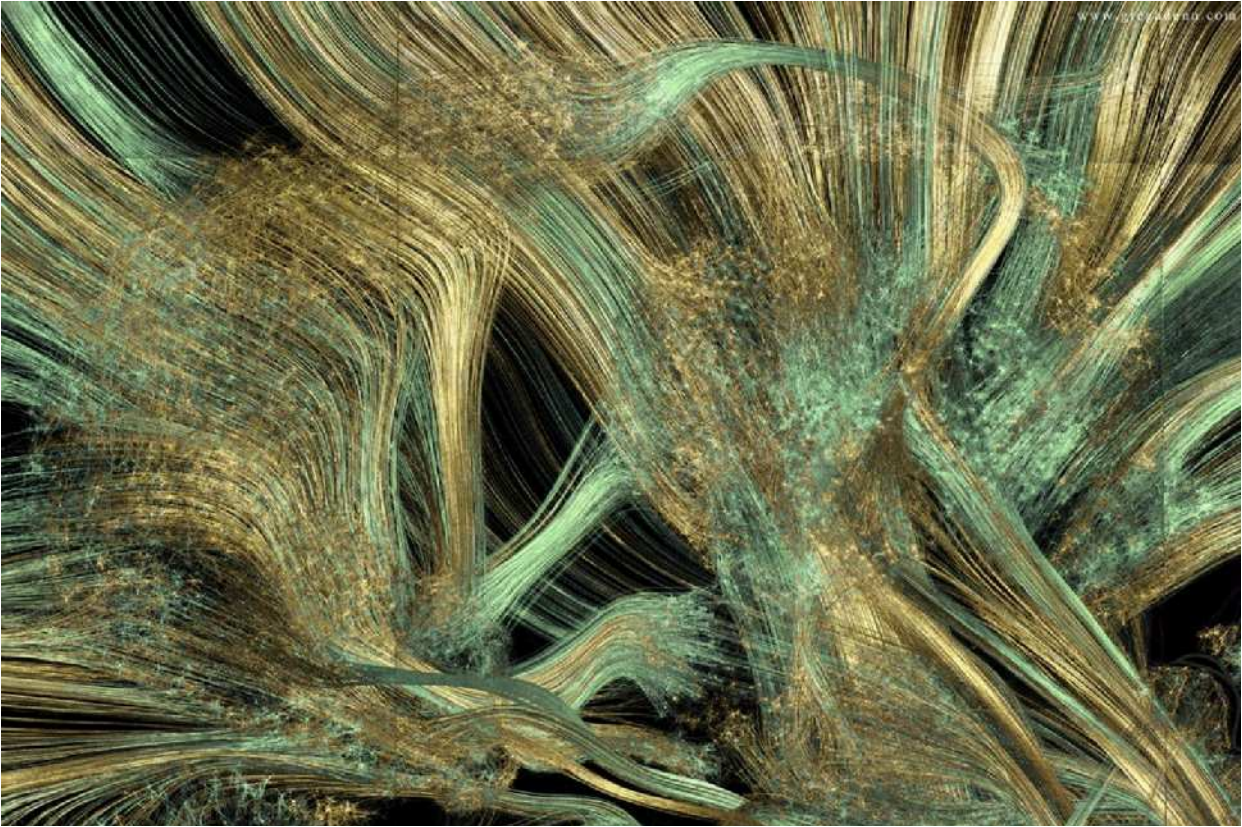
Les chercheurs continuent à explorer les secrets de la communication cellulaire...

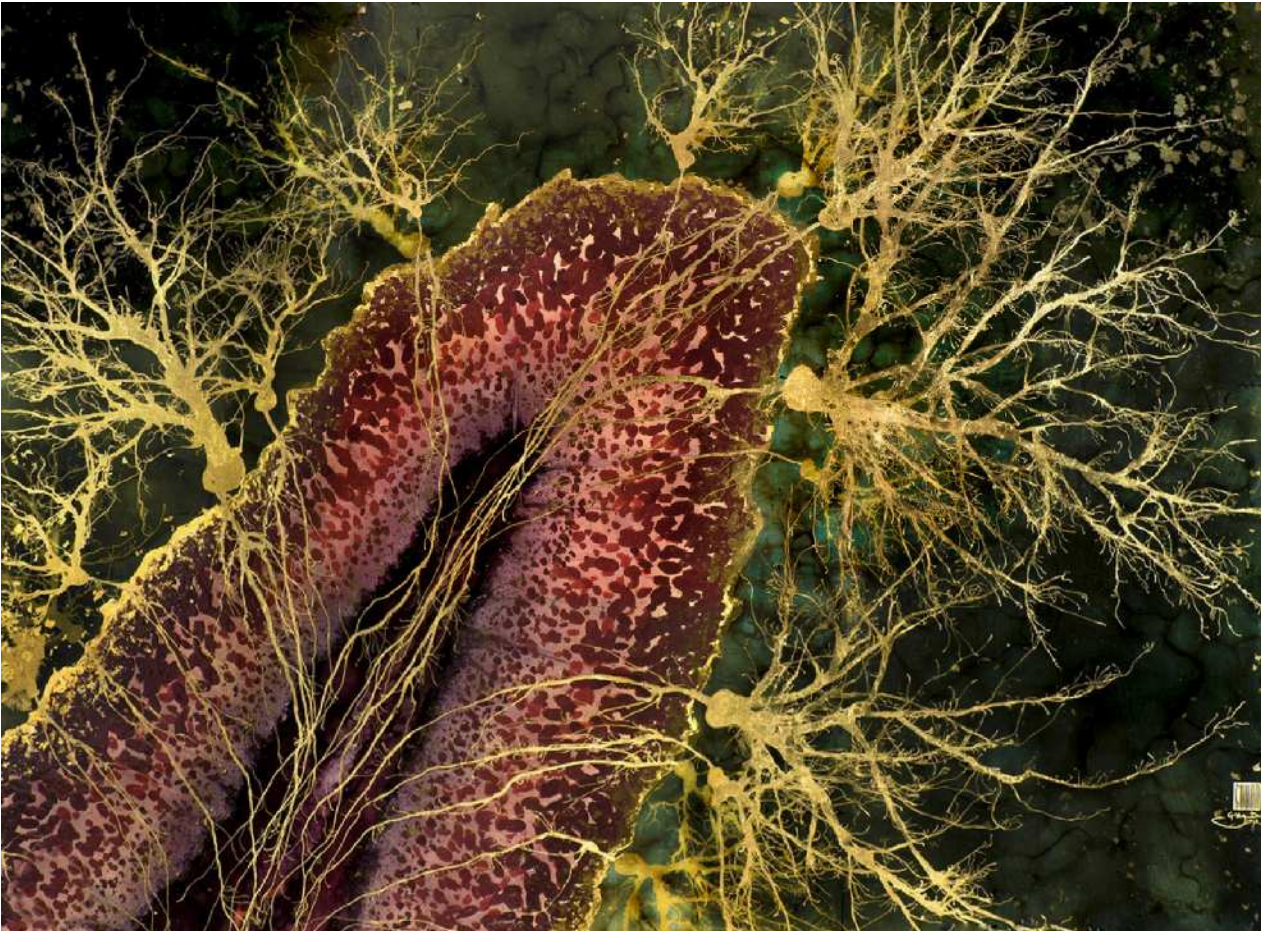
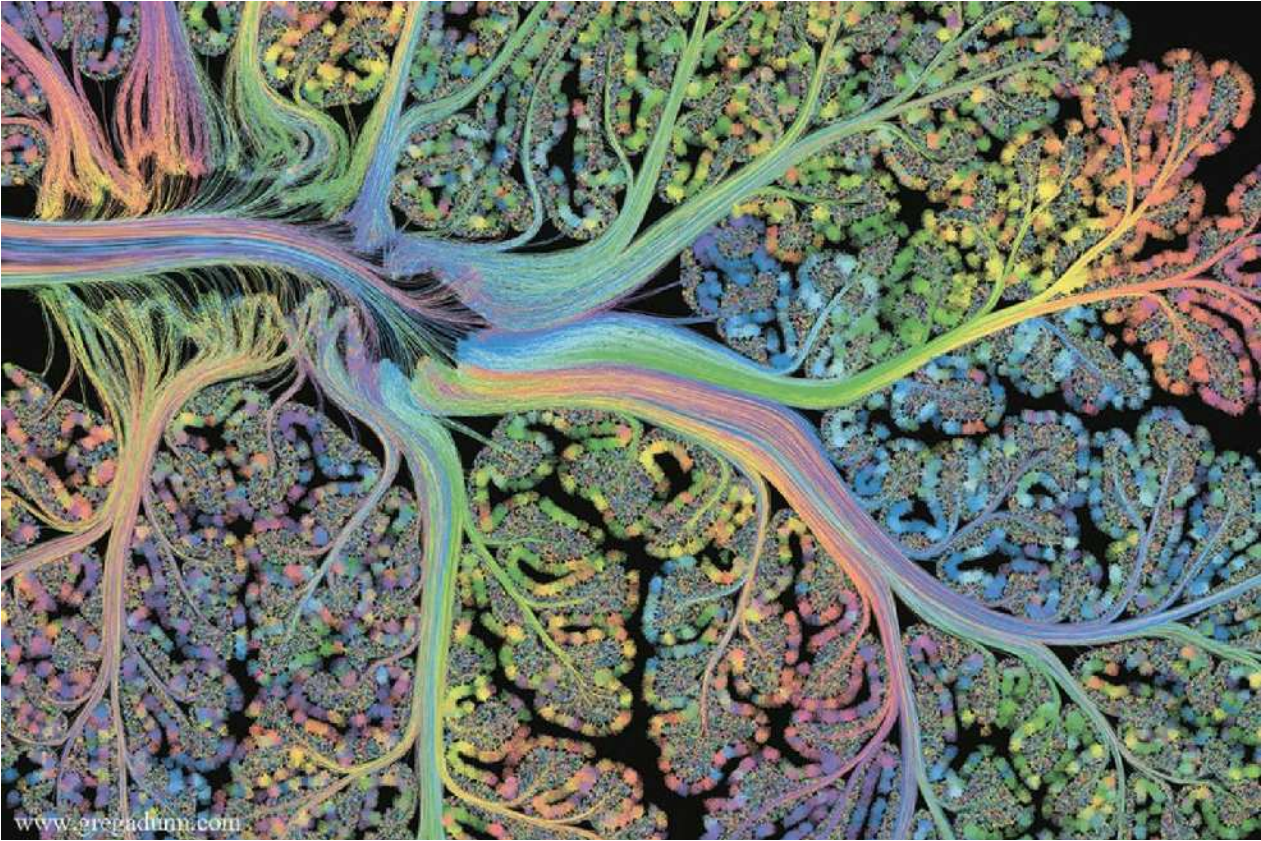
Les neurones révélés dans des micro-gravures :

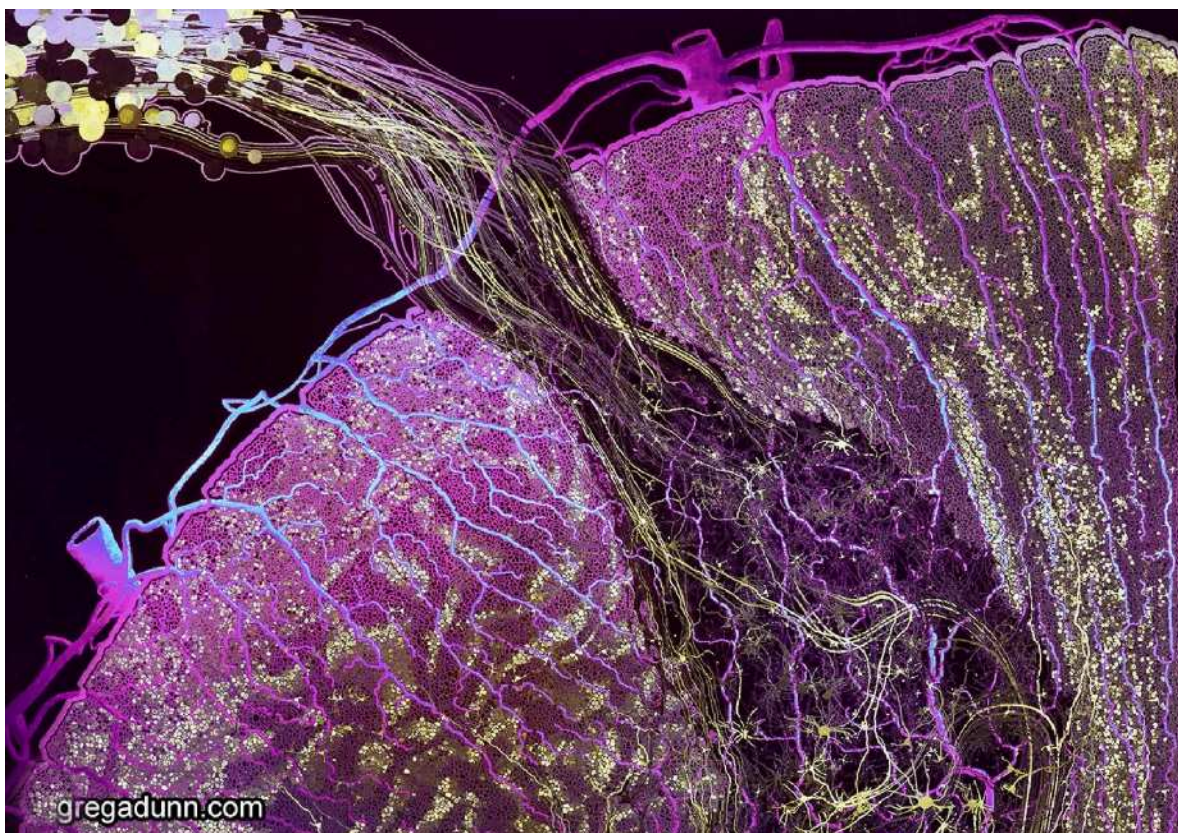
Pour représenter la complexité du système neuronal, Greg Dunn, docteur en neurosciences, a créé une technique de micro gravure.

Les neurones prennent vie dans de très belles images dignes de grands peintres de l'abstrait.









Le cerveau devient une œuvre d'art :

<https://www.youtube.com/watch?v=V5F7snIJ-is>

Autoréflexion - Illuminer le cerveau à travers l'art et la science (2,30 minutes)



Traduction en français en cliquant sur paramètres et cc.