

Le système nerveux

I-Généralités

Le système nerveux est un système biologique animal responsable de la coordination des actions avec l'environnement extérieur et de la communication rapide entre les différentes parties du corps. Les êtres vivants dotés d'un système nerveux sont nommés **eumétazoaires**.

Le système nerveux exerce un contrôle sur l'ensemble du corps qui se traduit par des actes **volontaires ou involontaires**, et des sensations qui sont **conscientes ou inconscientes**.

Le système nerveux gère les informations sensorielles, coordonne les mouvements musculaires et régule le fonctionnement des autres organes. Il régule également les émotions et il est le siège de l'intellect chez l'homme.

Le système nerveux comprend :

Sur le plan anatomique

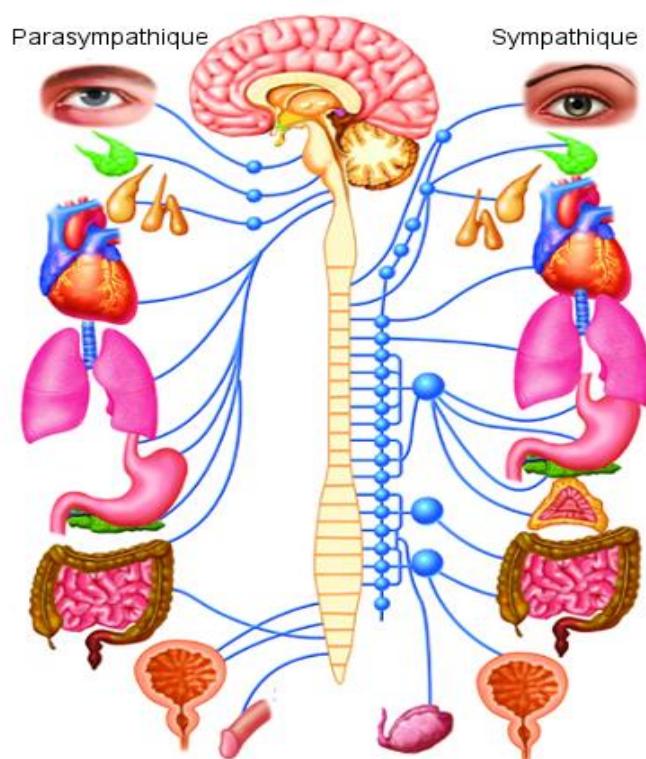
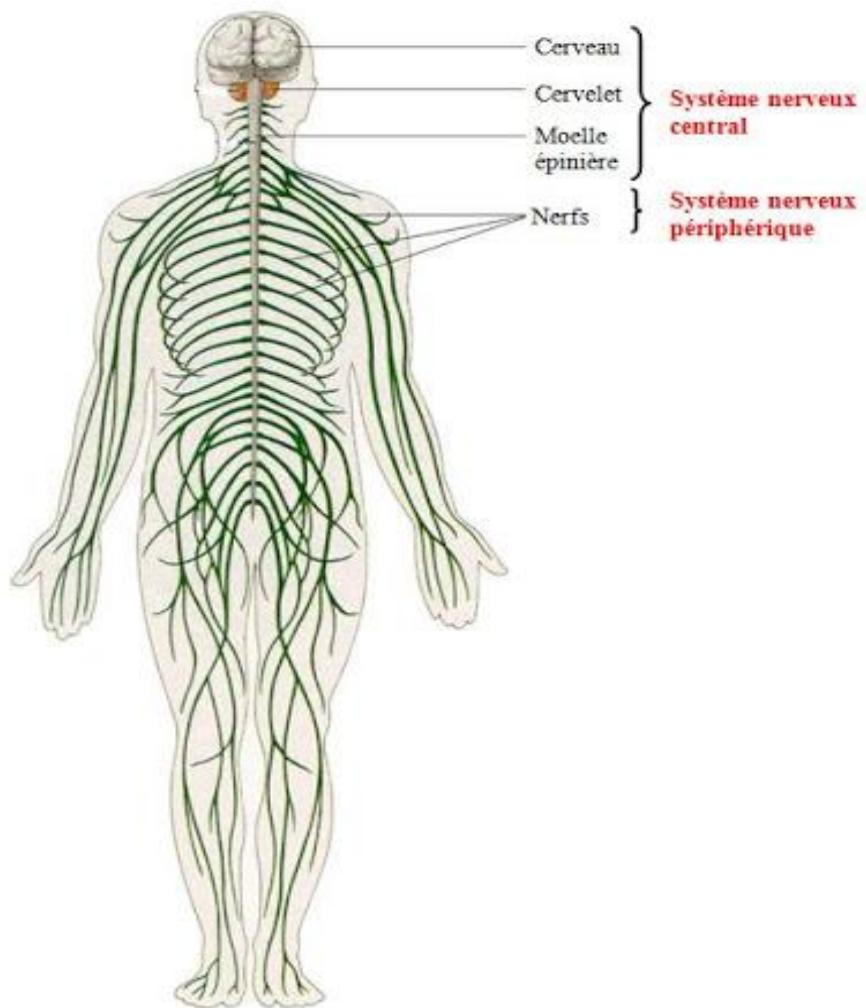
Le système nerveux central qui contient tous les centres nerveux supérieurs et tous les corps cellulaires des neurones de la vie de relation, groupés dans une masse nerveuse qui occupe la cavité crânienne et le canal rachidien : **le névraxe**. Constituée d'une part de l'encéphale, regroupant le cerveau, le tronc cérébral et le cervelet ; d'autre part de la moelle épinière. Il a un rôle de réception, de traitement, d'intégration et d'émission des messages nerveux

-**Le système nerveux périphérique** constitué uniquement par des prolongements, axone pour les nerfs moteurs, dendrites pour les nerfs sensitifs, groupés dans les nerfs rachidiens issus de la moelle et les nerfs crâniens issus du tronc cérébral. Il comporte aussi la double chaîne ganglionnaire qui borde la colonne vertébrale ainsi que les ganglions préviscéraux et intramuraux.

Sur le plan fonctionnel :

- **le système nerveux de la vie de relation** qui assure la motricité des muscles striés, la sensibilité des parois et des téguments, les perceptions sensorielles.
- **le système nerveux organo-végétatif (sympathique et parasympathique)** chargé du fonctionnement de nos viscères.

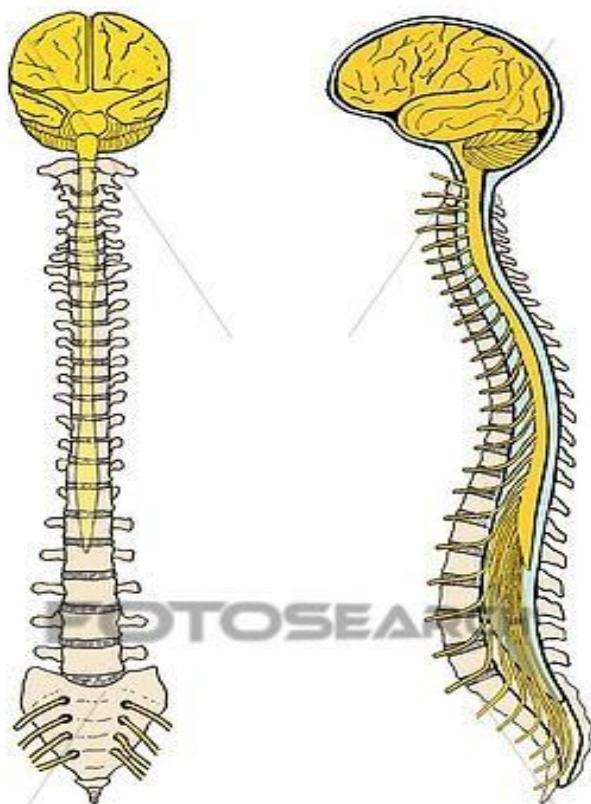
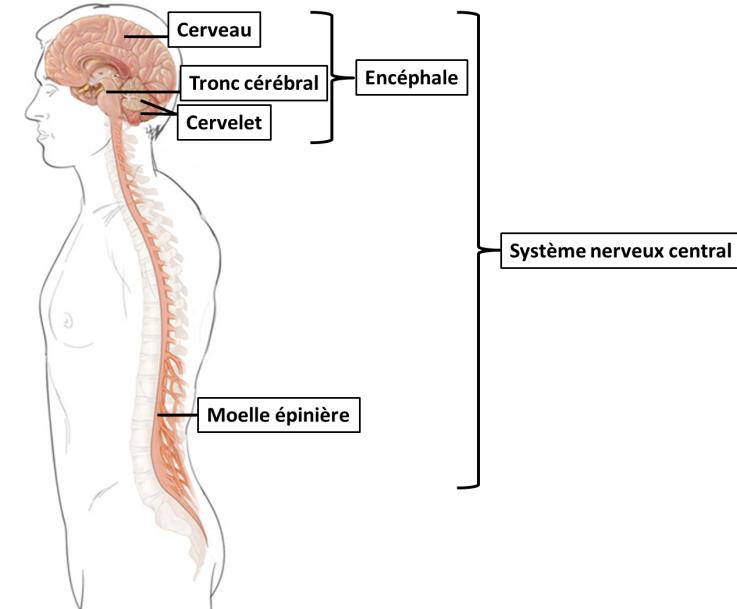
Tous les centres nerveux de ces deux systèmes sont situés dans **le système nerveux central**, mais alors que pour la vie de relation il n'existe aucun corps cellulaire en dehors de lui, pour la vie végétative des corps cellulaires constituant des amas ganglionnaires ont émigré vers les organes splanchniques formant les **ganglions végétatifs**, encore appelés **sympathique**.



Protection du système nerveux central ou névraxe

le névraxe est l'organe le mieux protégé du corps.

-Mécaniquement d'abord, avec **le crâne et la colonne vertébrale** qui font office d'armure contre les coups.

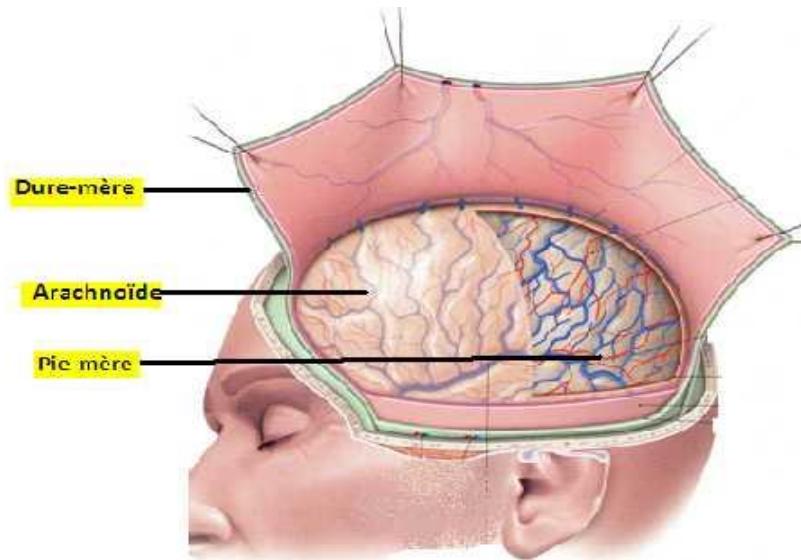


Le système nerveux central est protégé par une enveloppe osseuse,
(**boîte crânienne** pour l'encéphale et de la **colonne vertébrale** pour la moelle épinière).

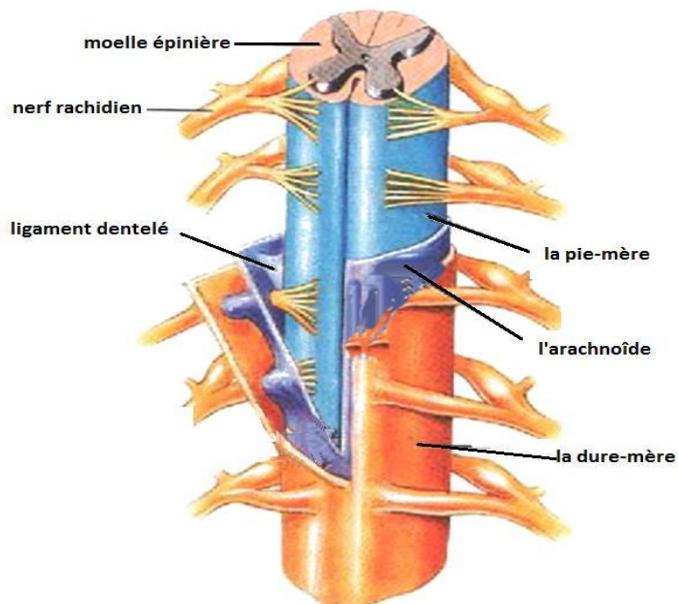
-Viennent ensuite **les méninges**, ces trois membranes qui l'enveloppent pour l'empêcher de s'abîmer contre l'intérieur du crâne. Ce sont ces membranes qui deviennent infectées lors de la méningite et c'est parce qu'elles sont accolées directement sur le cerveau que cette maladie est si dangereuse.

-Les trois méninges qui recouvrent et protègent le nerf rachidien s'appellent la **dure-mère** sur la face externe, **l'arachnoïde** et la **pie-mère** au contact du cerveau et la moelle.

L'espace sous-arachnoïdien (entre l'arachnoïde et la pie mère) contient du **liquide cérébrospinal**, liquide qui peut être prélevé durant un examen appelé **ponction lombaire**.

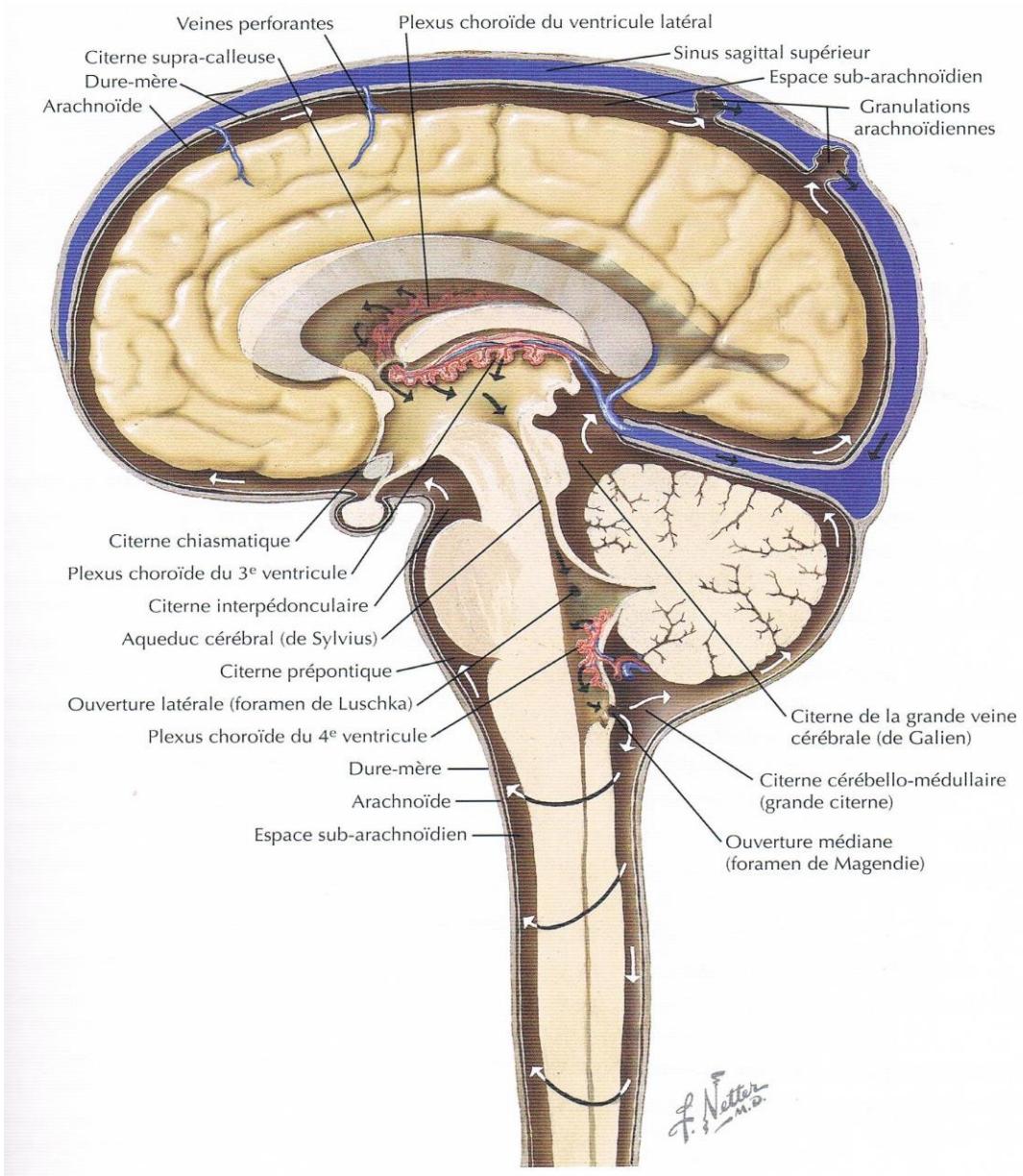


Les méninges de l'encéphale.



Les méninges de la moelle épinière.

-Pour encore plus de protection, le cerveau (et la moelle épinière) baignent dans le **liquide céphalo-rachidien (ou cérébro-spinal)**. Ce fluide circule à travers une série de cavités communicantes appelées ventricules. Du liquide céphalo-rachidien circule aussi entre la pie-mère et l'arachnoïde des méninges. En plus de contribuer à absorber les coups, ce liquide diminue la pression à la base du cerveau en faisant "flotter" le tissu nerveux. Produit par les plexus choroïdes dans les ventricules les plus hauts et absorbé dans le système veineux à la base du cerveau, le liquide céphalo-rachidien circule vers le bas en évacuant les déchets toxiques et en transportant des hormones entre des régions éloignées du cerveau. . Il se renouvelle rapidement et a des fonctions de protection mécanique, anti-infectieuse, nutritive.



Le névraxie baigne dans du liquide cérébrospinal.

Le système ventriculaire

Est un ensemble de cavités situées à l'intérieur du cerveau en continuité avec le canal de l'épendyme (ou canal central) de la moelle spinale. Il participe à la sécrétion et à la circulation du liquide céphalorachidien (ou cérébro-spinal) où baigne le système nerveux central. Il est constitué principalement de quatre ventricules :

- ventricule latéral droit** (situé dans l'hémisphère cérébral droit)
- ventricule latéral gauche** (situé dans l'hémisphère cérébral gauche)
- troisième ventricule** (situé dans le diencéphale)
- quatrième ventricule** (situé dans le rhombencéphale)

Chacun de ces ventricules est tapissé d'un plexus choroïde qui sécrète le liquide céphalorachidien à partir des éléments contenus dans le plasma sanguin.

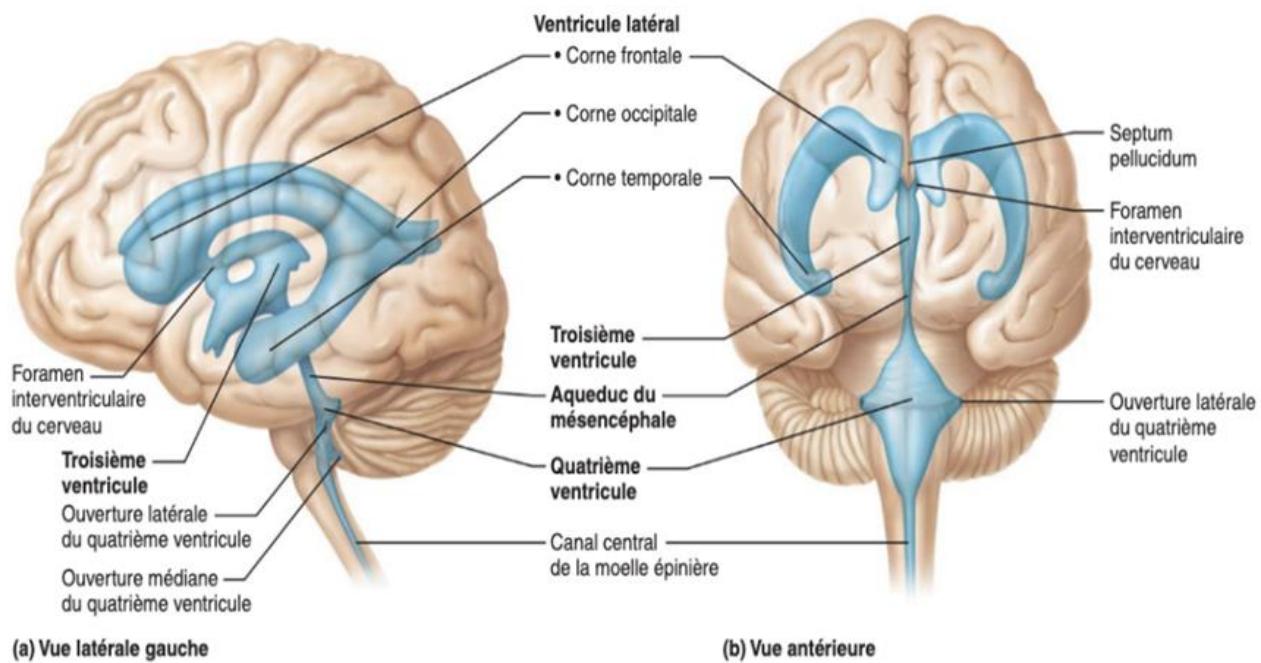
Les ventricules communiquent entre eux.

entre les ventricules latéraux et le troisième ventricule : les foramens interventriculaires (ou trous de Monro), entre le troisième et le quatrième ventricule : **l'aqueduc de Sylvius ou l'aqueduc du mésencéphale**

Le liquide cérébro-spinal sort ensuite du quatrième ventricule pour aller dans la cavité subarachnoïdienne par le trou de Magendie (ou ouverture médiane du quatrième ventricule) et les deux trous de Luschka (ou ouvertures latérales du quatrième ventricule).

-le quatrième ventricule communique avec **le canal épendymaire ou canal de l'épendyme** qui est situé au centre de la moelle épinière. Il est entouré d'un revêtement unistratifié cubique ou cylindrique simple, constitué de cellules épendymaires.

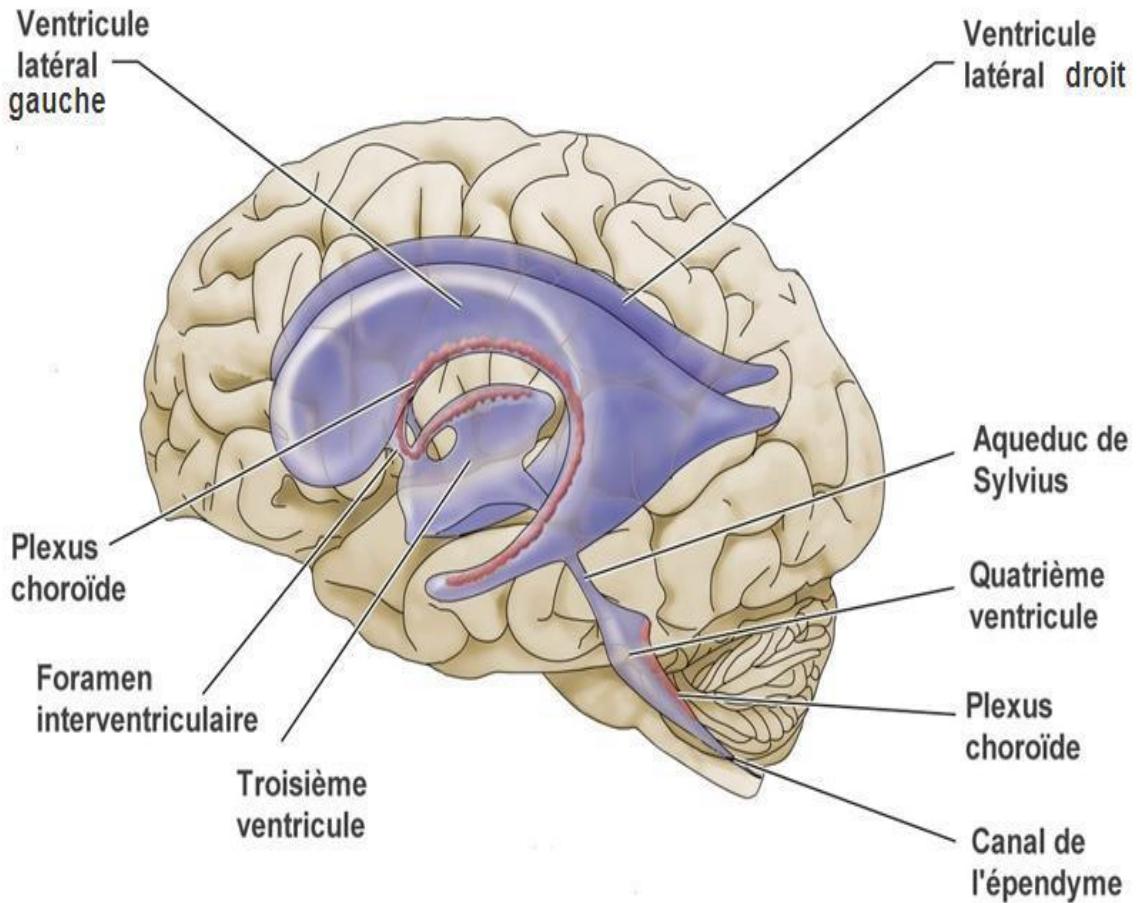
Une augmentation pathologique du volume des ventricules peut engendrer une hydrocéphalie.



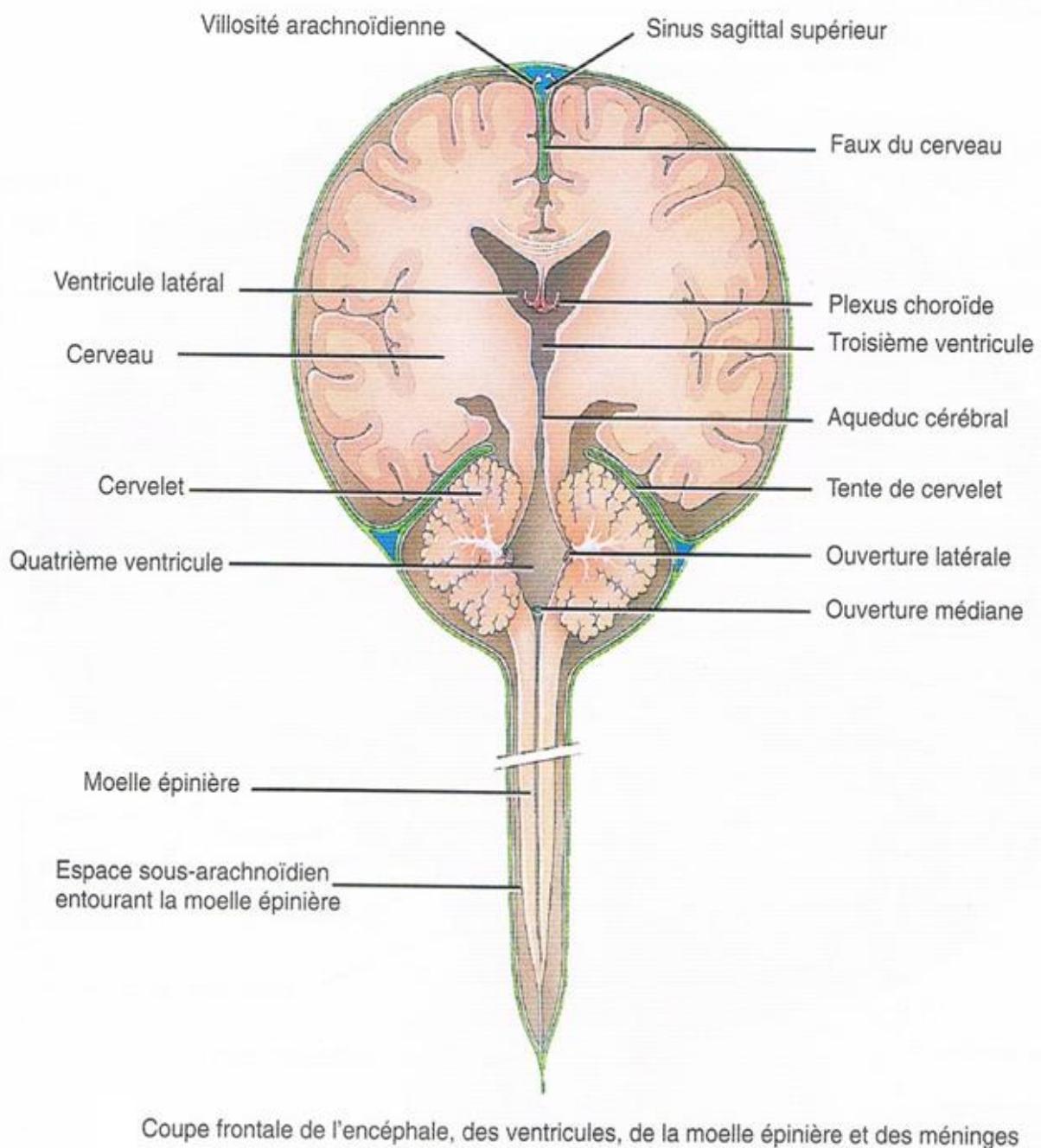
(a) Vue latérale gauche

(b) Vue antérieure

Ventricules cérébraux. Les grands ventricules latéraux comprennent des régions appelées *corne frontale*, *corne occipitale* et *corne temporale*.



Les cavités de l'intérieur du cerveau sont en continuité avec le canal de l'épendyme (ou canal central) de la moelle spinale.



Le système nerveux périphérique

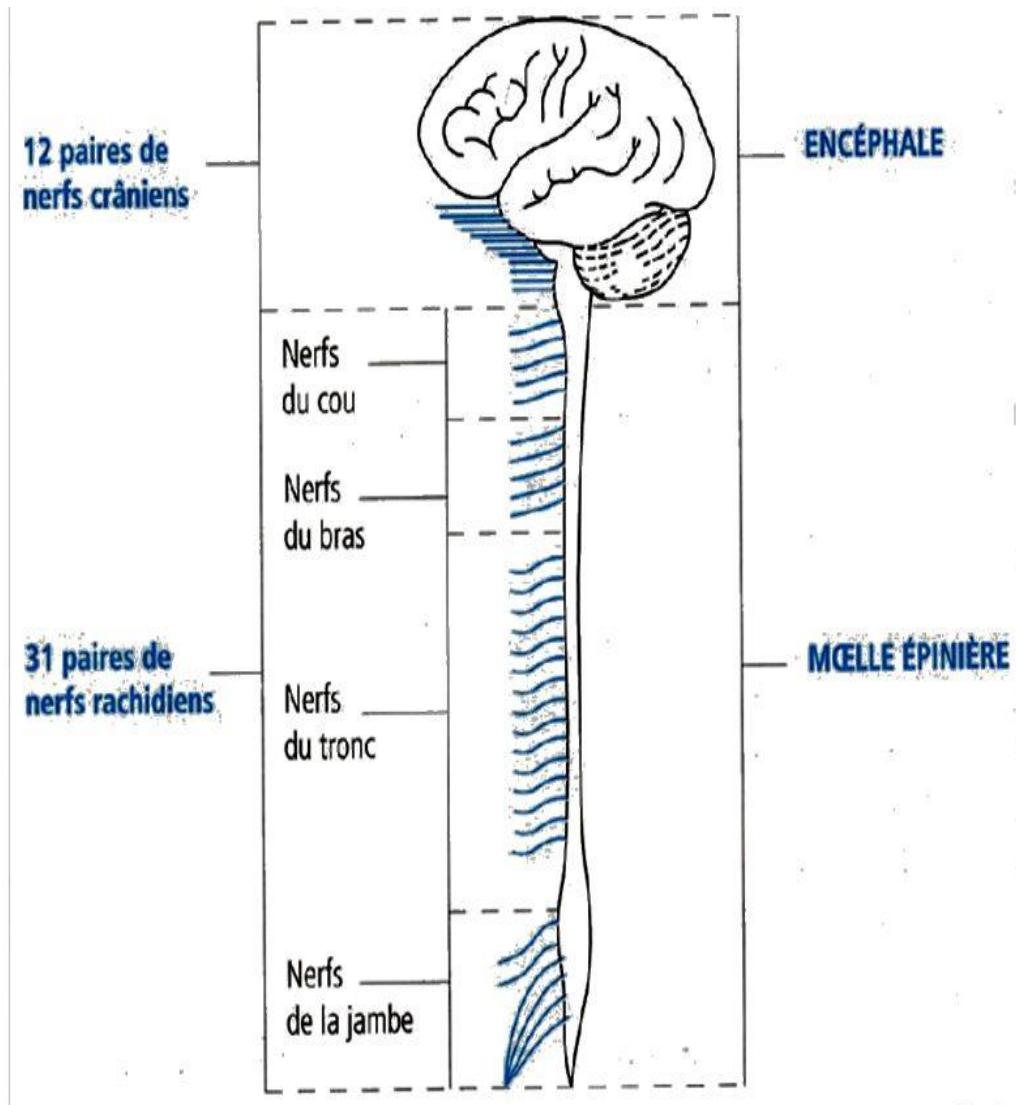
Est constitué de tout ce qui est hors du névraxe.

Il est principalement formé **des nerfs crâniens et rachidiens**, qui sont issus essentiellement de la moelle et du tronc cérébral, et qui se terminent au niveau d'un ou plusieurs organes (peau, muscle, viscère, ...).

-de l'encéphale sortent **12 paires de nerfs crâniens** pour la tête.

-de la moelle spinale sortent **31 paires de nerfs rachidiens** pour le reste du corps.

- Il comporte aussi la double **chaîne ganglionnaire sympathique du système neuro-végétatif**, qui borde la colonne vertébrale.



Nerfs crâniens et nerfs rachidiens

Substance blanche et substance grise

On distingue dans le névraxe, deux grands types de tissus :

La **substance blanche** qui est constituée d'axones myélinisés et qui lui donnent sa couleur blanche caractéristique.

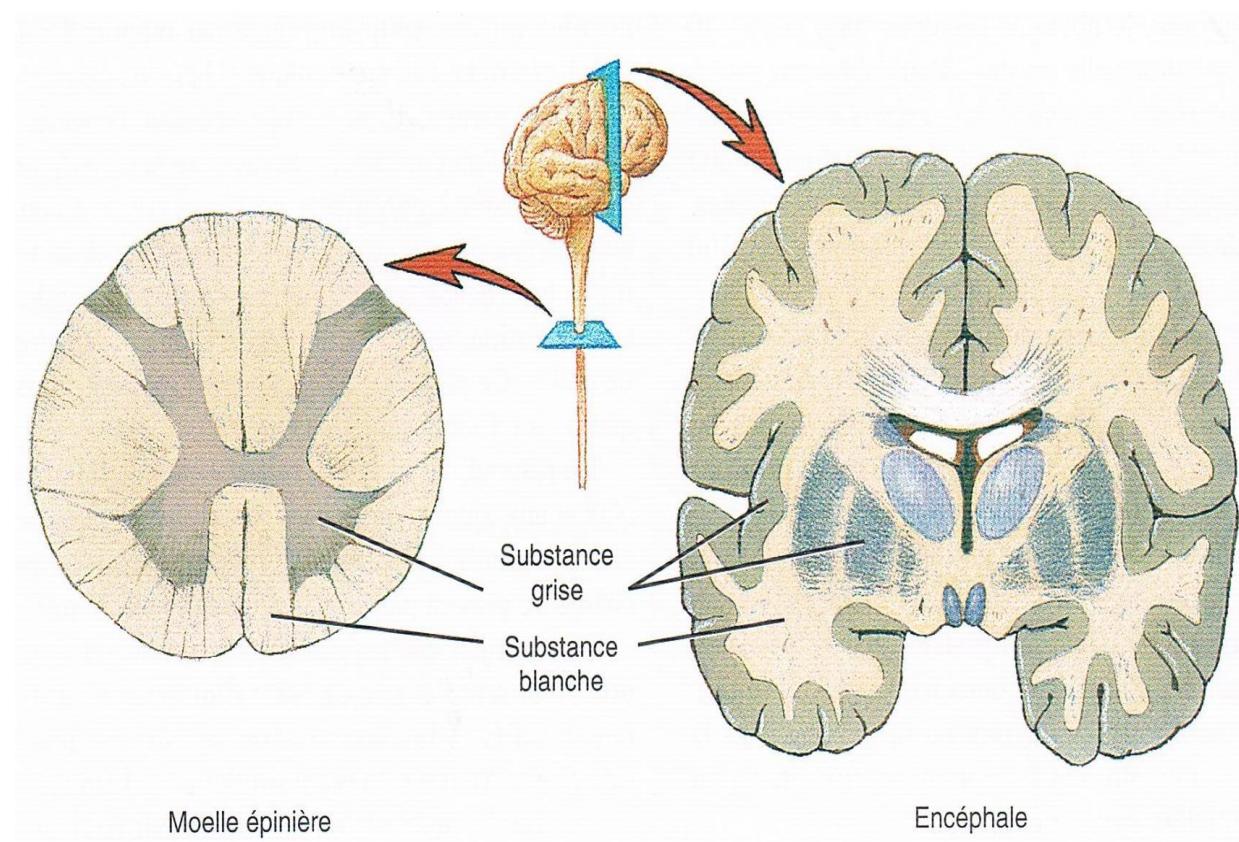
-dans la moelle spinale ou épinière elle correspond à la partie périphérique.

- dans l'encéphale à la partie centrale du cerveau et on distingue par endroit des amas de corps cellulaires (substance grise) que l'on appelle des **noyaux gris centraux**.

La **substance grise** quant à elle est constituée de corps cellulaires de neurones et de neurofibrilles amyéliniques.

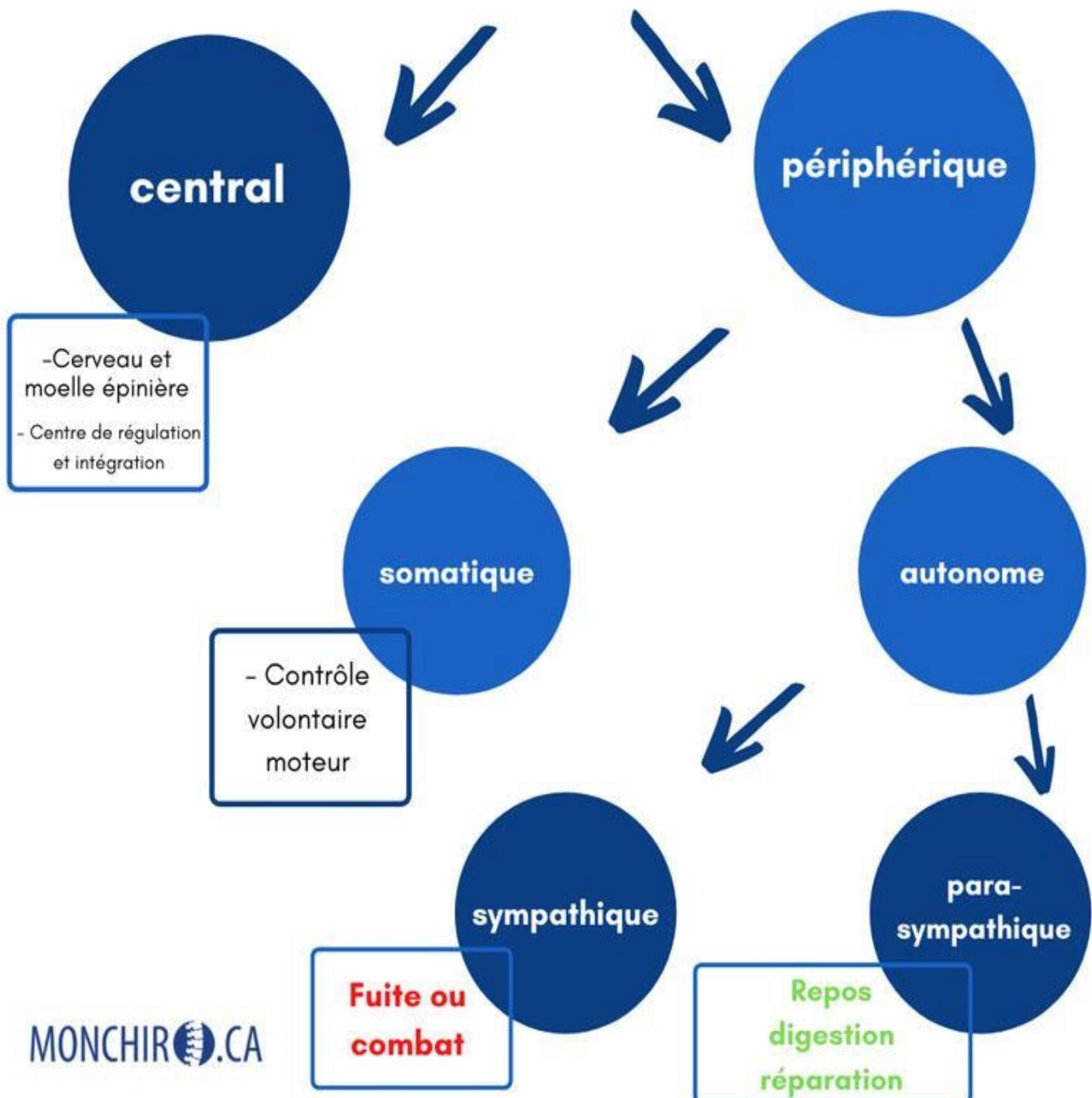
- Elle correspond dans la moelle épinière au **H central**.

- et dans le cerveau au cortex, qui est une couche externe de 2 à 4 mm d'épaisseur, qui représente 40% de la masse de l'encéphale, contrairement à la moelle spinale c'est la substance grise qui entoure la substance blanche.



-la substance grise qui est interne dans la moelle spinale, est externe dans l'encéphale.

SYSTÈME NERVEUX



Rappel EMBRYOLOGIQUE

A - LA PLAQUE NEURALE

LE SYSTEME NERVEUX EST D'ORIGINE ECTODERMIQUE, IL APPARAIT SUR LA PLAQUE EMBRYONNAIRE SOUS FORME D'UN EPAISSEMENT DE L'ECTODERME DORSAL : **LA PLAQUE NEURALE**. CETTE PLAQUE EST EN ARRIERE DE LA NOTOCHORDE QUI FORME L'AXE PRIMITIF AUTOUR DUQUEL LES SOMITES MESODERMQUES VONT APPARAITRE PAR PAIRES SUPERPOSEES, EBAUCHES PRIMITIVES DE LA FUTURE COLONNE VERTEBRALE ET DES MASSES MUSCULAIRES PARIETALES.

B - LA GOUTTIERE NEURALE

LORS D'UNE POUSSEE DE LA PLAQUE NEURALE SE PRODUIT UN SOULEVEMENT DES BORDS QUI DEVIENNENT LA **CRETE NEURALE** ET A UN CREUSEMENT DE LA PORTION CENTRALE QUI FORME **LA GOUTTIERE NEURALE**. CELLE-CI PRESENTE VERS L'EXTREMITE CEPHALIQUE DE L'EMBRYON TROIS ELARGISSEMENTS : **LES FOSSETTES CEREBRALES**. CE PHENOMENE S'ACCENTUE PROGRESSIVEMENT ET BIENTOT LES DEUX BORDS DE LA GOUTTIERE NEURALE VIENNENT AU CONTACT, AU NIVEAU DES CRETES NEURALES.

C - LE CANAL NEURAL (NEURULATION)

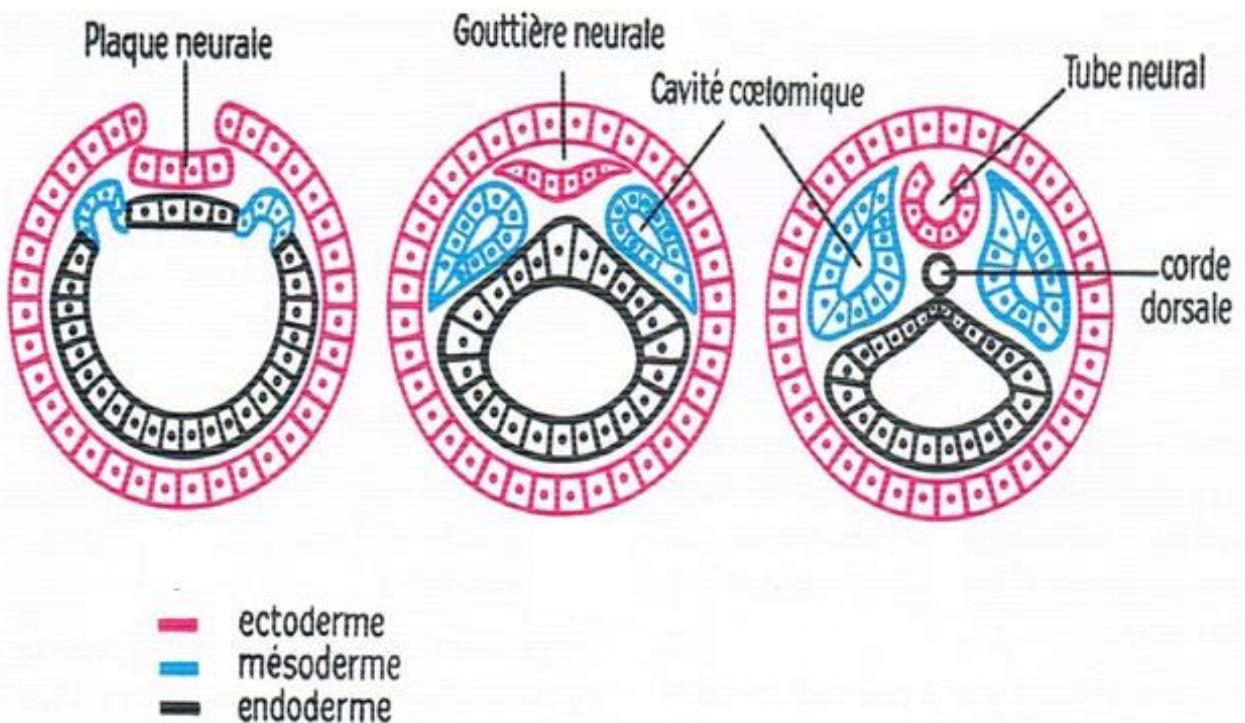
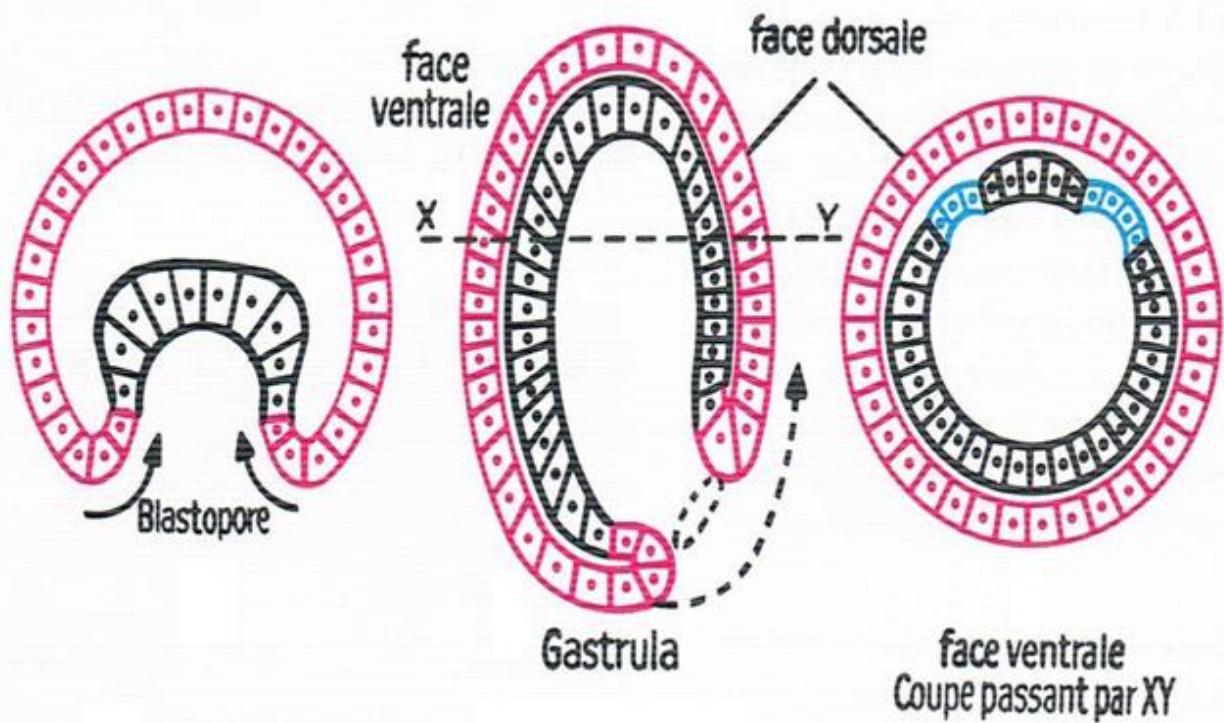
CET ACCOLEMENT NE SE PRODUIT PAS EN MEME TEMPS TOUT LE LONG DE LA GOUTTIERE NEURALE MAIS EST CONTEMPORAIN DE L'APPARITION DES SOMITES DANS LE MESODERME. LA GOUTTIERE SE FERME D'ABORD DANS LA REGION CERVICALE EN REGARD DES DEUX PREMIERS SOMITES PUIS, LE CANAL AINSI FORME S'ETEND VERS LES DEUX EXTREMITES CEPHALIQUE ET CAUDALE DE L'EMBRYON OU PERSISTENT DEUX ORIFICES TERMINAUX : **LE NEUROPORE ANTERIEUR CEPHALIQUE ET LE NEUROPORE POSTERIEUR CAUDAL**.

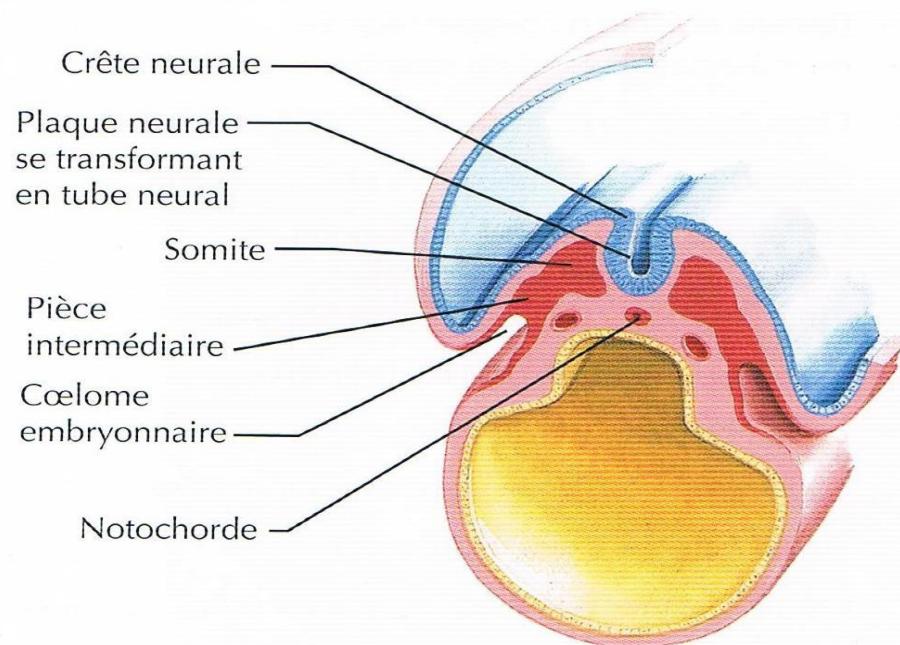
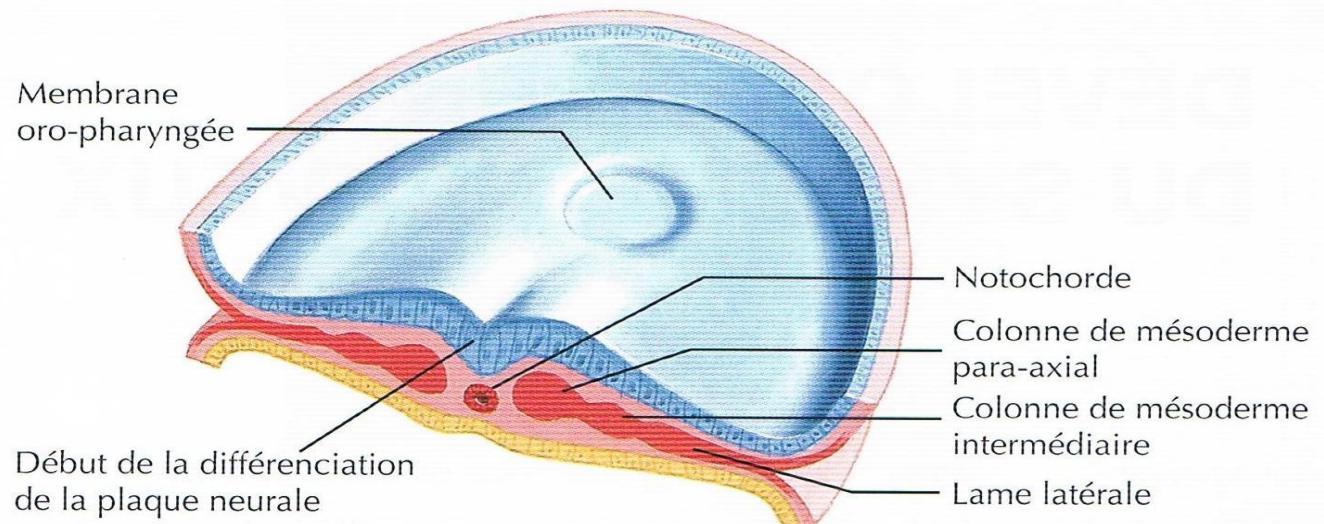
-LA GOUTTIERE NEURALE EST AINSI DEVENUE LE TUBE OU CANAL NEURAL AVEC UNE CAVITE CENTRALE APPELEE LE CANAL EPENDYMAIRE ET UNE PAROI CONSTITUEE PAR LES *CELLULES EPENDYMAIRES PRIMITIVES*.

le canal central, future système ventriculaire, constitue le centre du tube neural. ce processus de neurulation progresse vers l'avant et vers l'arrière.

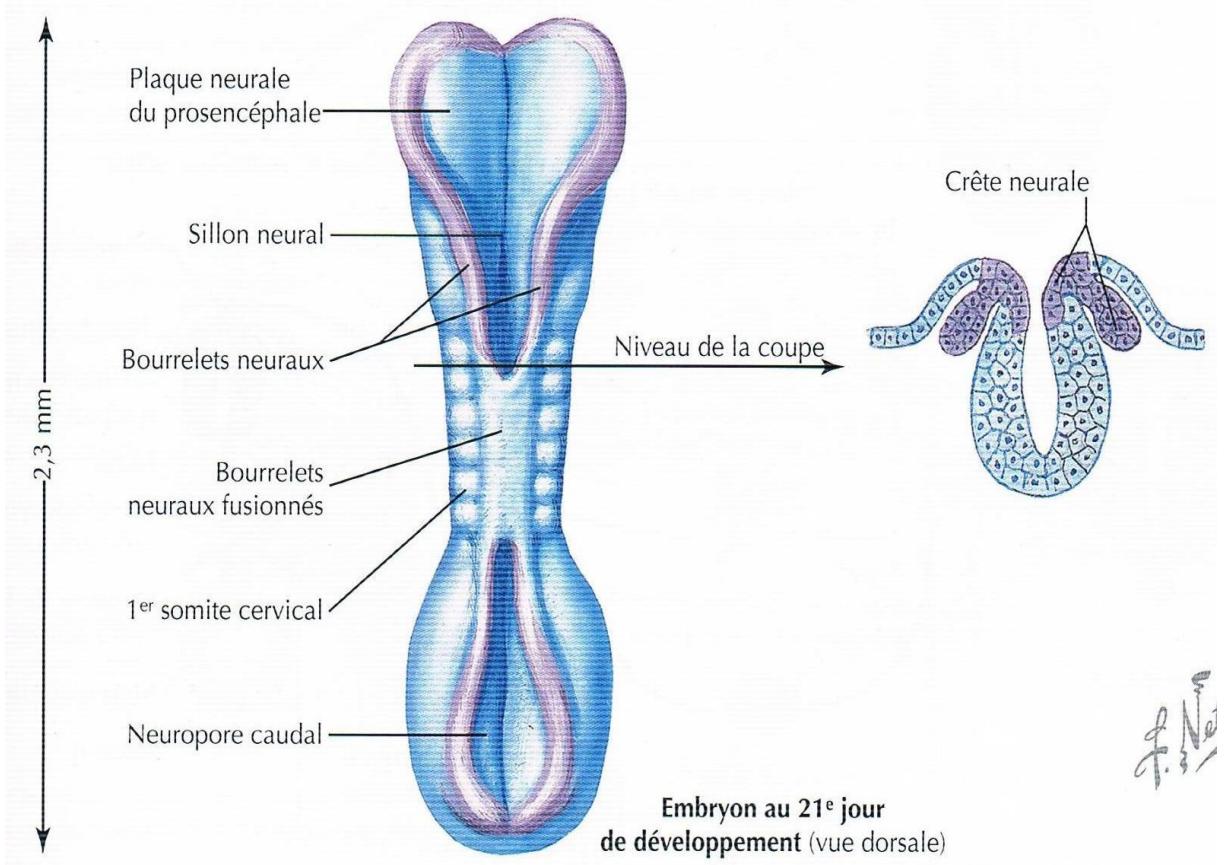
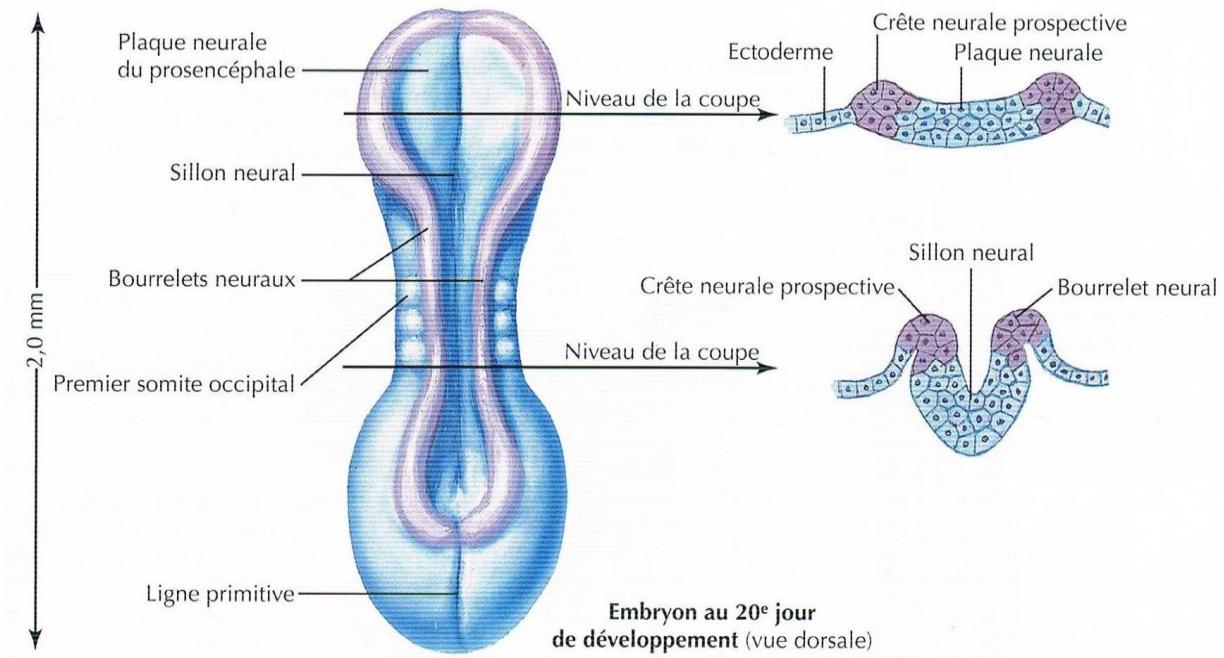
un défaut de neurulation peut entraîner une anomalie de formation du tube neural au niveau caudal (spina bifida) ou rostral (anencéphalie).

-**LE TUBE NEURAL** S'ISOLE DE L'ECTODERME DORSAL QUI SE RECONSTITUE DERRIERE LUI ET LES BORDS DE L'ANCIENNE CRETE NEURONALE FORMENT : **LA CRETE GANGLIONNAIRE**, QUI BIENTOT SE FRAGMENTE EN AMAS SUPERPOSES, EBAUCHE PRIMITIVE DES FUTURS GANGLIONS SPINAUX. ALORS QUE L'ECTODERME DORSAL RECONSTITUE VA, AU CONTACT DE LA CRETE GANGLIONNAIRE, FORMER DE CHAQUE COTE LA PLACODE OU ECTODERME DE MONGOLD QUI PARTICIPERA A LA FORMATION DES NEURONES, AU NIVEAU DE L'EXTREMITE CEPHALIQUE, LES TROIS FOSSETTES SONT DEVENUES TROIS VESICULES, CELLES-CI VONT BIENTOT ETRE CINQ ; LES **CINQ VESICULES CEREBRALES**. ELLES FORMERONT L'ENCEPHALE, ALORS QUE LE RESTE DU TUBE NEURAL SERA A L'ORIGINE DE LA MOELLE EPINIÈRE.



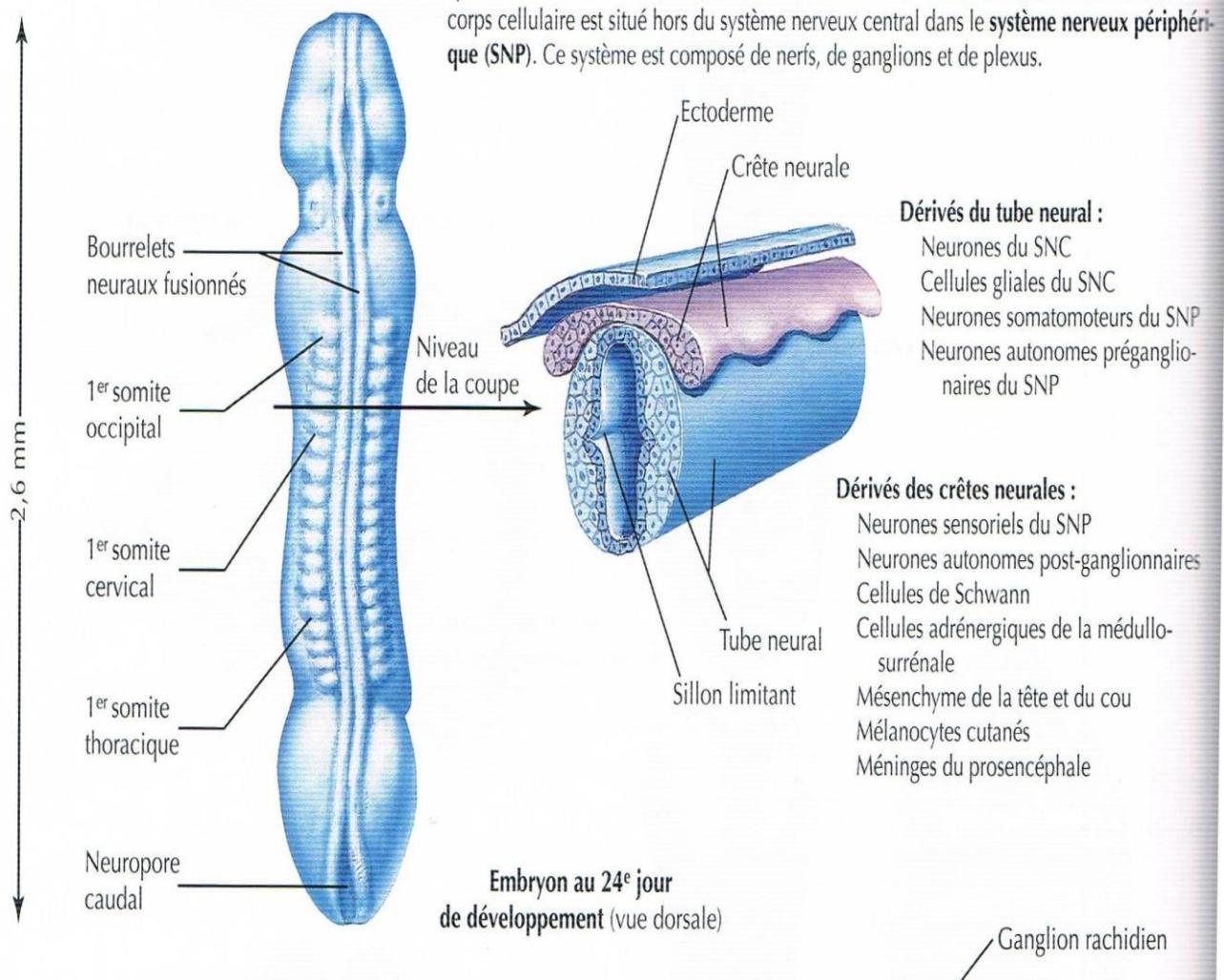


Formation de la plaque et crête neurale



La neurulation

Le **tube neural** donne naissance à l'encéphale et à la moelle spinale, les deux composants du **système nerveux central (SNC)**. La **crête neurale** donne naissance à tous les neurones dont le corps cellulaire est situé hors du système nerveux central dans le **système nerveux périphérique (SNP)**. Ce système est composé de nerfs, de ganglions et de plexus.

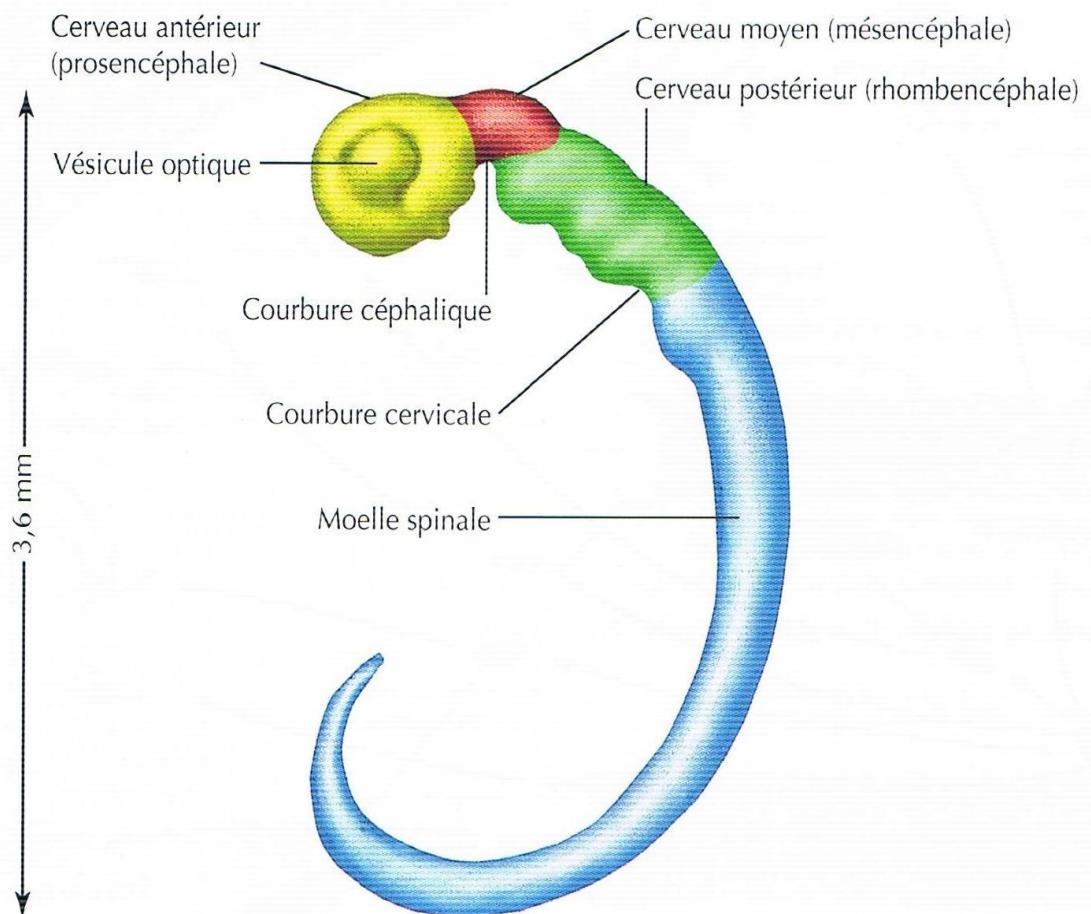


Le Tube neural

L'embryon au 28^e jour de développement.

La croissance des différentes régions du tube neural n'est pas homogène : il en résulte des courbures qui séparent le tube neural en compartiments caudal et rostral. La courbure cervicale (caudale) et la courbure céphalique (rostrale) sont le résultat d'une expansion particulière. Trois régions de prolifération cellulaire importante se développent : le cerveau antérieur (prosencéphale) au niveau rostral, le cerveau moyen (mésencéphale) et le cerveau postérieur (rhombencéphale) au niveau caudal. Le système ventriculaire se recourbe et s'élargit pour s'adapter à l'intensification de la croissance neurale. La région caudale du prosencéphale s'évagine à partir du futur diencéphale pour former la vésicule optique, précurseur de la rétine et de ses relais nerveux.

Système nerveux central au 28^e jour



Formation de Courbures qui séparent le tube neural en compartiments caudal et rostral

II-Unité de base du système nerveux (le neurone)

À l'échelle cellulaire, le système nerveux est défini par la présence de cellules hautement spécialisées appelées **neurones**, qui ont la capacité, très particulière, de véhiculer un signal électrochimique, et des cellules neuroendocrines (c'est à dire qui produisent des hormones), localisées dans des glandes intracérébrales (l'hypophyse et la glande pinéale).

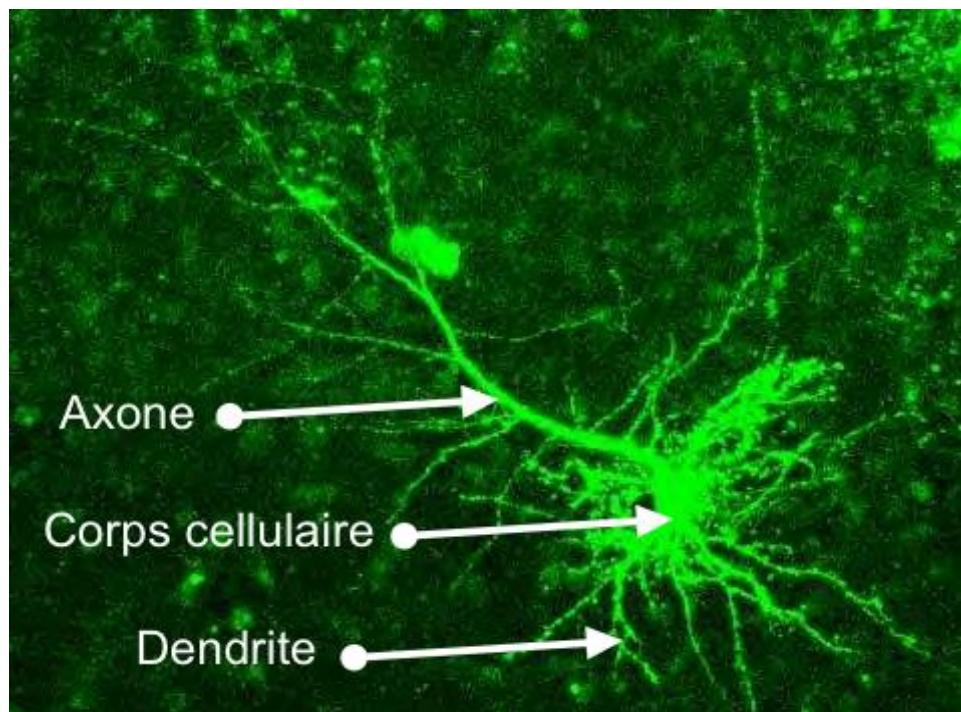
En outre, le système nerveux contient des cellules de support appelées **cellules gliales**, qui apportent un soutien structurel et fonctionnel aux neurones.

On s'accorde sur un nombre de 100 milliards de neurones chez l'être humain.

L'intestin en compte environ 500 millions, et le cœur environ 40 000.

Les neurones peuvent vivre des décennies, mais s'ils ne sont pas utilisés, ils disparaissent.

1-Le neurone est la cellule principale du fonctionnement du système nerveux. Cette cellule excitable est capable de transmettre un signal de nature électrochimique d'un point à l'autre de l'organisme. Ce signal est constitué par la propagation de dépolarisations de la membrane plasmique couplée à la libération de molécule chimique au niveau des points de connexion avec les autres cellules. Une fonction importante des neurones est de traiter au sein de plusieurs réseaux, différentes formes d'informations pour permettre d'effectuer des tâches aussi complexes et variées que la mémorisation, la motricité ou l'homéostasie du corps.



Le Neurone

Le neurone entre en contact avec les cellules des organes innervés ou avec les autres neurones grâce à la présence de deux types de prolongement : **les dendrites et l'axone**.

La dendrite est un prolongement implanté sur **le corps cellulaire (péricaryon)**. Il en existe souvent plusieurs pour un même neurone, qui se présente sous forme d'arborisations fines et courtes, se terminant en de très nombreuses ramifications. Le nombre et la forme des dendrites varient selon le type de neurones.

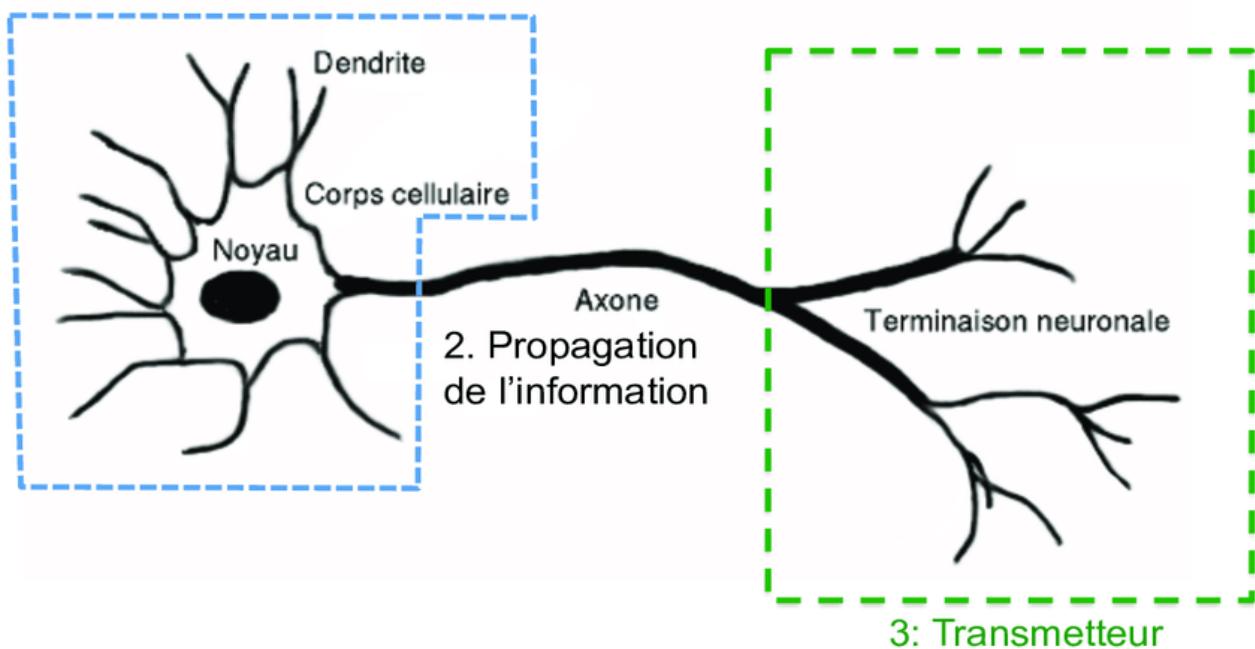
Les dendrites sont conductrices de l'influx nerveux, mais elles ne peuvent essentiellement conduire cet influx que dans un seul sens, de l'extrémité des arborisations de la dendrite vers le corps de la cellule (direction dite « cellupète »). Pour le traitement du signal transmis par le neurone, les dendrites constituent l'input (entrée de l'information) du neurone, l'axone étant alors l'output (sortie de l'information).

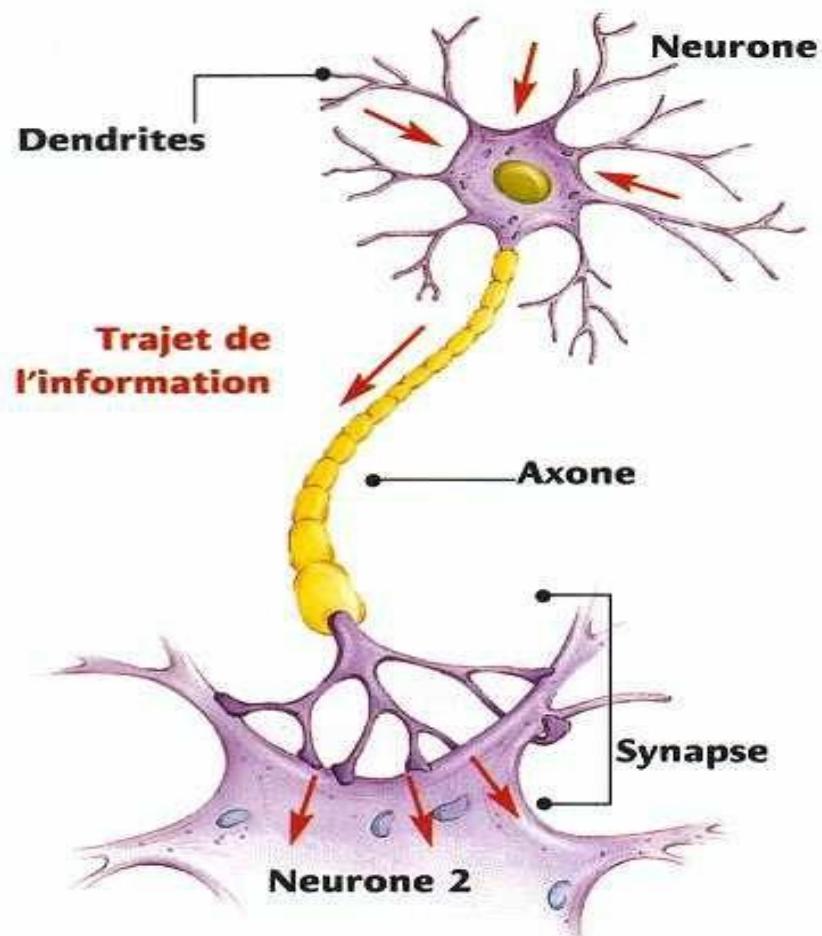
L'axone, Il n'existe qu'un seul axone par cellule nerveuse, alors qu'il peut exister plusieurs dendrites. L'axone est parfois très court, mais sa longueur est parfois considérable : pour les nerfs périphériques par exemple, le neurone moteur est situé au niveau de la moelle épinière et la terminaison de l'axone se situe au niveau de la plaque motrice du muscle qu'il innervé, ce qui représente un trajet long parfois de plusieurs décimètres. L'axone se termine comme les dendrites par des arborisations hautement ramifiées pouvant contacter plusieurs cellules à la fois.

L'axone ne conduit les influx nerveux que dans un seul sens, généralement du corps de la cellule nerveuse vers les arborisations terminales de l'axone (direction dite « cellulifuge »)

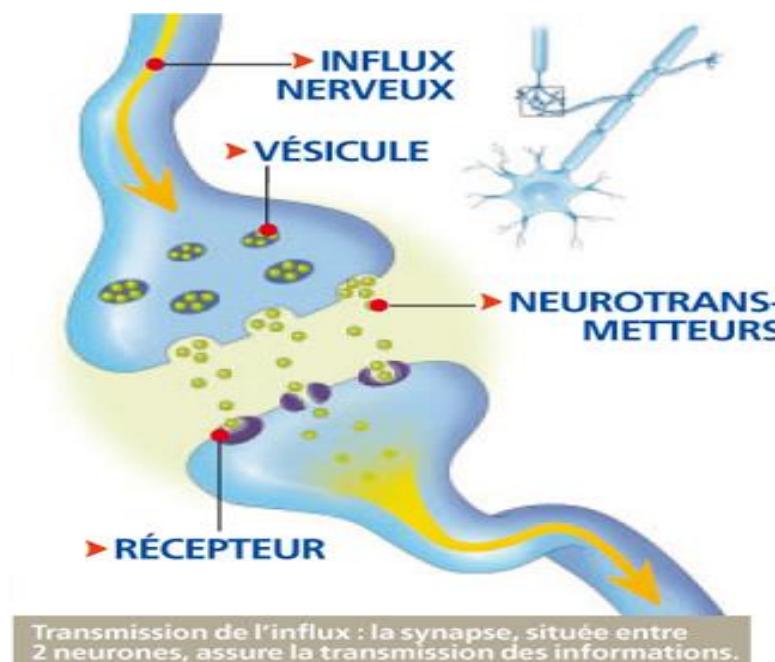
La synapse est le lieu où le neurone transmet un signal à une autre cellule par la libération :
-D'un signal électrique ou d'un neurotransmetteur chimique.

1: Récepteur





- Trajet de l'influx nerveux des dendrites vers le corps cellulaire ensuite vers l'axone.



- Une synapse.

2-Les Cellules neuroendocrines.

Outre la commande motrice, le cerveau dispose d'autres moyens que la transmission nerveuse pour agir : il peut aussi sécréter des hormones. Cette sécrétion est réalisée par des cellules spécialisées appelées **cellules neuroendocrines**. Comme les cellules endocrines normales, elles peuvent sécréter des hormones dans le sang. Mais leur particularité est qu'elles peuvent être stimulées par l'influx nerveux, cette stimulation déclenchant la sécrétion d'hormones. Grâce à cette spécificité, les cellules neuroendocrines servent d'interface entre le système nerveux et le système hormonal/endocrine. Elles forment le **système nerveux endocrine**, à savoir la portion du système nerveux qui a un rôle hormonal, celle qui commande le métabolisme et la chimie corporelle. Les cellules neuroendocrines sont dispersées dans de nombreux organes, notamment **les glandes surrénales, le tube digestif, la thyroïde, les poumons**, et partout ailleurs. Elles sont rassemblées dans diverses glandes endocrines. Par exemple, on trouve des cellules neuroendocrines dans les glandes surrénales, qui secrètent de l'adrénaline et des corticoïdes. Elles portent le nom de cellules chromaffines.

Sur l'ensemble des glandes endocrines, deux font directement partie du cerveau. Elles portent les doux noms **d'hypophyse** et **de glande pinéale**. L'hypophyse secrète de nombreuses hormones : vasopressine, hormone de croissance, oxytocine, prolactine, hormone corticotrope, et bien d'autres encore. La glande pinéale à, en comparaison, un rôle bien plus limitée. Elle ne secrète en effet qu'une seule hormone : la mélatonine. Qui joue un rôle dans le sommeil et les autres rythmes biologiques.

Dans les grandes lignes, on peut les classer en deux types :

Les **pinéalocytes**, les cellules de la glande pinéale (une glande qui secrète de la mélatonine, l'hormone du sommeil).

Les **cellules hypophysaires**, localisées dans l'hypophyse (une glande intracérébrale qui supervise les autres glandes endocrines du corps).

3- Cellules gliales. (Névroglie)

Contrairement à ce que l'intuition pourrait laisser penser, les neurones ne sont pas les seules cellules du cerveau : il ne faut pas oublier les cellules gliales, qui sont **presque 8 à 19 fois plus nombreuses que les neurones**. Une particularité de ces cellules est **qu'elles peuvent se reproduire, en se divisant pour former plusieurs cellules gliales**. En comparaison, les neurones ne peuvent pas se diviser, ce qui fait que le nombre de neurones reste plus ou moins constant. Une conséquence clinique importante est que les tumeurs au cerveau sont plus fréquemment composées de cellules gliales que de neurones.

Dans le **système nerveux**, les cellules gliales (parfois névroglie ou tout simplement *glie*, du **grec** (*gloios*), « gluant ») sont les **cellules** qui forment l'environnement des **neurones**. Elles assurent le maintien de l'**homéostasie**, produisent la **myéline** et jouent un rôle de soutien et de protection du tissu nerveux en apportant les **nutriments** et l'**oxygène**, en éliminant les **cellules mortes** et en les combattant.

Pendant longtemps, l'implication des cellules gliales dans le **traitement de l'information** nerveuse a été sous-estimée par rapport au rôle proéminent des neurones, mais il est aujourd'hui reconnu qu'elles exercent une action modulatrice sur la **neurotransmission** bien que le détail de ces mécanismes reste mal compris.

En résumé, les différents rôles et fonctions des cellules gliales sont :

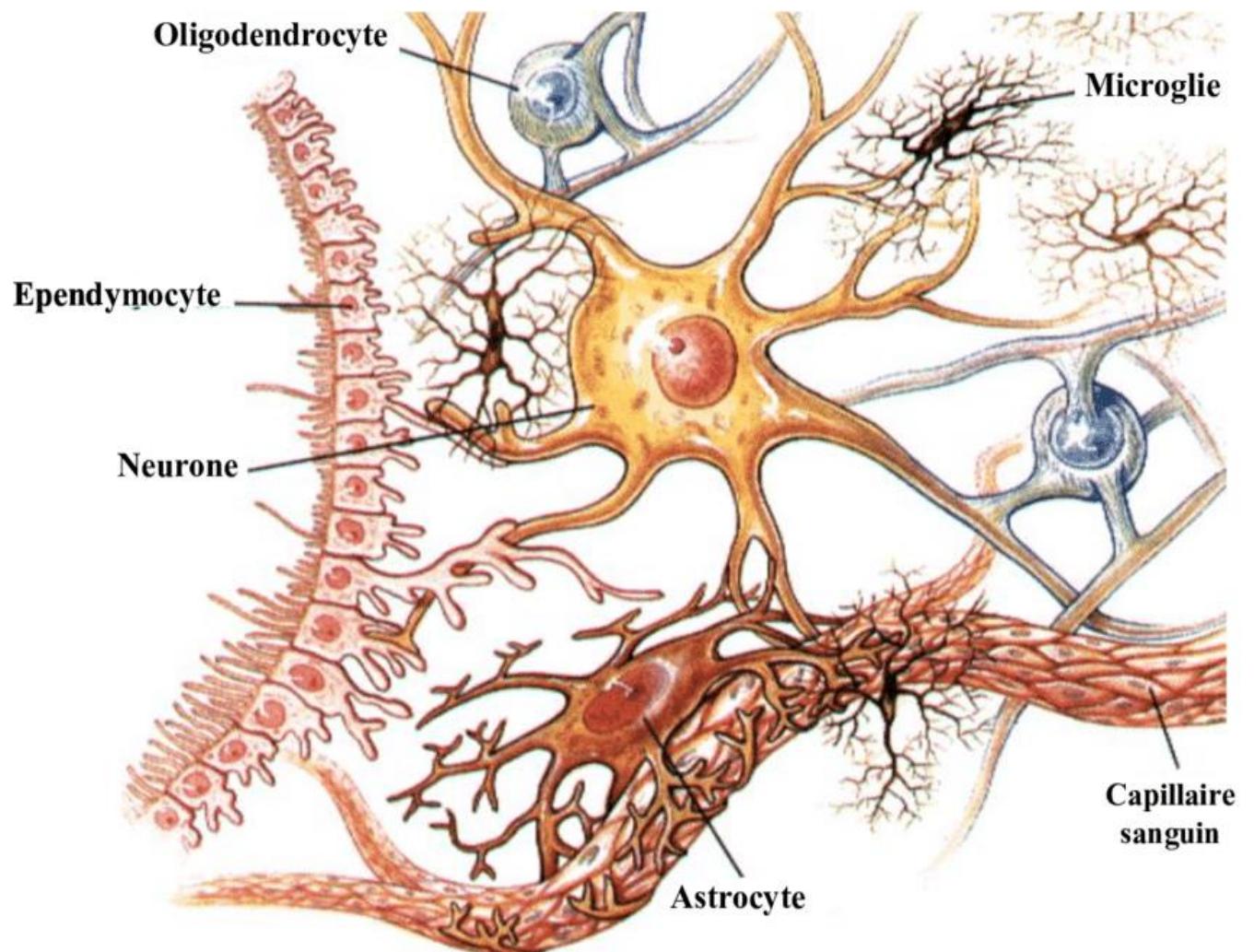
- **un rôle de support structural.**
- **un rôle dans la transmission.**
- **un rôle dans la barrière hémato-encéphalique.**
- **un rôle dans la nutrition des neurones.**

Des recherches récentes tentent de démontrer que les cellules gliales sont capables de se différencier en **neurone**. Ces dernières participeraient donc à la **neurogenèse** chez l'adulte.

Fait étonnant, les cellules gliales peuvent être reprogrammées *in vitro* et sont ensuite capables de générer des neurones opérationnels. Ces expériences ouvrent une voie supplémentaire pour réparer les neurones altérés dans le cerveau.

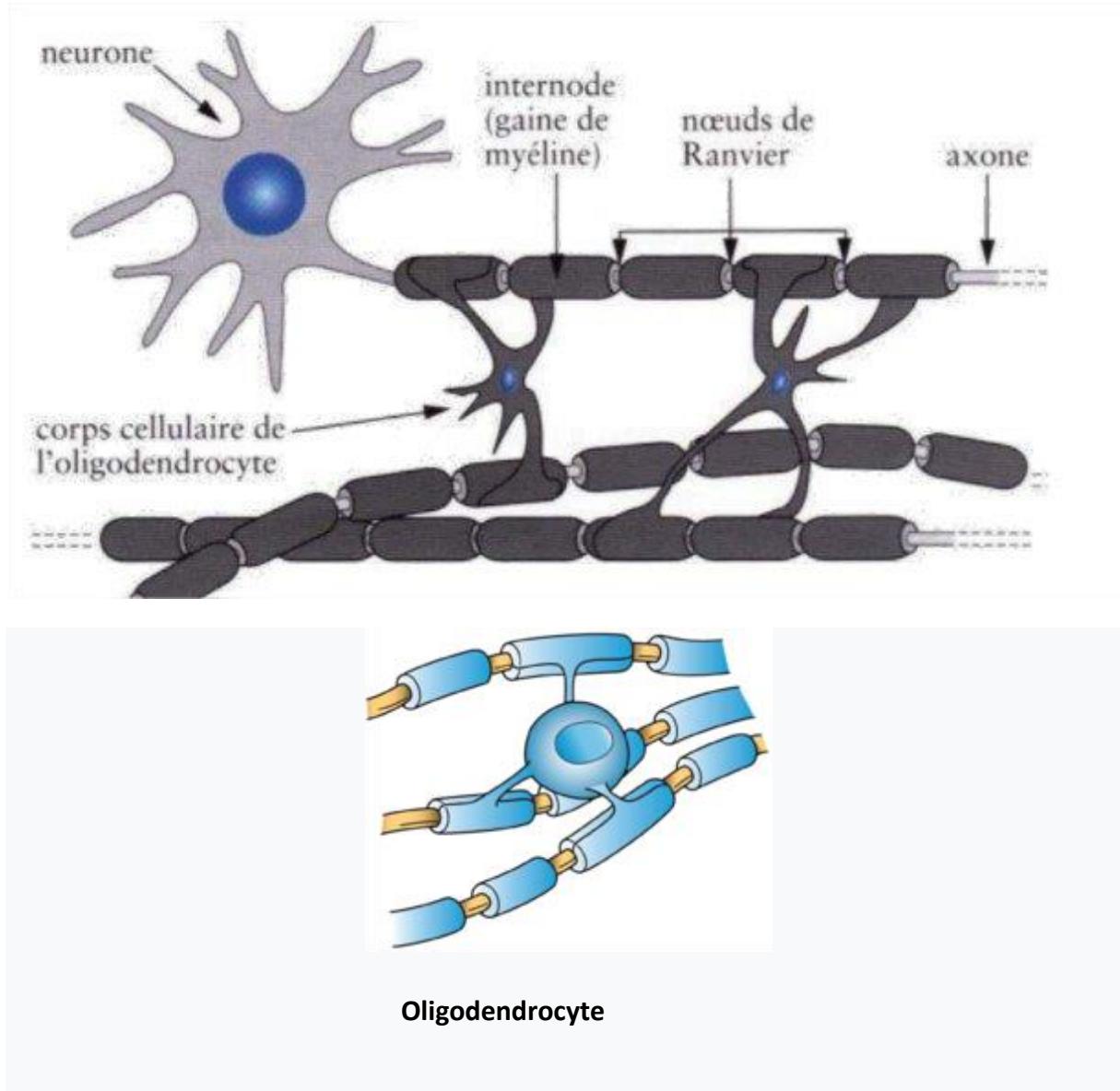
On distingue en général 4 principaux types de cellules gliales :

- **les astrocytes.**
- **les oligodendrocytes et les cellules de Schwann.**
- **les épendymocytes.**
- **la microglie.**



-Les différentes cellules de la névrogie qui travaillent pour le neurone.

Les oligodendrocytes et cellules de Schwann



Oligodendrocyte

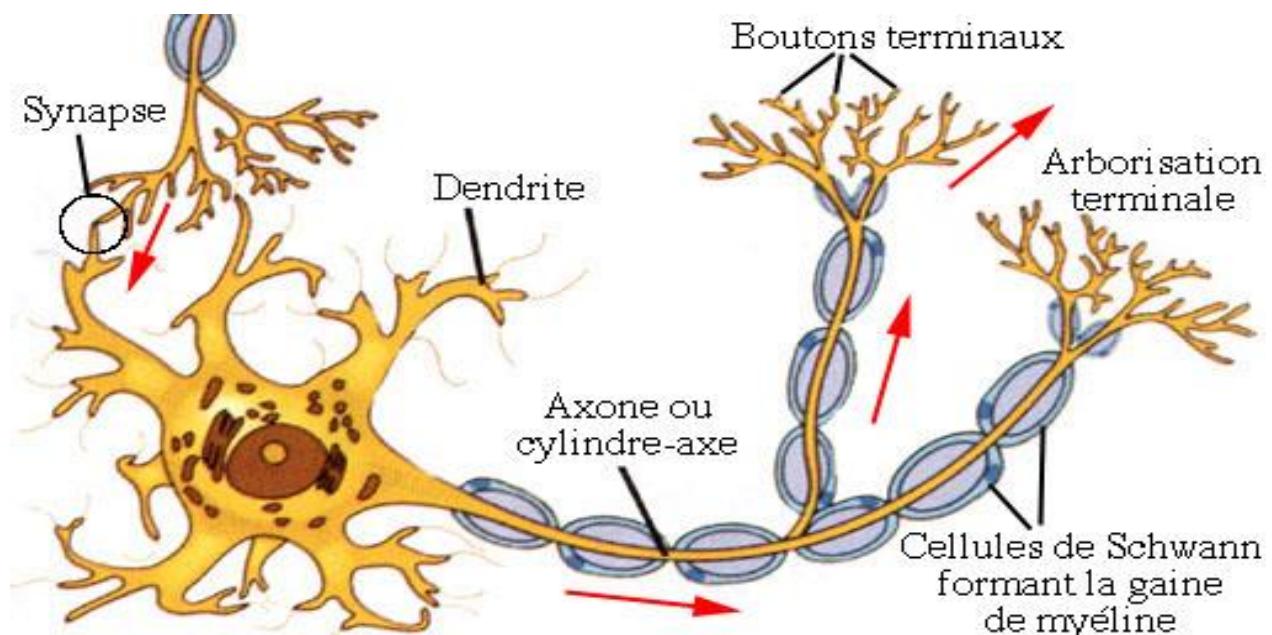
-La fonction la mieux étudiée est la formation de la gaine de myéline autour des axones. Cette gaine isolante permet une conduction du signal électrique beaucoup plus rapide et efficace que sur un axone non myélinisé.

Deux types de cellules remplissent cette fonction: les **oligodendrocytes** et les **cellules de Schwann**.

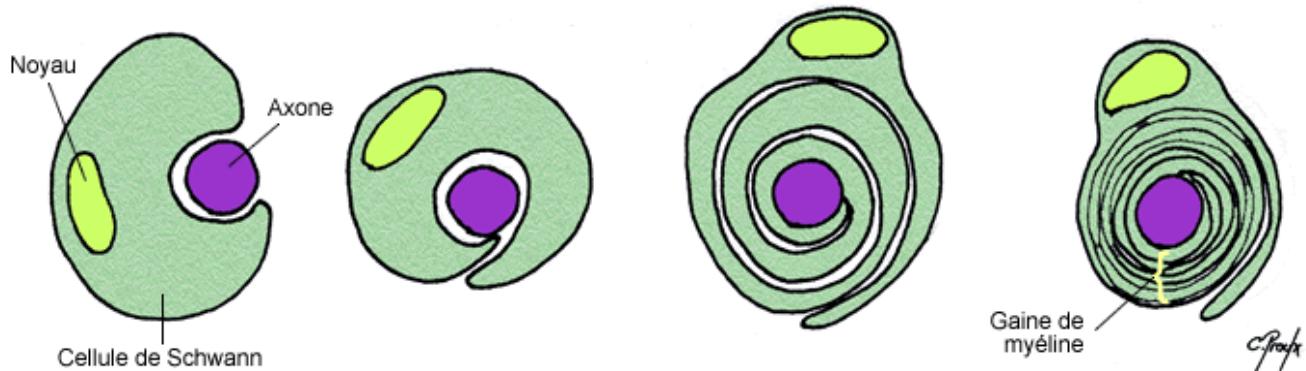
Les **oligodendrocytes** servent à augmenter la vitesse de transmission de l'influx nerveux d'un axone. Pour cela, ces cellules entourent l'axone d'une **gaine de myéline**, la myéline étant une sorte de glue composée à 80% de graisse et 20% de protéines. Néanmoins, cette gaine de myéline est percée de trous, les **nœuds de Ranvier**, qui laissent l'axone communiquer avec l'extérieur. Grâce à eux, **la vitesse de l'influx nerveux est multipliée par**

dix. Chaque oligodendrocyte peut recouvrir un grand nombre de neurones : plus de 50 pour certains cas extrêmes. On ne les trouve que dans le système nerveux central. Le nombre d'axones recouverts de myélines augmente avec l'âge durant l'enfance et l'adolescence. Chez le bébé et l'enfant, peu d'axones sont recouverts par une gaine de myéline : c'est seulement à l'adolescence et au début de l'âge adulte que les oligodendrocytes commencent à recouvrir significativement les axones. Ce processus commence par modifier les aires cérébrales situées à l'arrière du crâne, qui se chargent essentiellement de la vision et des cinq sens. C'est seulement lors de l'adolescence que les zones du cerveau chargées de la pensée, situées sous le front, sont myélinisées. On suppose que c'est en partie pour cela que les performances des adolescents et enfants augmentent avec l'âge.

Les cellules de Schwann ont la même fonction que les oligodendrocytes : recouvrir les axones d'une gaine de myéline. Mais les points communs s'arrêtent là, les cellules de Schwann étant relativement différentes. Premièrement, les cellules de Schwann ne se trouvent que dans le système nerveux périphérique. De plus, une cellule de Schwann ne peut recouvrir qu'une seule cellule, contrairement aux oligodendrocytes. Les maladies qui touchent ces cellules sont nombreuses, et se traduisent toutes par des paralysies et une perte du toucher plus ou moins progressive. Comme exemple peu connu aujourd'hui, on peut citer la lèpre ou le syndrome de Guillan-Barré.



- Un neurone avec des cellules de Schwann qui forment la gaine de myéline.



Les cellules de Schwann entourant l'axone d'un neurone pour former la gaine de myéline.

La microglie

est le système immunitaire du cerveau. Les cellules de la microglie sont des globules blancs de la catégorie des macrophages/monocytes. Il n'y a pas d'anticorps dans le cerveau, vu que ceux-ci sont produits par les lymphocytes, non-présents dans le cerveau. Lorsque le cerveau est endommagé, les cellules de la microglie se divisent et accourent sur le lieu de la blessure. Les macrophages de la microglie peuvent tuer les agents infectieux par plusieurs procédés, qui varient suivant la cellule.

Les astrocytes

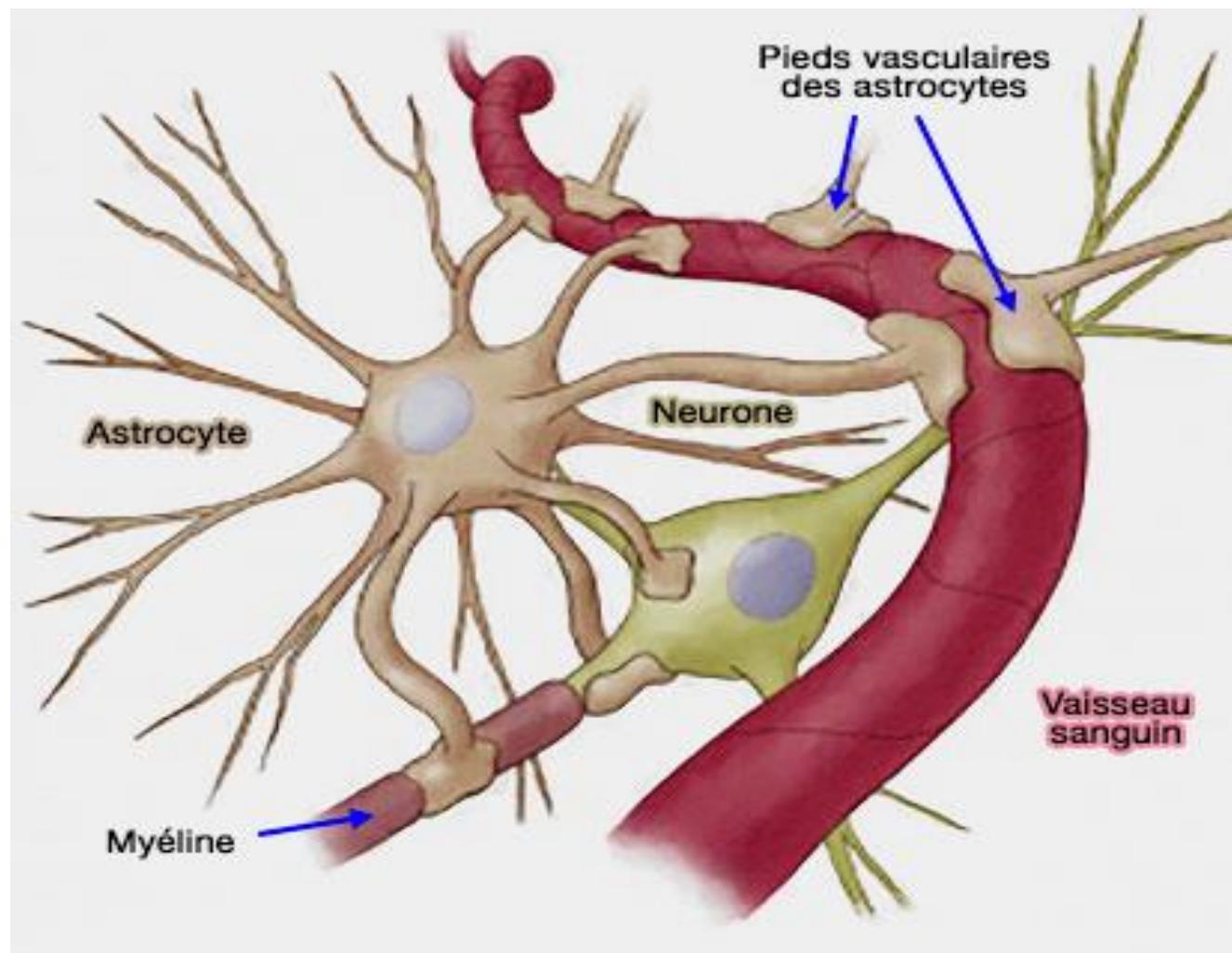
ont une forme en étoile assez impressionnante, qui leur a valu leur nom. Leur existence est surtout liée à la chimie du cerveau, et notamment sa nutrition, ainsi qu'à sa protection. Le fonctionnement du cerveau est en effet très dépendant de son contenu moléculaire. Non seulement, il doit être alimenté en nutriments, mais l'influx nerveux dépend énormément des ions dissous dans le milieu extra-cellulaire. La moindre variation ionique, induite par un changement du pH du sang ou l'alimentation, peut donc avoir des conséquences assez importantes. De plus, le cerveau n'a pas vraiment de système immunitaire, ce qui demande une protection pour empêcher les microbes présents dans le sang d'atteindre le cerveau. Pour résoudre ces problèmes, le cerveau est isolé des vaisseaux sanguins par **une barrière hémato-encéphalique**, qui empêche les transferts directs entre système nerveux et vaisseaux sanguins. Seuls les nutriments peuvent traverser la barrière hématoencéphalique, mais les ions, molécules non-nutritives et microbes ne doivent pas passer. Sans elle, les variations de la composition sanguine retentiraient sur la chimie du cerveau, ce qui aurait des conséquences fâcheuses. Les astrocytes ont un grand rôle dans le fonctionnement de la barrière hématoencéphalique, sans compter qu'ils contrôlent la chimie cérébrale.

En premier lieu, les astrocytes servent d'intermédiaires entre barrière hématoencéphalique et neurone. Ils apportent les nutriments aux neurones, une fois qu'ils ont traversé la barrière hématoencéphalique. Les astrocytes piochent des nutriments dans le sang et les mettent en

réserve pour les neurones. Ils servent essentiellement de **réserve de glucose et de lactate**. Mais les astrocytes peuvent avoir d'autres fonctions, selon leur forme. Selon leur fonction/forme, les astrocytes peuvent se classer en deux types : avec des ramifications courtes, et avec des ramifications longues.

Les astrocytes avec des ramifications longues entourent les vaisseaux sanguins, formant la **barrière hématoencéphalique**.

Les astrocytes avec des ramifications courtes sont des **tampons chimiques**. Ils servent à maintenir un environnement chimique adéquat pour les neurones. Par exemple, la formation et la propagation d'un influx nerveux demande des échanges chimiques à travers la paroi du neurone, le processus étant très sensible aux variations de pH, de salinité, ou du taux de certains ions dans le milieu extérieur. Les astrocytes se chargent de conserver de telles valeurs dans des intervalles adéquats.



-Les astrocytes formant une barrière entre les neurones et le sang. (Barrière hémato-encéphalique)

Les épendymocytes ou **cellules épendymaires** sont un des quatre types de **cellules gliales** du **système nerveux central**, où elles bordent le **canal de l'épendyme** et les **ventricules cérébraux**. Ce sont des cellules **épithéliales** dont la fonction est d'assurer l'interface entre le **système nerveux** et le **liquide cérébrospinal**. D'ailleurs, elles produisent ce liquide cérébrospinal (LCS, anciennement appelé liquide céphalo-rachidien) et le font circuler grâce à leurs de cils mobiles.

Classification des neurones

Les neurones peuvent être classés par leurs structures ou par leurs fonctionnalités.

De manière structurale il existe :

1-Neurone pseudo-unipolaires:

Prolongement périphérique et prolongement central sont accolés près du corps cellulaire (cellules des ganglions de la racine dorsale) et forment un prolongement unique en forme de T.

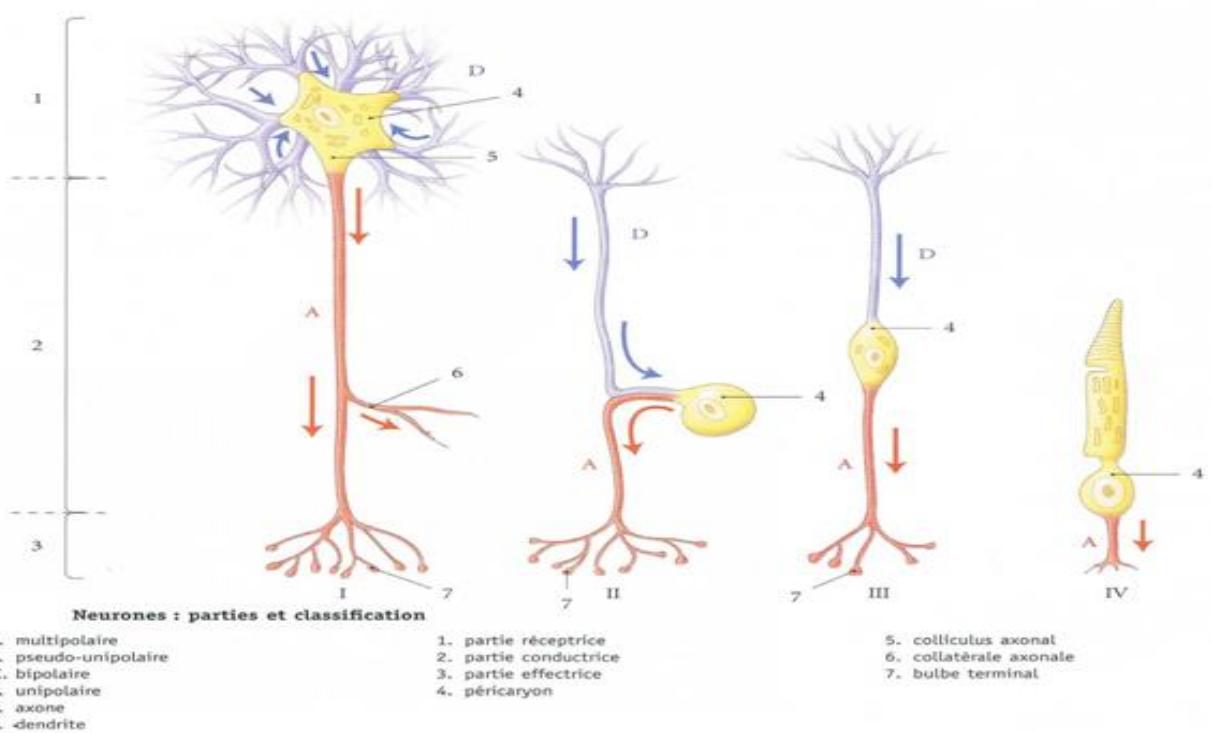
2-Les neurones unipolaires correspondent aux cellules de la rétine (cônes et bâtonnets) qui possèdent des expansions assimilables à des axones.

3- Les neurones bipolaires

une dendrite et un axone (cellules de Cajal-Retzius, neurones sensoriels)

4-Neurones multipolaires:

nombreuses dendrites, un axone (interneurones, neurones pyramidaux)



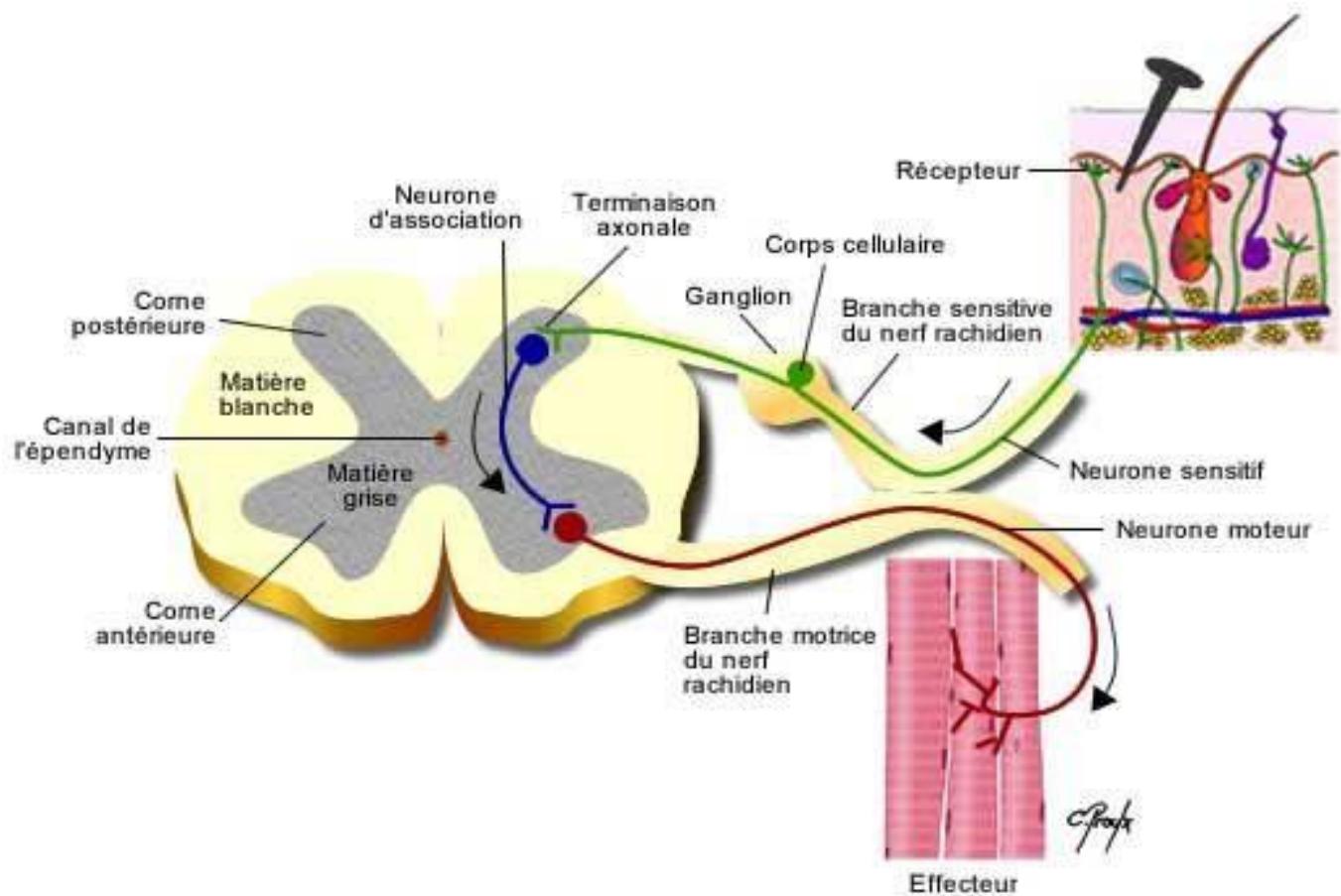
De manière fonctionnelle il existe :

1-**Le neurone sensitif** ou sensoriel ou **esthésioneure**

2-**Le neurone moteur** ou **motoneure** ou **dynamoneure**

3-**L'inter-neurone** ou **zygoneure** ou (neurone d'association), ce sont les neurones les plus nombreux 90% des neurones et ils servent de lien entre les neurones dans le SNC.

Ne sont pas directement reliés à un organe des sens ou à un muscle. Ce sont des neurones bipolaires.



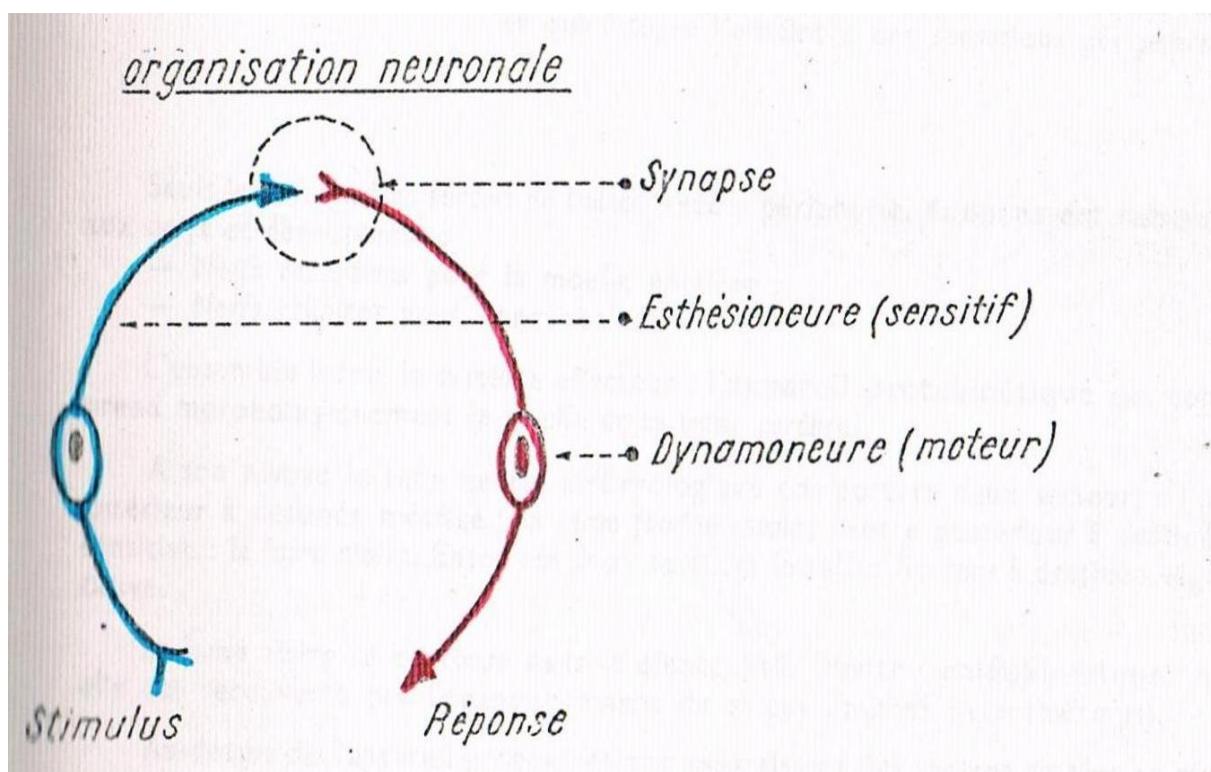
-Un **reflexe a trois neurones** avec les **trois types de neurones** : **neurone sensitif**, **neurone d'association**, et **neurone moteur.**)

-Organisation neuronale

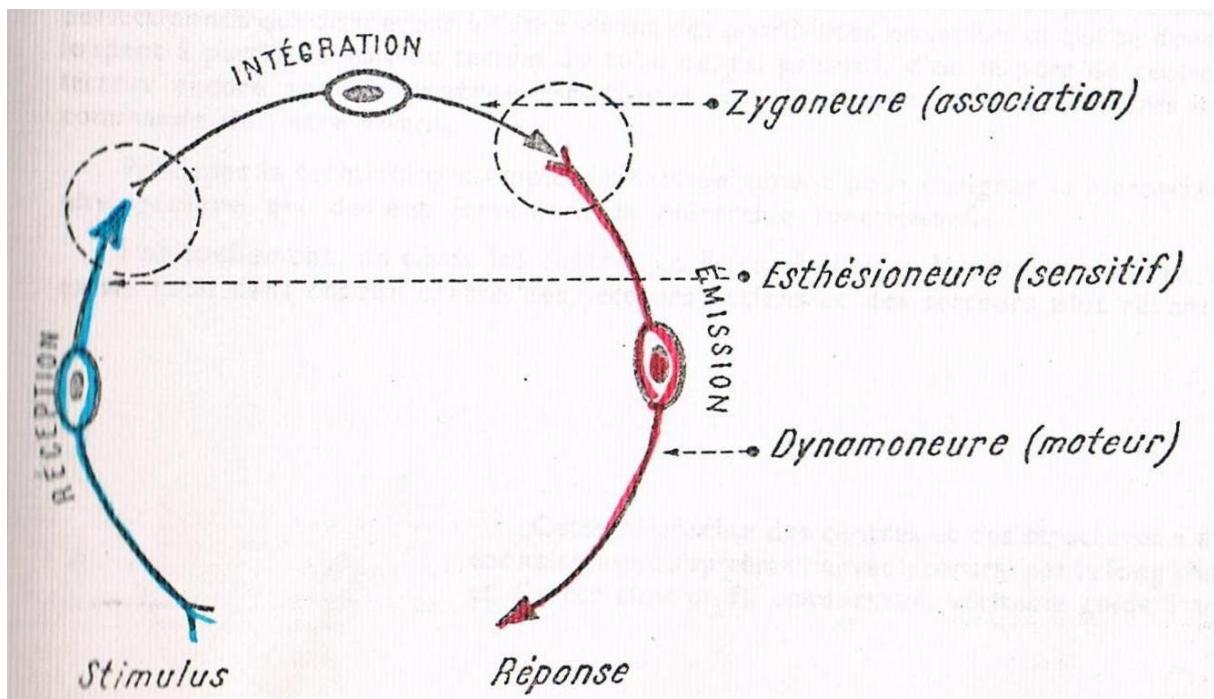
Ces neurones vont s'articuler entre eux par contiguïté au niveau des *synapses*, véritables plaques tournantes du système nerveux et à l'intérieur desquelles des substances, les intermédiaires chimiques, assurent par leur sécrétion le passage de l'influx nerveux.

-Le schéma le plus simple va comporter **deux neurones**, le premier envoie ses dendrites vers les zones de réception des stimuli extérieurs : c'est **une cellule sensitive ou esthésioneure**, la deuxième qui envoie son axone vers une plaque motrice musculaire devient une **cellule motrice ou motoneure ou dynamoneure**. Ce système constitue l'*arc réflexe / le plus simple*.

-Si une cellule s'interpose entre esthésioneure et dynamoneure, l'organisation devient **tri-neuronale** : la cellule intermédiaire devient une **cellule d'association ou zygoneure**. Cette cellule par sa position entre la cellule sensitive et motrice va pouvoir *modifier* l'influx nerveux venu de l'esthésioneure et donner des réponses différentes au dynamoneure : on dit qu'elle *intègre* l'influx nerveux, phénomène essentiel des centres nerveux. Ainsi à *l'automaticité du réflexe* succède la *souplesse du circuit plurineuronal*. Bien entendu de nombreuses cellules d'associations peuvent s'interposer et assurer dans tous les sens des connexions extrêmement nombreuses. Ainsi le système nerveux forme un vaste réseau de millions de neurones organisé en mailles très serrées et dans lequel les circuits peuvent varier à l'infini.



-Réflexe à deux neurones



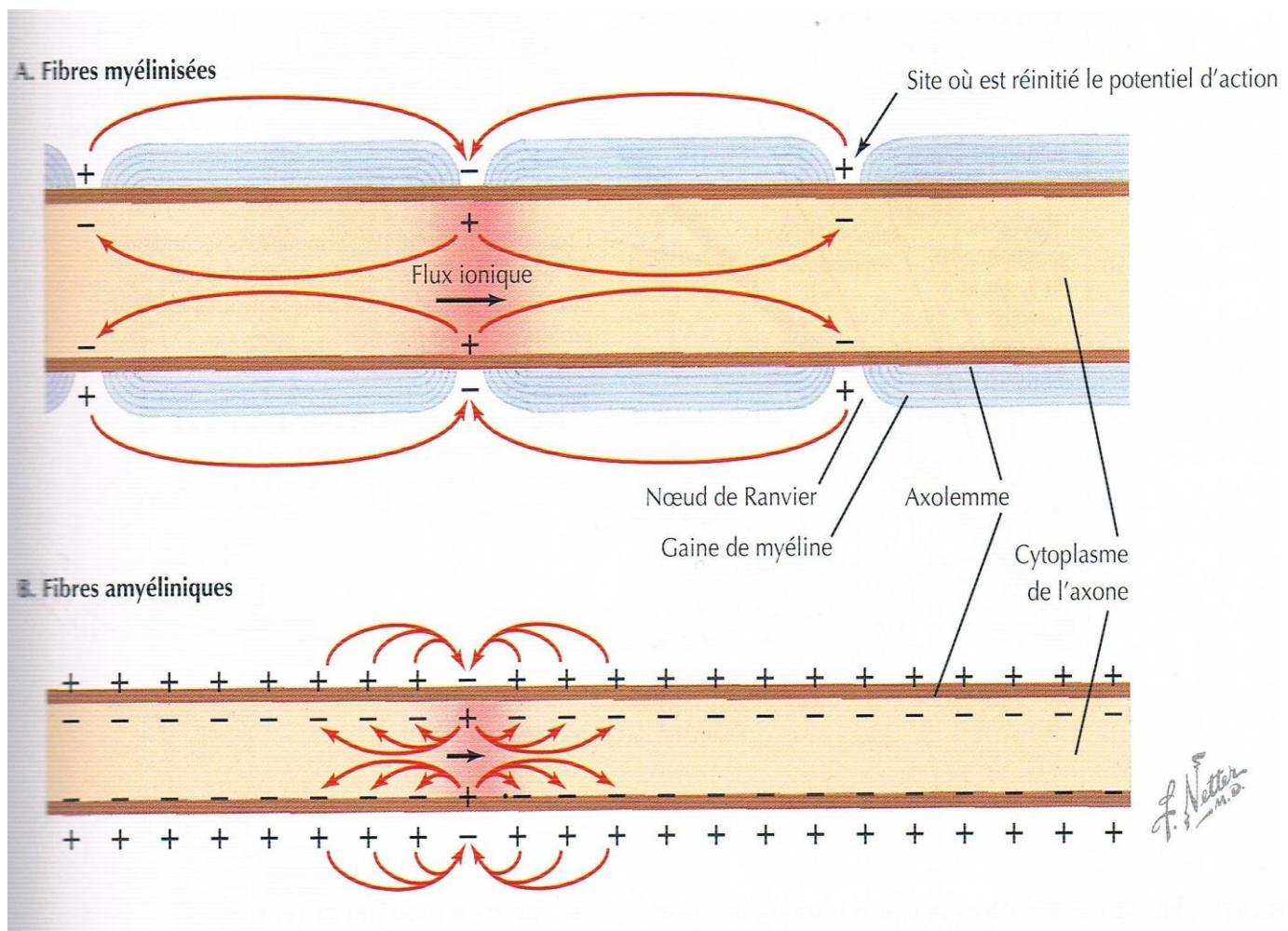
-Reflexe à trois neurones

-LES FIBRES NERVEUSES et NERFS

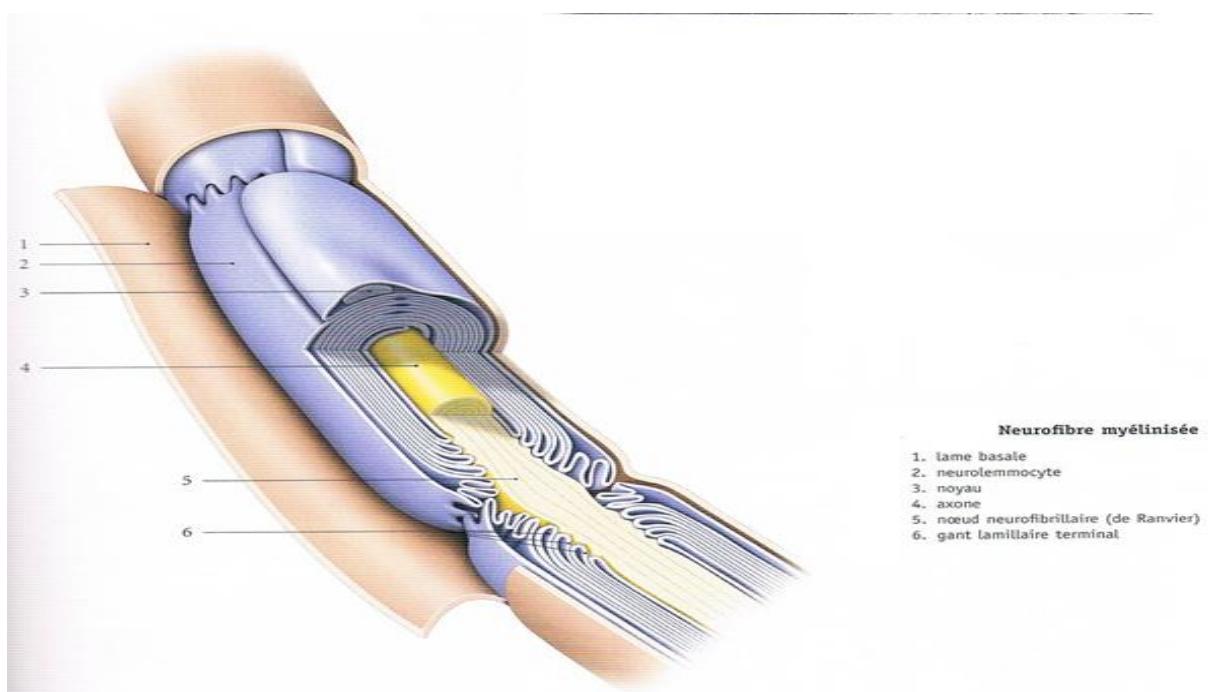
Les fibres nerveuses sont constituées par les prolongements des cellules nerveuses, axones ou dendrites. Dès qu'elles sortent de la substance grise elles s'entourent d'une gaine de nature névroglique la gaine de Schwann, formant un manchon continu à la fibre nerveuse.

-La plus part des fibres s'entourent, en sortant de la substance grise, d'une gaine de myéline : ce sont les fibres myéliniques. La myéline, qui est une graisse phosphorée, leur donne un aspect blanc nacré qui caractérise la substance blanche. Cette gaine de myéline entourée par la gaine de Schwann, est disposée en collier, resserré par les *étranglements de Ranvier*, au niveau desquels la gaine de Schwann vient au contact de la fibre nerveuse. La gaine de myéline est d'autant plus importante que la fibre nerveuse est de plus grand diamètre.

-Un petit contingent (2 à 3 %) de fibres amyéliniques à conduction lente s'engage dans le système nerveux périphérique, essentiellement réservées au système végétatif. A partir des ganglions latéraux vertébraux de la chaîne sympathique, elles constituent la totalité des fibres organovégétatives.

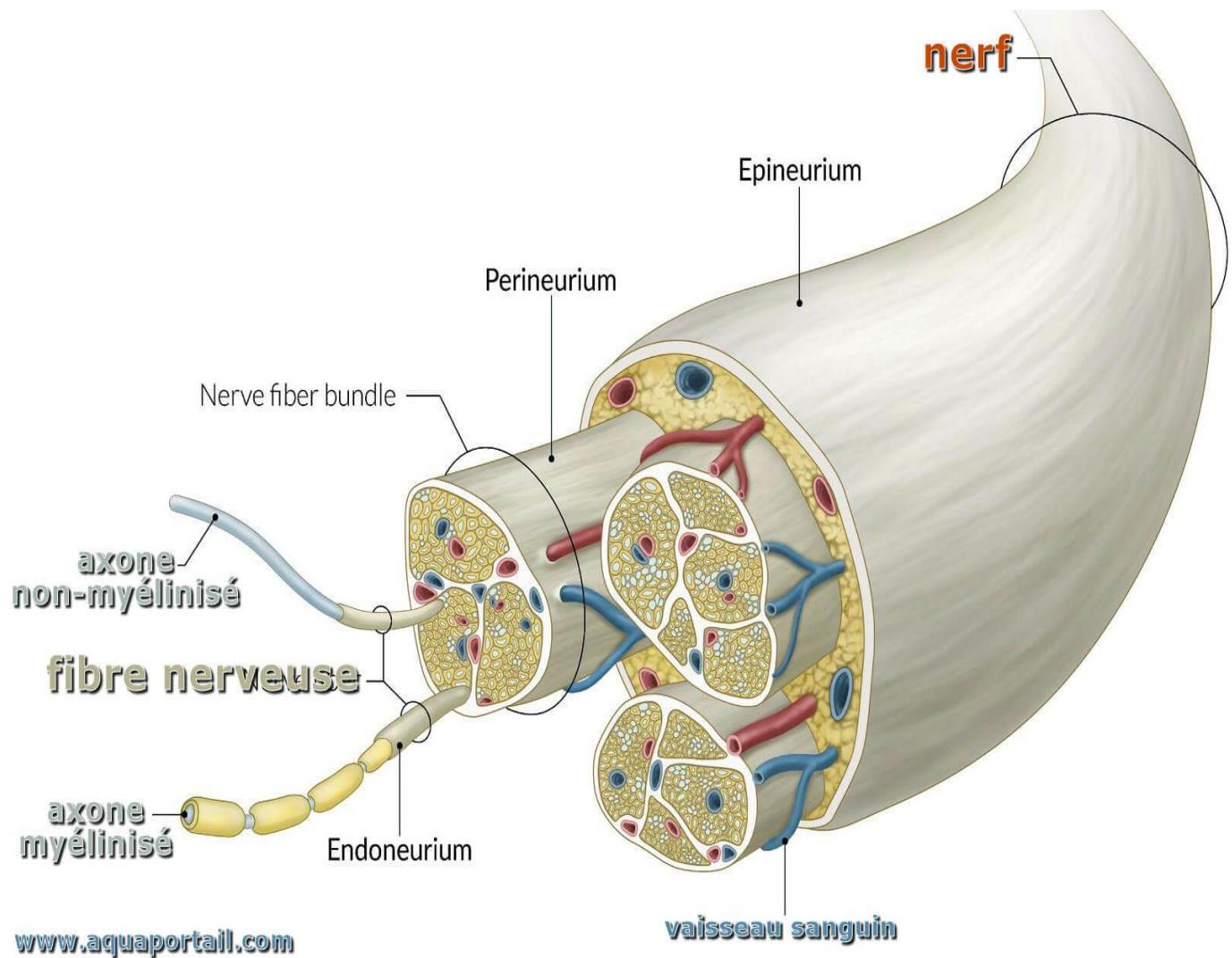


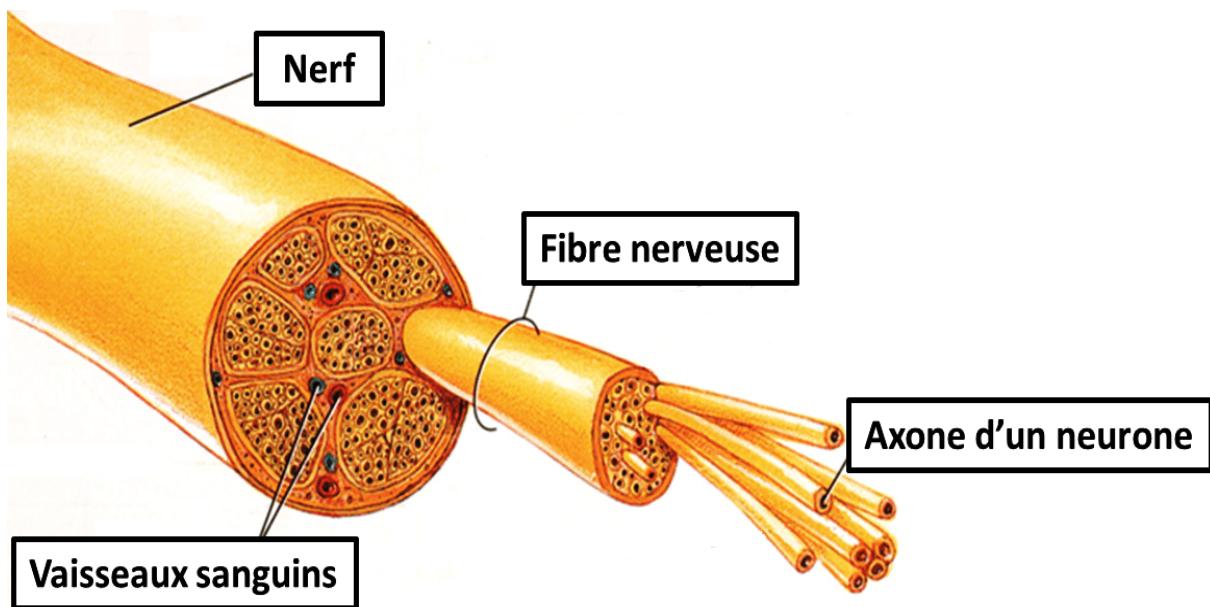
-L'influx nerveux traverse la fibre myélinisée plus rapidement que la fibre amyélinique.



LES NERFS :

Les fibres vont former les nerfs. Les fibres entourées de leur gaine de Schwann se groupent en contingent fasciculaire où elles sont plongées dans une gaine conjonctive : l'endonèvre. Ces fascicules circulent à leur tour dans une nouvelle gaine ou interfasciculaire, le périnèvre, Le tout est entouré par l'épinèvre.

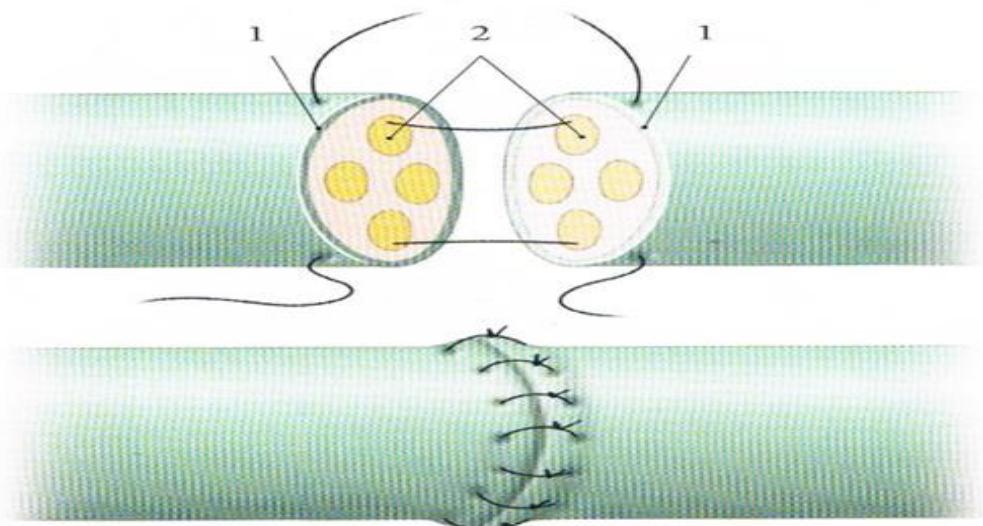




Plusieurs axones ou dendrites forment une fibre, et plusieurs fibres forment un nerf.

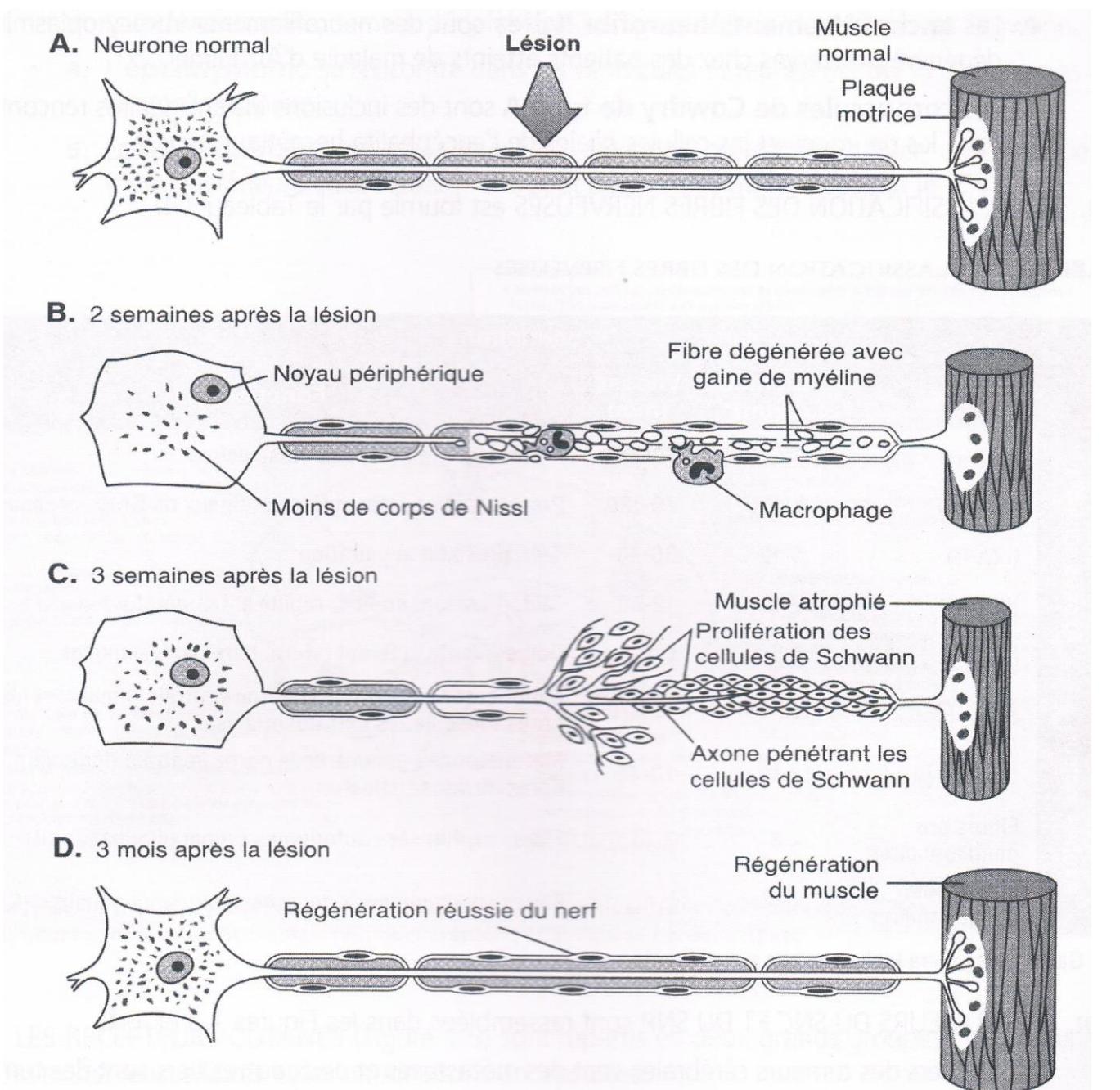
Un nerf et ses enveloppes.

-Lorsqu'une fibre nerveuse est coupée, le bout central va régénérer la fibre coupée. S'il rencontre la gaine directrice, la fonction peut être récupérée; sinon, au niveau de la section, les fibres forment un *névrome*, véritable peloton de fibres n'ayant pas trouvé leur voie.



. Suture d'un nerf

1. épinèvre
2. faisceau nerveux



Régénération nerveuse non réussie

