



CHAPITRE N°8

Le Tissu Nerveux

Généralités

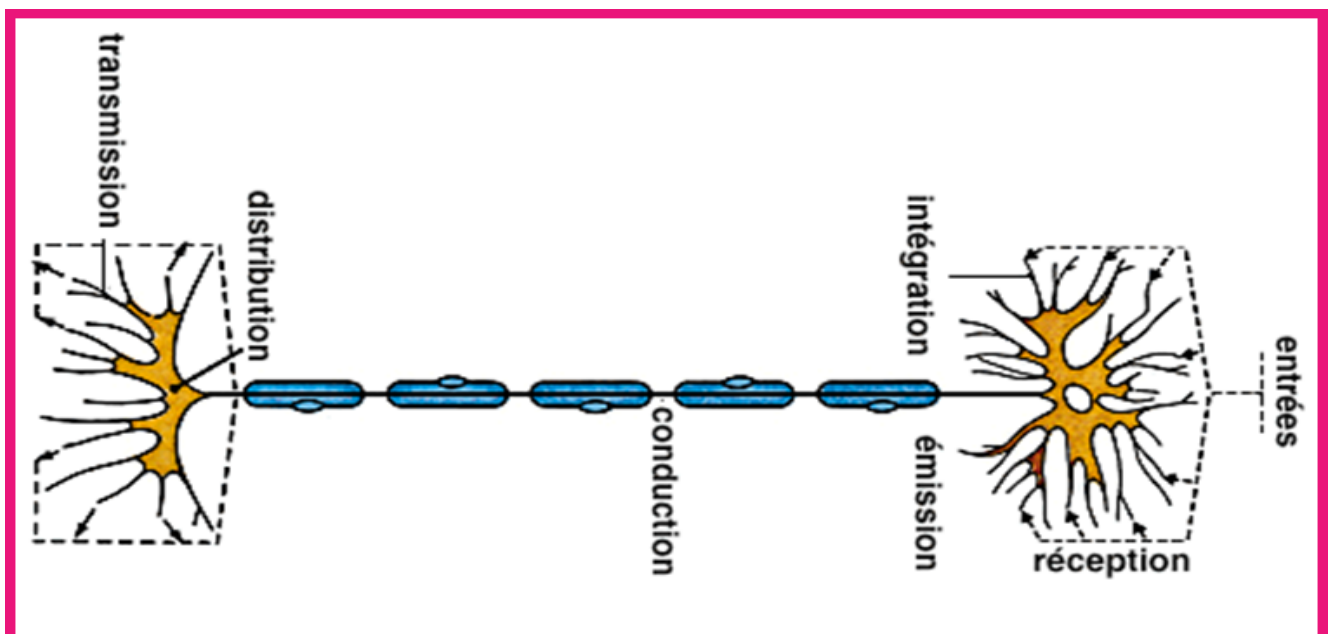
Le système nerveux est l'ensemble des structures qui coordonnent les fonctions d'un individu et permettent ses relations avec le milieu extérieur. Le tissu nerveux comporte deux grandes catégories cellulaires représentées d'une part par des cellules nerveuses spécialisées, les neurones, qui sont des cellules fonctionnellement capables de recevoir et d'intégrer des messages reçus, d'autre part par les cellules gliales regroupent divers types cellulaires assurant au sein du tissu nerveux des rôles de soutien, de partenariat dans les interactions inter neurales et de sécrétion. Du point de vue embryologique le tissu nerveux est d'origine neur ectoblastique.

Les fonctions du système nerveux sont basées sur deux propriétés fondamentales, **l'irritabilité** (excitabilité) et **la conductibilité**, particulièrement développées dans les neurones.

Son **excitabilité** est sa capacité de réagir aux variations du milieu extracellulaire en modifiant les propriétés électriques de sa membrane plasmique.

La **conductibilité** d'un neurone est sa capacité de transmettre l'influx nerveux **très rapidement** et sur **longues distances**.

Le tissu nerveux se définit par la fonction de communication, du fait de sa propriété de percevoir, de conduire et de transmettre une excitation d'un point à un autre de l'organisme grâce à des structures spécialisées : les synapses (zone de contact entre 2 neurones). Les neurones sont des éléments dont la durée de vie est longue. Ils ne multiplient plus après la naissance.



- Les cellules nerveuses (Neurones)

Le neurone est la cellule nerveuse noble qui élabore, modifie et transmet l'influx nerveux. Il possède un Corps cellulaire ou (**péricaryon ou soma**) d'où partent des prolongements cytoplasmiques appelés **neurites ou fibres nerveuses (dendrites et un axone)**. Le péricaryon, est constitué du noyau et du cytoplasme qui l'entoure. Les neurites sont de deux types : les dendrites et l'axone. Les prolongements afférents ou dendrites, habituellement multiples, conduisent l'influx vers le péricaryon tandis que le prolongement efférent ou axone, toujours unique, conduit l'influx **nerveux** à distance du péricaryon.

La taille et la forme du péricaryon ainsi que le nombre et le mode de branchement des prolongements sont très variables.

A. Le péricaryon : généralement de forme étoilé, représente le corps cellulaire avec un noyau volumineux, unique, sphérique situé au centre du corps cellulaire et comporte une membrane nettement visible. Il est pourvu d'un gros nucléole, situé souvent en son centre.

- **Le cytoplasme :** est plus ou moins abondant et comporte les organites non spécifique et spécifiques.
- **Les organites non spécifiques :** Dans le neurone, les mitochondries sont nombreuses, de taille et de forme variable, l'appareil de golgi est très volumineux, entourant le noyau et formant un réseau irrégulier de tubules. Le cytoplasme contient des lysosomes, parfois des gouttelettes lipidiques et des pigments.

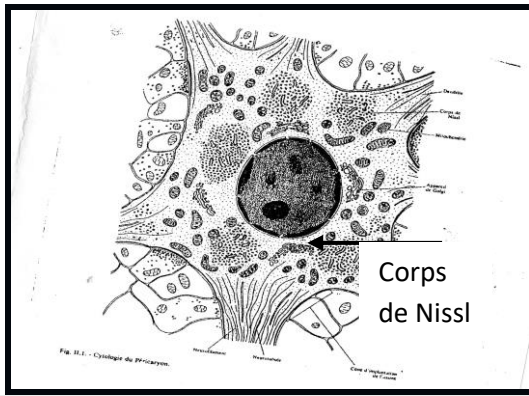
- **Les organites spécifiques,** ce sont :

Les corps de Nissl : Ils se présentent en microscope optique comme de petits amas de forme variée, bâtonnets ou granules. Ils sont fortement basophiles, dispersés dans tout le cytoplasme à l'exception de la région d'implantation de l'axone (cône d'implantation). Riches en ARN, et de ribosomes libres. En microscope électronique, ils correspondent à des agrégats de réticulum endoplasmique granuleux. Ils sont formés de citernes, bordées de ribosomes se disposant en rangées et parallèles les unes aux autres, espacées de 0,2 à 0,5 μm . Les corps de Nissl témoignent de l'importance des synthèses protéiques de la cellule nerveuse (enzymes, neuromédiateurs).

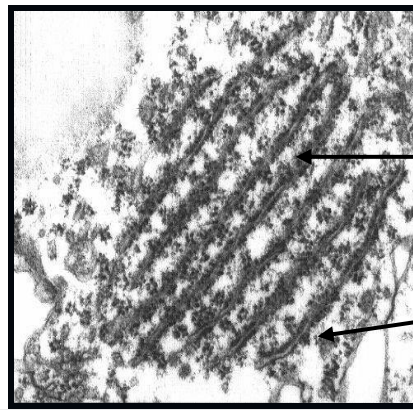
B. Les neurites : il s'agit des dendrites et de l'axone.

1. Les dendrites : Ce sont des prolongements cytoplasmiques des neurones (ou des corps cellulaires) souvent multiples et ramifiés, sont courts. Le cytoplasme clair est limité par la membrane plasmique. Ils contiennent des microtubules, des faisceaux de neurofilaments, des mitochondries et du réticulum endoplasmique lisse. Ils Présentent des petites projections: épines dendritiques. Elles permettent d'augmenter la surface d'échange entre les 2 cellules et correspondent à des synapses d'autres neurones.

2. L'axone (= cylindraxe): C'est un prolongement cytoplasmiques unique, naissant du corps cellulaire par une zone élargie appelée cône d'émergence. Il apparait lisse, il est de diamètre constant, de longueur variable et se ramifie à son extrémité en une arborisation terminale, chacune des branches se terminant par un petit renflement appelé bouton terminal (ou synaptique). Le cytoplasme et la membrane plasmique de l'axone sont appelés respectivement axoplasme et axolemmes. On trouve de nombreux neurotubules et neurofilaments, orientés parallèlement à son grand axe, quelques mitochondries, quelques citernes de réticulum endoplasmique lisse, de rares lysosomes et des vésicules de 300 à 1200Å de diamètre. L'axone peut être nu ou entouré de gaines de myéline. Il est dépourvu de corps de Nissl.



Corps de Nissl en microscope optique



Corps de Nissl au M. électronique

Les **neurones** sont au nombre de 100 milliards dans les SNC et 10 milles milliards dans le SNP.

Sens de la transmission nerveuse

Dendrites → corps cellulaires → axone → terminaison axonale → dendrites (du neurone suivant)

Fonction des dendrites :

- **réception** de l'information
- conduite de l'information de la dendrite vers le corps cellulaire

Fonction du corps cellulaire :

- **traitement** de l'information
- conduite de l'information du corps cellulaire vers l'axone

Fonction l'axone :

- **transmission** de l'information
- conduite de l'information de l'axone vers un autre neurone ou un muscle ou une glande.

Fonction de la terminaison axonale :

- **transmission** de l'information, via une zone de connexion appelée synapse

Fonction de la synapse :

- assure le transfert de l'information
- conduite de l'information d'un neurone vers un second neurone ou d'un neurone vers une cellule effectrice ou d'une cellule réceptrice vers un neurone (par le biais de neurotransmetteur libéré par un neurone).

Les fibres nerveuses : On divise les fibres nerveuses en :

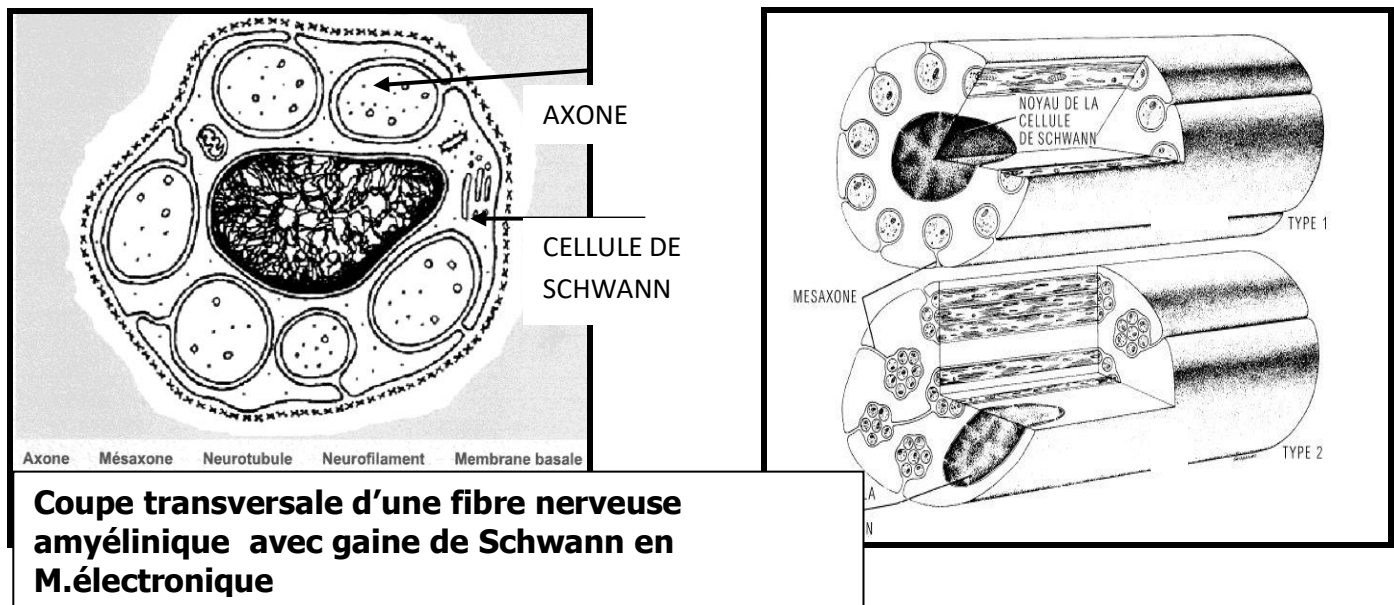
1) Les fibres nerveuses amyéliniques

1.1 Les fibres nerveuses amyéliniques sans gaine de Schwann

Ce sont les plus simples. Certains neurites demeurent nus ; c'est le cas de terminaison des axones ou des dendrites. Ces fibres ne sont donc limitées que par la membrane plasmique. On trouve ce type de fibre en abondance dans la substance grise du cerveau et dans la moelle épinière.

1.2 Les fibres nerveuses amyéliniques avec gaine de Schwann

Ce sont des fibres grises, de fin calibre. La cellule de Schwann est allongée et possède un noyau ovalaire, le cytoplasme est plus abondant dans la région péri nucléaire, il comporte tous les organites classiques, et en particulier des lysosomes. Elle présente la particularité de loger dans des invaginations de sa membrane plasmique ; un ou plusieurs axones. En général, une cellule de Schwann loge de cette façon 15 à 30 axones. Parfois, chaque axone peut reposer, isolément, dans sa propre gouttière.



2) Fibres nerveuses myélinisées : Comportant :

2.1 Les fibres nerveuses myélinisées avec gaine de Schwann

Ce sont les fibres de nerfs périphériques, en particulier des nerfs rachidiens mixtes. Elles apparaissent blanchâtre, de fort calibre et sont constituées du centre à la périphérie de : l'axone, la gaine de myéline (formée d'un manchon lipoprotéique discontinu, elle est isolante; des interruptions complètes au niveau de cette gaine constituant les étranglements ou nœud de Ranvier.

La gaine de myéline est revêtue de l'extérieur par la gaine de Schwann.

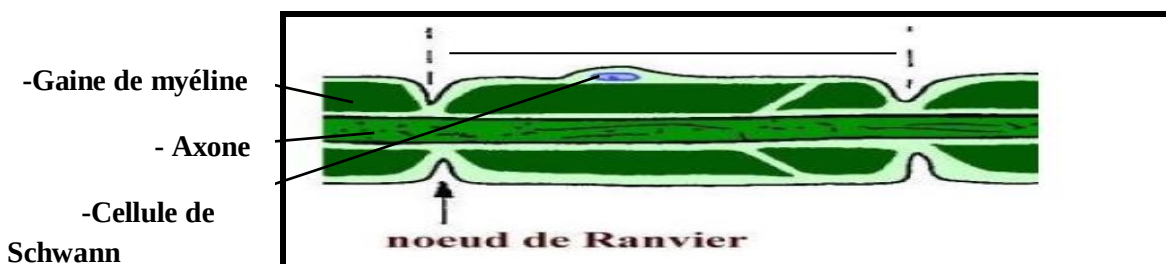
Par définition, on appelle segment de Ranvier, la portion de fibre nerveuse comprise entre deux étranglements de Ranvier successifs. Au sein de la gaine de myéline, peuvent s'observer des ruptures dans des lignes denses. Les fentes obliques résultant de ces ruptures forment les incisures de Schmidt-Lantermann. Les cellules de Schwann assurent la myélinisation des fibres nerveuses.

La gaine de myéline est mise en évidence par les colorants des lipides (acide osmique, noir soudan). En effet, la myéline, du point de vue biochimique, est de nature lipoprotéique, formée de protéines (neurokératine) mais surtout de lipides (phospholipides, cholestérol et cébrosides).

La myéline sert d'isolant et les modifications de perméabilité ne peuvent se faire qu'au niveau des nœuds de Ranvier. L'influx nerveux aura donc une conduction saltatoire (plus rapide et plus économique) le long de l'axone, d'un nœud de renvier à l'autre. Ce type de conduction entraîne une économie d'énergie.

La gaine de Schwann : est une mince couche protoplasmique (25nm d'épaisseur) offrant un (01) noyau par segment.

Ce sont les oligodendrocytes qui, par leurs prolongements cytoplasmiques, sont à l'origine des gaines de myéline. Un oligodendrocyte peut par ses prolongements entrer en contact avec plusieurs fibres nerveuses et constituer des internodes sur chacune d'entre elles.



Fibre nerveuse myélinisée avec gaine de Schwann

2.2 Les fibres nerveuses myélinisées sans gaine de Schwann

Il s'agit de fibres siégeant dans le système nerveux central, encéphale et la moelle épinière. Chaque fibre nerveuse regroupe une gaine de myéline, des oligodendrocytes et un axone. La myélinisation, est assurée par les oligodendrocytes.

- Classification morphologique des neurones

Il existe de nombreux types morphologiques de neurones, différents par les modalités d'organisation des axones et de leurs dendrites et également par la forme générale du péricaryon.

A. Selon le nombre de prolongements (neurites): permet de distinguer des neurones :

1- Le neurone unipolaire : exceptionnel, avec un seul prolongement ce type de neurone est rare chez l'homme exp : les ganglions spinaux.

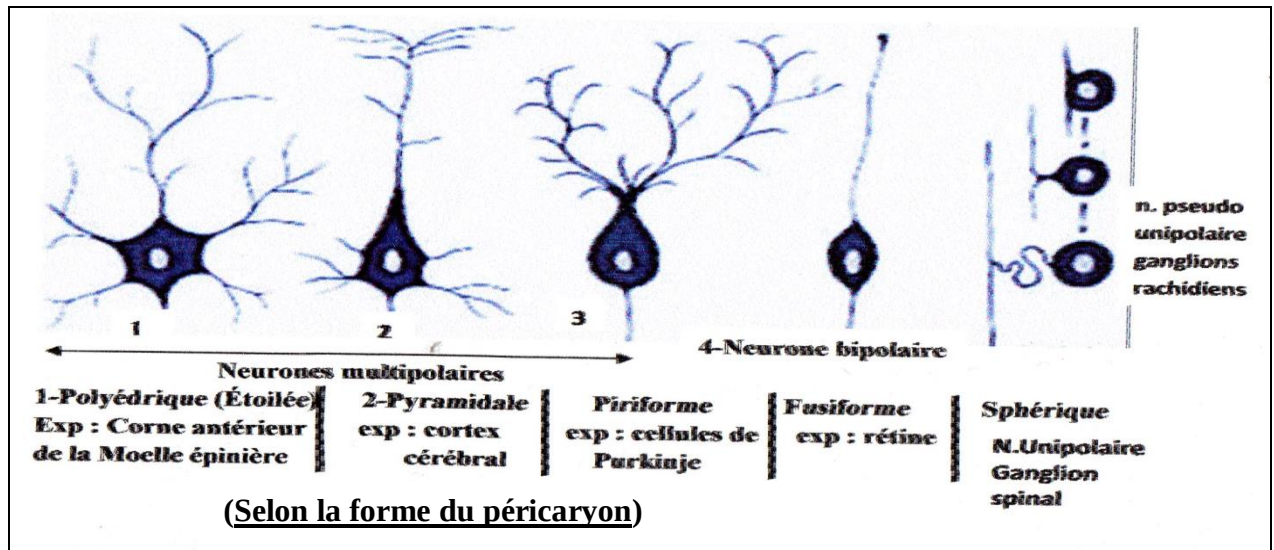
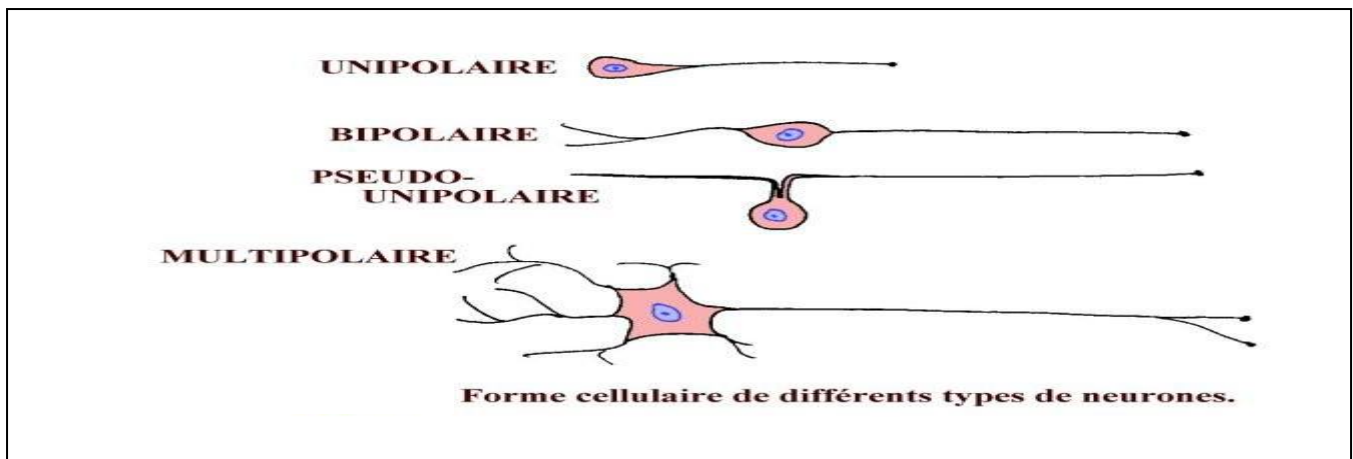
2- Le neurone pseudo-unipolaire : Le péricaryon sphérique possèdent un seul prolongement qui se divise en deux branches (neurone en T), à partir du corps cellulaire , émerge un prolongement unique qui se divise, après un court trajet, en deux, exp : cellules des ganglions rachidiens postérieurs (de la moelle épinière).

3- Le neurone bipolaire : Il possède deux prolongements issus des pôles opposés du corps cellulaire (un axone + un dendrite). C'est le cas des cellules bipolaires de la rétine.

4- Le neurone multipolaire : Il émet à partir du péricaryon de multiples prolongements ramifiés (plusieurs dendrites et l'axone). Les neurones multipolaires sont les plus nombreux et les plus variés. Ex : neurones de Golgi du cortex cérébelleux, neurones pyramidaux du cortex cérébral et la cellule nerveuse de corne antérieure de la moelle épinière (forme étoilée).

B. Selon la forme du corps cellulaire : La forme est très variable : fusiforme, étoilée, pyramidale, piriforme, fusiforme et sphérique. Les cellules pyramidales du cortex cérébral, possèdent un péricaryon particulièrement volumineux (125µm)

C. Selon la longueur de l'axone : neurone de Golgi de type I à axone long et de type II à axone cours.



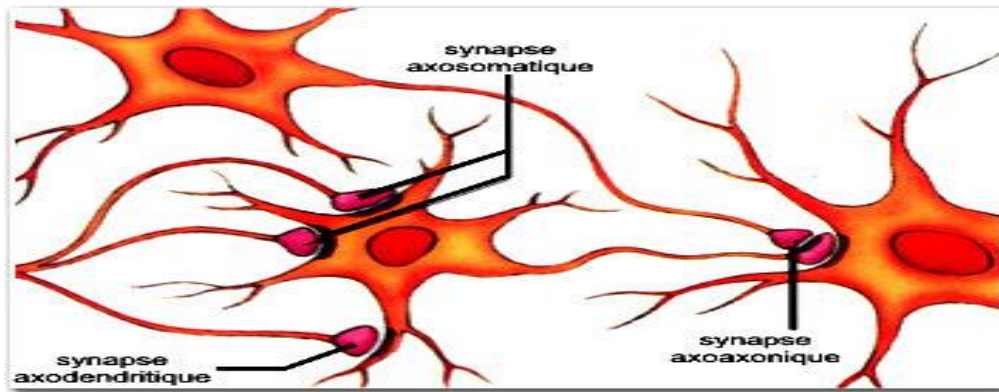
- Les synapses

Les synapses correspondent aux régions d'articulation ou de connexions des neurones soit entre eux , soit entre un neurone et une cellule effectrice comme la fibre musculaire squelettique (jonction neuromusculaire). Les synapses peuvent être :

- Soit électrique : elles permettent un passage direct, d'un courant électrique d'une cellule à une autre, pouvant être bidirectionnels. Il permet de synchroniser rapidement l'activité électrique d'une population neuronale et de coordonner l'activité métabolique de cette dernière.
- Soit chimique : dans ce cas la transmission de l'influx se réalise de manière unidirectionnelle de cellule à cellule par la mise en jeu d'une libération de médiateurs chimiques qualifiés, les neurotransmetteurs.

Les synapses inter neuronales : On distingue classiquement trois types de synapses :

- 1- Les synapses axo-somatiques
- 2- Les synapses axo-dendritiques où le contact s'établit entre l'axone d'un neurone et les dendrites d'un autre neurone. Exemple : synapses des cellules du cervelet avec les cellules de Purkinje.
- 3- Les synapses axo-axoniques



- Organisation structurale des synapses

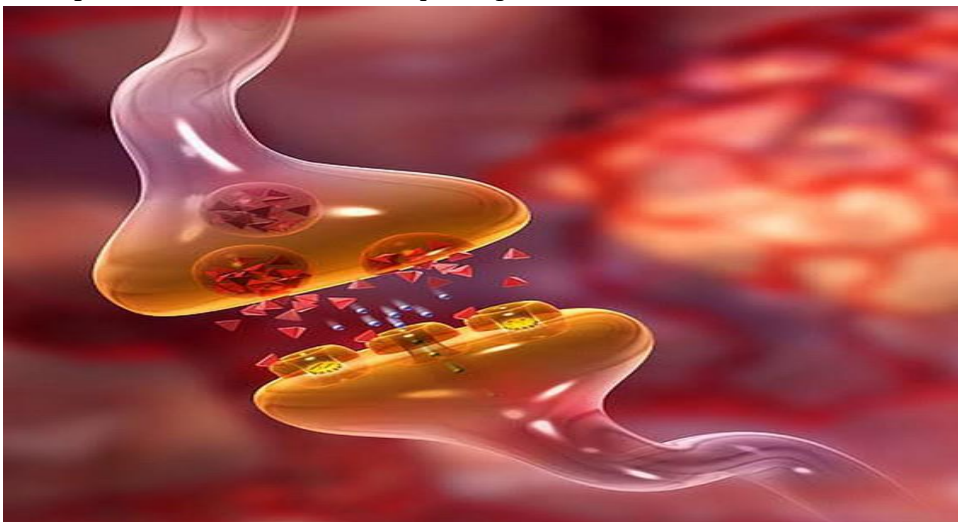
Les synapses répondent toutes à un schéma commun, facile à illustrer par la description d'un type fréquent tel que : **Les synapses axo-somatiques**. Il est possible de distinguer :

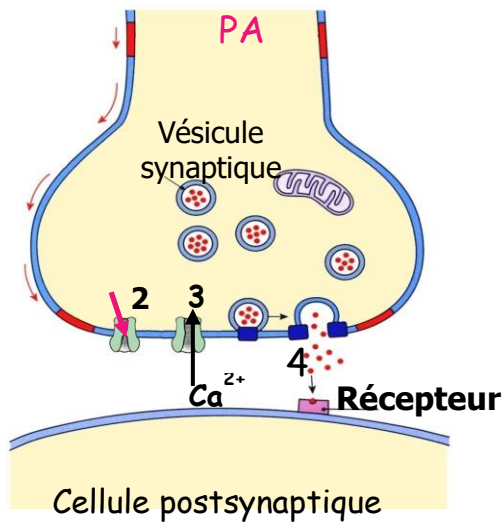
- **La zone (compartiment) pré synaptique :** Elle est formée par l'extrémité renflée de l'axone et le bouton synaptique. L'axolème s'épaissit et constitue la membrane présynaptique.

La zone pré synaptique se caractérise par la présence de structures différenciées spécialisées : les vésicules synaptiques d'un diamètre variant de 200 à 650 Å. Elles libèrent leur contenu dans la fente synaptique par exocytose. Des neurotransmetteurs de nature différente peuvent être contenus dans une même vésicule. Un possible épaississement de la membrane plasmique bordant la fente synaptique. Des canaux Ca^{++} au niveau des parois membranaires du bouton synaptique.

- **La fente synaptique :** Il s'agit d'un espace de 250 à 300 Å qui sépare la membrane pré synaptique de la membrane post-synaptique. Cet espace est lieu où sont déversés les contenus des vésicules pré synaptiques. Le confinement des produits libérés est assuré par la présence de pieds astrocytaires sur les côtés de la fente, ce qui limite le risque d'une diffusion des neurotransmetteurs hors de la fente. On y trouve des éléments denses, sous la forme de filaments. Elle est occupée par un matériel extra cellulaire composé de glycosaminoglycanes, de cadhérines qui assurent, par leurs liaisons la stabilité de la structure synaptique.

- **La zone post synaptique :** Elle est constituée principalement de la membrane post-synaptique, épaisse. A son niveau sont concentrés de nombreux récepteurs pour différents neurotransmetteurs. de plus sont présents des canaux ioniques qui s'ouvrent à la suite de la fixation d'un neurotransmetteur.





1) Un potentiel d'action (PA) envahit la terminaison présynaptique

2) Sous l'effet de la dépolarisation membranaire, des canaux calciques s'ouvrent dans la membrane présynaptique

3) Des ions Ca²⁺ entrent dans la terminaison présynaptique

4) Les ions Ca²⁺ permettent la libération du neurotransmetteur par exocytose

La névroglie (Cellules gliales)

A côté des neurones, se trouvent de nombreuses cellules jouant un rôle très important dans le fonctionnement du tissu nerveux : cet ensemble de cellules constitue la névroglie. Les cellules gliales ne transmettent pas l'influx nerveux mais jouent un rôle de soutien pour les neurones.

Les cellules gliales du SNC : On distingue 4 types de cellules gliales.

1) Les astrocytes

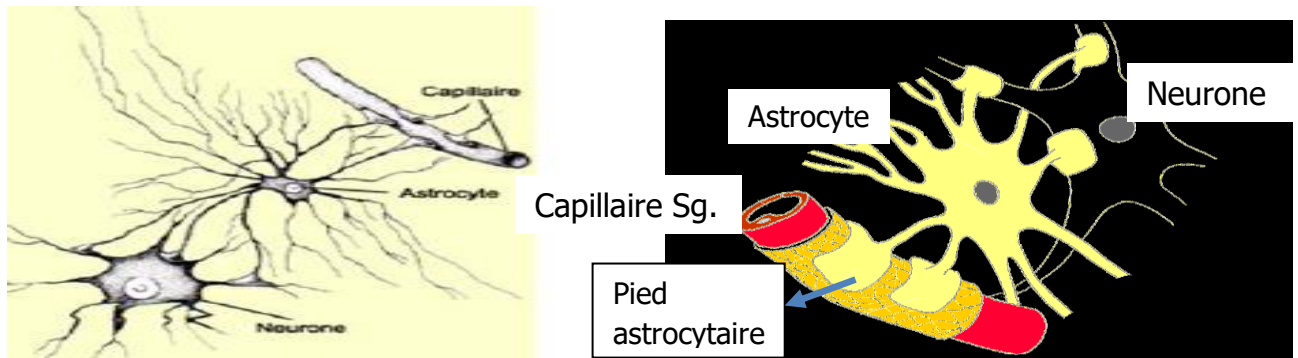
Ce sont des cellules volumineuses, de forme étoilée, possèdent des prolongements qui peuvent être très ramifiés dans toutes les directions à partir du corps cellulaire. Le noyau est arrondi ou ovalaire, pauvre en chromatine. Le cytoplasme comporte tous les organites classiques, de nombreux grains de glycogène. Ils entourent les capillaires sanguins, les corps cellulaires et les prolongements sauf au niveau des synapses.

Il existe deux types d'astrocytes :

- **Les astrocytes protoplasmiques** : ont des prolongements courts, situés dans la substance grise.
- **Les astrocytes fibreux** : sont pauvres en organites cytoplasmiques, avec de longs prolongements, situés dans la substance blanche.

Parmi les fonctions assurées par les astrocytes :

- ✓ Ces cellules assurent un rôle de soutien, de remplissage et de phagocytoses (digestion des cellules nerveuses mortes ou lésées).
- ✓ Les astrocytes assurent la fonction de réparation.
- ✓ En constituant un réseau de cellules interconnectées par des jonctions communicantes, ils forment l'infrastructure architecturale du SNC.
- ✓ Ils assurent une régulation de la diffusion des neurotransmetteurs en entourant les synapses neuronales.
- ✓ Captent le glucose sanguin, puis le stockent sous forme de glycogène pour fournir l'énergie nécessaire à l'activité des cellules nerveuses.
- ✓ Ils contrôlent les échanges de métabolites :
 - Soit entre le tissu sanguin et les cellules nerveuses par les pieds astrocytaires qui s'interposent entre les capillaires sanguins et les neurones.
 - Soit entre le liquide céphalo-rachidien et le milieu extra cellulaire nerveux.



2) **Les oligodendrocytes** : sont de petites cellules, ont un corps cellulaire ovalaire ou arrondi (corps cellulaire de 6 à 8µm). Le cytoplasme comporte tous les organites, en particulier un REG bien développé. Leurs prolongements sont plus courts et plus fins que ceux des astrocytes. On distingue deux types d'oligodendrocytes se différenciant par leur localisation et leur rôle au sein des tissus du SNC:

- **Les oligodendrocytes satellitaires** : se situent dans la substance grise, associés aux péricaryons des neurones on suppose l'existence de relations métaboliques ou les échanges avec les cellules nerveuses.
- **Les oligodendrocytes inter fasciculaires** : se situent dans la substance blanche, disposés entre les fibres nerveuses. Ces cellules sont responsables de la myélinisation des fibres nerveuses et la nutrition.

3) **Les épendymocytes** : Ces cellules forment un épithélium cubique ou prismatique simple, cilié assurant le revêtement des cavités ventriculaires du SNC, les cellules produisent le liquide céphalo-rachidien et jouent un rôle dans les échanges entre ce liquide et le compartiment liquidien extracellulaire du SNC. Les épendymocytes participent au soutien de l'architecture du tissu nerveux

4) **Les cellules microgliales ou microglies** : sont de petites cellules allongées, elles possèdent un noyau allongé, dense et de petite taille et des prolongements fins, très ramifiés. Elles sont mobiles, il s'agit de monocytes sanguins, ayant pénétré dans le parenchyme du SNC. Elles ne représentent que 5 à 10% de la population cellulaire totale du SNC. Ces cellules pouvant lors des lésions ou diverses atteintes affectant le SNC se transformer en macrophages et jouer un rôle phagocytaire. Leur activation les transforme en cellules amoéboïdes ayant des propriétés phagocytaires et sécrétrices, notamment de cytokines et de protéases.

- Quelques définitions liées au tissu nerveux

1) **Les nerfs périphériques** : contiennent de nombreuses fibres nerveuses, groupées en faisceaux et entourées par des tuniques conjonctives. L'organisation architecturale permet de distinguer :

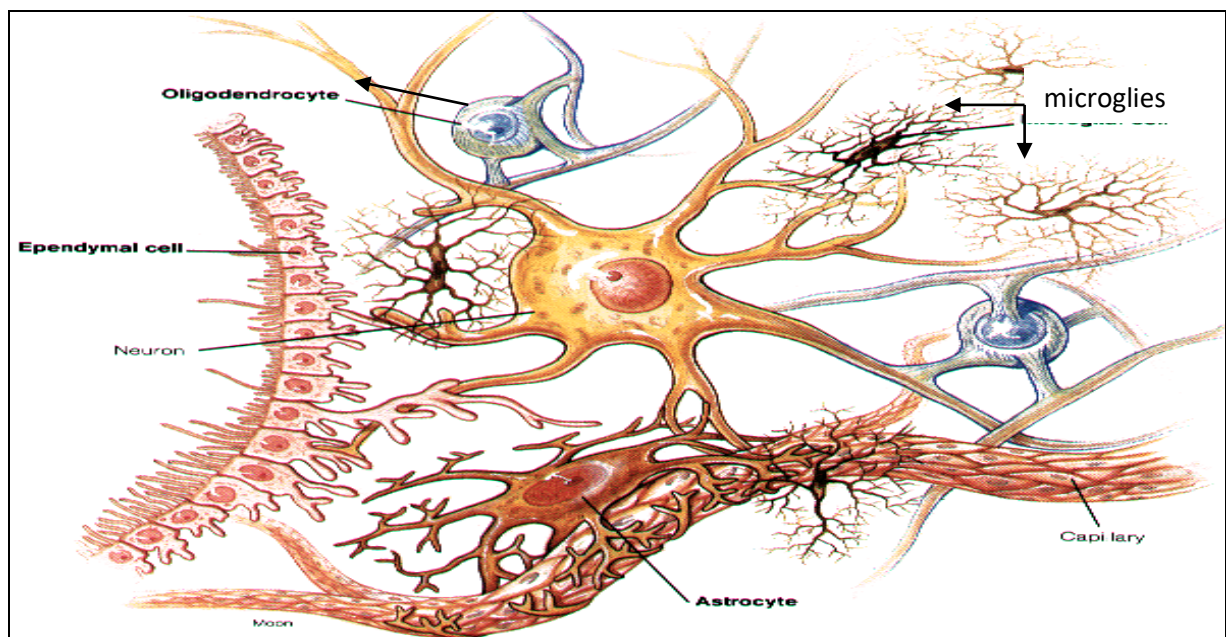
- L'épinèvre, tissu conjonctif dense périphérique limitant le nerf
- Le périnèvre, tissu conjonctif dense entourant les faisceaux de fibres
- L'endonèvre, entourant individuellement chaque fibre nerveuse et riche en capillaires sanguins.

2) **La substance grise** : elle forme d'une part des amas situés en profondeur à tous les niveaux du névraxe (SNC) et d'autre part une couche étalée à la surface des hémisphères cérébraux (cortex cérébral) et du cervelet. C'est au niveau de la substance grise que siègent les corps cellulaires des neurones, leurs dendrites. C'est donc dans la substance grise que siègent toutes les synapses du SNC.

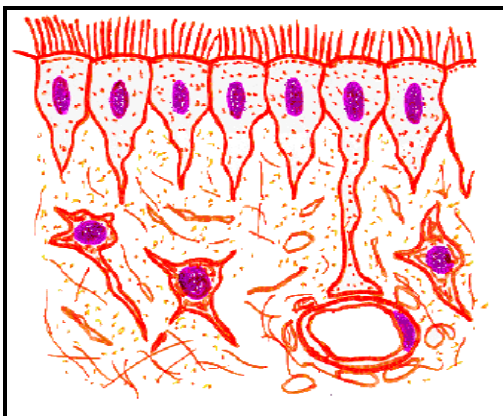
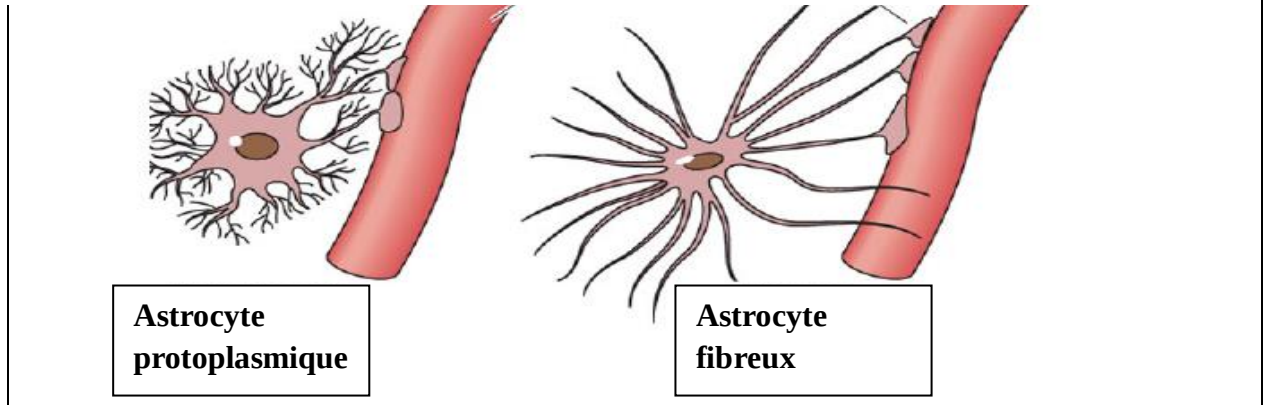
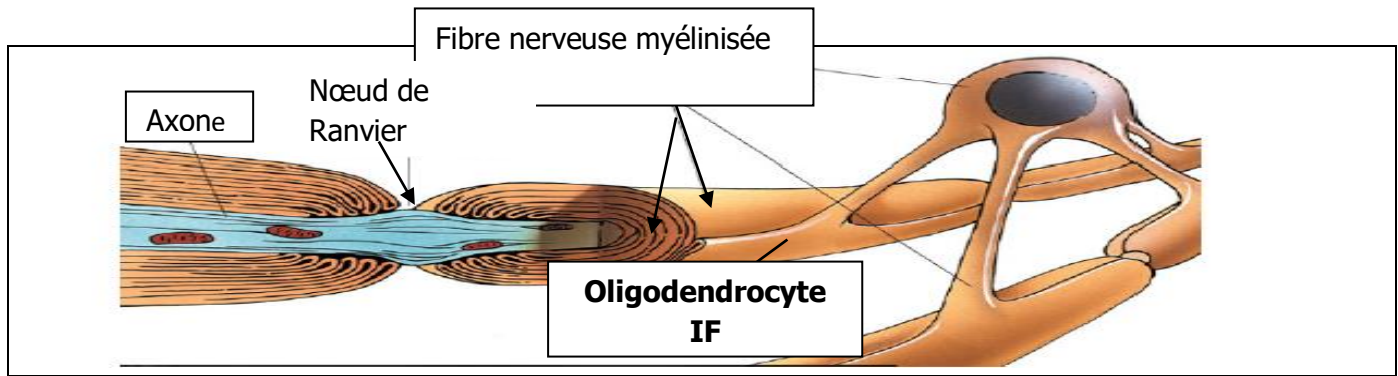
Les astrocytes protoplasmiques sont habituellement nombreux. On trouve les oligodendrocytes satellites et une grande richesse en capillaires sanguins ce qui explique l'intensité du métabolisme oxydatif de la substance grise (siège de nombreux échanges métaboliques.)

- 3) **La substance blanche** : elle occupe toutes les régions du parenchyme du SNC que laisse libre la substance grise. Elle se caractérise par la présence prédominante d'axones myélinisés groupés en faisceaux ou en cordons. La gaine de myéline des axones est produite par les oligodendrocytes interfasciculaires, et c'est l'abondance de ces axones myélinisés qui confère une couleur blanche aux territoires comportant ces axones. Le rôle fondamental de la substance blanche c'est la conduction et le transfert de l'influx nerveux, les capillaires y sont moins nombreux.

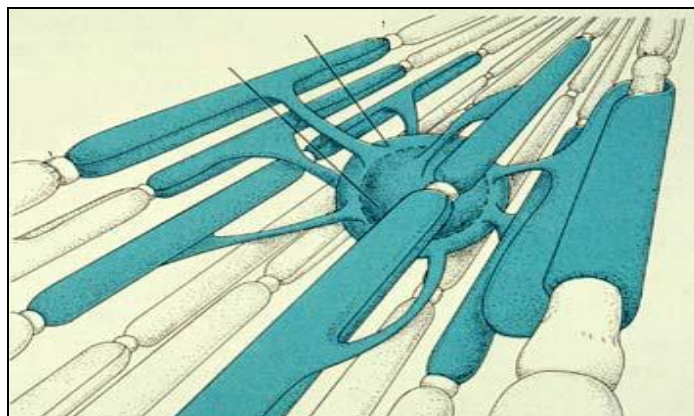
Entre les axones myélinisés, se trouvent les astrocytes fibreux et surtout des oligodendrocytes interfasciculaires assurant la formation de la myéline.



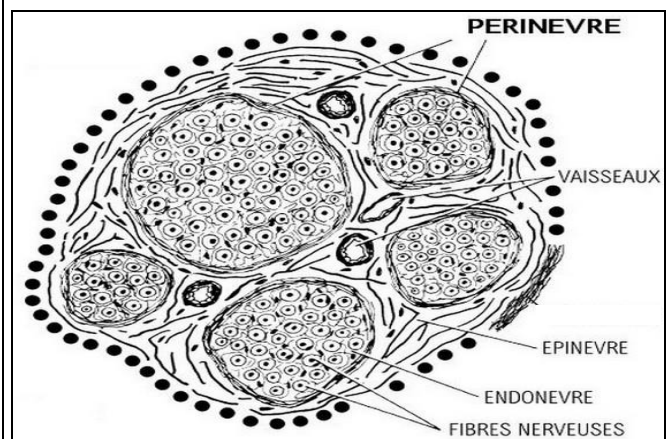
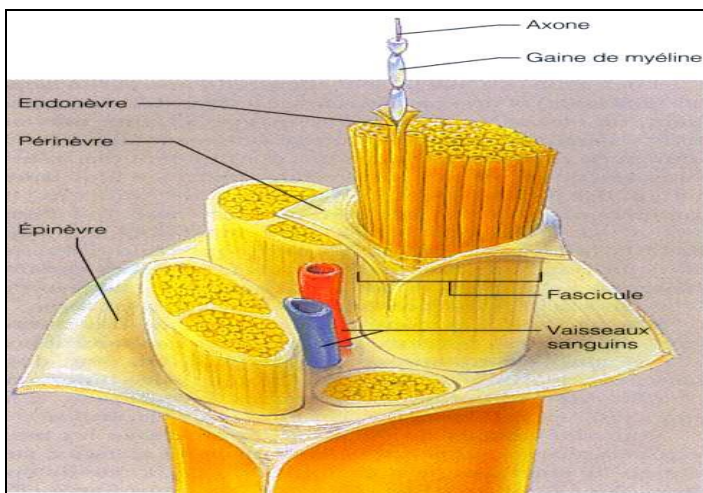
Les cellules de la névroglie



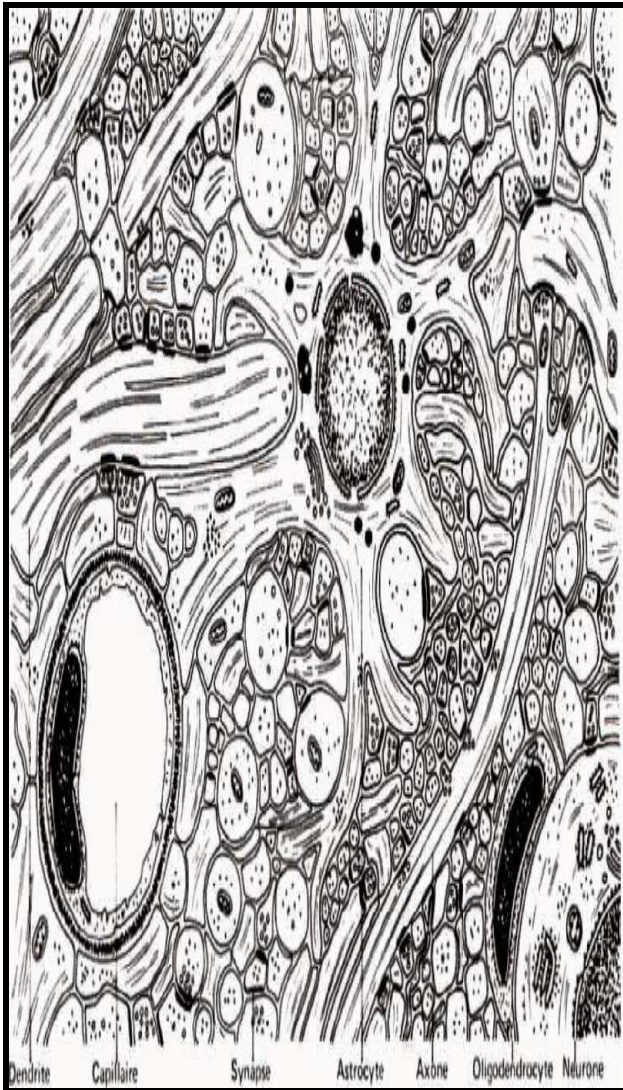
Les épendymocytes



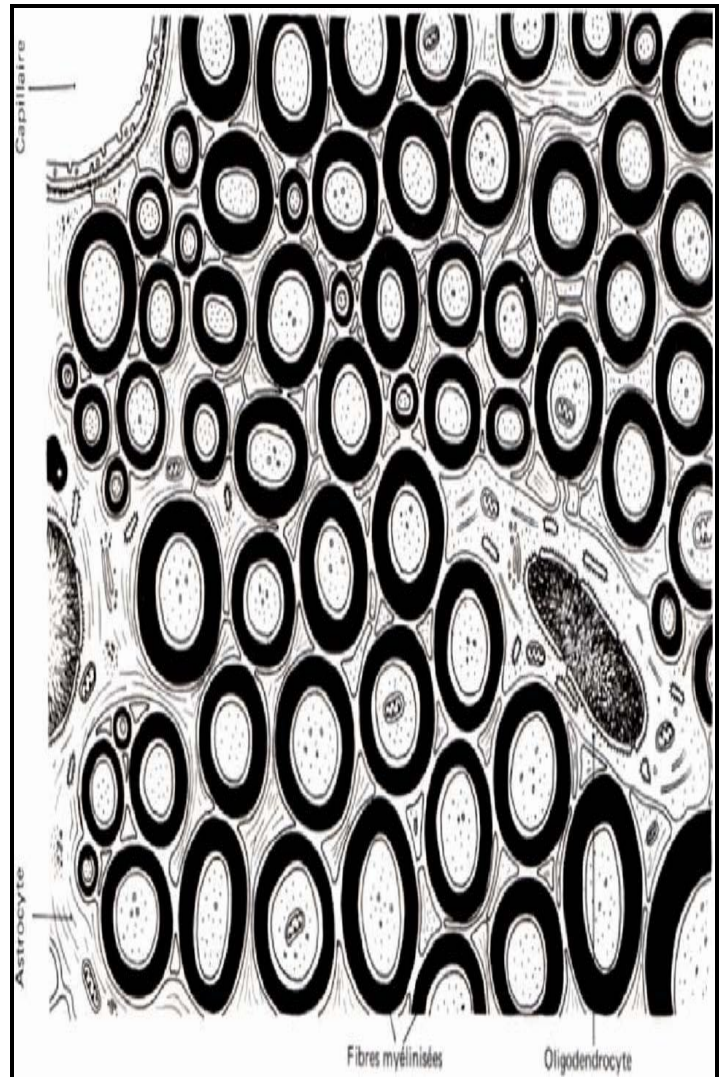
Myélinisation des fibres par les oligodendrocytes



Nerf périphérique



La substance grise



La substance blanche