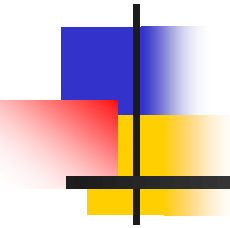




COLLÈGE
OSTÉOPATHIQUE
EUROPÉEN

1ère Année FI
Année scolaire 2015-2016
HISTOLOGIE
POLYCOPIE 4

Dr L. BOURRY - 1ère Année FI
2015-2016 - Plateforme



Le Tissu Nerveux,

Liliane BOURRY, M.D., Ph.D.



Le système nerveux

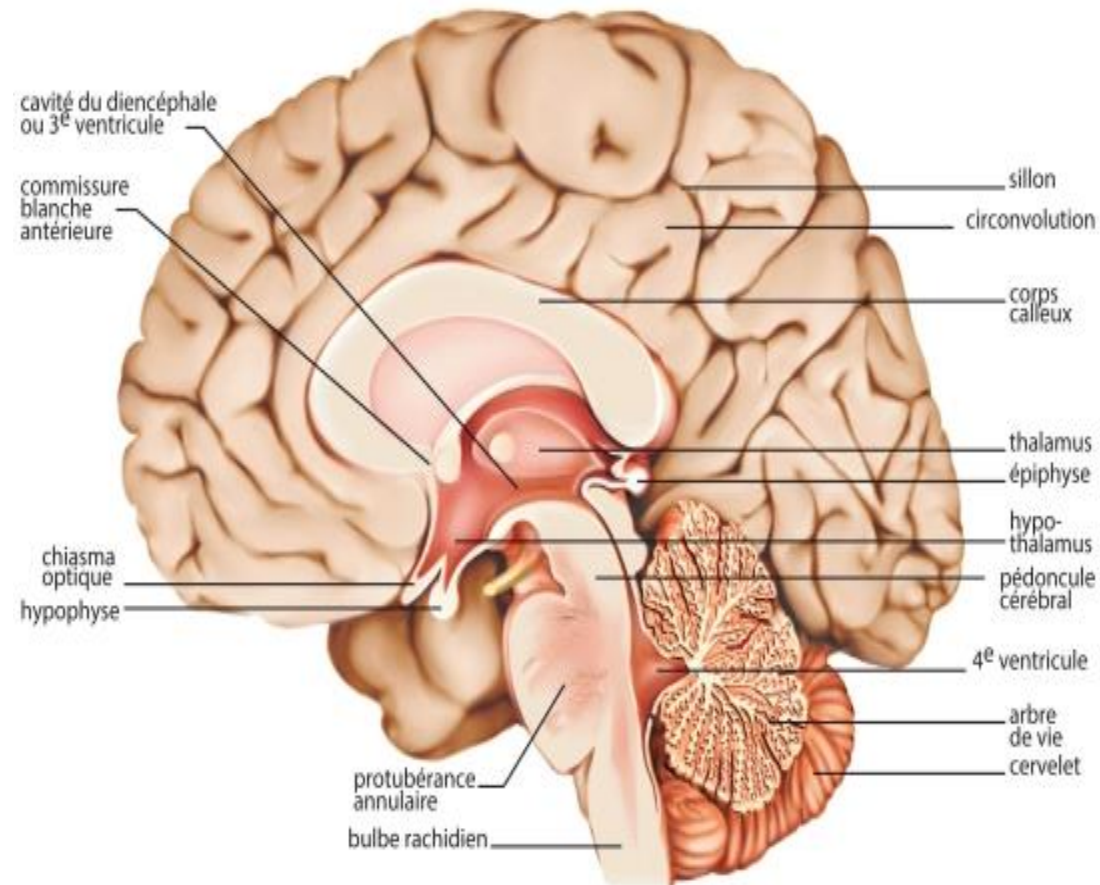
Le tissu nerveux est spécialisé dans

- la conduction,
- le traitement
- et la transmission des informations.

Il est un grand moyens de communication
de l'organisme

Le système nerveux central (SNC)

- Le SNC (ou névraxe), est constitué de :
- **l'encéphale** (cerveau, tronc cérébral - pédoncules, protubérance et bulbe - et cervelet)
- prolongé par **la moelle épinière.**
- Il est concentré à l'intérieur du crâne et de la colonne vertébrale qui le protègent.

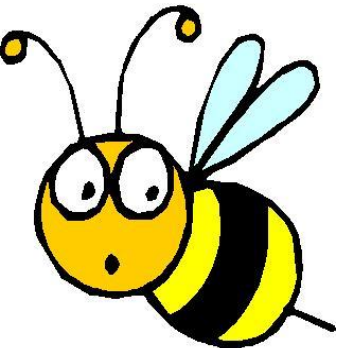


Dr L. BOURRY - 1^{ère} Année FI
2015-2016 - Plateforme



Le système nerveux périphérique (SNP)

- Le SNP, en parfaite continuité avec le SNC, est formé par:
- **les ganglions** (les ganglions renferment les corps des cellules nerveuses)
- **les nerfs périphériques** (qui irradient du névraxe vers tous les points de l'organisme, assurant l'acheminement des informations *vers le SNC* et celui des ordres du SNC *vers les effecteurs périphériques*).





Les neurones

- Les cellules constitutives de base du tissu nerveux sont les neurones (10%) et les cellules gliales (90%).
- Les neurones sont des cellules hautement différenciées, spécialisées dans la communication intercellulaire.
- ***Ils reçoivent, traitent et transmettent des informations (des signaux).***



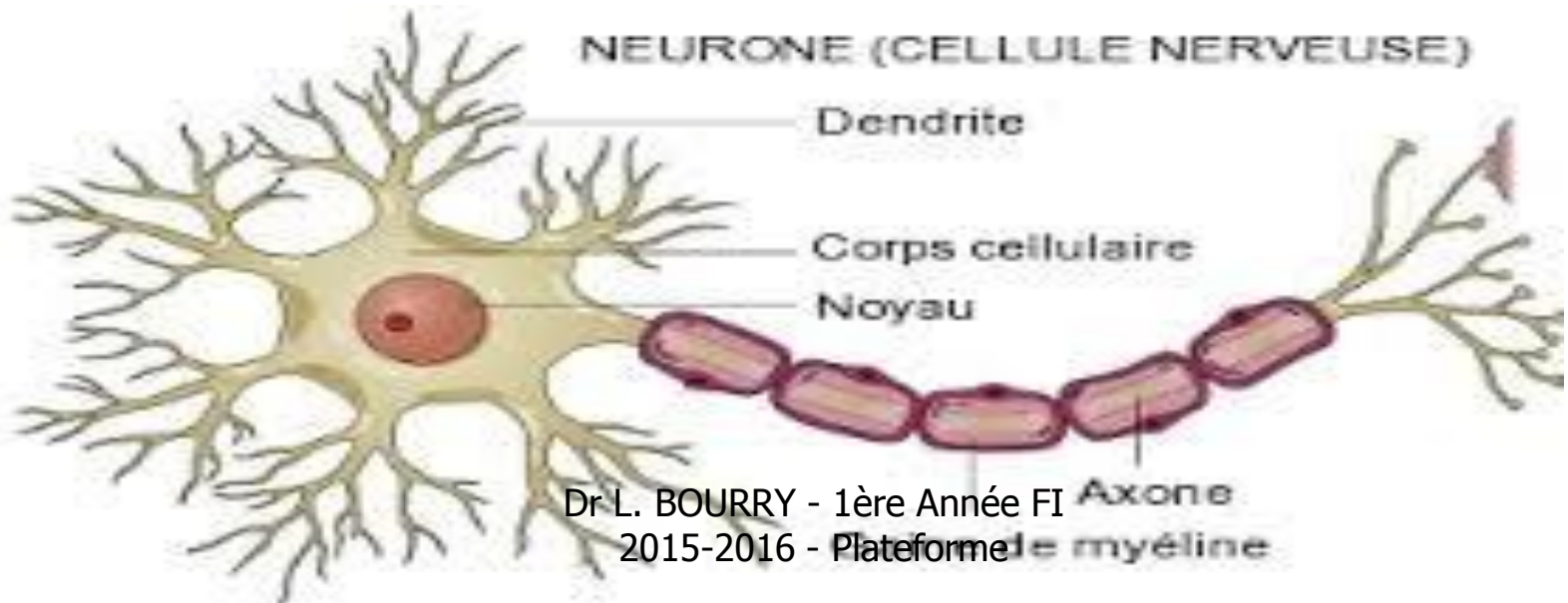
Les neurones (cont.)

- Les neurones, comme les fibres musculaires striées, sont des cellules hautement spécialisées qui ont perdu le pouvoir de se diviser.
- Pour le système nerveux, l'Homme dispose à sa naissance d'un nombre défini de cellules (plusieurs milliards) qu'il conservera en principe pendant toute sa vie.
Si, à la suite d'une maladie ou d'un accident, des cellules nerveuses sont détruites, la perte ainsi causée est irréversible. De même avec certains toxiques (drogue, alcool, etc..)
- Les cellules neuro-sensorielles olfactives font exception : elles se renouvellent pendant toute la vie à partir de cellules-souches situées dans la couche basale de l'épithélium olfactif.
- Pourtant, il y a des études qui insistent actuellement sur l'existence dans le cerveau adulte d'une population de cellules-souches capables de se différencier en neurones et en cellules gliales.

Les neurones (cont.)

Le neurone comprend

- **un corps cellulaire (ou soma ou péricaryon),** qui est délimitée par sa membrane plasmique
- **des dendrites**
- **un axone**



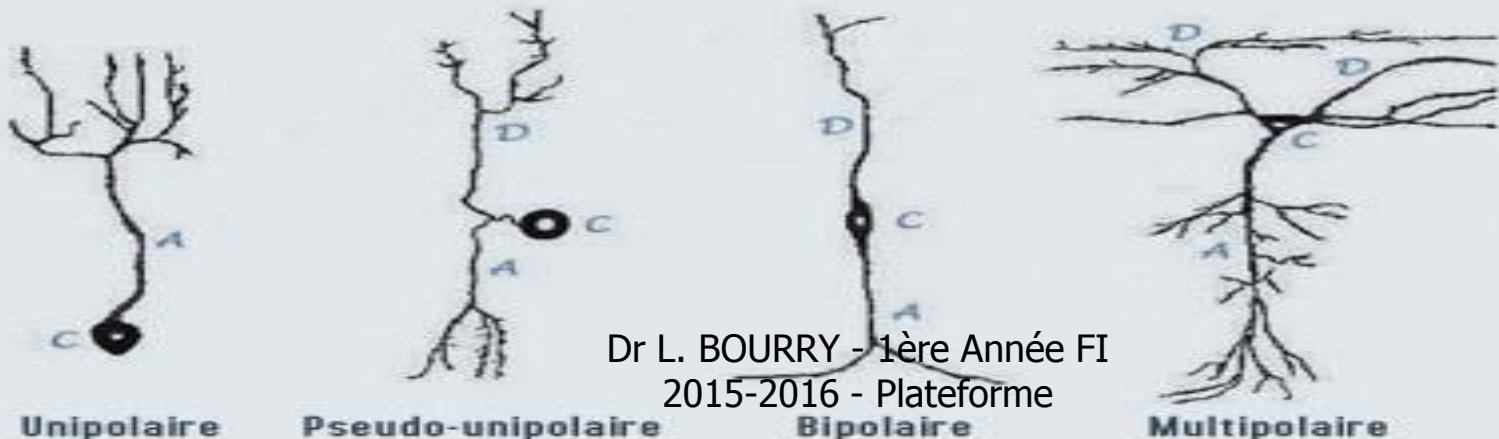


Les neurones (cont.)

- **Les dendrites**, habituellement multiples, et toujours très courts, conduisent le signal nerveux *vers le corps cellulaire*.
- **L'axone**, toujours unique, parfois très long (pouvant atteindre 1 mètre), conduit l'influx nerveux *à partir du corps cellulaire et en s'en éloignant, jusqu'à ses cibles*.
- **N.B. L'influx nerveux** parcourt le neurone dans le sens **dendrites - corps cellulaire - axone**.

Selon la disposition générale des prolongements par rapport au corps cellulaire, on distingue

- **Neurones unipolaires** (qui n'ont qu'un seul prolongement),
- **Neurones bipolaires** (qui ont un prolongement afférent qui conduit l'influx nerveux vers le corps cellulaire ; et un prolongement efférent qui conduit l'influx nerveux à partir du corps cellulaire),
- **Neurones pseudo-unipolaires** (ayant un prolongement unique qui se bifurque à distance du corps cellulaire en un prolongement afférent et un prolongement efférent)
- **Neurones multipolaires** (qui ont des prolongements multiples : ***un seul axone, mais de nombreux dendrites***).
Ils sont les neurones les plus communs dans le cerveau.





La structure des neurones est caractéristique

- **Le noyau**, volumineux et sphérique, contient un gros nucléole.

Le cytoplasme est riche en organites:

- **L'appareil de Golgi**, habituellement volumineux, est situé dans le corps cellulaire, en position juxta-nucléaire.
- Les mitochondries sont nombreuses et réparties dans le corps cellulaire, les dendrites et l'axone.
- Le cytosquelette est particulièrement riche. Présent dans le corps cellulaire, les dendrites et l'axone, le cytosquelette est composé de microfilaments d'actine, de filaments intermédiaires (constitués de protéines de neurofilaments) et de microtubules



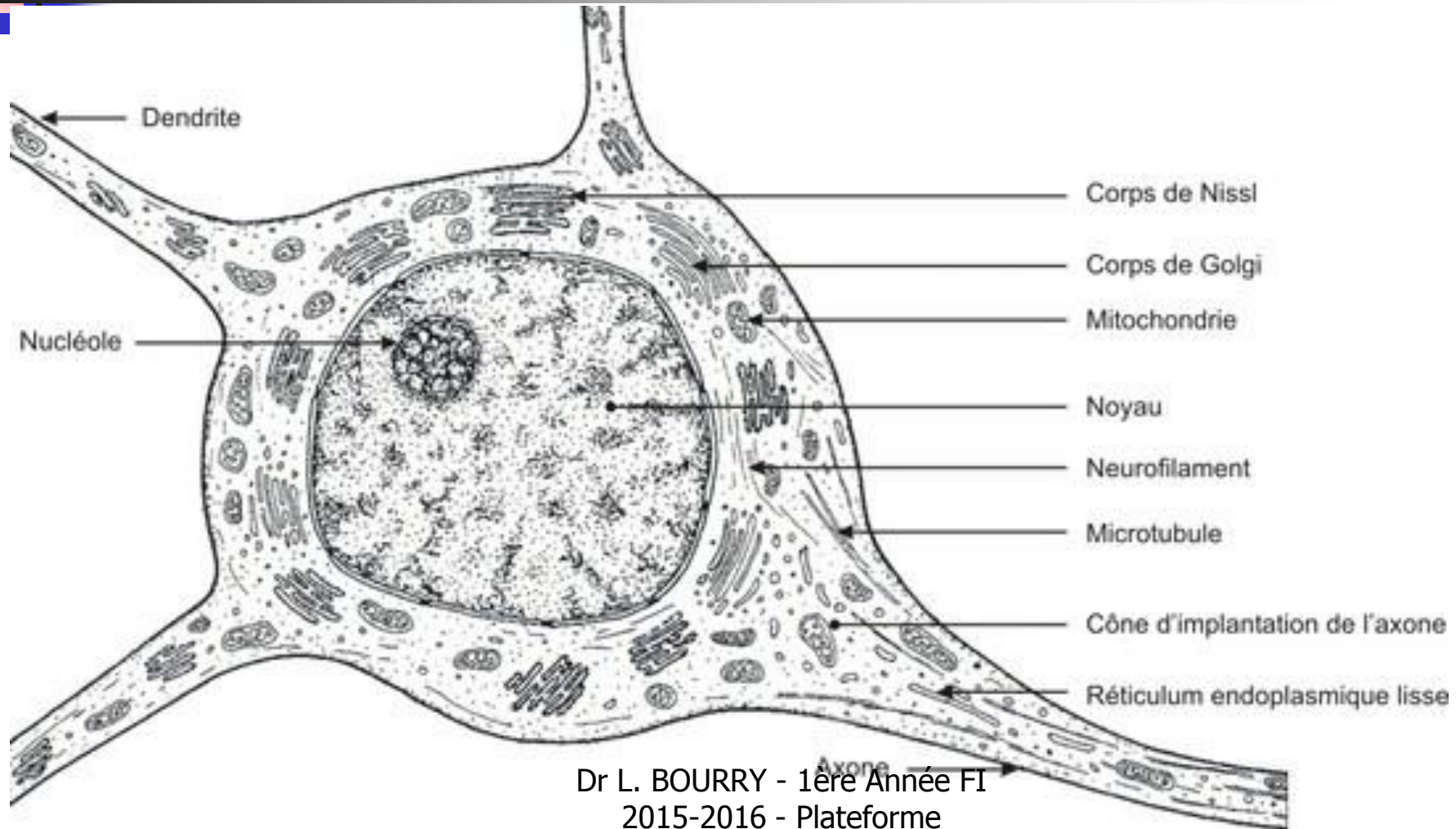
La structure des neurones est caractéristique

- **Les corps de Nissl** se situent dans le corps cellulaire et éventuellement dans les dendrites.

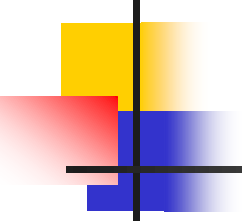
L'examen en MO de préparations colorées par des bleus basiques montre que le cytoplasme du corps cellulaire neuronal et de la partie proximale des dendrites contient un matériel intensément basophile. En ME, ces corps de Nissl correspondent à des amas de citernes de réticulum endoplasmique granulaire entre lesquels se trouvent de nombreux ribosomes libres.

Leur abondance est le témoin de l'importance des synthèses protéiques de la cellule nerveuse.

La structure des neurones est caractéristique (cont.)



Dr L. BOURRY - 1ère Année FI
2015-2016 - Plateforme

- 
- La fonction du système nerveux (SN) implique que les neurones communiquent entre eux, au niveau des synapses, réalisant ainsi des chaînes, des circuits, des réseaux nerveux extraordinairement compliqués.





Les synapses

- La membrane plasmique neuronale est le siège des **synapses**

Les synapses sont des zones spécialisées de contact membranaire permettant la transmission de l'influx nerveux

- d'un neurone à un autre neurone
- ou d'une cellule réceptrice à un neurone
- ou d'un neurone à une cellule effectrice



Les synapses électriques

- Les synapses électriques sont **des jonctions communicantes** assurant le couplage électrotonique des *deux neurones* qu'elles relient
- La diffusion électrotonique de l'influx nerveux est passive, bidirectionnelle, très rapide et sans fatigabilité

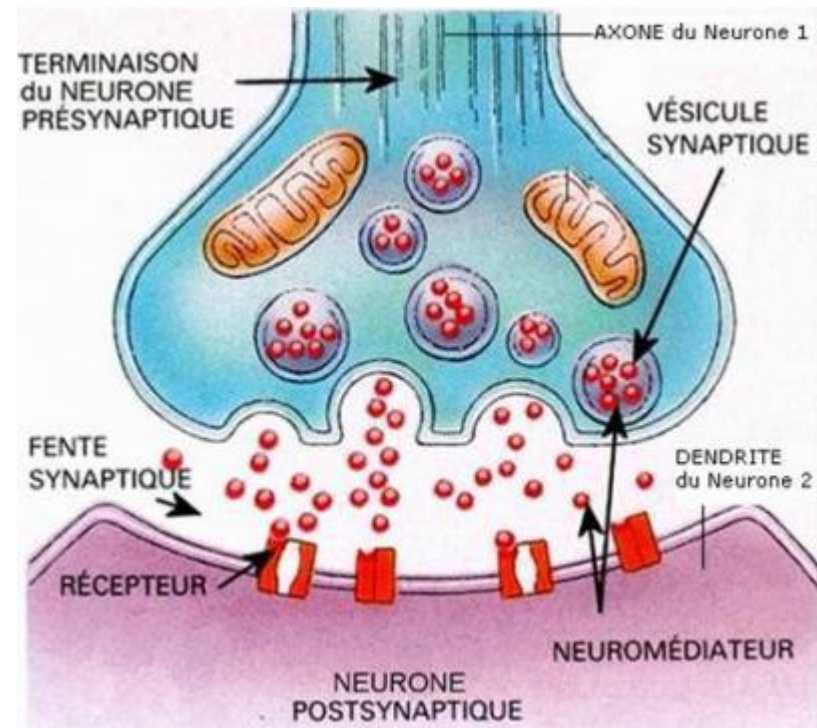


Les synapses chimiques

- Les **synapses chimiques** sont des synapses au niveau desquelles la transmission de l'influx nerveux se fait de façon unidirectionnelle *par l'intermédiaire de molécules de signalisation ou neurotransmetteurs*.
- N.B. Les synapses ne sont pas visibles en MO. Leur identification et leur étude morphologique nécessite la ME.

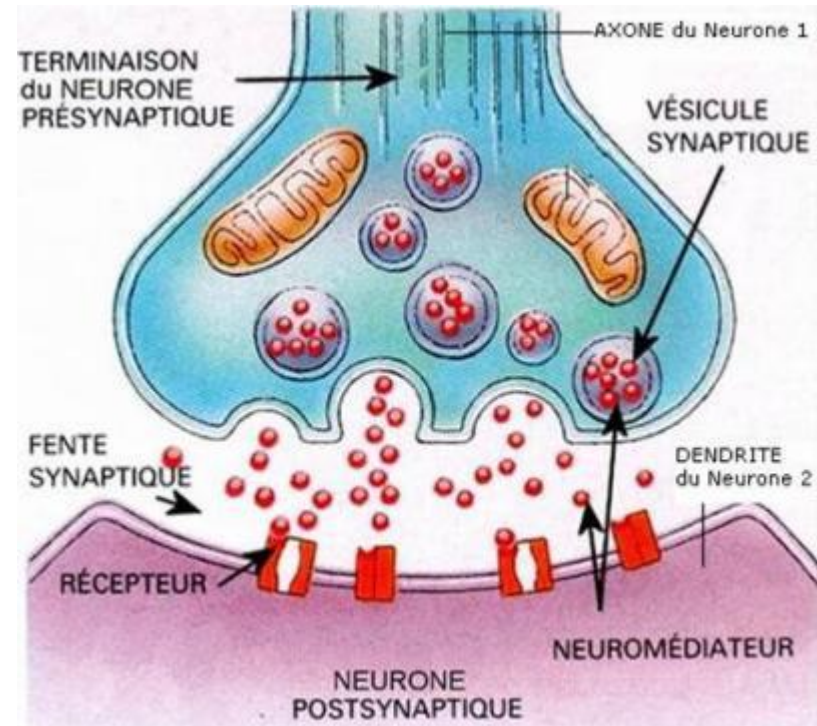
Les synapses (cont.)

- Chaque synapse comporte un élément présynaptique et un élément post-synaptique séparés par une **fente synaptique** comprise entre la **membrane présynaptique** et la membrane **postsynaptique**.



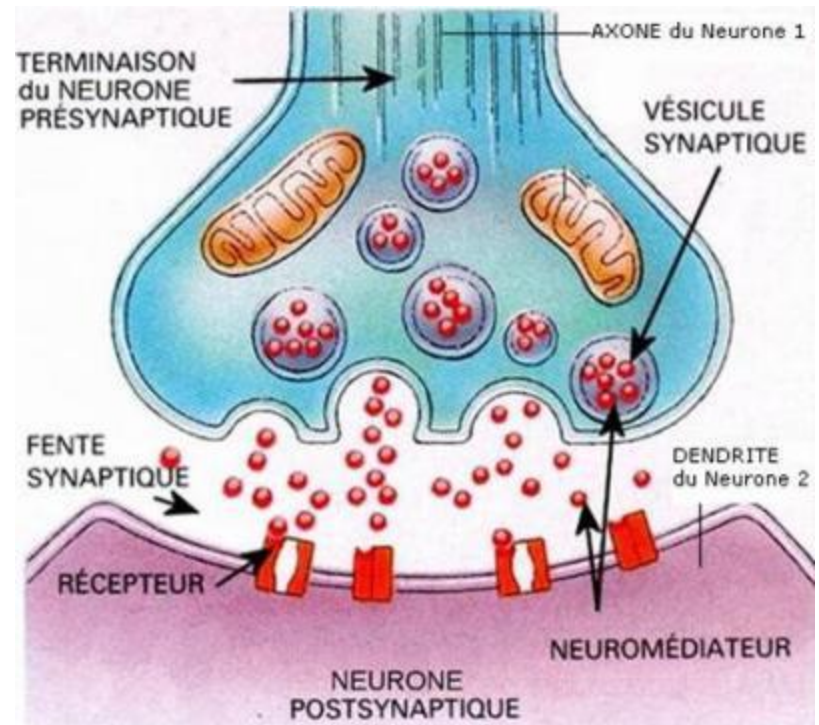
Les synapses (cont.)

- Après avoir intégré les informations qu'il a reçues, le neurone y répond d'une façon univoque en libérant dans la fente synaptique un ou plusieurs neurotransmetteurs contenus dans des **vésicules synaptiques**. Ces molécules agissent directement sur le neurone post-synaptique



Les synapses (cont.)

- La **fente synaptique** est le **très mince espace** qui sépare la membrane pré-synaptique de la membrane post-synaptique
- L'élément post-synaptique présente de nombreux **récepteurs** membranaires.





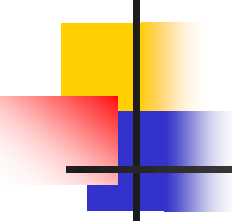
Les petites vésicules synaptiques renferment des neurotransmetteurs classiques

- acétylcholine,
- d'acides aminés excitateurs (glutamate ou aspartate) et/ou de purines (ATP, adénosine) ;
- des amines biogènes (catécholamines [noradrénaline, adrénaline, dopamine], sérotonine, histamine)
- neurotransmetteurs inhibiteurs comme le GABA (acide gamma-amino-butyrique) ou la glycine.

Le cycle des petites vésicules synaptiques dans la terminaison nerveuse requiert successivement



- 1) le remplissage des vésicules avec le neurotransmetteur,
- 2) la translocation des vésicules vers les zones actives de la membrane présynaptique,
- 3) l'arrivage des vésicules à la membrane plasmique présynaptique,
- 4) la fusion des membranes avec ouverture de « pores » de fusion,
- 5) la libération du neurotransmetteur par exocytose dans la fente synaptique,
- 6) le recyclage membranaire des vésicules.



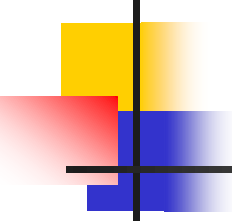
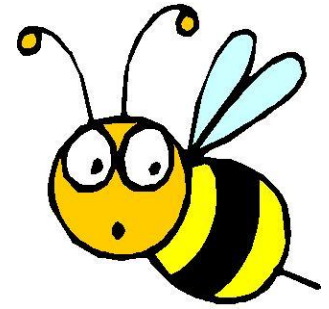
De l'influx nerveux à l'exocytose de neurotransmetteurs

La fusion des vésicules synaptiques avec la membrane plasmique et l'exocytose du neurotransmetteur **sont déclenchées par l'arrivée du potentiel d'action (influx nerveux)**

qui entraîne **la dépolarisation** de la membrane présynaptique

et, par voie de conséquence, **l'ouverture des canaux calciques voltage-dépendants** situés dans cette membrane et donc **l'entrée de Ca^{++} dans la terminaison** présynaptique.

La synaptotagmine (calmodulin-binding protéine transmembranaire présente dans toutes les vésicules synaptiques) joue un rôle majeur dans le **déclenchement du processus d'exocytose** par le Ca^{++} entré dans la cellule.



Les messages nerveux venus des centres parcourent les **nerfs moteurs** et déclenchent la contraction des muscles.

Les messages venus des organes sensoriels parcourent les **nerfs sensitifs** et aboutissent aux centres.

Au niveau des centres inférieurs (moelle épinière, tronc cérébral), les messages nerveux sont à l'origine de réactions immédiates appelées **réflexes**.

Au niveau du **cortex cérébral**, les messages nerveux sont à l'origine des **sensations conscientes**.



Les Éléments Constitutifs de SNC

Le SNC est constitué

- de neurones,
- de cellules gliales,
- de capillaires sanguins
- et de MEC.



Les cellules gliales

Dans le système nerveux, les cellules gliales (nevroglie ou tout simplement glie, du grec γλοιός (gloios), « gluant ») sont les cellules qui forment l'environnement des neurones.

- Elles assurent le maintien de **l'homéostasie**,
- produisent **la myéline**,
- jouent un rôle de **soutien**,
- jouent un rôle de **protection** du tissu nerveux (elles apportent les nutriments et l'oxygène, éliminent les cellules mortes et combattent les pathogènes).



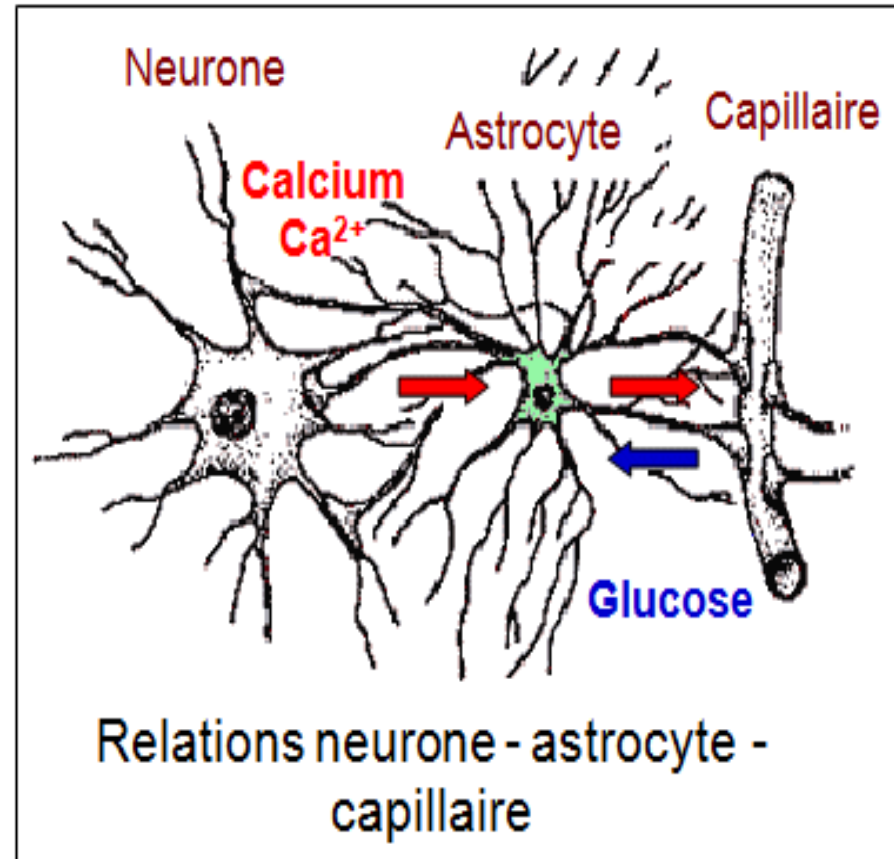
Les cellules gliales

Il existe 4 variétés de cellules gliales :

- les astrocytes
- les oligodendrocytes
- les cellules épendymaires
- et les cellules microgliales

1. Les astrocytes

- De forme étoilée, les astrocytes sont faits d'un corps cellulaire contenant le noyau et de prolongements cytoplasmiques diversement ramifiés.
- De nombreuses jonctions communicantes existent entre les astrocytes et entre les neurones et les astrocytes.



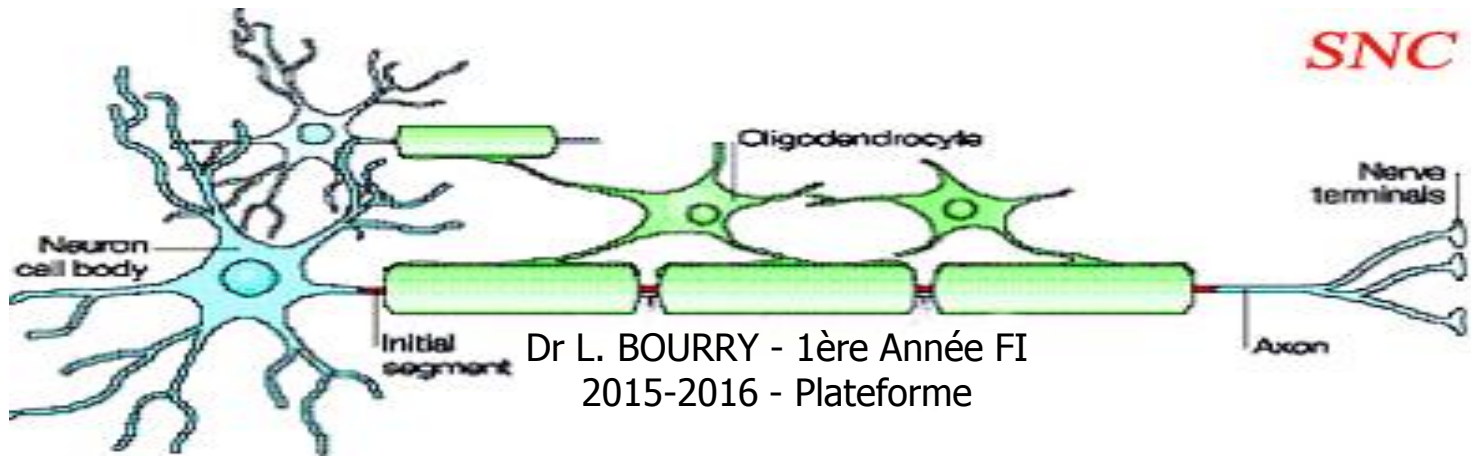


Les capillaires sanguins

- Les capillaires du SNC sont des capillaires continus, faits de cellules endothéliales jointives entourées par une MB continue.
- Les pieds vasculaires des **astrocytes** entourent complètement les capillaires, dont ils restent séparés par la MB.
- **Les capillaires sanguins jouent un rôle essentiel dans la restriction des échanges entre le sang et le SNC (« barrière sang-cerveau »).**

2. Les oligodendrocytes

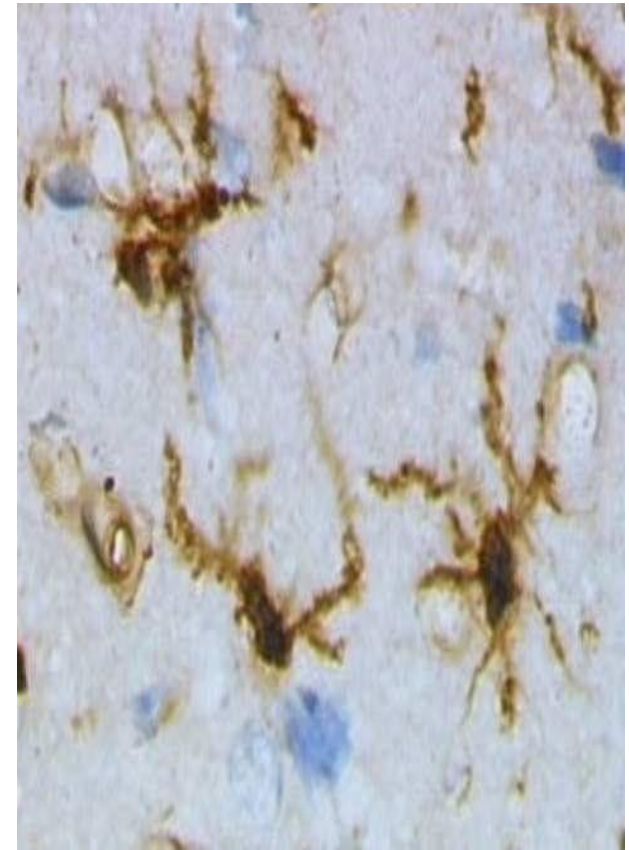
- Les oligodendrocytes possèdent un corps cellulaire de petit volume d'où partent quelques prolongements cytoplasmiques, plus fins et moins nombreux que ceux des astrocytes.
- Les oligodendrocytes de la substance blanche élaborent la myéline du **SNC**.
- Dans le névraxe, chaque oligodendrocyte émet plusieurs prolongements membranaires de manière à myéliniser les axones (plusieurs dizaines) qui se trouvent à sa proximité.
- La gaine de myéline est régulièrement interrompue, laissant l'axone à nu au niveau de courtes régions qui portent le nom de nœuds de Ranvier (du nom de l'histologiste français Louis-Antoine Ranvier qui les a décrits).



3. Les cellules microgliales

- En MO, les cellules microgliales apparaissent comme des cellules de petite taille, avec un noyau arrondi ou ovalaire, dense et un cytoplasme visualisé par des colorations argentiques. Elles présentent de nombreux prolongements longs, fins et très ramifiés (pseudopodes) les aidant à assurer leurs fonctions

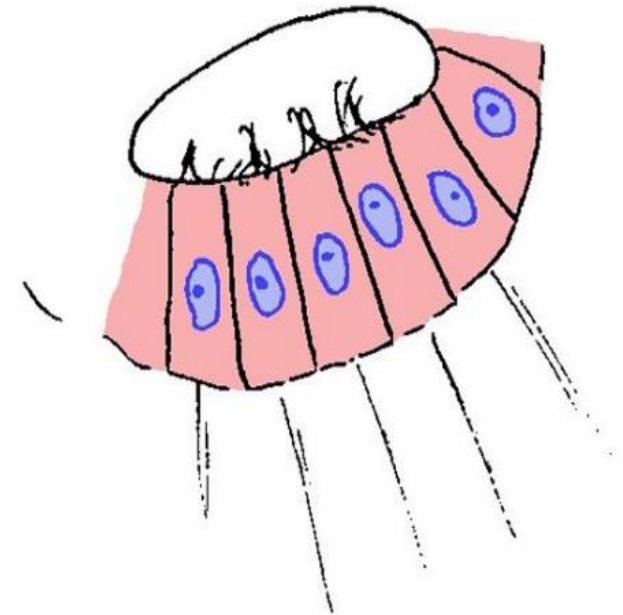
- Les cellules microgliales appartiennent au système des monocytes/macrophages. Elles ont une fonction de phagocytose des déchets au niveau de la substance blanche et de la substance grise. Elles peuvent, lors de lésions du tissu nerveux, s'activer et se transformer en macrophages. Lorsqu'elles sont activées, les cellules microgliales sécrètent de nombreuses molécules dont plusieurs cytokines, des protéases, des anions superoxyde et de l'oxyde nitrique NO.



4. Les épendymocytes

Les épendymocytes ou cellules épendymaires bordent **l'épendyme** (Le canal de l'épendyme est un canal situé au centre de la moelle épinière) et **les ventricules cérébraux**.

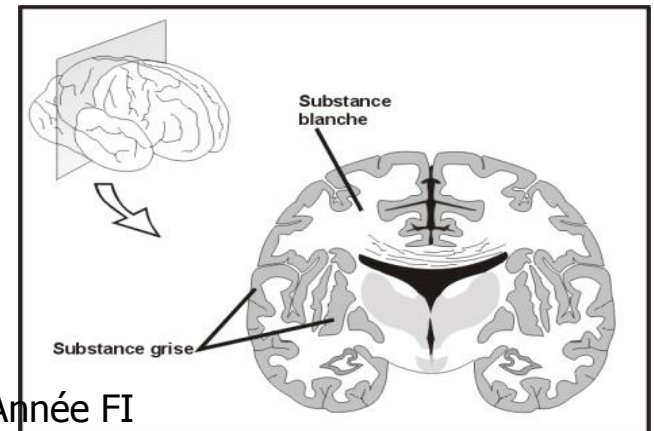
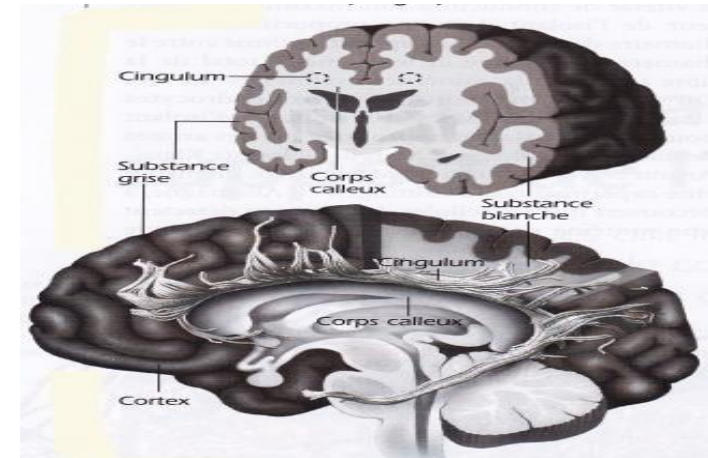
Leur fonction est d'assurer l'interface entre le système nerveux et le liquide cérébro-spinal. Elles permettent la circulation de ce dernier grâce à la présence de *cils mobiles*.



Bordure épendymaire.

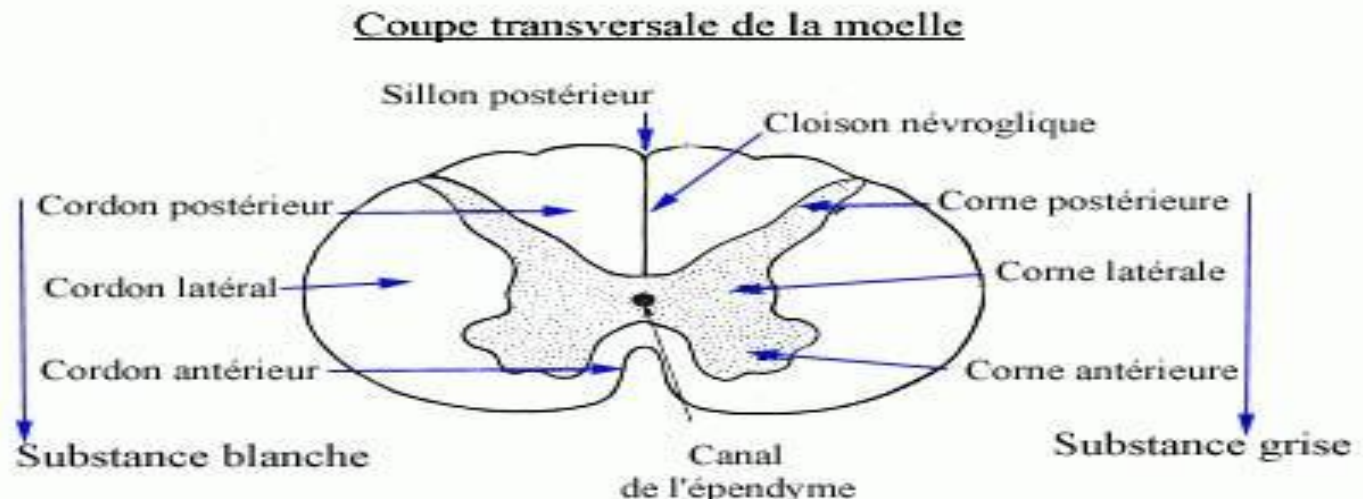
Substance grise (SG) et substance blanche (SB)

- Le parenchyme du SNC est organisé en substance grise (SG) et substance blanche (SB). Sa surface profonde est bordée par le revêtement épendymaire. Sa superficie est formée par le revêtement astrocytaire marginal.



Substance grise (SG) et substance blanche (SB)

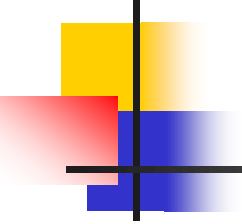
- La **SG** contient tous **les corps cellulaires neuronaux et toutes les synapses du SNC.**
- La **SB**, dépourvue de synapses, est essentiellement faite de faisceaux d'axones **myélinisés**





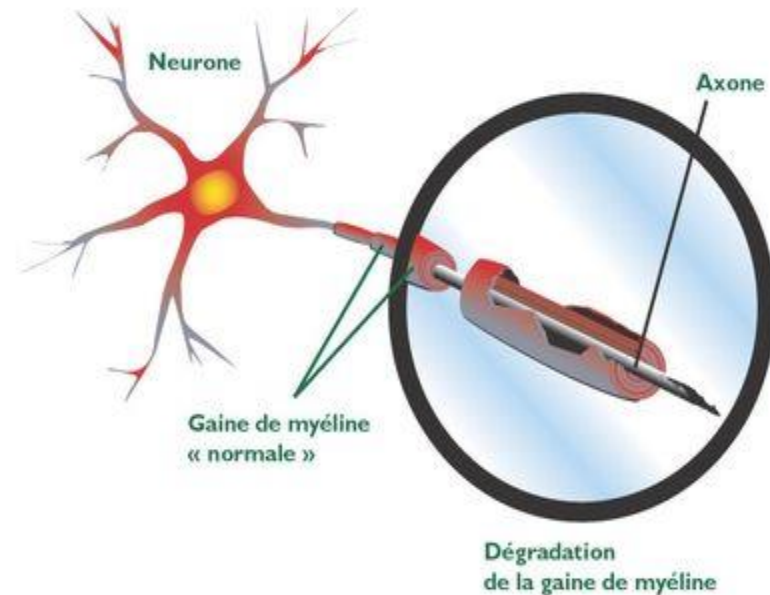
Dans la SB, les oligodendrocytes forment la myéline

- En ME, la myéline apparaît comme une structure lamellaire spiralée
- **La composition chimique de la myéline est très particulière:** En effet la myéline centrale contient 70 % de lipides (cholestérol, phospholipides et glycolipides) et 30 % de protéines ; ce rapport est inversé dans la membrane des autres types cellulaires. ***Cette richesse en lipides exclut l'eau et les ions qui y sont dissouts, et fait de la myéline un bon isolant électrique.***

- 
-
- La myélinisation des axones accélère la conduction de l'influx nerveux, au moindre coût énergétique
 - Les fibres myélinisées dont les axones sont les plus larges ont les gaines de myéline les plus épaisses (ayant le plus grand nombre de tours de spire), les internodes les plus longs, et la vitesse de conduction la plus élevée.

Quand la myéline est graduellement détruite !

- La sclérose en plaques (SEP) est une maladie auto-immune.
- La perte de myéline rend la transmission du message de plus en plus difficile. Puis les neurones dégénèrent avant de mourir. Cette mortalité cellulaire forme des plaques, d'où le nom.
- La sclérose en plaque, non seulement d'entraîner plusieurs symptômes (troubles de vision, tremblements et faiblesse des membres, fourmillements ou douleurs...), mais elle est également incurable.



cellules de Schwann

- Chaque cellule de Schwann est limitée par une membrane plasmique revêtue d'une MB ;
- elle possède un noyau ovalaire allongé et un cytoplasme contenant les organites habituels de la cellule ainsi que diverses inclusions ;

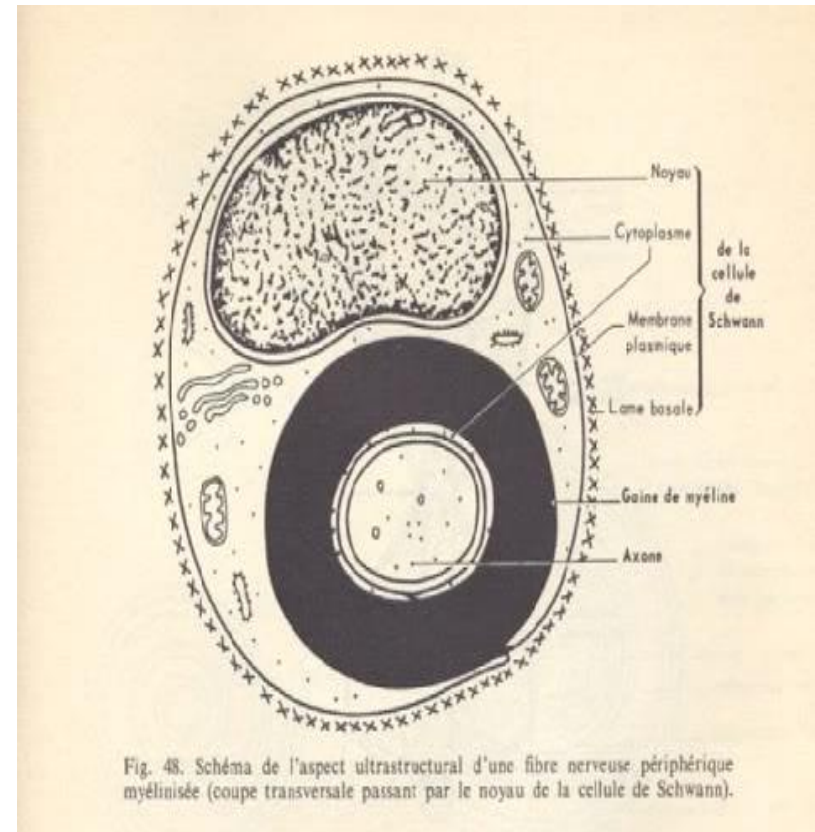
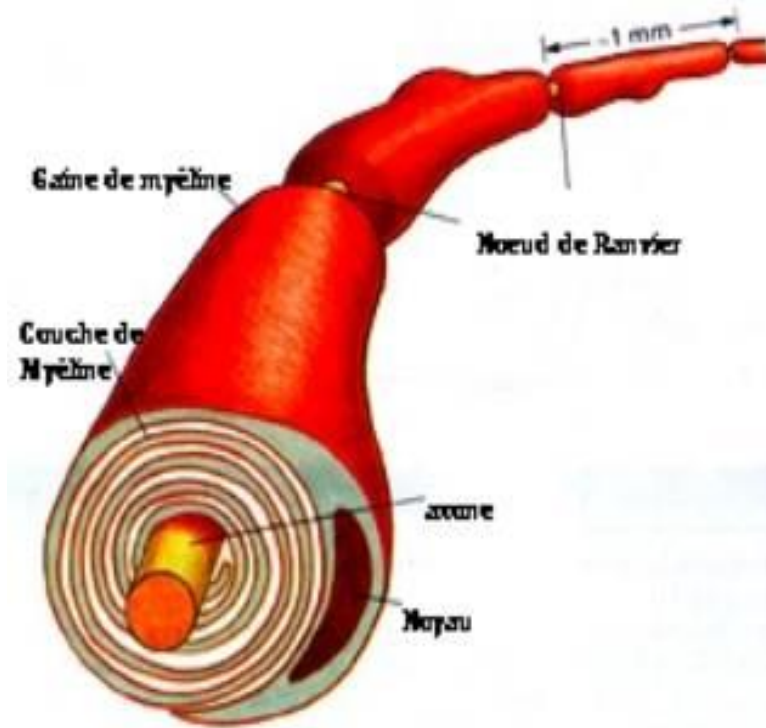


Fig. 48. Schéma de l'aspect ultrastructural d'une fibre nerveuse périphérique myélinisée (coupe transversale passant par le noyau de la cellule de Schwann).

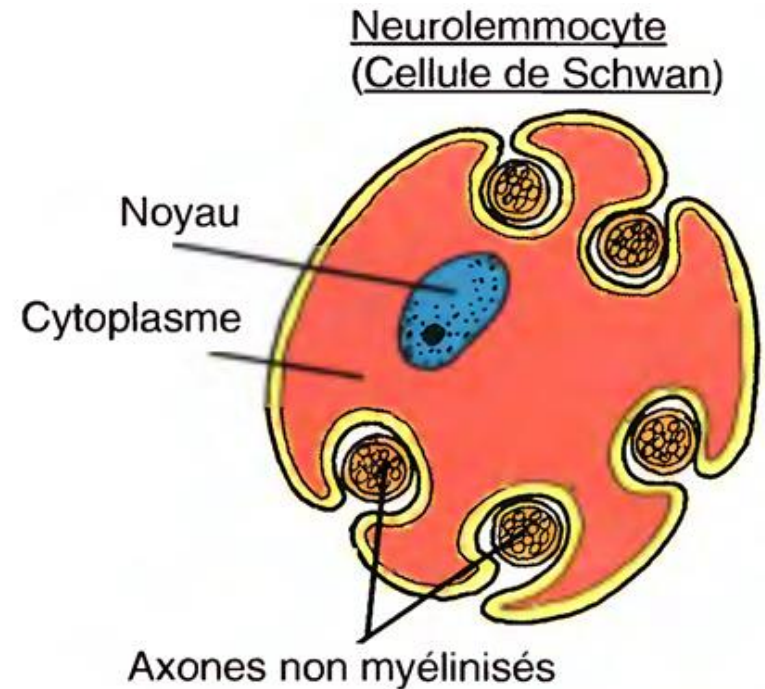
Cellules Gliales de SNP: cellules de Schwann

- **Qu'elles soient myélinisées ou amyéliniques**, les fibres nerveuses périphériques associent toujours leurs axones à une succession de cellules de Schwann
- i.e. dans le système nerveux périphérique, les fibres amyéliniques ne sont pas nues mais qu'elles sont encapsulées dans des cellules de Schwann non myélinisantes qui leur servent de support.
- **L'ensemble « axone(s) + succession de cellules de Schwann » est désigné par le terme de « fibre nerveuse périphérique ».**



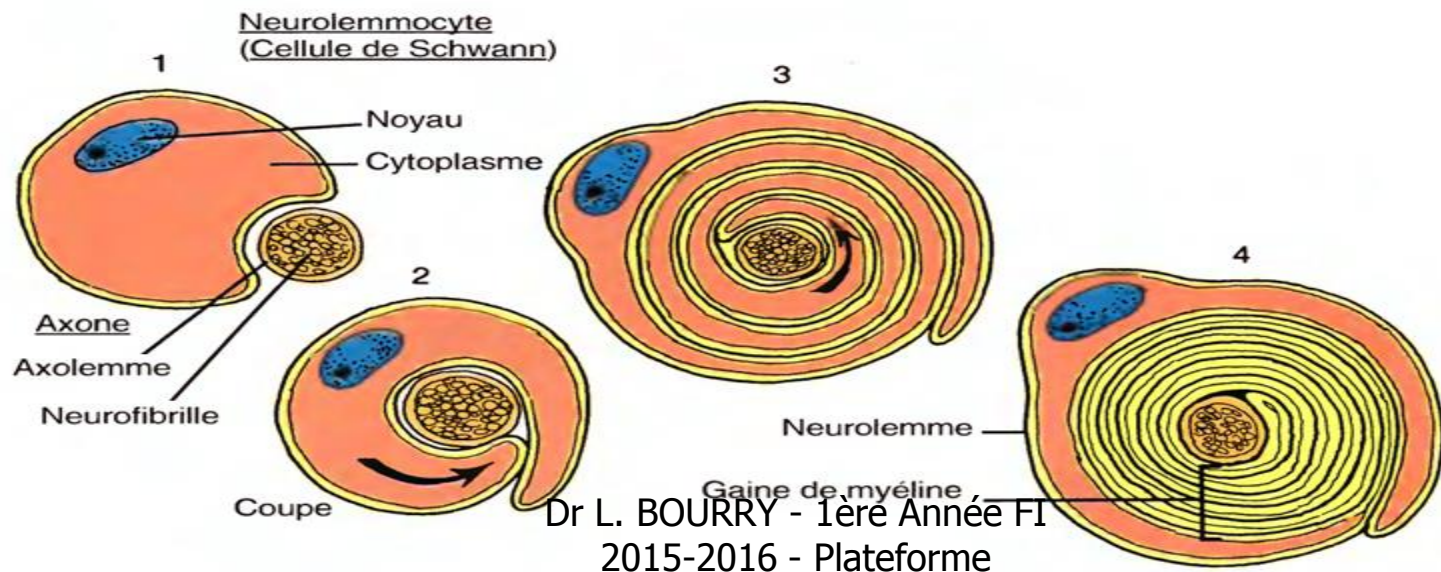
Cellule de Schwann

- Elle est caractérisée et définie par le fait qu'elle entoure un ou plusieurs axones invaginés dans des dépressions de sa membrane plasmique



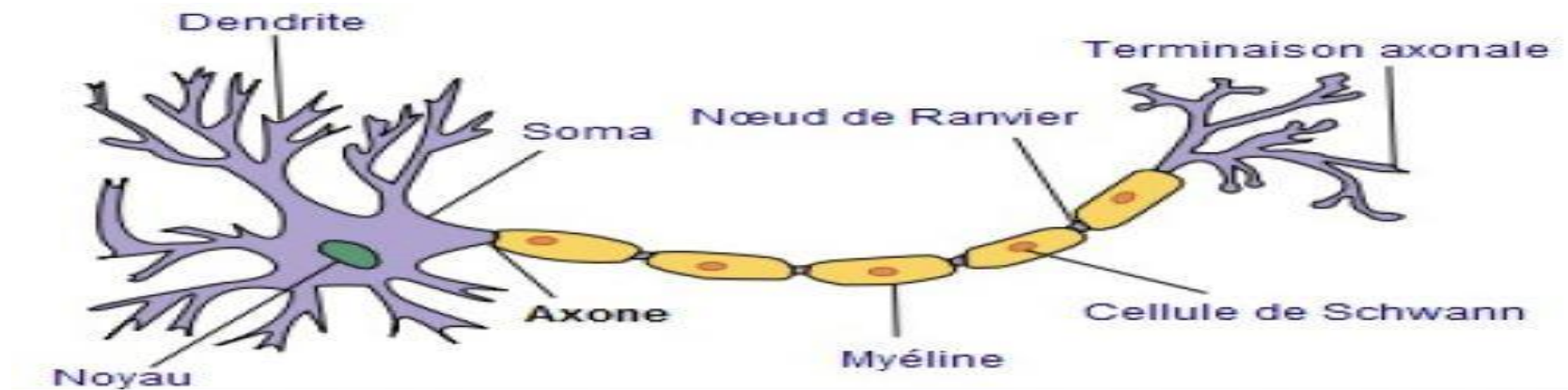
Etapes de formation d'une gaine de myéline dans les NERFS (SNP)

- Chaque cellule de Schwann commence par entourer complètement une portion de fibre nerveuse et l'enveloppe ensuite de plusieurs tours de sa membrane.



Dr L. BOURRY - 1ère Année FI
2015-2016 - Plateforme

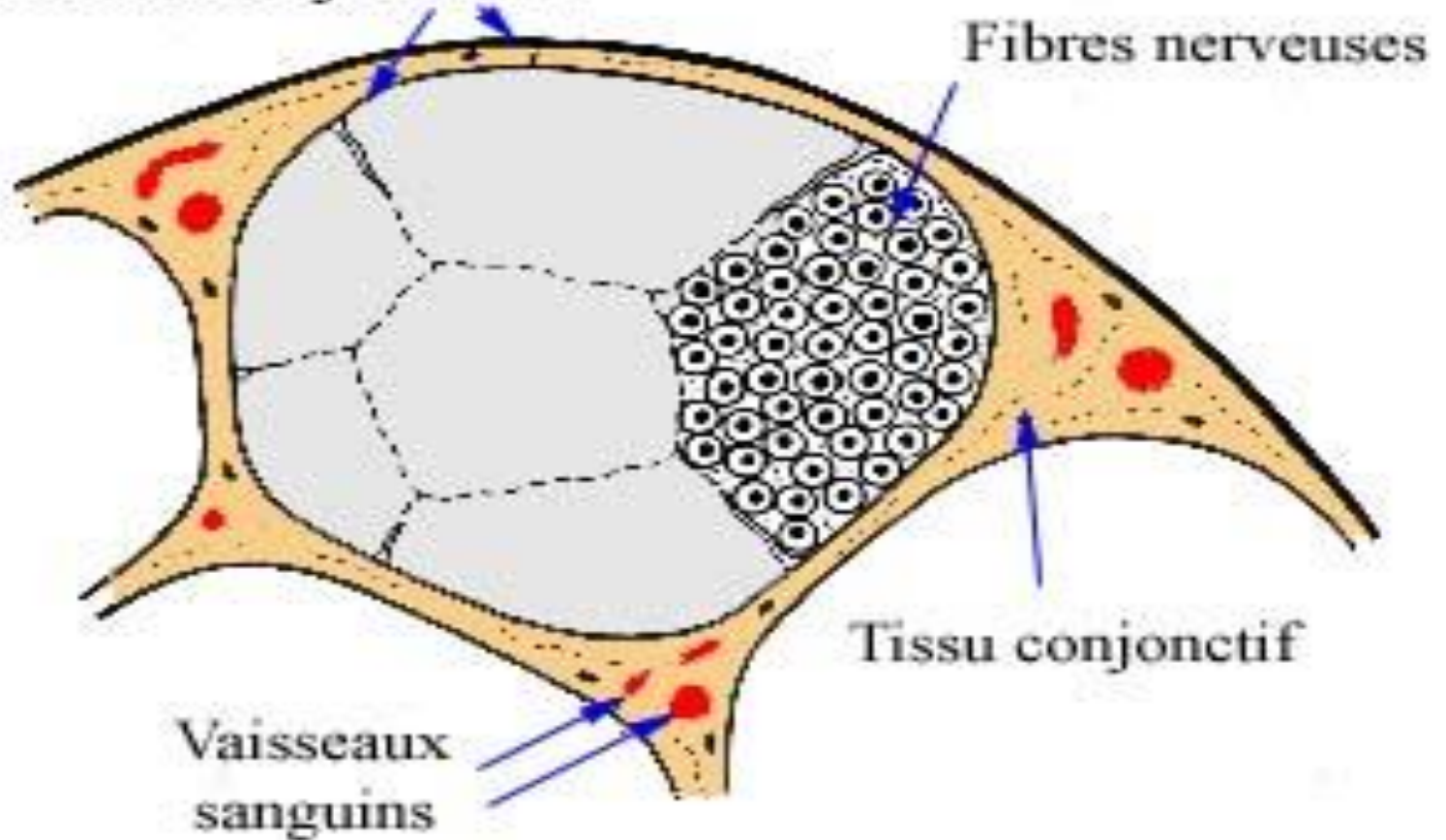
- La gaine de myéline est donc ici encore régulièrement interrompue par des nœuds de Ranvier, l'intervalle entre chaque nœud correspondant au territoire de myélinisation d'une cellule de Schwann



Coupe partielle d'un nerf

Gaines conjonctives

Fibres nerveuses



Tissu conjonctif

Vaisseaux
sanguins