

TISSU NERVEUX

I. Généralités

Le **tissu nerveux**, d'origine **neuro-ectoblastique**, comporte :

- des cellules nerveuses ou **neurones**, ainsi que
- des cellules de soutien (ou **névrogliales**).

Le **cerveau** possède, à lui seul, plus de 100 milliards de neurones qui consomment 20% de l'oxygène total et qui interagissent grâce à des connexions appelées **synapses**.

Douée de propriétés multiples, la cellule nerveuse :

- **reçoit, traite des informations** puis **produit un signal électrique** qu'elle **conduit et transmet**;
- est **unique**, n'étant ni équivalente à sa voisine ni interchangeable (du fait de sa position particulière dans le système nerveux et des synapses déterminées avec d'autres neurones ou avec la périphérie);
- **ne se divise pas** : le stock total de neurones est déterminé très tôt dans la vie;
- n'utilise comme métabolite énergétique que le **glucose**.

II. Neurones

A- Organisation générale

Les neurones (d'une taille de 3 à 120µm) représentent la **partie excitable** du tissu nerveux et comportent :

- un **corps cellulaire** (ou soma) qui comprend :
 - le noyau;
 - le **péricaryon** (cytoplasme).
- des **prolongements cellulaires** :
 - les dendrites;
 - l'axone.

B- Classifications

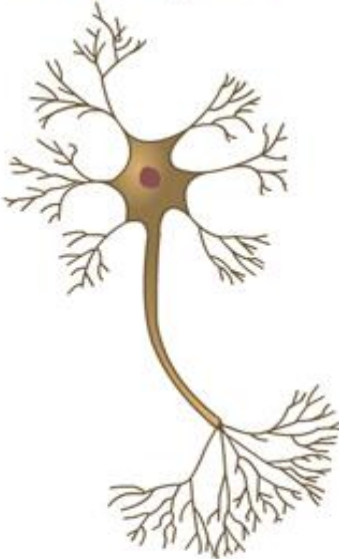
1) En fonction du nombre de prolongements cellulaires

Un neurone peut-être :

- **unipolaire** : comportant un axone et pas de dendrites;
- **bipolaire** : comportant un axone et une dendrite (Ex.: neurone bipolaire de la rétine);
- **pseudo unipolaire** : dessinant un neurone en T (Ex.: neurone du ganglion rachidien);
- **multipolaire** : avec plusieurs dendrites et un seul axone (Ex.: motoneurone de la corne antérieure de la moelle épinière).

NEURONE

Neurone multipolaire



Neurone bipolaire



Neurone unipolaire



2) En fonction du corps cellulaire

Un neurone peut-être :

- **sphérique**;
- **stellaire** (en forme d'étoile);
- **fusiforme** (souvent bipolaire);
- **pyramidal** (Ex.: neurone du cortex cérébral moteur).

3) En fonction de l'axone

- **Neurone de Golgi de type I** : à axone long, non ramifié, myélinisé.
- **Neurone de Golgi de type II** : à axone court, ramifié, non myélinisé.

C- Morphologie et ultrastructure

1) Corps cellulaire ou Soma

Il comporte les éléments suivants :

a. Noyau :

Central et unique, il possède un nucléole (dont l'importance dépend de l'activité du neurone).

b. Péricaryon :

Il s'agit du cytoplasme entourant le noyau. Il comprend :

i. **le corps de NISSL** : coloré au bleu d'aniline, il correspond en fait (en microscopie électronique) à des amas de citernes de réticulum endoplasmique granuleux entre lesquelles se trouvent de nombreux ribosomes libres. Ce corps fabrique les protéines nécessaires au neurone (enzymes, cytosquelette, neuromédiateurs) et se localise partout sauf au niveau du cône d'implantation .

ii. **l'appareil de Golgi** : habituellement très volumineux, il enveloppe les neurotransmetteurs et produit des vésicules.

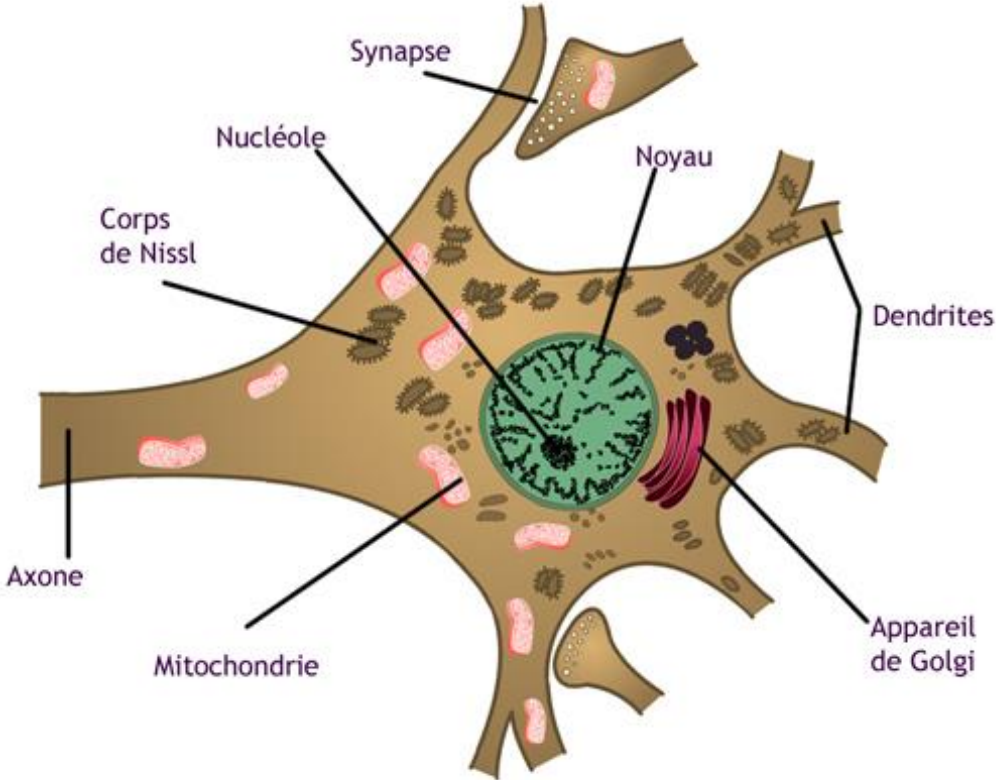
iii. **les mitochondries** : utilisent uniquement le glucose comme nutriment.

iv. **le cytosquelette** : est composé par 3 types de filaments :

- les **microfilaments** (MF) : constitués d'actine, ils ont un diamètre de 5 à 7nm.
- les **microtubules** (MT) : ils sont formés par l'assemblage de deux protéines : les tubulines α et β . Leur diamètre est de 24nm.
- les filaments intermédiaires neuronaux (ou **neurofilaments**) : leur diamètre est de 10nm. Il s'agit d'un réseau constitué par trois protéines (NF-H, NF-L, NF-M) de PM différent. Les neurofilaments se rassemblent sous forme de **neurofibrilles** colorées par les sels d'argent. Ils déterminent la forme cellulaire et permettent le transport de substances vers les dendrites et les axones.

v. **les lipofuscines** : correspondent à des inclusions jaunâtres qui sont des résidus de dégradation incomplète au sein de lysosomes. Elles rendent compte du vieillissement des neurones.

NEURONE



2) Prolongements cytoplasmiques :

a. Les Dendrites :

Elles mesurent parfois jusqu'à 10 cm (nerfs sensitifs), sont plus ou moins ramifiées et abondantes;

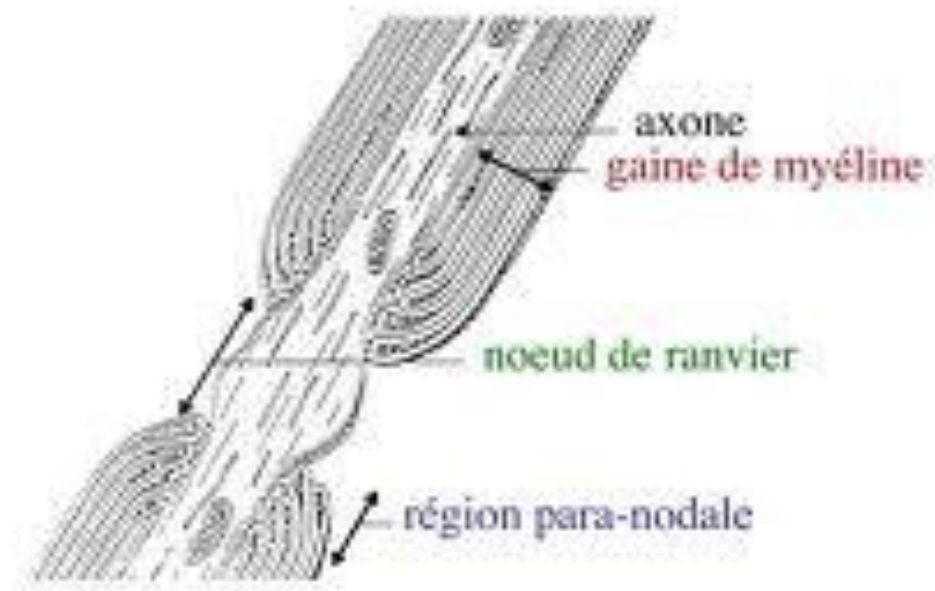
- **apportent** les informations (**conduction centripète**);
- ne sont jamais myélinisées.

L'épine dendritique réalise une structure particulière. Elle sert de récepteur synaptique et permet donc le contact inter-neuronal :

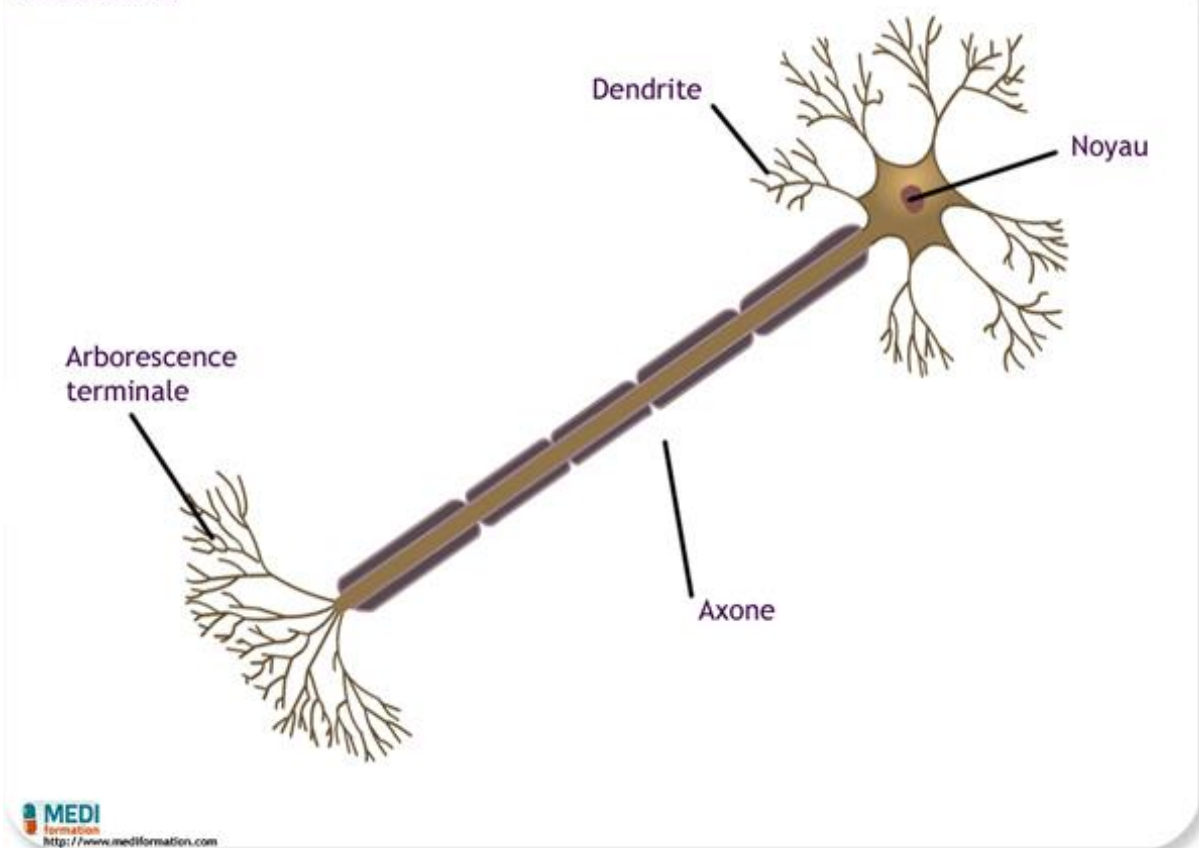
- labile, elle disparaît avec le vieillissement ou s'il n'y a pas de neurone en face. En revanche, un neurone stimulé fabrique de nouvelles épines dendritiques;
- retrouvée dans la partie médiane des dendrites, elle est faite d'épaisses expansions sacculaires de la membrane plasmique (en pile d'assiette).

b. L'axone :

- prend en charge **l'information centrifuge** et peut établir jusqu'à 100 connexions synaptiques;
- montre à la base : un **cône d'implantation** : c'est le départ des potentiels d'action ou des hyperpolarisations;
- comporte un cytosquelette important, des mitochondries ainsi que des neurofibrilles, l'ensemble étant limité par une membrane : **l'axolème**;



NEURONE



- est le siège d'un **va et vient (flux) antérograde et rétrograde** :
 - le flux antérograde lent (1 à 3mm/j) apporte les enzymes, les éléments du cytosquelette;
 - le flux antérograde rapide (400mm/j) apporte les vésicules synaptiques (neurotransmetteurs ou hormones);
 - le flux rétrograde sert au recyclage des organites vieilliss.

D- Synapses

1) Ultrastructure de la synapse

Elle montre :

- un élément présynaptique : le **bouton synaptique**. Il contient des **vésicules** de taille et de forme variables, remplies de **neurotransmetteurs**. La membrane plasmique est épaissie.
- la **fente synaptique** : mesure de 20 à 50nm.
- l'**élément postsynaptique** : est caractérisé par un épaissement membranaire supérieur à celui de l'élément présynaptique. Il comporte également un appareil sous-épithélial.

2) Types de neuromédiateurs

Ils agissent sur des canaux récepteur-dépendants et sont responsables de :

- **dépolarisation** : c'est le cas de l'**acétylcholine** ou du **glutamate** (à l'origine d'un influx exciteur);
- **hyperpolarisation** : pour le **GABA** ou acide gamma-amino-butérique (à l'origine d'un influx inhibiteur);
- **régulation** de l'influx (on parle de neuromodulateur): cas de la **dopamine**. Elle donne de l'AMPc qui rend le neurone plus sensible.

3) Classification

a. Fonctionnelle

On distingue :

- la **synapse excitatrice** : axo-dendritique (*voir en b.*) avec une fente de 30nm, montre un aspect asymétrique de la membrane plasmique (la membrane plasmique post-synaptique est plus épaisse que la présynaptique) et les vésicules sont sphériques;
- la **synapse inhibitrice** est axo-somatique avec une fente de 20nm; elle est symétrique et les vésicules sont aplaties (en galette).

b. Topographique

- synapse **axo-dendritique**,
- synapse **axo-somatique**,
- synapse **axo-axonique** et
- synapse **dendro-dendritique** (cas de la synapse réciproque du bulbe olfactif. Une synapse est dite **réciproque** lorsque si A excite B alors B inhibe ou régule A).

c. Biochimique

Chaque vésicule contient un et un seul neurotransmetteur mais dans un bouton synaptique, il peut y avoir plusieurs neurotransmetteurs. On distingue :

- des synapses **cholinergiques**;
- des synapses **noradrénergiques**;
- des synapses **dopaminergiques**.

E- Fibres nerveuses :

L'axone, en s'entourant d'enveloppes, constitue une **fibre nerveuse**. Selon le type d'enveloppe qu'elles possèdent, les fibres nerveuses sont classées en :

- **fibres nerveuses sans gaine de myéline et sans gaine de Schwann.**
- **fibres nerveuses sans gaine de myéline et avec gaine de Schwann.**
- **fibres nerveuses avec gaine de myéline et gaine de Schwann.**
- **fibres nerveuses avec gaine de myéline et sans gaine de Schwann.**

Notons que les fibres nerveuses (réunies par des couches conjonctives : Voir II-E-3-a-iii) s'associent pour former des **nerfs**.

1) Fibres amyéliniques sans gaine de Schwann :

Les axones sont nus : il n'y a rien d'autre que l'axolemme. C'est le cas des fibres embryonnaires, des fibres de la substance grise des centres nerveux (cerveau, moelle), de même que la région d'origine ou de terminaison des axones.

2) Fibres amyéliniques avec gaine de Schwann :

Elles constituent les fibres post-ganglionnaires du système nerveux végétatif et les filets olfactifs. **Un ou plusieurs axones** sont enveloppés dans une gaine de Schwann épaisse.

3) Fibres myéliniques avec gaine de Schwann :

Ce sont les **fibres des nerfs périphériques** (nerfs cérébro-spinaux). Leur diamètre est fonction de la gaine de myéline et de la vitesse de conduction. Elles sont **mono-axoniques**.

a. Microscopie optique

Chaque fibre est formée de trois éléments, avec de l'intérieur vers l'extérieur : le **cylindraxe** (ou axone), la **gaine de myéline** et finalement la **gaine de Schwann**, les fibres étant recouvertes de tissu conjonctif.

- La gaine de myéline** : biréfringente en lumière polarisée, elle apparaît interrompue au niveau de portions annulaires rétrécies : les nœuds (ou étranglements) de Ranvier. Les manchons inter-annulaires ou internodes

sont, eux aussi, interrompus par des fentes obliques : les incisures de Schmidt-Lanterman.

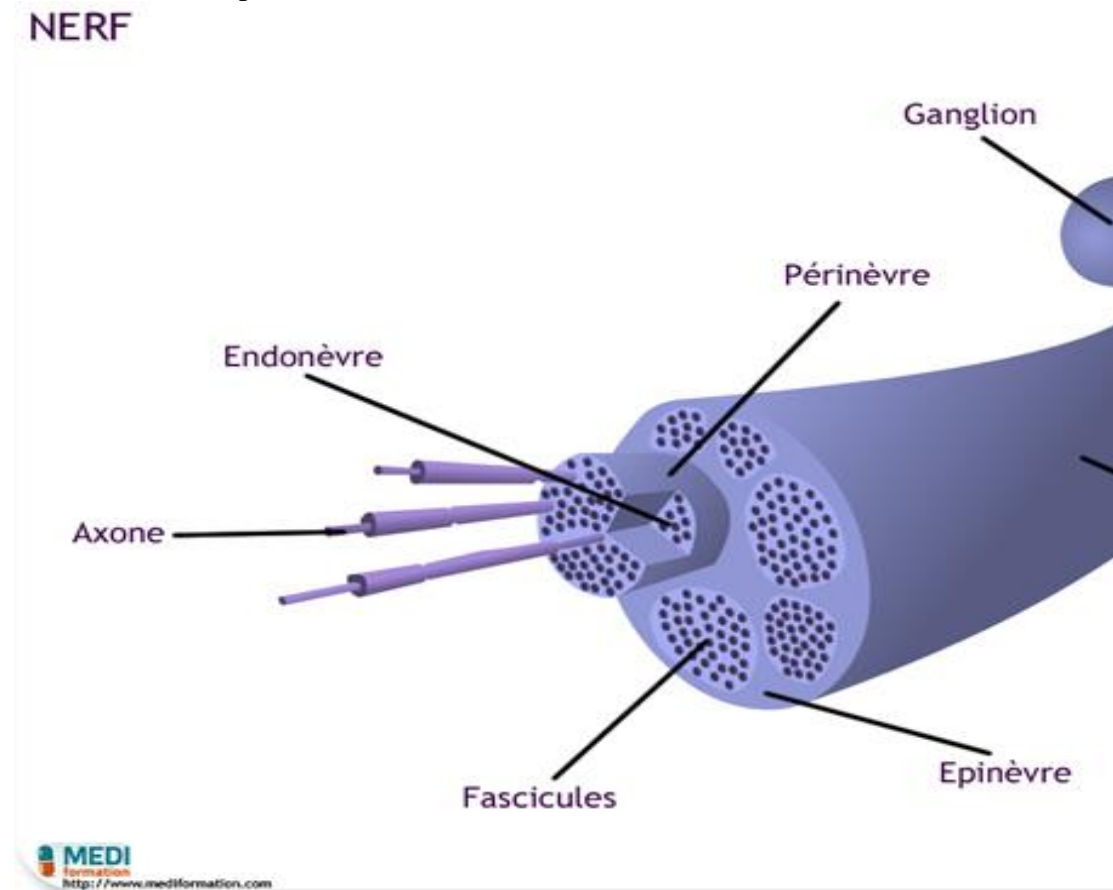
La gaine de myéline est mise en évidence par les **colorants des lipides** (acide osmique, noir soudan). En effet, la myéline, du point de vue biochimique, est de nature lipoprotéique, formée de protéines (neurokératine) mais surtout de **lipides** (phospholipides, cholestérol et cérébrosides).

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).

ii. **La gaine de Schwann** : est une mince couche protoplasmique (25nm d'épaisseur) offrant un (01) noyau par segment interannulaire. Elle est formée par la superposition de cellules distinctes : les cellules de Schwann. Ces dernières, allongées et entourées d'une lame basale, appartiennent à la névroglie périphérique.

iii. **Tissu conjonctif** : Les fibres nerveuses sont entourées de tissu conjonctif qui s'organise en :

- **endonèvre** : tissu conjonctif délimitant un faisceau primaire de fibres nerveuses;
- **périnèvre** : tissu conjonctif délimitant un faisceau secondaire (ensemble de faisceaux primaires);
- **épinèvre**: tissu conjonctif entourant un tronc nerveux, c'est à dire l'association de plusieurs faisceaux secondaires.



b. Microscopie électronique

Elle montre les détails suivants :

- La gaine de myéline est faite d'une série de lamelles concentriques dans lesquelles des **zones lipidiques claires** alternent avec des **bandes protéiques sombres**. Les zones claires de 12µm d'épaisseur, sont séparées l'une de l'autre par une **ligne dense majeure** (LDM) de 3 à 4nm. Une **ligne dense mineure** (LDM) divise chaque zone claire en 2 portions égales.
- La gaine de Schwann : Chaque cellule de Schwann possède un noyau distinct et montre un morphoplasme élaborateur. La membrane plasmique, tristratifiée (7,5nm) est doublée par une membrane basale, l'ensemble formant le **neurilemme**.
- La cellule de Schwann présente une invagination, le **mésaxone**, où se niche l'axone. C'est ce mésaxone qui s'enroule pour former une gaine de myéline.

4) Fibres myéliniques sans gaine de Schwann

Elles constituent les **nerfs centraux** (substance blanche du SNC) ainsi que le nerf optique. Les cellules de Schwann sont remplacées par d'autres cellules névrogliales, de type central : les **oligodendrocytes**.

Soulignons enfin, qu'en se basant sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux, l'on peut décrire trois types de fibres nerveuses :

- les **fibres A** : myélinisées; les intervalles entre les nœuds de Ranvier sont longs. La conduction est rapide : 15 à 100m/s;
- les **fibres B** : myélinisées, sont faites de segments courts de diamètre fin. La conduction est lente : 3 à 14m/s;
- les **fibres C** : amyéliniques, sont retrouvées dans le système nerveux autonome (on parle de fibres de Remak). La conduction y est encore plus lente : 0,5 à 2m/s.

III. Névroglie

La moitié de la masse du cerveau est représentée par le tissu de la névroglie ou **glie**. Les **cellules gliales** assurent à la fois :

- un **rôle de soutien** des organes nerveux;
- un **rôle de nutrition** des cellules nerveuses;
- un **rôle d'isolement** des éléments nerveux des tissus qui les entourent.

Les cellules gliales peuvent, en outre, proliférer, combler les trous laissés par les neurones détruits et même donner des tumeurs.

Les cellules gliales sont rangées en trois catégories :

- la **névroglie centrale** : qui comprend :
 - la **névroglie épithéliale ou de revêtement** : faite d'**épendymocytes**, elle tapisse les cavités internes du névraxe (système ventriculaire, canal médullaire) et les membranes encéphaliques (toiles choroïdiennes).
 - la **névroglie interstitielle ou parenchymateuse** : elle est représentée par les **astrocytes, les oligodendrocytes et les microcytes**.
- la **névroglie périphérique** ou engainante : comporte :
 - les **cellules de Schwann** des nerfs périphériques;
 - les **cellules satellites** des ganglions nerveux.
- la **névroglie terminale** ou télologie : dont les cellules se rencontrent dans :
 - le système nerveux végétatif;

- les organes de la sensibilité;
- la plaque motrice.

A- Astrocytes :

1) Description

a. Microscopie optique

les astrocytes ont une forme en étoile et sont mis en évidence par des colorations aux sels d'argent. Suivant la topographie, on distingue :

- les **astrocytes fibrillaires** : dont les prolongements cytoplasmiques sont longs. Ils sont retrouvés dans la substance blanche.
- les **astrocytes protoplasmiques** : dont les prolongements cytoplasmiques sont courts. Ils sont retrouvés dans la substance grise.

b. Microscopie électronique

Elle montre qu'il y a :

- peu d'organites (en particulier peu de ribosomes) mais beaucoup de glycogène;
- un noyau ovalaire prenant la plus grosse partie du cytoplasme.

2) Rôles

Les astrocytes ont plusieurs rôles :

- Ils forment la **barrière hémato-encéphalique**;
- Ils servent aux **métabolismes des neurotransmetteurs**. En effet, les astrocytes les recaptent (glutamate, GABA) et les rendent aux neurones sous forme de glutamine;
- Ils sont importants comme **tampon potassique** (rôle dans l'homéostasie);
- Ils possèdent un **rôle énergétique** évident : le glucose des neurones est directement issu du glycogène des astrocytes.
- Ils participent à la **reconstruction axonale** au cours des lésions cérébrales : les astrocytes prolifèrent et sécrètent de la fibronectine, du NGF et de la laminine.

B- Oligodendrocytes :

1) Description :

a. Microscopie optique :

Les oligodendrocytes sont plus petits que les astrocytes et se divisent-en :

- **oligodendrocytes périneuronaux** : rencontrés dans la substance grise;
- **oligodendrocytes interfasciculaires** : s'enroulant autour des axones dans la substance blanche.

b. En microscopie électronique :

On voit facilement :

- le **noyau** : qui est entouré de nombreux ribosomes et mitochondries, d'un réticulum endoplasmique et d'un Golgi mais surtout
- les **prolongements cytoplasmiques** : qui enveloppent les axones des neurones et qui constituent la **gaine de myéline**.

2) Rôle :

La fonction principale des oligodendrocytes est la **fabrication de la gaine de myéline**. Notons que l'oligodendrocyte peut engainer plusieurs axones grâce à ses multiples expansions.

C- Cellules de la microglie :

Les cellules de la microglie ou **microcytes** servent à :

- la **phagocytose** : elles prolifèrent lors des lésions cérébrales;

- la présentation des antigènes qu'elles captent : ce sont donc des **cellules présentatrices d'antigènes (CPA)**;
- la **sécrétion de cytokines** (IL-1, IL-6) : elles jouent un rôle dans la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique et dans la stimulation des astrocytes.

D- Ependymocytes et plexus choroïdes :

1) Ependymocytes :

Les épendymocytes (ou cellules épendymaires) forment un épithélium cubique ou prismatique simple cilié assurant le **revêtement des cavités** ventriculaires du système nerveux central : ventricules latéraux, troisième ventricule, aqueduc de Sylvius, quatrième ventricule, canal de l'épendyme. Ils permettent les échanges entre le LCR et l'espace extra-cellulaire du tissu nerveux, constituant ainsi la **barrière LCR-cerveau**.

2) Plexus choroïde :

L'**épithélium épendymaire** se différencie dans la paroi des ventricules pour former les **plexus choroïdes**. Ces derniers désignent en effet une **évagination de la pie-mère** dans la lumière du ventricule avec :

- des épendymocytes qui reposent sur une membrane basale;
- un axe fait de tissu conjonctif contenant des capillaires fenêtrés (contrairement aux autres capillaires cérébraux qui sont continus).

Les plexus choroïdes :

- constituent la **barrière sang-LCR**;
- **synthétisent le LCR** (500 cc/jour) et maintiennent :
 - sa stabilité chimique ainsi que
 - sa qualité physiologique.

Questions à Réponse Ouverte Courte

- 1) Énoncez les différentes propriétés des cellules nerveuses.
- 2) Donnez la classification des neurones en fonction des prolongements cytoplasmiques
- 3) Décrivez l'ultrastructure d'une synapse.
- 4) Donnez la classification des fibres nerveuses selon la vitesse de conduction de l'influx nerveux.
- 5) Énumérez les différentes classes des cellules névrogliques ?

Questions à Choix Multiple

1. **Quel(s) organite(s) est (sont) spécifique(s) du neurone?**
 - A) corps de Nissl
 - B) neurofilaments
 - C) vésicules de neurotransmetteurs
 - D) cytosquelette
 - E) bouton synaptique
2. **L'épine dendritique :**
 - A) correspond à un épaississement des neurofilaments
 - B) présente un aspect lamellaire
 - C) permet le contact entre les neurones
 - D) fait partie intégrante du dendrite
 - E) aucune des réponses précédentes n'est juste
3. **En ce qui concerne l'axone :**
 - A) l'axolemmme désigne la membrane plasmique
 - B) le cône d'implantation est riche en corps de Nissl
 - C) le flux antérograde intéresse les organites vieilliss
 - D) apporte l'information centripète
 - E) apporte l'information centrifuge
4. **La gaine de myéline :**
 - A) est colorée par l'acide osmique
 - B) permet, indirectement, de ralentir la conduction de l'influx nerveux
 - C) présente des fentes obliques
 - D) est fabriquée par les oligodendrocytes dans le système nerveux central
 - E) est fabriquée par les astrocytes protoplasmiques

5. L'oligodendrocyte :

- A) constitue, dans le S.N.C., un équivalent de la cellule de Schwann
- B) ne fait pas partie de la névroglie
- C) ne peut engainer qu'un seul axone
- D) fait partie de la névroglie épithéliale
- E) fait partie de la névroglie interstitielle