

# LE TISSU NERVEUX



## Généralités sur le tissu nerveux

**Tissu nerveux = Système Nerveux Central (SNC) + Système Nerveux Périphérique (SNP)**

SNC et SNP contiennent du tissu nerveux : il comprend des cellules nerveuses (les **neurones**) et des cellules de soutien (les **cellules gliales**).

Les TN sont **ubiquitaires** (présent dans tout l'organisme) et forment un **réseau de communication** aux multiples connexions.



Dans le SNC on retrouve l'**encéphale** et la **moelle épinière**.

**Encéphale = Cerveau + Cervelet + Tronc cérébral**

Au niveau de ce SNC, le tissu nerveux est étroitement associé au **liquide cérébro-spinal (LCS)** produit par les **épendymocytes** au niveau des **plexus choroïdes**. Ce LCS circule dans les **cavités** du SNC : les **ventricules** et le **canal épendymaire** MAIS il **n'entre pas en contact** avec le TN car ce dernier est enveloppé par des membranes : les **méninges**.



Le SNP est destiné aux **membres** et aux **viscères** (organes). On y retrouve les **fibres nerveuses** (axones et dendrites), les **terminaisons nerveuses** et les **corps cellulaires** qui sont en dehors du SNC (comme les ganglions).

*En gros le SNP c'est tout le tissu nerveux qui ne se trouve pas dans l'encéphale ou dans la moelle épinière.*

On distingue le système nerveux **somatique** et le système nerveux **autonome**.

Le système nerveux somatique comprend le système nerveux **sensitif** (impliqué dans la **perception**) et le système nerveux **moteur** sous contrôle **volontaire** et dont l'effecteur est le **muscle squelettique**.

Le système nerveux autonome ou viscéral est à destination des **organes / viscères** et des **tissus** (ML, muscle cardiaque, glandes). Cela se fait sous contrôle **involontaire** via les **systèmes nerveux sympathique (SNΣ)** et **parasympathique (paraΣ)**.

Le TN est un tissu spécialisé dans : la **réception**, le **traitement**, le **stockage** et le **transfert** de l'INFO afin d'apporter une réponse adaptée et coordonnée.

## Les Neurones

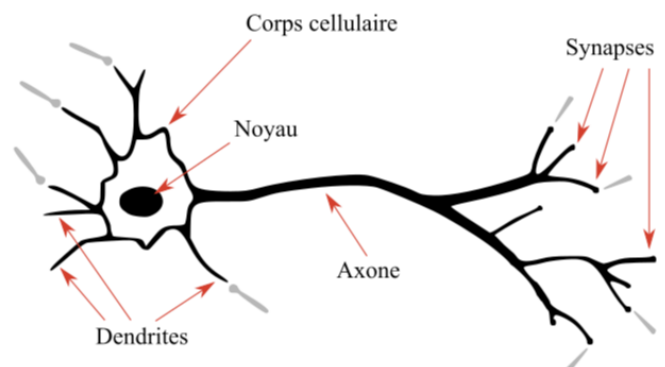
Il existe **différents types** de neurones présentant des variations morphologiques d'une région à l'autre.

Ils possèdent néanmoins certaines caractéristiques communes comme la présence de **nombreux prolongements cellulaires** ainsi que des **jonctions intercellulaires** hautement **spécialisées** appelées **synapses**.

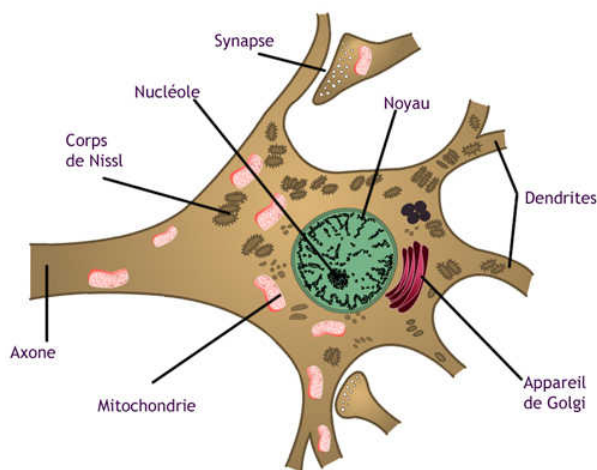
On estime à plus de **50 milliards** le nombre de neurones dans le système nerveux.

Les neurones présentent une structure en 3 parties :

- Un **corps cellulaire**
- Un **axone** UNIQUE
- Des **dendrites** MULTIPLES



### Le corps cellulaire



Également appelé **soma**.

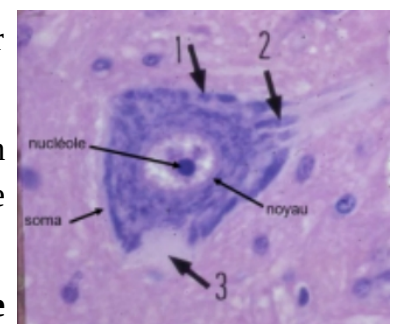
Il s'agit de la partie **centrale** généralement polygonale du neurone. Cependant il peut prendre **différentes formes et tailles** (5 à 150  $\mu\text{m}$ ) selon les topographies.

Il contient un **noyau** et du **cytoplasme**.

Le **noyau** présente un certain nombre de caractéristiques visibles sur la micrographie en MO ci-contre.

Il est **proéminent, sphérique, central**, avec un **nucléole** bien visible et une **chromatine dispersée**, c'est-à-dire **transcriptionnellement active**.

En effet, le neurone est une cellule qui a une **activité de synthèse protéique très importante**.



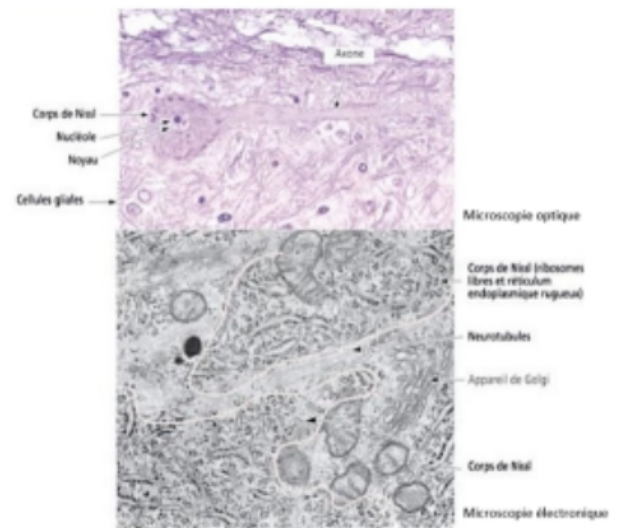
Sunzu

Le **cytoplasme** qui se situe autour du noyau est nommé **péricaryon**.

Il contient le **corps Golgien** (*l'appareil de Golgi*), un **réticulum endoplasmique granuleux** (REG) **volumineux**.

Ce **REG** est en lien avec l'importante **synthèse protéique** de ces cellules. Le REG forme des **amas** appelés **corps de Nissl**.

On trouve également des **mitochondries**, du **cytosquelette**, des **filaments intermédiaires** et des **microfilaments**.



## Les prolongements cellulaires

### L'axone

Il est **UNIQUE** !!! On en retrouve qu'un seul par neurone.

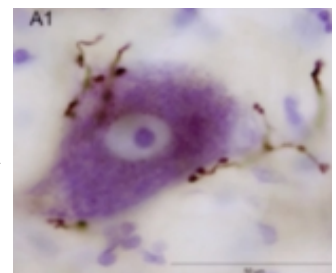
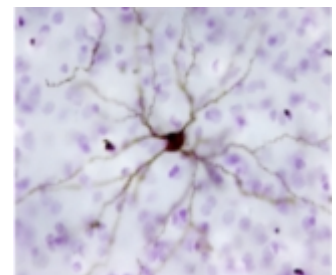
En revanche un axone possède de **multiples terminaisons** se terminant par un **renflement** : le **bouton synaptique**.

L'axone naît du **soma** (corps cellulaire) au niveau du zone appelée **cône d'implantation**.

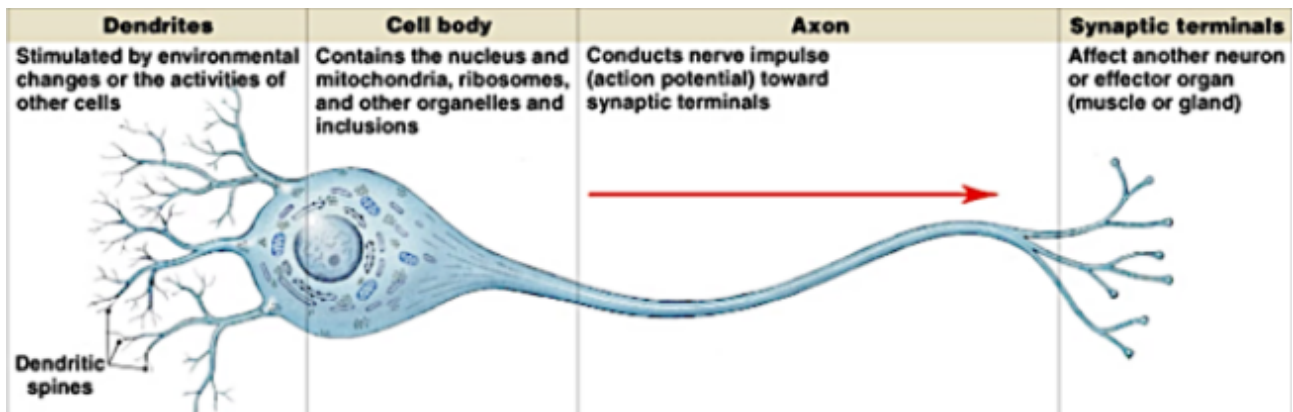
L'axone a pour rôle la **conduction** de l'influx nerveux depuis le corps cellulaire vers les synapses.

Il est également le siège d'un **transport axonal bidirectionnel** permettant le transport d'organites et de protéines.

Ce transport porte un nom différent selon le sens :



Transport <b>antérograde</b>	Transport <b>rétrograde</b>
Du <b>corps cellulaire</b> vers l' <b>extrémité</b> de l'axone	De l' <b>extrémité</b> de l'axone vers le <b>corps cellulaire</b>

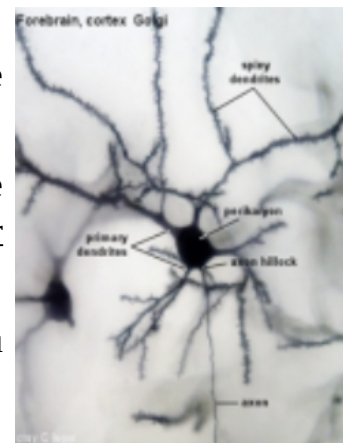


## Les dendrites

Elles sont **MULTIPLES**, **courtes** et très **ramifiées** : on parle **d'arborisation dendritique**.

Leur surface est recouverte **d'épines dendritiques** = lieu de **réception** des différents stimuli provenant d'autres neurones par l'intermédiaire des synapses.

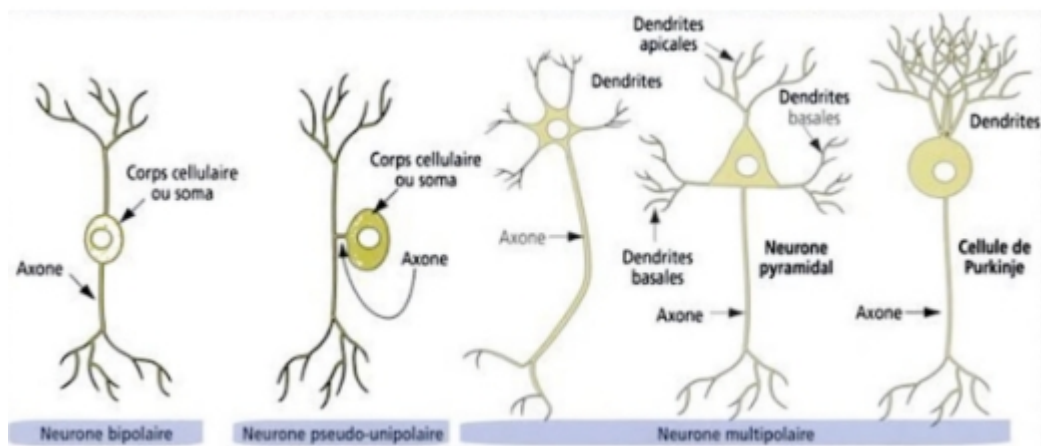
L'influx nerveux est ensuite **conduit vers le corps cellulaire** du neurone.



## La classification des neurones

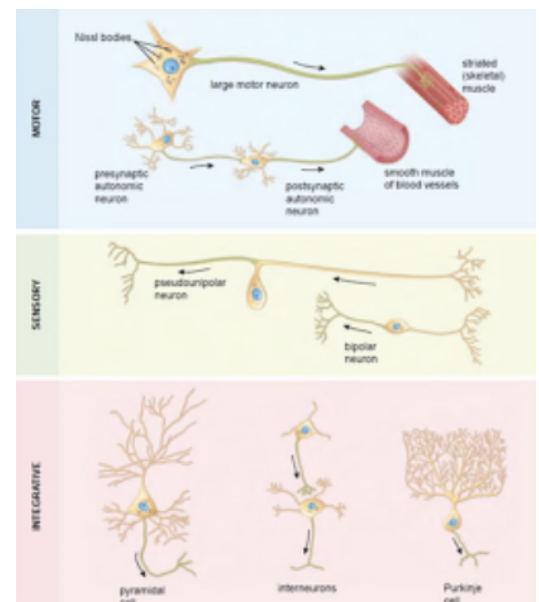
Les neurones peuvent être classés selon :

1. Leur **morphologie** et plus précisément selon le **nombre de prolongements**
  - **Neurones bipolaires** : axone **unique** qui émerge **d'un côté** du corps cellulaire. On les retrouve au niveau des **structures sensorielles** comme la **rétine**, l'**épithélium olfactif**, les **systèmes vestibulaire et auditif**.
  - **Neurones pseudo-unipolaire** : axone **unique** et **court** qui se divise en 2 à proximité du corps cellulaire. On les retrouve au niveau des **ggl sensoriels des nerfs crâniens et spinaux**.
  - **Neurones multipolaires** : de **nombreuses dendrites** et un **axone long**. Ce sont les plus répandus. 2 exemples sont : la **cellule pyramidale du cortex cérébral** et la **cellule de Purkinje du cortex cérébelleux**.



## 2. Leur fonction

- **Neurones sensitifs / neurones afférents** : reçoivent les INFO des Rc sensoriels et les transmettent au SNC .  
 ➔ On part des Rc sensoriels pour aller jusqu'au SNC
- **Neurones moteurs / neurones efférents** : conduisent les INFO provenant du SNC aux effecteurs (muscles, glandes).  
 ➔ On part du SNC pour aller jusqu'aux effecteurs
- **Interneurones** : établissent des connexions entre neurones au sein des circuits neuronaux.

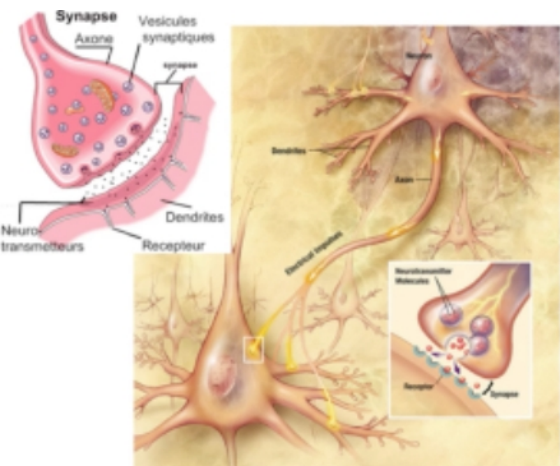


## Les synapses

= **Zones de contact spécialisées** entre neurones ou entre neurones et cellules musculaires.

On trouve 2 grands types de synapses :

- Les **synapses électriques**
- Les **synapses chimiques** : les + répandues. Elles permettent à une INFO électrique (celle circulant dans le neurone) de passer d'une cellule à une autre grâce à des **messagers chimiques** appelés **neurotransmetteurs (NT)**.

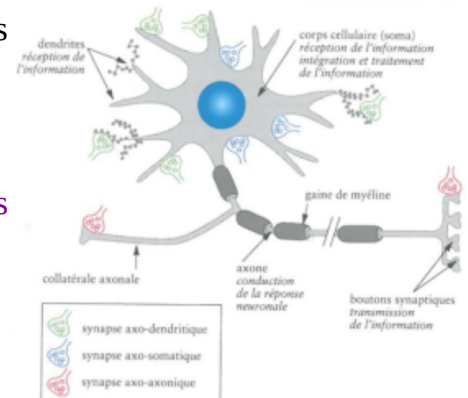




Les synapses représentent la **zone de transmission** de l'influx nerveux : elles permettent aux neurones de **communiquer entre eux**.

Il existe **3 grands types de synapses** selon les structures qu'elles font communiquer :

- Les **synapses axo-dendritiques** (entre axone et dendrite)
- Les **synapses axo-somatiques** (entre axone et corps cellulaire)
- Les **synapses axo-axoniques** (entre 2 axones)



## Propriétés principales des neurones

- **Excitabilité** : en réponse à un stimulus
- **Réception**, **intégration** et **traitement** des INFO reçues
- **Conductibilité** : capables de **propager** la réponse à distance par un processus électrochimique
- **Communicabilité** : **transmission** du msg à un neurone ou à toute autre cellule

## Pour résumer...

Les neurones sont des **C excitables** capables de **générer** des **influx nerveux** en réponse à des stimuli et de les **transmettre**.

Il existe diverses classifications des neurones selon la **morphologie** et la **fonction** notamment.

## **Le Tissu Glial**

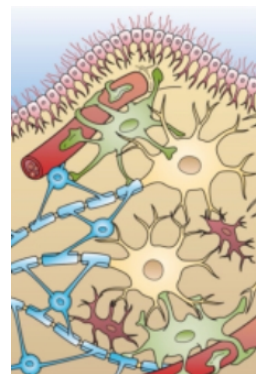
**C gliales** = support **métabolique** et **structural** pour les neurones. Elles sont localisées entre les neurones.

Ces cellules sont **NON excitables** contrairement aux neurones.

Les C gliales peuvent **se diviser** et **proliférer**.

On distingue différents types d'origines pour les cellules gliales :

- **Neuroectoderme** : pour les **neurones** et la **macroglie** ;



- **Mésoderme** (lignée myéloïde) : pour les cellules de la **microglie**.

De la même manière qu'on distingue SNP et SNC, on **distingue** les C de la **neuroglie périphérique** des C de la **neuroglie centrale**.

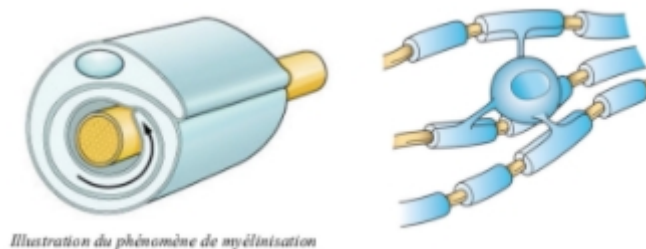
Au sein de la neuroglie périphérique on retrouve : des **C de Schwann** et **C satellites gliales**.

Au sein de la neuroglie centrale on retrouve la **macroglie** composée de diverses cellules :

- Les **astrocytes** : ont des fonctions **mécaniques, métaboliques** et **immunologiques**
- Les **oligodendrocytes** : participent à la **formation des gaines de myéline**
- Les **épendymocytes** : **revêtement interne** des espaces **ventriculaires** et **épendymaire**

Au sein de la microglie : on a des **microgliocytes** intervenant dans la **défense du SNC** et sont considérés comme des représentants du **système monocytes-macrophages (C du SI)**

*Ci-dessous sont représentés de manière schématique 2 types de C gliales avec à gauche une C de Schwann et à droite un oligodendrocyte :*



*Illustration du phénomène de myélinisation*

Si ces C sont **différentes** de par leur **localisation**, elles ont tout de même des **points communs** : ici, ces 2 C gliales ont la faculté de **former une gaine de myéline** autour de l'axone (ici en jaune).

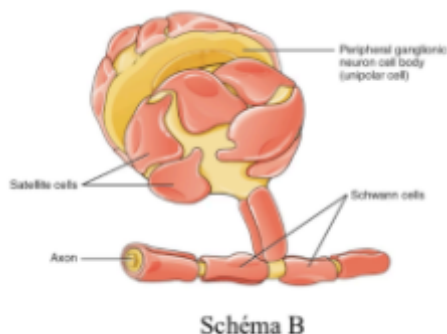
On distingue différentes cellules gliales selon si on se trouve dans le SNP ou dans le SNC :

<b>SNP</b>	<b>SNC</b>
Cellules de <b>Schwann</b> Cellules <b>satellites gliales</b> Cellules <b>enveloppantes olfactives</b> Cellules <b>gliales entériques</b> La <b>glie des terminaisons nerveuses sensorielles</b> représentée par exemple par les <b>corpuscules de Pacini</b>	<b>Astrocytes</b>  <b>Oligodendrocytes</b>  <b>Microgliocytes</b>  <b>Ependymocytes</b>



## Système Nerveux Périphérique

On ne détaillera que les **cellules de Schwann** et les **cellules satellites gliales**.



Sur ce schéma, on observe un axone entouré sur toute sa longueur de multiples cellules de Schwann formant des **gaines de myéline** ce qui en fait un axone myélinisé.

On peut aussi observer les **cellules satellites** en périphérie du corps cellulaire neuronal.

### Cellules de Schwann

Elles représentent les principales cellules gliales du SNP.

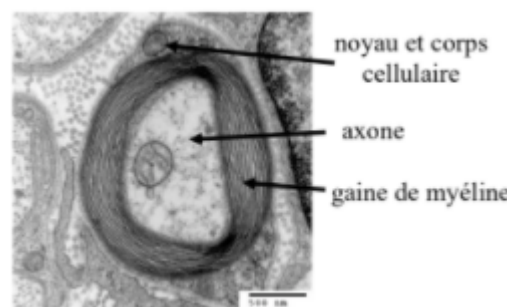
On en distingue 2 types :

- **Les myélinisantes** : qui **s'enroulent** autour des axones des neurones **moteurs** et **sensoriels** pour former la **gaine de myéline**
- **Les non myélinisantes**

Ces cellules de Schwann interviennent dans de nombreux aspects importants de la biologie des nerfs périphériques :

- La **conduction** des impulsions nerveuses le long des axones
- Le **développement** et la **régénération** nerveuse
- Servent de **support trophique** pour les neurones (support mécanique et nutritif)
- Participent à la **production** de la **matrice extracellulaire** nerveuse
- Interviennent dans la **modulation de l'activité synaptique** neuromusculaire
- Interviennent dans la **présentation d'antigènes** aux lymphocytes T

Cette photo en ME illustre au centre un **axone** entouré d'une **gaine de myéline** avec une disposition concentrique de multiples lamelles. En périphérie on observe le **noyau** et le **corps cellulaire** de la cellule de Schwann qui a réalisé cette myélinisation.

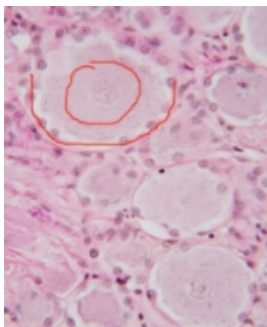


## Cellules satellites gliales

Elles recouvrent la **surface** des **corps cellulaires** neuronaux localisés dans les **ggl du SNP**.

Elles ont de multiples rôles avec des fonctions similaires aux astrocytes du SNC :

- **Contrôlent le microenvironnement** des ggl du SNP
- **Fournissent des nutriments** aux neurones environnant
- **Assurent une protection** mécanique
- **Expriment des Rc** qui permettent des interactions avec des **médiateurs neuroactifs**. Ainsi, elles sont impliquées dans des **phénomènes pathologiques** notamment de douleur chronique et de réurrence herpétique



*Photo en MO avec coloration standard (permet d'observer ces cellules) : on observe un volumineux corps cellulaire neuronal au centre (rond) et en périphérie toute une série de cellules satellites gliales (demi-cercle)*

## Système Nerveux Central

### Astrocytes

Ce sont les cellules gliales **les plus nombreuses**.

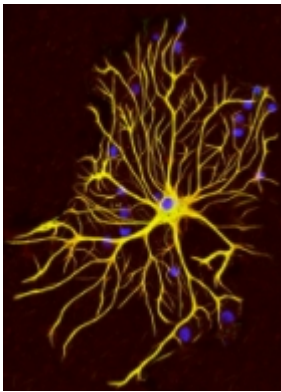
Constituent des **supports fonctionnel** et **mécanique** pour les corps cellulaires et les **prolongements** des neurones.

Selon qu'ils soient présents dans la substance grise ou dans la substance blanche, les astrocytes porteront noms :

- Dans la SG : on retrouve des **astrocytes protoplasmiques**, ils présentent de nombreuses ramifications courtes et larges.
- Dans la SB : on retrouve des **astrocytes fibreux**, présentant au contraire des expansions **longues, minces et peu ramifiées**

Les astrocytes sont capables de **proliférer** chez l'adulte, ainsi la majorité des **tumeurs** du SNC sont **d'origine astrocytaire**.

Les astrocytes **stimulent** la **formation de cicatrices** secondaires à une agression, souvent dans un contexte de **réparation** suite à une lésion.



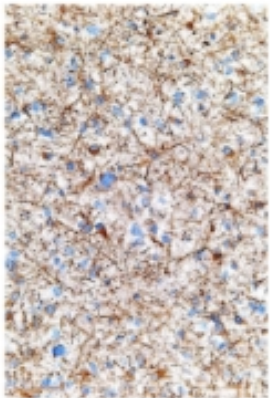
Ici, via une technique de fluorescence, on met en évidence la **morphologie** très **particulière** de cette cellule en forme d'étoile qui lui donne son nom

(astre → étoile → forme étoilée)

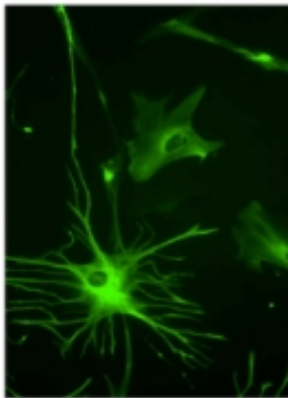
Ces cellules ont une **morphologie ETOILEE** : elles sont pourvues de **nombreux prolongements ramifiés** de manière à occuper tout l'espace entre les neurones.

Ces nombreux prolongement cellulaires prennent appui **contre la LB des vaisseaux** formant ainsi des « **pieds** » **peri vasculaires**.

Ici, on observe bien des prolongement se dirigeant vers un vx de manière à réaliser des **pieds peri vasculaires**



IHC



IF

Ces C présentent dans leur cytoplasme des **filaments intermédiaires** particuliers que l'on nomme « **protéine gliale fibrillaire acide** » ou **GFAP**. Ces **GFAP** peuvent être mis en évidence par des **techniques d'immunohistochimie** (IHC) ou **d'immunofluorescence** (IF). Ceci permet la mise en évidence de **nombreux prolongements et ramifications**.

Les astrocytes ont de multiples fonctions :

- Servent de **support** aux neurones et **contrôlent** ainsi les **échanges métaboliques** entre les **neurones** et le **sang** grâce aux pieds peri vasculaires
- Sécrètent des substances permettant la **trophicité** (nutrition et croissance) neuronale
- **Support** pour la **migration** des cellules nerveuses notamment durant le développement

- **Stockent le glycogène** : servent donc à la **nutrition** et au **métabolisme énergétique** des cellules nerveuses
- **Isolants électriques** en recouvrant les synapses. Par ailleurs, ils **limitent** la **propagation des NT** libérés dans la fente synaptique (en formant une barrière) et les **absorbent** pour **limiter leur action** à la fois **dans l'espace et dans le temps**
- **Régulent** la **composition du milieu extracellulaire** du SN et **contrôlent** l'environnement **ionique** et **chimique** des neurones. Grâce à leur **pied perivascularaire** ils forment la **barrière hémato-encéphalique (BHE)**

## Oligodendrocytes

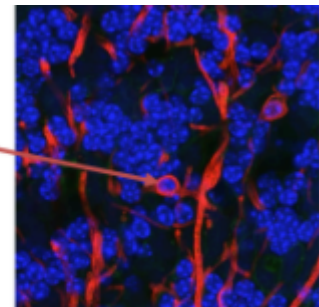
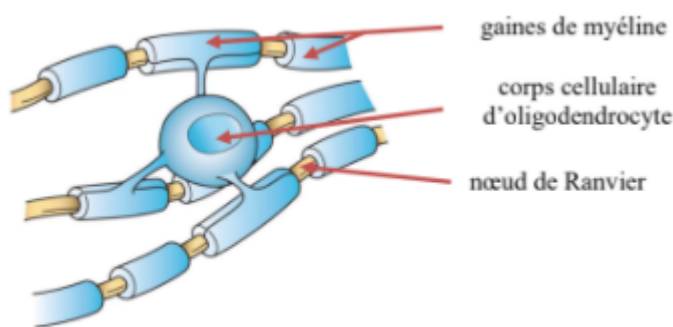


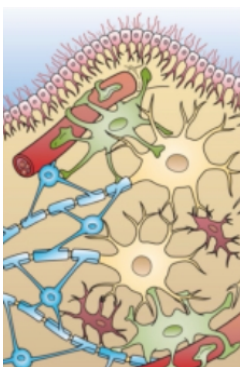
Photo en MO à fluorescence avec en bleu les noyaux et en rouge la myéline

Présentent un **petit corps cellulaire** avec **peu de prolongements**.

On les retrouve dans les SB et SG :

- Dans la SB : on parle **d'oligodendrocytes interfasciculaires**, on les retrouve **le long** des **fibres nerveuses myélinisées**
- Dans la SG : on parle **d'oligodendrocytes satellites**, on les trouve **autour** des **corps cellulaires des cellules nerveuses**

Ces cellules sont dépourvues de **filaments intermédiaires** : lorsqu'on cherche le marqueur **GFAP** elles sont **négatives**, tandis que les astrocytes répondront positivement.

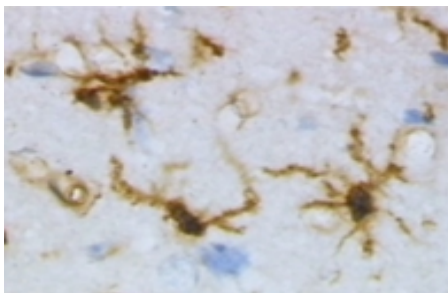


Les **oligodendrocytes interfasciculaires** sont les cellules gliales **les plus nombreuses** dans la SB (*de manière générale ce sont les astrocytes qui sont les cellules gliales les plus nombreuses*).

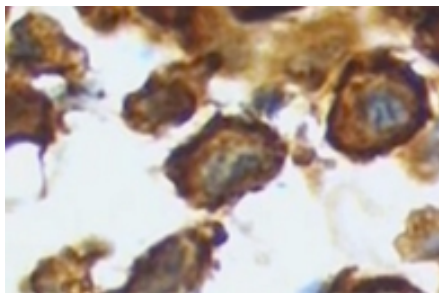
Les **oligodendrocytes interfasciculaires** sont responsables de la **myélinisation des axones du SNC**. En effet, ils participent à la **formation** et à la **maintenance** des **gainnes de myéline**. Ces dernières participant à l'**isolation du SNC**.

Un oligodendrocyte forme un **segment de myéline** pour **plusieurs axones adjacents**. Ainsi, **un unique oligodendrocyte enveloppe plusieurs axones** (40 à 50). Via la formation des gainnes de myéline on a la formation des **nœuds de Ranvier** correspondant aux **intervalles libres** (dépourvus de myéline) localisés entre les zones myélinisées.

### Microgliocytes



*Ici au repos*

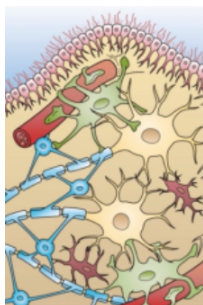


*Ici activés : + volumineux pour phagocytose*

*Mise en évidence des protéines spécifiques des microgliocytes. On peut ainsi voir leur **petite taille** et leurs **prolongements**.*

Ce sont les **représentants** du **système monocyte-macrophage** dans le SNC. Ils le **protègent** contre les **virus** et les **microorganismes**.

Ils sont dispersés dans les **SB** et **SG** et ont un rôle de **cellule présentatrice d'antigène (CPA)**.



*On les observe ici en rouge bordeaux.*

### Ependymocytes

*Sur le schéma d'au-dessus on les observe en rose sur la partie supérieure de l'image avec une mise en évidence de leurs cils au pôle apical et leur cohésion.*



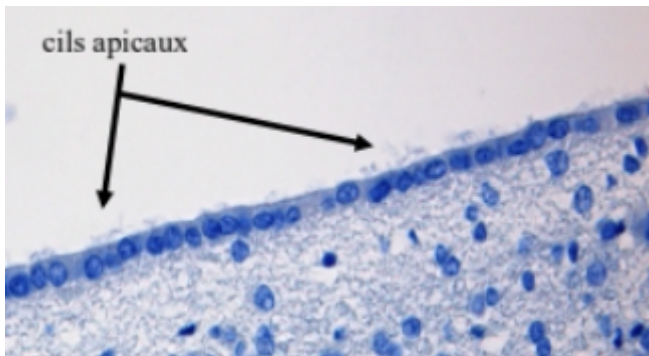
Ce sont des cellules **cubiques** ou **cylindriques**.

Présentent à leur pôle apical de **nombreux cils** au contact du **liquide cérebrospinal** (LCS) afin de **faciliter sa circulation**.

Les **épendymocytes** sont reliés entre eux par des **jonctions cellulaires**, ils ne laissent passer entre eux **qu'uniquement des molécules de petite taille**.

Ces cellules **bordent les cavités du SN remplies de LCS** : les **ventricules** et le **canal de l'épendyme**.

Ces épendymocytes ont donc pour rôle de participer à la **formation** et à la **circulation du LCS** mais ils interviennent aussi dans les **échanges** entre le **LCS** et le **parenchyme**. En effet, au pôle apical on a des **phénomènes d'ABS°** et au pôle basal des **phénomènes de sécrétion**. Ces échanges concernent des **hormones**, des **NM** mais aussi **d'autres molécules contenues dans le LCS**.



*Cette image en MO illustre des épendymocytes qui forment une couche traversant l'image de gauche à droite. Les C apparaissent cohésives entre elles, avec des cils qui flottent dans la cavité*

On trouve des formes particulières d'épendymocytes :

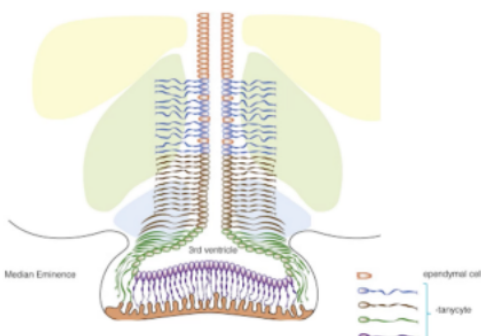
### → **Les tanocytes**

Localisés sur le **plancher du V3** au niveau d'une zone recouvrant l'éminence médiane de l'hypothalamus.

Présentent à leur pôle apical des **MV** et au pôle basal de **longs prolongements**.

Grâce aux prolongements, les tanocytes établissent des contacts avec les **capillaires sanguins**, les **neurones** et les **astrocytes** sous-jacents.

Ces prolongements **s'étendent profondément dans l'hypothalamus**. Par ailleurs, ces cellules participent aux **échanges entre le LCS et le parenchyme cérébral**.



*On observe bien une **cavité** bordée d'**épendymocytes** en continuité avec V3. On observe des **prolongements** au pôle basal des tanocytes s'enfonçant dans le **parenchyme** (côté du schéma) ou entrant en contact avec les **capillaires** (en bas du schéma)*

it. Toute reproduction ou vente est interdite.



## → Les épendymocytes des plexus choroïdes

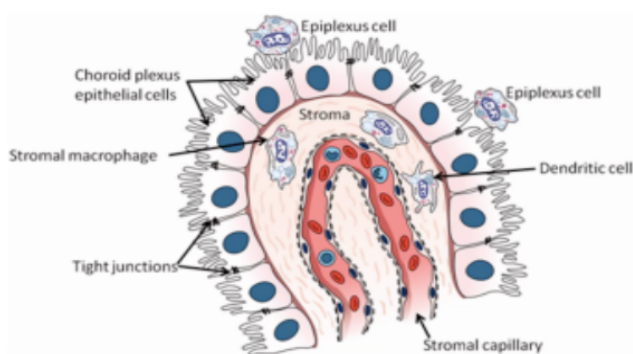
Recouvrent la **surface des plexus choroïdes**.

De forme **cubique**.

Pôle apical : nombreuses **MV**

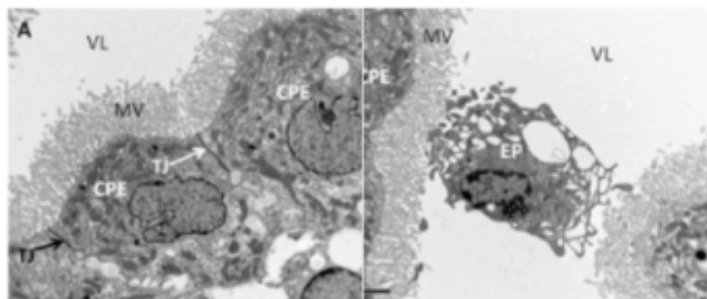
Pôle basal : nombreux **replis** + **contacts** étroits avec les **capillaires fenêtrés** présents dans l'axe des villosités choroïdiennes.

- ✓ Interviennent dans la **sécrétion du LCS**
- ✓ Forment la **barrière sang-LCS**

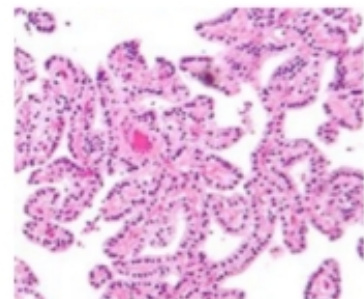


*L'axe de la villosité comporte un capillaire contenant GR et GB.*

*En périf : épendymocytes des plexus choroïdes avec leurs MV au pôle apical.*



*photos en ME mettant en évidence les microvillosités apicales et les jonctions inter-cellulaires*



*photo en MO mettant en évidence l'alignement des cellules qui bordent les cavités*

## RECAP PROF +++

CELLULE	EPENDYMOCYTE	TANYCYTE	CELLULE ÉPITHÉLIALE CHOROÏDIENNE
FONCTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aide à la <u>circulation</u> du LCS par <b>battement ciliaire</b></li> <li>• <u>Absorbe</u> le LCS par les <b>microvillosités</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Transporte</u> les <b>substances chimiques</b> du LCS vers le système <b>porte hypophysaire</b></li> <li>• Rôle dans le <u>contrôle</u> de la <b>production d'hormones</b> par l'<b>hypophyse antérieure</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Production</u> et <u>sécrétion</u> de LCS à partir du <b>plexus choroïde</b></li> </ul>

## Plexus choroïdes et LCS

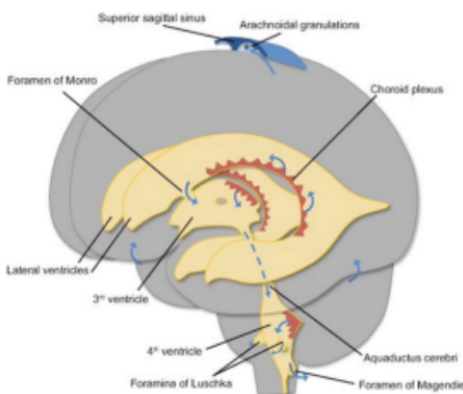
### Plexus choroïdes

**Plexus choroïdes** = structures **richement vascularisées** issues de la paroi des ventricules.

→ Ses cellules épithéliales synthétisent la **majorité du LCS**

Ces plexus sont formés de **villosités** présentant un **axe central** formé de **TC lâche** contenant un **système ramifié de vx capillaires fenêtrés**.

Il sont revêtus d'un **épithélium cubique simple**.



*En gris : le SNC*

*En jaune : les différentes cavités (ventricules)*

*On observe bien sur la paroi des cavités les plexus choroïdes en rouge.*

Participent à la formation de la **barrière entre le sang et le LCS/LCR** qui est plus perméable que la barrière hémato-encéphalique.

Cette barrière est composée de :

- **L'endothélium** capillaire fenêtré
- La **membrane basale** continue de **l'endothélium capillaire**
- La **membrane basale** continue des **cellules épithéliales choroïdiennes**
- **Cellules épithéliales choroïdiennes** avec des **jonctions serrées**

Elle intervient dans :

- ➔ La **protection du parenchyme** cérébral contre de potentielles substances sanguines nocives.
- ➔ Le **transport sélectif de substances** depuis le sang par un système de transport spécialisé.

### Liquide cérébro-rachidien / spinal (LCR / LCS)

**LCS** = liquide **clair, incolore**, composé en grande majorité **d'eau** (99%), de **lymphocytes** (3 à 5 lymphocyte/cm<sup>3</sup>). Sa production est de l'ordre d' **0,5 L/j**.

Synthèse : par les cellules épithéliales des plexus choroïdes, à **partir du sang** via la **sécrétion active d'ions  $\text{Na}^+$**  dans la cavité (où se trouve le LCS) et le **passage passif d'eau** depuis les capillaires à travers les plexus choroïdes.

Présence : au niveau des **cavités ventriculaires**, du **canal rachidien** et l'**espace sous arachnoïdien**

**Débit** de production cst

Réabsorbé par le **système veineux** au niveaux du **sinus sagittal supérieur** à partir de l'espace sous-arachnoïdien grâce aux **villosités arachnoïdiennes** (granulations de Picchioni)

On identifie une fonction **mécanique** et **métabolique** :

- **Mécanique** : **protection** via **amortissements** des déplacements du cerveau
- **Métabolique** : **apport énergétique** aux diverses structures, **évacuations de métabolites** produits par le cerveau grâce à son renouvellement rapide ainsi que le transport d'hormones

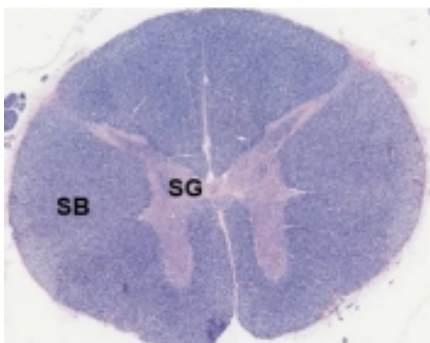
## Parenchyme nerveux

### SNC

L'organisation du tissu nerveux au sein du SNC permet de distinguer :

- **Moelle épinière = moelle spinale**
- **Encéphale : Tronc cérébral + Cervelet + Cerveau**

Présence de zones de **substance grise (SG)** et de **substance blanche (SB)**.



SG → **cellules gliales** + **corps cellulaires neuronaux**. Elle renferme les **synapses** du SNC et est donc le siège **d'intégration** des informations.

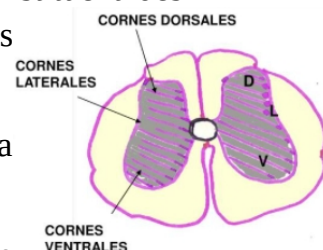
SB → **axones myélinisés** + **cellules gliales**. Elle doit son nom à la présence de la myéline qui est de couleur blanche dans les tissus frais. Dépourvue de synapses. Ainsi, c'est le siège de la **conduction** des informations.

La **distribution** de la SB et de la SG **varie** selon les régions du SNC. En effet, dans la **moelle épinière** la **SG est centrale** (forme de papillon) et la **SB est périphérique** (*comme sur la coupe ci-dessus*) tandis que dans **l'encéphale** la **SG est périphérique** et la **SB est centrale**.

Le SNC est **entouré par les méninges** et il est le siège d'une **vascularisation importante** surtout dans la SG.

Dans la SG les corps cellulaires neuronaux se regroupent pour former 3 types de structures :

1. Les **cortex** : en périphérie des **lobes du cerveau et du cervelet**. S'organisent en couches.
2. Les **noyaux** : en profondeur de **l'encéphale** et du **tronc cérébral** constituent des espaces tridimensionnels ayant la **forme d'un noyau** au sein desquels les neurones ont une organisation stricte et spécifique
3. Les **cornes** : **regroupements** retrouvés par exemple dans la SG de la moelle épinière



On remarque sur cette coupe transversale que la **SG centrale** est en forme **d'ailes de papillons**. Elle contient les **corps cellulaires** des neurones **moteurs et sensitifs** !

- **Cornes ventrales (antérieures)** : volumineux corps cellulaires de **motoneurones** = neurones **moteurs**
- **Cornes dorsales (postérieures)** : **interneurones** = petits neurones **sensitifs**
- **Cornes latérales** : **neurones sympathiques efférents préganglionnaires** (dorsal, lombaire supérieur)

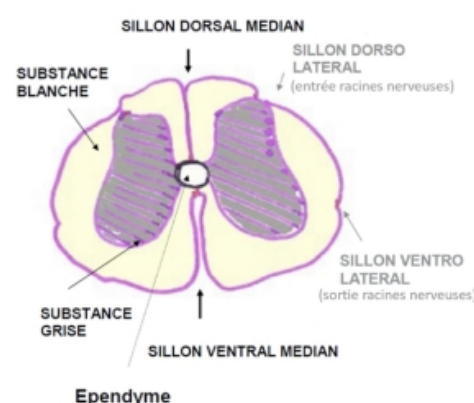
**\*\* Le volume de SG est + important dans les régions cervicales et lombaires à cause de l'innervation des membres (concentration de fibres à destination des membres à ces niveaux) \*\***



à **l'orientation** d'une coupe transversale de la moelle où on localise différentes structures :

- Le **sillon ventral médian** (SVM) qui est très profond
- Le **sillon dorsal médian** (SDM) beaucoup plus petit
- 2 sillons latéraux sont aussi observables :

- **Un sillon dorsolatéral** : entrée des **racines nerveuses dorsales** (postérieures) **sensitives**
- **Un sillon ventrolatéral** : sortie des **racines nerveuses ventrales** (antérieures) **motrices**



On remarque au centre de ce schéma un **canal central**, le **canal de l'épendyme**. Il est bordé de **cellules épendymaires** et contient le LCS.

## La moelle épinière, spinale

**SB** périphérique, postérieure et ventrolatérale

**SB** postérieure : fibres **ascendantes sensibles**

**SB** controlatérale : fibres **ascendantes sensibles** et **descendantes motrices**

Le **volume de SB** augmente depuis la **région sacrée** jusqu'à la **région cervicale** à cause de l'augmentation du nombre de fibres entrant et sortant de la moelle épinière.

## Tronc cérébral

Formé du **bulbe** (assurant la liaison avec la moelle) et de la **protubérance annulaire**

**SB** centrale et majoritaire.

= Zone de **passage des fibres axonales ascendantes et descendantes**

→ fibres **longitudinales** au niveau du **bulbe** (partie inf du TC)

→ fibres **longitudinales et transversales** au niveau de la **protubérance** (partie moyenne du TC)

**SG** périphérique avec **corps cellulaires** des neurones **regroupés en noyaux**.

## Cervelet

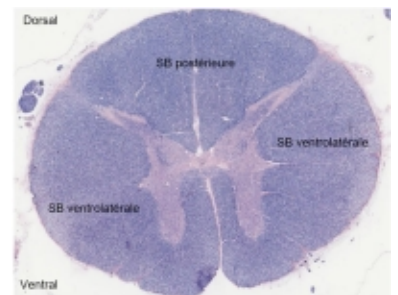
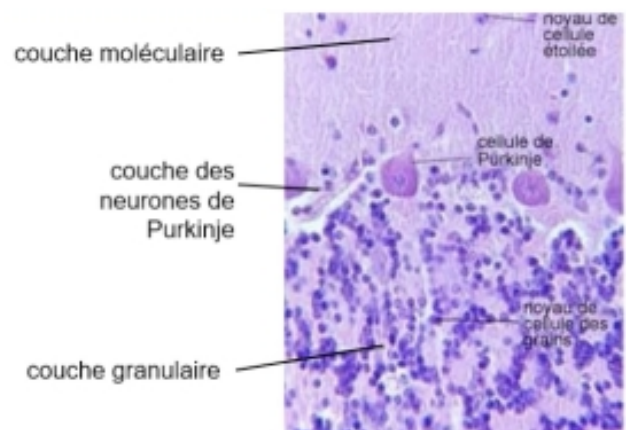
Partie **centrale** = **vermis**

2 hémisphères au niveau desquels la **SG** périphérique forme un **cortex** réalisant des **circonvolutions ramifiées, foliées**.

**SB** médullaire est **centrale**.

Le **cortex cérébelleux** comprend 3 couches :

- **Couche externe = couche moléculaire** : faiblement cellulaire, contient surtout les **dendrites des neurones de Purkinje**
- **Couche intermédiaire = couche des neurones/cellules de Purkinje** : contient des **corps cellulaires volumineux** avec de **nombreuses dendrites** se ramifiant dans la **couche moléculaire**. L'axone descend dans la **SB** en **traversant la couche granulaire interne**



- **Couche interne = couche granulaire** : contient des neurones de **petite taille** avec de petites dendrites et dont les axones remontent dans couche moléculaire et font synapse avec les dendrites des neurones de Purkinje

## Cerveau

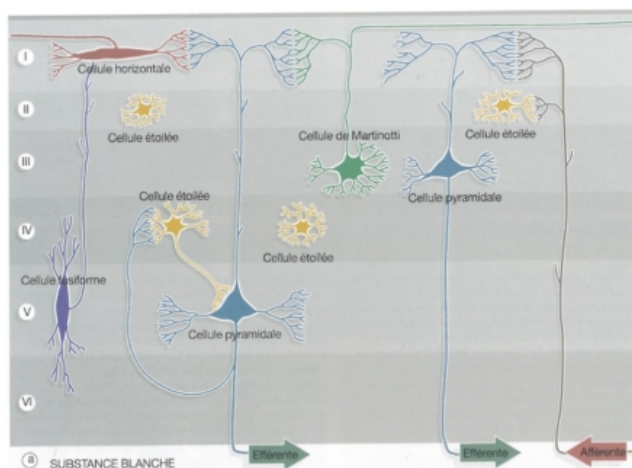
2 hémisphères au niveau desquels la SG périphérique est appelée **cortex cérébral** et contient **6 couches**.

Ce cortex présente des **sillons** et des **circonvolutions en surface**.

On y trouve **5 types morphologiques de neurones** dont les principaux sont les cellules **pyramidales** et les cellules **étoilées**.

Chez les mammifères le cortex cérébral est appelé **néocortex** et contient six couches superposées.

La **SB est centrale** et contient des fibres **axonales afférentes** et **efférentes** au cortex



Les 6 couches du cortex cérébral :

**I = couche plexiforme / moléculaire** : peu de neurones mais de nombreuses fibres axonales et dendritiques

**II = couche granulaire externe** : dense en cellules étoilées et de petites cellules pyramidales

**III = couche pyramidale externe** : cellules pyramidales de taille moyenne ++

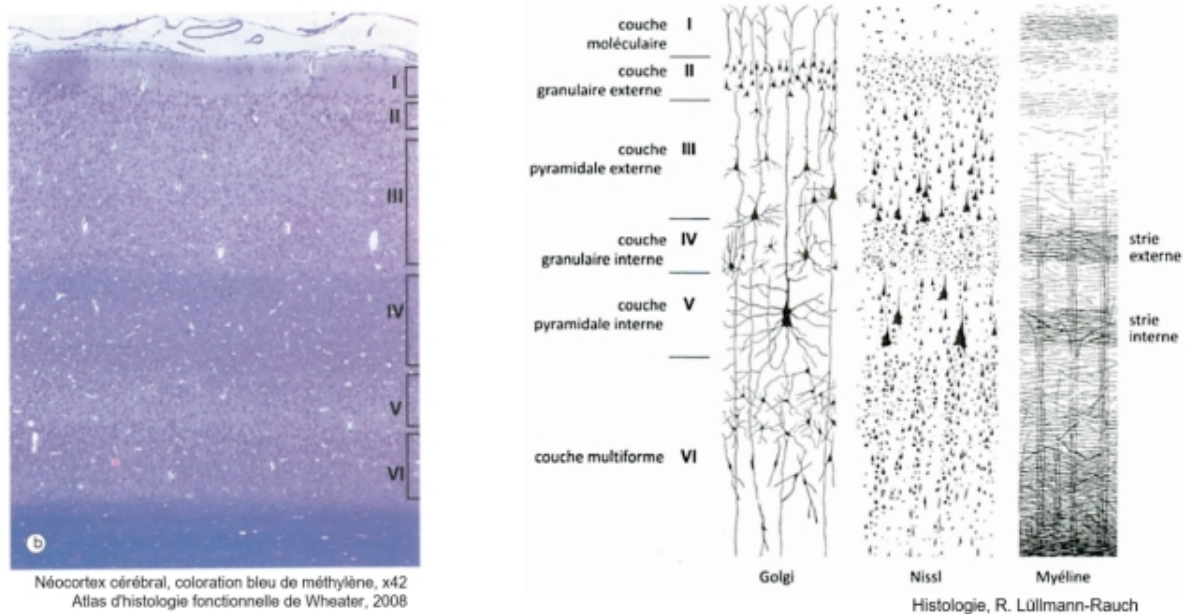
**IV = couche granulaire interne** : très dense en cellules étoilées

**V = couche pyramidale interne** : grandes cellules pyramidales

**VI = couche multiforme** : mélange de neurones de petite taille



On compare ci-dessous une micrographie prise en MO du néocortex cérébral avec une coloration au bleu de méthylène (à gauche) et une illustration qui permet de replacer les différentes couches et ce qu'elles contiennent (à droite).



## SNP

Tissu nerveux organisé en **nerfs** et **ggl nerveux**.

Permet la **COMMUNICATION** entre le **SNC** et les **organes / tissus** de l'organisme.

Les **nerfs périphériques** sont représentés par les **nerfs crâniens et spinaux** : constitués de **faisceaux de fibres nerveuses myélinisées** ou **amyéliniques** et de **TC**.

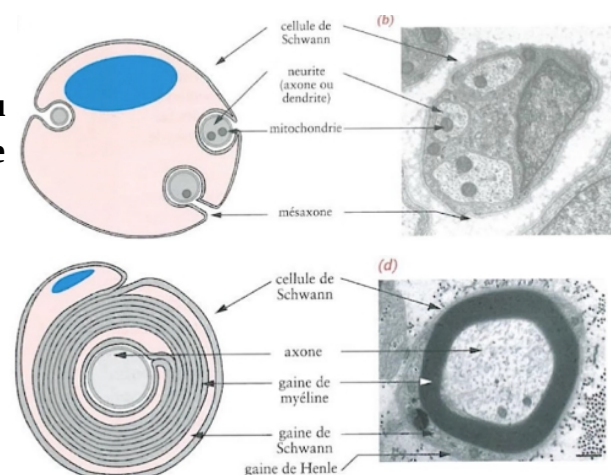
On trouve des **fibres afférentes** ou **efférentes** du système nerveux **somatique** ou **autonome**.

**Ggl nerveux sensitifs et autonomes** = **regroupements** de neurones en dehors du SNC. Ils contiennent aussi des **cellules gliales** appelées **cellules gliales satellites**.

## Fibres nerveuses myéliniques et amyéliniques

Fibres nerveuses **amyéliniques** : formées d'un ou plusieurs **axones** logés dans les **gouttières d'une cellule de Schwann**.

Fibres nerveuses **myélinisées** : un **unique axone** est entouré par un **enroulement de la MP** de la **cellule de Schwann** formant une **gaine de myéline** de nature **phospholipidique**.



Comme dans le SNC, cette gaine est **interrompue** au niveau des **nœuds de Ranvier**.

Une seule cellule de Schwann entoure un seul segment internodal de l'axone.

Elle **augmente** la **vitesse de conduction** de l'**influx nerveux** par rapport aux fibres **amyéliniques** de **même calibre**.

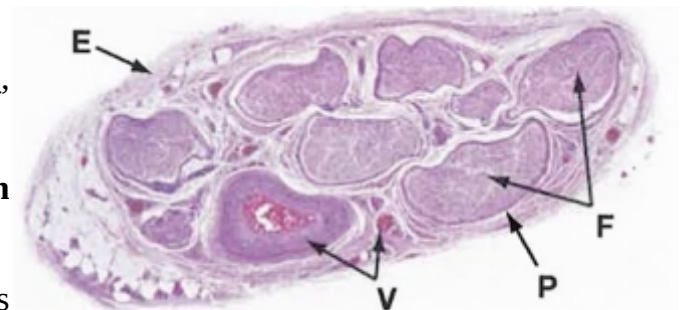
Rappel sur les fibres nerveuses myélinisées du SNC : un oligodendrocyte peut **myéliniser** **plusieurs segments internodaux** sur **plusieurs axones** et le **corps cellulaire** de l'oligodendrocyte n'est **pas étroitement associé** à la **gaine de myéline**.

Attention à bien différencier l'organisation du SNC de celle du SNP !

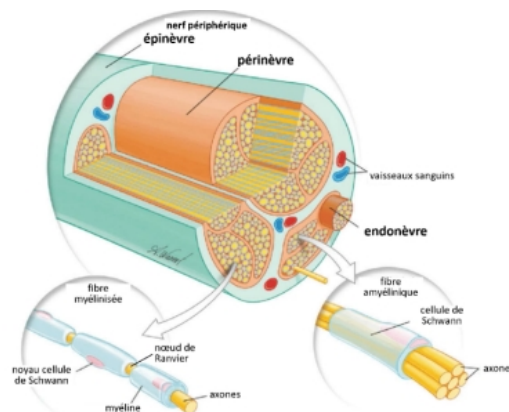
## Nerfs périphériques

Comprend 3 gaines de TC :

- **L'épinèvre** (E) : la plus périphérique, recouvre **l'intégralité du nerf**
- Le **périnèvre** (P) : **sépare** les **axones en faisceaux** (F)
- **L'endonèvre** : la plus interne, **entoure** les **axones** et les **cellules de Schwann**



V : vaisseaux sanguins

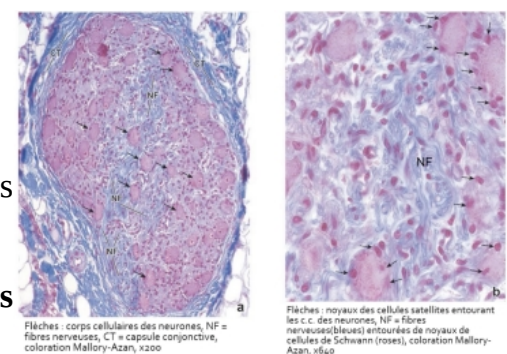


## Ganglions nerveux

Entourés par une **capsule conjonctive**.

Contiennent des **petits amas de corps cellulaires** appelés **cellules ganglionnaires** situés en dehors du SNC.

Les **cellules ganglionnaires** sont **entourées** par des **cellules gliales satellites**.

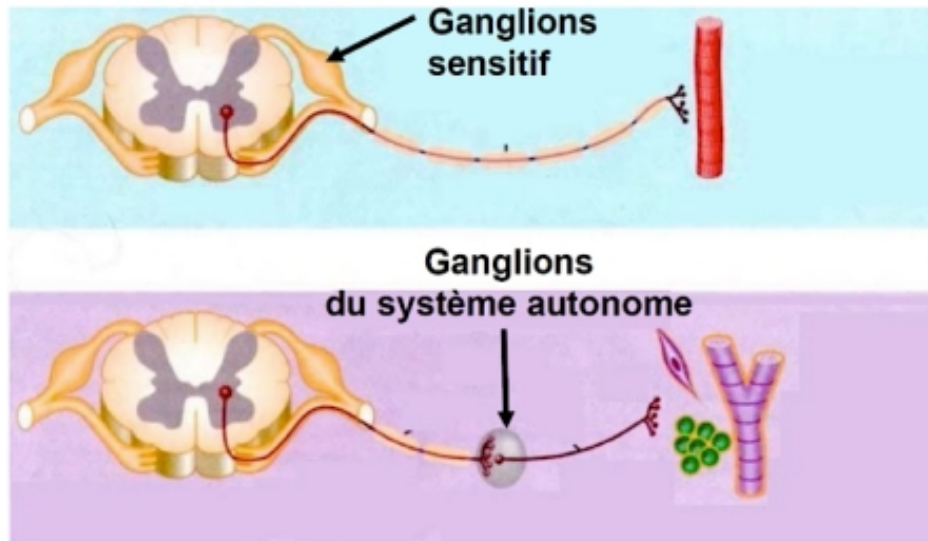


Flèches : corps cellulaires des neurones, NF = fibres nerveuses, CT = capsule conjonctive, coloration Mallory-Azan, x200

Flèches : noyaux des cellules satellites entourant les c.c. des neurones, NF = fibres nerveuses (bleues) entourées de noyaux de cellules de Schwann (roses), coloration Mallory-Azan, x640

On distingue les **ggl spinaux** et le **ggl autonomes** :

- **Ggl spinaux** : au niveau des **racines dorsales** (postérieures) de la moelle épinière. Contiennent les corps cellulaires des **neurones sensitifs primaires, pseudo unipolaires**
- **Ggl autonomes** : **sympathiques** et **parasympathiques**, à proximité des **organes effecteurs** au sein des **plexus**. Contiennent des **neurones multipolaires**.



### Pour résumer...

→ Organisation différente dans le SNC et dans le SNP

#### **SNC :**

- **SG** : rôle principal = **INTEGRATION** des informations (*on rappelle qu'on y retrouve les synapses*). Les **corps cellulaires neuronaux** peuvent former différents types de structures : **cortex, noyaux, cornes**.
- **SB** : rôle principal = **CONDUCTION** des informations.
- Distribution SG et SB variable selon les régions où l'on se trouve.

#### **SNP :**

- Contient des **nerfs** et des **ggl nerveux**.
- **Nerfs périphériques** : contiennent **fibres nerveuses myélinisées** ou **amyéliniques**.
- **Ggl** : contiennent des neurones situés en dehors du SNC et des **cellules gliales satellites**.

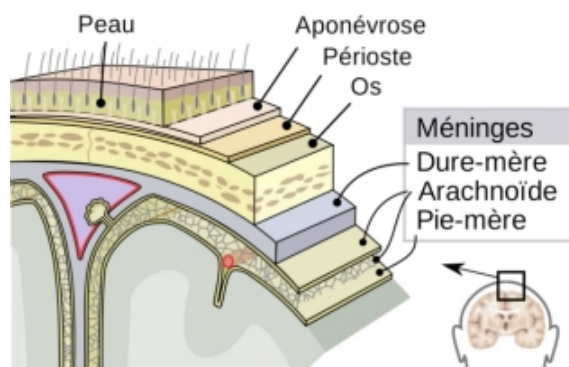
## Les Méninges

= Tissus **recouvrant** le cerveau et la moelle épinière.

**Protègent** et **stabilisent** ces structures.

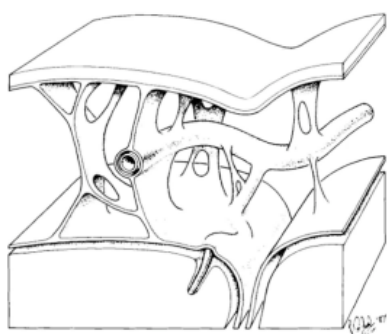
On distingue **3 couches méningées** :

- **Dure-mère** : **pachyméninge**, d'origine **mésoblastique**.
- **Arachnoïde** et **pie-mère** : **leptoméninges**, d'origine **ectoblastique**.



Il existe entre ces différentes membranes des **espaces** :

- **L'espace sous arachnoïdien** : entre la **pie-mère** et l'**arachnoïde**. On y retrouve des **veines** comme les **veines cérébrales**.
- **L'espace sous-dural** : entre l'**arachnoïde** et la **dure-mère**.
- **L'espace péri-dural** : entre la **dure-mère** et le **canal vertébral** au sein de la colonne vertébrale.



*En haut : la **dure-mère***

*En bas : la **pie-mère***

*Entre : l'**arachnoïde** et l'**espace sous arachnoïdien** traversé par une structure vasculaire*

### La Dure-mère

= **TC dense** contenant des **fibres de collagène**, de l'**élastine**, des **éléments cellulaires** (tels que les **fibroblastes**) ainsi que des **sinus veineux**, des **nerfs** et des **lymphatiques**.

Au niveau du crâne : la dure-mère **se confond** avec le **périoste**. Traversée par les **villosités arachnoïdiennes** assurant la **résorption du LCS**. Séparée de l'arachnoïde par l'**espace sous-dural** (espace **virtuel**).

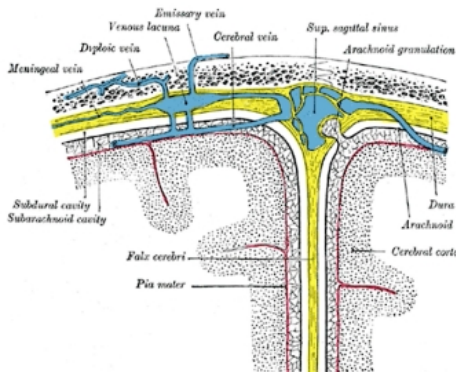
Au niveau du canal vertébral : la dure-mère est séparée du périoste par l'**espace épidural**. Ici, l'espace épidural est rempli de **tissu fibro-adipeux** très **vascularisé**.

Au niveau du crâne : la **dure-mère** est composée de **2 couches / lamelles** délimitant l'espace épidural



Au niveau de la moelle épinière : la dure-mère constitue le **sac dural** qui s'organise en **1 couche**.

Les **sinus veineux durs** ou **sinus cérébraux** sont localisés **entre les 2 couches**. Ils reçoivent le **sang des veines cérébrales**.

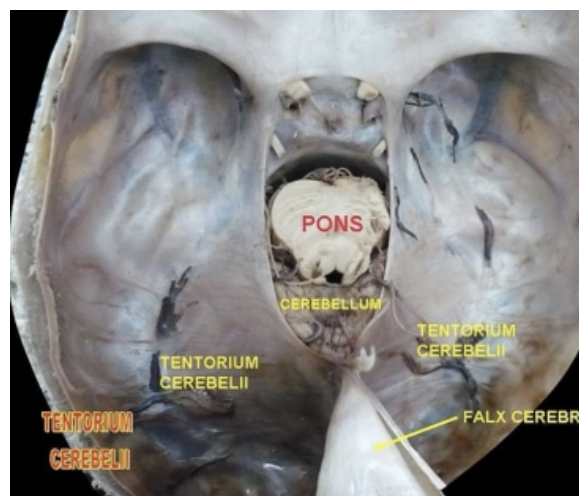


*La dure-mère est en jaune.*

*Les sinus, en bleu, correspondent aux cavités vasculaires veineuses drainant une partie des veines cérébrales.*

La **dure-mère** forme des **cloisons** :

- La **tente du cervelet** : délimite 2 loges
  - **Loge cérébrale** : correspond au territoire des lobes occipitaux du cerveau
  - **Loge cérébelleuse** : comportant le cervelet et le tronc cérébral
- La **faux du cerveau** : sépare sagittalement les **2 hémisphères cérébraux** au niveau de la scissure inter-hémisphérique longitudinale
- La **tente de l'hypophyse** : recouvre la **selle turcique**. Elle est étendue entre les **apophyses clinéoïdes antérieur et postérieur**. Elle est perforée permettant le passage de la **tige pituitaire** et des **veines hypophysaires**
- La **faux du cervelet** : sépare les **2 hémisphères cérébelleux**



## Arachnoïde

= Couche fibreuse avasculaire.

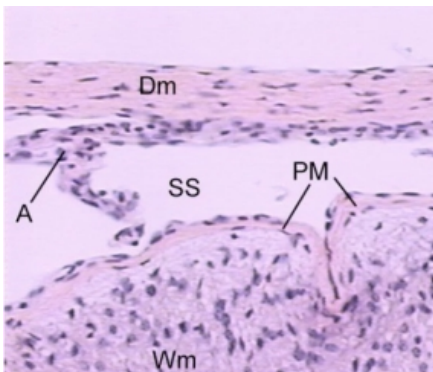
Apparence d'une fine toile d'araignée.

Ses fibres s'étendent vers le bas à travers l'espace sous-arachnoïdien jusqu'à se fixer à la pie-mère.

Ne tapisse PAS le cerveau dans les sillons contrairement à la pie-mère SAUF au niveau de la faux du cerveau.

Espace sous-arachnoïdien : entre la pie-mère et l'arachnoïde. On y trouve des formations de citernes contenant des vaisseaux sanguins issus du SNC. Les espaces sont remplis de LCR.

Villosités arachnoïdiennes : petites protubérances traversant la dure-mère et atteignant les sinus veineux du cerveau. Ceci permet au LCR de sortir de l'espace sous-arachnoïdien de manière à entrer dans la circulation sanguine.



*MO en coloration standard :*

*En haut : la dure-mère*

*En bas : la pie-mère*

*Au centre : l'arachnoïde présente des projections qui se fixent à la pie-mère en traversant l'espace sous-arachnoïdien.*

## Pie-mère

= enveloppe méningée **mince, translucide** réalisant un maillage couvrant la **quasi-totalité** de la **surface du cerveau**.

Adhère intimement au **SNC** dont elle recouvre **tous les replis**.

Traversée de **vaisseaux sanguins** irrigant le **parenchyme cérébral**.

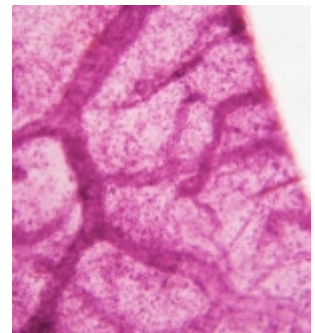
Composée de **fibres de collagène**, de **fibres élastiques** et quelques **fibroblastes aplatis**.

Séparée des **astrocytes** sous-jacents par une **lame basale**.

*MO en coloration standard :*

*Fibroblastes aplatis constituant les éléments cellulaires de cette méninge.*

*Quelques noyaux et vx plus denses réalisant un maillage.*





## **Barrière Hémato-Méningée ou Hémato-Encéphalique**

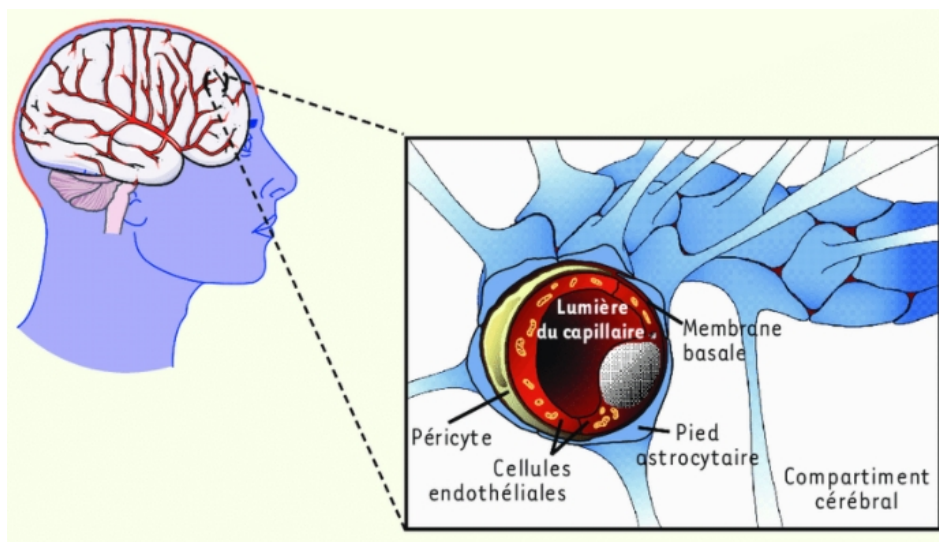
= barrière **semi-perméable** et **hautement sélective**.

→ **Protection** du cerveau contre la circulation de substances nocives du sang. Empêche les solutés du sang à traverser de manière non sélective et de se retrouver au niveau du liquide extracellulaire du SNC où résident les neurones.

Participe au **maintien d'un environnement biochimique et métabolique stable** pour les neurones.

Composée de :

- **C endothéliales** de la paroi capillaire reliées par de nombreuses jonctions ne présentant pas de fenestration
- **Pieds des extrémités des astrocytes** enveloppant les capillaires.
- **Péricytes** et de la **membrane basale continue** des capillaire



Permet le **passage d'éléments cruciaux** pour la fonction neurale à savoir certaines molécules qui vont diffuser de manière **passive**. Ceci est valable pour des molécules essentielles au fonctionnement cérébral mais aussi pour certaines molécules toxiques tels que l'alcool.

Traversée par des **éléments transportés de manière sélective** : **nutriment, ions et anions organiques, macromolécules (glucose, eau, acides aminés)**.