

# TISSU NERVEUX

## A- DEFINITIONS

Le système nerveux (SN) est l'ensemble des structures qui coordonnent les fonctions d'un individu et permettent ses relations avec le milieu extérieur.

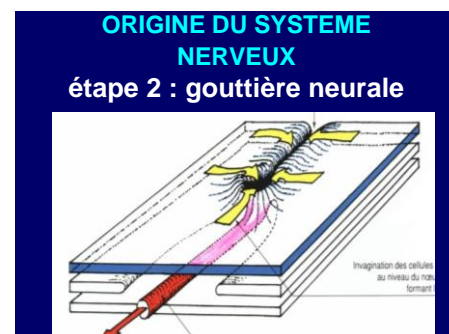
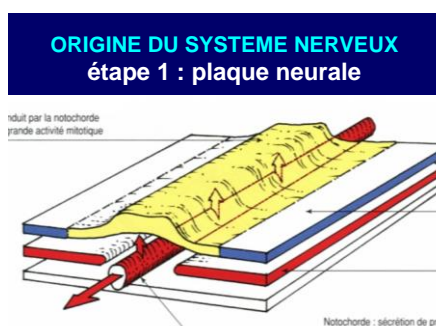
Ce rôle du SN, est basé sur deux propriétés cellulaires : l'irritabilité et la conductibilité.

**L'irritabilité** d'un neurone est sa capacité à réagir aux variations du milieu extracellulaire en modifiant les propriétés électriques de sa membrane plasmique.

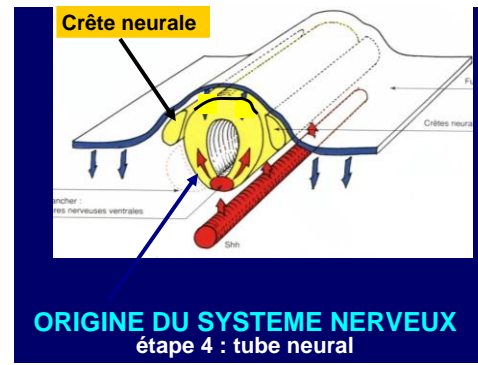
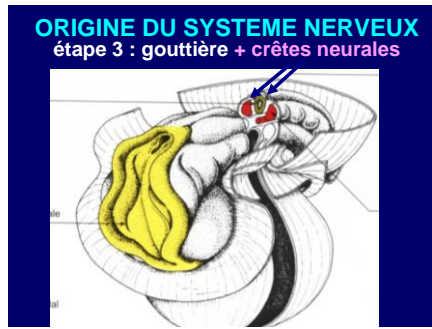
- Au repos il existe une différence de potentiel d'environ 70 mV, entre la face externe de la membrane, les concentrations en ions étant différentes dans le milieu intracellulaire et dans le milieu extracellulaire.
  - Lors d'un stimulus, cette différence de potentiel appelée potentiel de repos, est inversée et devient positive (environ + 30 mV) pendant quelques millisecondes. Cette inversion est appelée, dans le cas des neurones, *influx nerveux*.
- ♦ **La conductibilité** d'un neurone est sa capacité à transmettre très rapidement et sur de longues distances l'influx nerveux.

## B- RAPPELS EMBRYOLOGIQUES

- ♦ Le système nerveux se développe très tôt aux dépens de la **plaque neurale**, épaissement médio-dorsal du feuillet embryonnaire externe, l'ectoblaste. La plaque neurale se déprime suivant son grand axe en **gouttière neurale**. Les lèvres de la gouttière s'accolent et limitent ainsi le **tube neural** dont dérive le système nerveux central. Aux bords de cette gouttière naissent des bourgeons cellulaires, les **crêtes neurales**, dont dérive le système nerveux périphérique.
- ♦ Les neurones sont entourés de cellules satellites, les **cellules gliales**. Leur association forme des ensembles connectés dont l'architecture diffère dans le système nerveux central et dans le système nerveux périphérique.
- ♦ Le système nerveux central est constitué de :
  - l'encéphale, contenu dans la boîte crânienne et
  - de la moelle épinière, située dans le rachis.
- ♦ Le système nerveux périphérique comprend : les nerfs, les ganglions nerveux et les terminaisons nerveuses.



**Figures 1 et 2** : Montrant la formation de la plaque neurale et de la gouttière neurale



**Figures 3 et 4** : Montrant la formation des crêtes neurales et du tube neural

## CHAPITRE I : NEURONES

Le neurone est la cellule qui élabore, modifie et transmet l'influx nerveux. Il possède :

- un corps cellulaire ou pericaryon et
- des prolongements ou neurites, dont l'ensemble forme des fibres nerveuses.

### 1.1 CORPS CELLULAIRE OU PERICARYON (Figure 6)

#### a) Le noyau

Il est unique, le plus souvent central. Son aspect est vésiculeux et clair; les nucléoles sont volumineux.



**Figure 5** : Montrant un corps cellulaire de neurone (N) avec un vésiculeux et clair (flèche)

#### b) Le cytoplasme

Il contient de nombreux organistes dont certains sont spécifiques du neurone.

#### ➤ Au microscopie optique :

- La coloration à l'argent met en évidence de nombreux faisceaux de neurofilaments qui traversent le corps cellulaire.
- Les colorants basiques mettent en évidence, de gros amas, les **blocs de Nissl**.

#### ➤ Au microscopie électronique :

- les **blocs de Nissl**, des saccules de réticulum endoplasmique rugueux, empilés les uns sur les autres, lesquels sont surtout abondants durant les périodes d'activité cérébrale qui exigent une synthèse importante de protéines ;
- les mitochondries sont petites avec des crêtes sont souvent parallèles au grand axe.
- l'appareil de Golgi est aggloméré dans la région juxtanucléaire.
- les lysosomes sont uniformément ou situés à un pôle du cytoplasme.
- les neurofilaments, ont un diamètre de 8 à 10 nm, et sont constitués de l'association de trois protéines de respectivement 200kD, 150kD, et 70 kD.
- Les microtubules sont similaires à ceux des autres types cellulaires.
- On observe parfois des pigments et des gouttelettes lipidiques.
- La quantité de lipofuscines, pigments habituels des neurones, augmente avec l'âge et dans certaines maladies.
- Certains neurones cérébraux contiennent une mélanine différente de la mélanine cutanée.

Le cytosquelette du péricaryon est fort développé. Il maintient la forme de la cellule et de ses prolongements. Il est aussi impliqué dans le transport de vésicules depuis le péricaryon vers l'extrémité de certains neurites.

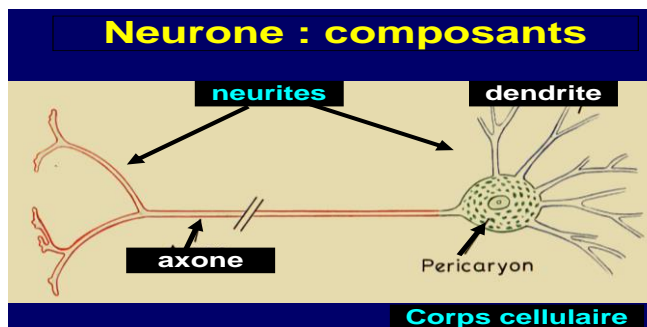
## 1.2 NEURITES

Les neurites, axones et dendrites, sont des prolongements cytoplasmiques de neurone ; ils sont impliqués dans la conduction de l'influx nerveux. La conduction est centrifuge dans l'axone et centripète dans la dendrite.

### 1.2.1 Axone (Figure 6)

L'axone naît généralement d'un cône d'émergence ou, plus rarement, de la partie proximale d'une dendrite.

- **Son calibre** est souvent supérieur à celui de la dendrite. Si le calibre est important, la conduction est rapide; lorsqu'il est réduit, la conduction est lente.
- **La longueur** : certains axones peuvent atteindre un mètre. L'axone des neurones pyramidaux du cortex cérébral, par exemple, parcourt toute la moelle.
- **Les ramifications** : elles sont rares et forment habituellement un angle droit avec le prolongement. Leur extrémité synaptique est dilatée en bouton. D'autres axones sont courts et se ramifient dès leur émergence du corps cellulaire.
- **Le cône d'émergence**, segment initial de l'axone, contient la même quantité de ribosomes libres et de réticulum endoplasmique rugueux que le corps cellulaire. Ces deux constituants disparaissent progressivement dans la portion initiale, amyélinisée, du prolongement, tandis que la quantité de microtubules et de neurofilaments augmente.
- **Le cytoplasme de l'axone** ou axoplasme :
  - ne contient ni ribosome, ni réticulum endoplasmique rugueux (RER)
  - contient de nombreuses mitochondries et de nombreuses vésicules. Ces vésicules ont un diamètre de 40 nm. Elles sont dispersées partout mais particulièrement abondantes dans la portion terminale de l'axone où elles portent le nom de vésicules synaptiques.
  - Les saccules et les canalicules de REL, les neurofilaments et les microtubules sont tous parallèles à l'axe de l'axone.



**Figure 6** : Montrant un neurone, son axone et ses dendrites

### 1.2.2 Dendrites (Figure 6)

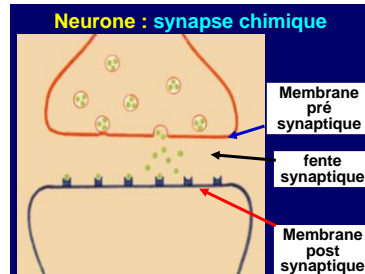
- La dendrite naît du corps cellulaire sans cône d'émergence.
- **Son calibre** et s'effilent progressivement.
- **Ses ramifications** existent dès leur origine et leurs très nombreuses collatérales s'en détachent à angle aigu. Toutes ces collatérales dessinent avec leur dendrite une structure spatiale, souvent très caractéristique d'un type cellulaire.
- Dans le système nerveux central, les dendrites sont longs (700  $\mu\text{m}$ ) et non myélinisées.
- Outre les constituants cytoplasmiques décrits dans l'axoplasme, on trouve dans les dendrites de nombreux ribosomes libres et du réticulum endoplasmique rugueux.

## 1.2 SYNAPSE (Figure 7)

La synapse est une jonction cellulaire hautement spécialisée qui assure la transmission de l'influx nerveux d'un neurite à l'autre ou d'un neurone à des cellules effectrice, comme les cellules musculaires.

Les synapses comprennent un élément pré synaptique et un élément post synaptique séparés par une fente synaptique d'environ 20 nm à 30 nm.

- **L'élément pré synaptique ou "bouton synaptique"** est toujours l'extrémité renflée d'un axone. Il contient un grand nombre de vésicules et des mitochondries.
- **L'élément post synaptique** est un épaississement localisé du feuillet interne de la membrane plasmique qui appartient soit à une dendrite (synapse axo-axonique), soit à un corps cellulaire (synapse axo-somatique), soit à un corps cellulaire (synapse axo-somatique), soit à un autre axone (synapse axo-axonique). La synapse axo-axonique est toujours proche du cône d'émergence et inhibitrice.



**Figure 7** : Montrant une synapse chimique

La plupart des synapses sont dites **chimiques** parce qu'elles impliquent la libération d'un médiateur, appelé neurotransmetteur, contenu dans les vésicules synaptiques. Elles sont polarisées : l'influx passe toujours de l'élément pré synaptique à l'élément post synaptique. Lors de l'influx nerveux les vésicules fusionnent avec la paroi du bouton ; le neurotransmetteur libéré diffuse dans la fente et se fixe sur un récepteur spécifique de l'élément postsynaptique. La liaison du neurotransmetteur au récepteur induit la stimulation ou l'inhibition du second neurone ou de la cellule effectrice. Le neurotransmetteur est ensuite détruit ou repris par endocytose dans le bouton pré synaptique.

### 1.3 NEUROCRINIE

La neurocrinie est une modification de la fonction synaptique dans certains neurones spécialisés.

Les longs axones des neurones hypothalamiques s'unissent en deux faisceaux et constituent la fine tige pituitaire qui relie l'hypophyse à l'hypothalamus.

- Le premier faisceau se termine par des dilatations contre les capillaires hypophysaires. Les péricaryons de ces axones synthétisent des hormones qui, sécrétées dans le sang, stimulent la sécrétion des cellules endocrines de l'hypophyse antérieure.
- Le second faisceau s'enfonce dans l'hypophyse postérieure, ses dilatations terminales contiennent une hormone, l'ocytocine ou la vasopressine. La synthèse des hormones est classique: la chaîne protéique est formée dans le réticulum endoplasmique rugueux, passe dans l'appareil de Golgi puis est concentrée et stockée dans des grains de sécrétion qui se déplacent le long de l'axone, accrochés à des microtubules. Ce mouvement, ou flux axonal, concentre les grains dans les dilatations terminales où ils sont libérés lors de la stimulation du neurone.

## CHAPITRE II : SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE

### 2.1 DEFINITIONS

Le système nerveux périphérique comprend les ganglions, les nerfs et les terminaisons nerveuses. Le ganglion est un amas de péricaryon associés à leurs cellules gliales, les cellules capsulaires. Les nerfs sont des faisceaux de complexes axo-schwanniens, composés d'un neurite, axone ou dendrite, et de ses cellules gliales, les cellules de Schwann. Les terminaisons nerveuses effectrices sont les extrémités d'axones.

### 2.2. GANGLION NERVEUX

#### 2.2.1 Aspect histologique

Le ganglion nerveux se compose de péricaryons, des cellules gliales capsulaires qui les entourent, et des neurites, avec leurs propres cellules gliales, qui le traversent ou s'y terminent en y formant des synapses.

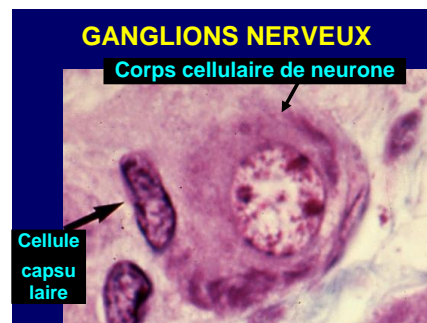
➤ **La cellule ganglionnaire :**

- est volumineuse,
- a un noyau clair, une chromatine dispersée et un nucléole bien visible ;
- possède un cytoplasme abondant et basophile, contenant des blocs de Nissl, un appareil de golgi bien développé et de nombreux neurofilaments.

➤ **La cellule capsulaire :**

- est petite
  - possède un noyau dense et ovoïde, riche en hétérochromatine
  - possède un cytoplasme très mince au point qu'il n'est pas visible en microscopie optique
  - forme avec d'autres cellules capsulaires, une couche continue autour des neurones
  - sert de support morphologique et intervient dans les échanges métaboliques du neurone.
- Entre les cellules nerveuses et gliales se trouvent des **capillaires sanguins** et un peu de tissu conjonctif.
- Le ganglion est enveloppé d'une **capsule conjonctive dense vascularisée**, qui se prolonge dans l'enveloppe des nerfs qui aboutissent ou traversent le ganglion.
- Très souvent, les ganglions sont reliés en réseau par de **petits nerfs**; ces réseaux sont des plexus nerveux.

**Figure 8** : Montrant une cellule ganglionnaire et une cellule capsulaire



#### 2.2.2 Types de ganglions

##### a) Ganglions rachidiens ou spinaux

Les ganglions rachidiens ou spinaux :

- sont situés sur la racine dorsale des nerfs rachidiens, issus de la moelle épinière
- ont des neurones sensitifs, de type **unipolaire**
- possède un péricaryon qui donne naissance à un prolongement cellulaire unique qui se divise à angle droit en axone et dendrites.

##### b) Ganglions autonomiques

Les ganglions autonomiques :

- sont situés de part et d'autre de la colonne vertébrale, et près ou dans les viscères
- font partie du système nerveux autonome qui intervient dans la régulation de nombreuses fonctions végétatives, indépendantes de la volonté

- sont composés de groupes neuronaux dans le système nerveux central, des chaînes ganglionnaires pré - vertébrales et ganglions viscéraux.
- Sont composés de **neurones multipolaires**, plus petits que les neurones des ganglions spinaux et enveloppés de cellules capsulaires.

### c) Ganglions des organes des sens

Dans certains organes des sens (goût, audition, .....), les dendrites des neurones sensitifs proviennent des complexes neuroépithéliaux, aboutissent rapidement aux péricaryons d'où partent les axones qui rejoignent le système nerveux central. Les péricaryons sont regroupés dans des ganglions dont la morphologie est très variable. Ils seront étudiés avec les organes des sens

## 2.3 NERF

### 2.3.1 Définition

Les nerfs sont des associations de complexes axo-schwanniens, myélinisés ou non, rassemblés en un ou plusieurs faisceaux.

### 2.3.2 Complexe axo-schwannien

Le complexe axo-schwannien, unité morphologique et fonctionnelle du nerf, est l'association d'une cellule gliale, la cellule de Schwann, avec un neurite myélinisé ou non. Le corps cellulaire est toujours localisé dans le système nerveux central ou dans un ganglion.

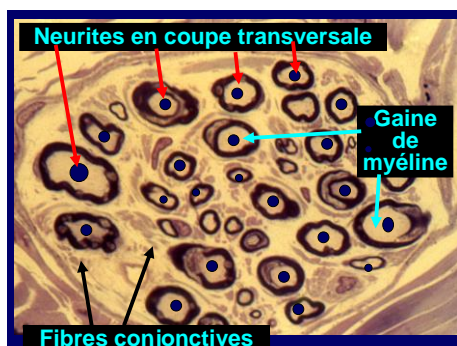
#### a) La cellule de Schwann

Les cellules de Schwann sont associées les unes autres en un manchon tout le long des neurites. Leur noyau ovale est habituellement situé au centre du cytoplasme finement granulaire. L'abondance des mitochondries, des ribosomes et du réticulum endoplasmique rugueux témoigne de l'intensité de leur activité métabolique. La surface cellulaire est couverte d'un glycocalix, revêtement externe riche en glycoprotéines. L'aspect de la cellule et du complexe axo-schwannien varie selon que les neurites sont myélinisés ou non.

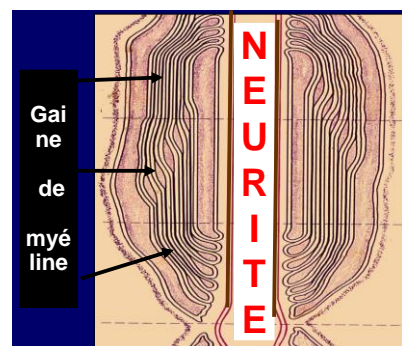
#### b) Nombre de neurite

Le neurite amyélinisé est simplement logé dans une invagination membranaire de la cellule de Schwann :

- Une seule cellule contient souvent plusieurs neurites amyélinisés.
- Il n'existe qu'un seul neurite myélinisé par cellule de Schwann (**Figures 9 et 10**). Il est alors enveloppé d'une épaisse gaine de myéline. cette gaine provient d'un enroulement de la membrane plasmique de la cellule gliale autour du neurite. Un peu de cytoplasme persiste entre les feuilles internes au niveau des incisures de Schmidt- Lanterman. Le cytoplasme et le noyau de la cellule de Schwann sont tassés à l'extérieur de la gaine de myéline.



**Figure 9** : Montrant des neurites myélinisés coupés transversalement



**Figure 10** : Montrant un neurite entouré de sa gaine de myéline

#### c) La myéline (Figures 9 et 10)

La myéline est essentiellement composée de phospholipides.

- En microscopie optique, son aspect est clair car la majorité des lipides ont été extraits au cours de l'enrobage à la paraffine.
- La gaine de myéline est discontinue. Entre deux cellules de Schwann, le neurite est uniquement enveloppé par le glycocalix; ces intervalles sont les noeuds de Ranvier.
- Le noeud de Ranvier intervient dans la conduction saltatoire de l'influx nerveux.

### 2.3.3 Endonèvre (Figure 11)

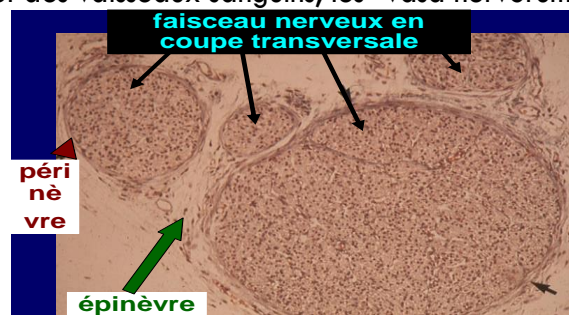
L'endonèvre est un tissu conjonctif dont les fibres collagènes de type I sont disposées longitudinalement entre les complexes axo-schwanniens. Il contient des capillaires, des fibroblastes et parfois des mastocytes. La quantité de fibres varie fortement d'un nerf à l'autre; elle est particulièrement importante dans la peau.

### 2.3.4 Périnèvre (Figure 11)

Le périnèvre enveloppe les faisceaux nerveux. Il est constitué de lamelles cellulaires concentriques séparées les unes des autres par des fibres collagènes. Les cellules péri neurales sont minces et ramifiées; leurs extrémités sont accolées les unes aux autres, de telle sorte qu'une lame péri neurale a l'aspect d'un treillis dont les mailles sont remplies de collagène. Le glycocalix des cellules péri neurales est très épais. Au fur et à mesure que se rapproche de l'extrémité du nerf, le nombre de lamelles péri neurales diminue.

### 2.3.5 L'épinèvre (Figure 11)

L'épinèvre est un tissu conjonctif dense qui unit les faisceaux nerveux entre eux ou avec le tissu voisin. Les fibres collagènes et les fibroblastes sont disposés longitudinalement. On y trouve quelques adipocytes et des vaisseaux sanguins, les "vasa nervorum".



**Figure 11** : Montrant les enveloppes nerveuses

## 2.4 TERMINAISONS NERVEUSES

L'extrémité d'une fibre nerveuse, qu'elle soit sensitive ou motrice, intervient dans une synapse ou est une terminaison nerveuse dans un organe périphérique.

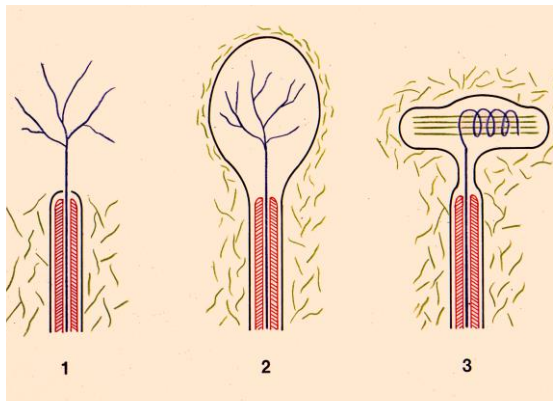
Près de la terminaison,

- le nerf se ramifie et ses enveloppes deviennent de plus en plus fines :
- l'épinèvre disparaît totalement
- le nombre de lamelles péri neurales diminue;
- le périnèvre et l'endonèvre sont finalement réduits à une fine couche fibrillaire.

Lorsque la terminaison nerveuse est encapsulée, la gaine péri neurale persiste et forme la capsule qui, avec du tissu conjonctif, isole la terminaison du tissu environnant.

### 2.4.1 Terminaisons sensibles (Figure 12)

La terminaison sensitive est le début d'une dendrite. C'est un récepteur qui convertit les stimuli du milieu interne ou externe en influx nerveux qui sont transmis aux péricaryons. On distingue: les terminaisons libres ou nues, les terminaisons encapsulées sans support et les terminaisons encapsulées avec support (Figure 12). Dans certains organes des sens, les terminaisons nerveuses sensibles interviennent dans les structures neuroépithéliales.



**Figure 12** : Montrant les terminaisons nerveuses sensibles

- ◆ libres ou nues (1) ;
- ◆ encapsulées sans support (2) ;
- ◆ encapsulées avec support (3)

**a) Les terminaisons nerveuses libres** (Figure 12 ; voir numéro 1)

Les terminaisons nerveuses libres représentent la forme la plus simple de récepteur sensitif. C'est l'extrémité d'une dendrite ayant perdu toutes ses gaines et ramifiées en plusieurs branches, toutes terminées par une dilatation en forme de bouton.

- Les terminaisons nerveuses libres sont nombreuses dans les tissus où la sensibilité est particulièrement développée: l'épithélium de la cornée, la bouche, l'épiderme..... Elles recueillent de manière peu sélective les stimuli mécaniques, thermiques ou algésiques. Elles s'associent, contre la membrane basale des épithéliums, en réseau dense d'où partent des filets qui traversent la membrane basale et s'insinuent entre les cellules épithéliales. Dans l'épiderme, les nombreux filets atteignent la couche granuleuse.
- Dans les tendons, elles forment des palissades à la surface des fibres tendineuses et perçoivent la douleur.
- Dans les muscles, elles infiltrant le tissu intercellulaire et se terminent à la surface de la cellule, sans établir de contact spécialisé avec les cellules musculaires.

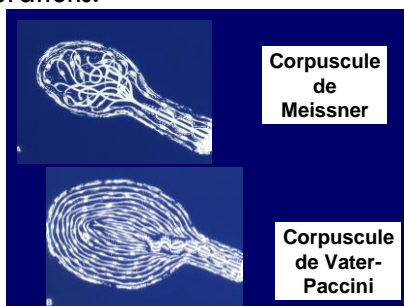
**b) La terminaison nerveuse encapsulée sans support** (Figure 12 ; voir numéro 2)

La terminaison nerveuse encapsulée sans support est totalement séparée du tissu environnant par une capsule composée de tissu conjonctif et de cellules péri neurales.

**b<sub>1</sub>) Le corpuscule de Vater-Paccini**

- ◆ a la capsule la plus épaisse.
- ◆ se trouve dans la partie profonde du derme, sous les muqueuses dans les conjonctives, les ligaments, le mésentère et certains organes tels que le cœur et le pancréas.
- ◆ est une structure volumineuse en forme d'ampoule, qui peut atteindre 4 mm de long et 2 mm de large.
- ◆ disposée en bulbe d'oignon des lames péri neurales dans sa capsule est caractéristique.
- ◆ sa gaine de myéline existe dès la sortie du corpuscule.

La capsule, et surtout ses couches périphériques, amplifient les stimuli provenant du milieu environnant. Les corpuscules de Vater-Paccini sont sensibles à la pression profonde, à la tension et aux vibrations.



**Figure 13** : Montrant les terminaisons nerveuses sensibles

- ◆ libres ou nues (1) ;
- ◆ encapsulées sans support (2) ;
- ◆ encapsulées avec support (3)

**b<sub>2</sub>) Le corpuscule de Meissner**

- ◆ est piriforme et mesure 120  $\mu\text{m}$  de long et 60  $\mu\text{m}$  de large
- ◆ se trouve entre les crêtes épidermiques, allongé dans le grand axe des papilles dermiques de la paume de la main, de la plante des pieds, du bout des doigts, des orteils et des lèvres
- ◆ sa dendrite myélinisée pénètre par le pôle profond du corpuscule, perd sa gaine de myéline, se ramifie et se pelotonne sur elle-même.



◆ sa mince capsule du corpuscule comprend des cellules péri neurales et des fibres.  
Le corpuscule de Meissner est impliqué dans la sensibilité tactile fine, le degré de discrimination spatiale dépendant de la distance entre deux corpuscules voisins.

**c) Les terminaisons nerveuses encapsulées avec support** (Figure 12 ; voir section numéro 3)

Les terminaisons nerveuses encapsulées avec support contiennent dans leur capsule des éléments du tissu où elles se trouvent.

- L'extrémité dendritique et le support sont enveloppés dans une capsule formée par le périnèvre et un reste d'endonèvre.
- Le fuseau neuromusculaire sera décrit plus en détail dans le chapitre sur le muscle.
- Avec l'organe de Golgi, il participe à la régulation de la tension musculaire et intervient ainsi dans les réflexes posturaux qui permettent la station debout et le maintien de la tête.

**d) La structure neuroépithéliale**

La structure neuroépithéliale est l'association de dendrites et de cellules épithéliales qui reçoivent le stimulus. On observe ce genre de structure dans l'oreille (cellules auditives ciliées), les fosses nasales (cellules olfactives), la peau (cellule de Merkel) et la langue (cellules des bourgeons gustatifs).

**2.4.2 Terminaisons nerveuses effectrices**

Les terminaisons nerveuses effectrices sont les extrémités des axones. Elles provoquent ou modulent la concentration des tissus musculaires ou règlent la sécrétion des glandes.

- **Dans les glandes**, les terminaisons nerveuses effectrices proviennent des fibres non myélinisées du système nerveux autonome. Elles s'anastomosent en réseau en dehors de la membrane basale. De ce réseau partent des ramifications qui traversent la membrane basale et se terminent par une dilatation qui s'insère dans une invagination de la membrane plasmique de la cellule glandulaire.
- **Dans le muscle lisse**, les terminaisons nerveuses motrices dérivent de fibres nerveuses non myélinisées ; elles se terminent à distance des cellules musculaires.
- **Dans le muscle cardiaque**, l'axone myélinisé provient d'un motoneurone de la corne antérieure de la moelle épinière. Selon le muscle et la précision du mouvement demandé, une fibre motrice assure l'innervation de cellules musculaires squelettiques. L'ensemble formé par l'axone, la cellule musculaire forme une plaque motrice, que nous décrirons avec le muscle squelettique.

## CHAPITRE III : SYSTEME NERVEUX CENTRAL

### 3.1 GENERALITES

Le système nerveux central comprend l'encéphale enfermé dans la boîte crânienne et la moelle épinière qui occupe toute la longueur du canal vertébral. Il est symétrique par rapport au plan sagittal médian. Cette symétrie est totale du point de vue morphologique mais partielle du point de vue fonctionnel.

Le système nerveux central est organisé en substance blanche et en substance grise, disposées autour d'un canal. Il est enveloppé par les méninges.

### 3.2 SUBSTANCE GRISE

Elle est dite grise parce qu'elle représente l'ensemble des corps cellulaires des neurones. Sa distribution varie selon que l'on se trouve dans le cerveau, dans le cervelet ou dans la moelle épinière.

Les espaces interstitiels sont importants et la vascularisation est peu développée.

La glie y est composée d'oligodendrocytes et d'astrocytes fibreux.

### 3.3 SUBSTANCE BLANCHE

La substance blanche est l'ensemble des axones myélinisés qui parcourent le système nerveux central dans toutes les directions et sont associés en faisceaux. Ce sont les lipides de la myéline qui lui donnent son aspect blanchâtre.

Les espaces interstitiels sont importants et la vascularisation est peu développée.

La glie y est composée d'oligodendrocytes et d'astrocytes fibreux.

### 3.4 CELLULES GLIALES

#### 3.4.1 Astrocytes (Figure 14)

Les astrocytes sont les cellules de soutien du système nerveux central.

Ils interviennent dans les échanges entre les neurones et les vaisseaux.

Ils servent de guide aux cellules nerveuses dans leur migration au cours du développement embryonnaire.

- La surface de leur corps cellulaire et de leurs très nombreux prolongements est hérissée de fines expansions qui augmentent fortement le rapport entre la surface et le volume cellulaires.
- Leur cytoplasme contient de très nombreux microfilaments.
- Les prolongements astrocytaires forment autour des vaisseaux un manchon, "la membrane limitante gliale périvasculaire" ; celle-ci recouvre 99% de la surface des capillaires mais reste séparé de l'endothélium par un petit espace périvasculaire.
- D'autres prolongements s'accolent aux corps neuronaux et s'insinuent même près des fentes synaptiques. Chaque astrocyte forme ainsi avec un neurone et un vaisseau une unité angio-glio-neurale.

Ainsi, certains médicaments ne peuvent atteindre les cellules nerveuses que s'ils sont injectés dans les espaces méningés. On sait aujourd'hui que ce sont les cellules endothéliales des capillaires du système nerveux central qui sont responsables de cette perméabilité sélective.

#### 3.4.2 Oligodendrocytes

L'oligodendrocyte est une petite cellule du système nerveux central appartenant à la névroglie interstitielle (une cellule de soutien). On la retrouve aussi bien dans la substance grise que dans la substance blanche.

L'oligodendrocyte est une petite cellule. Son noyau est dense; elle possède des prolongements courts, à partir desquels se fait la myélinisation.

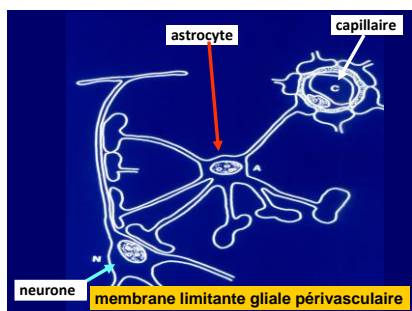
La myélinisation des neurones consiste en un enroulement progressif de leurs prolongements autour de l'[axone](#), puis un accollement des membranes et une fusion formant la [gaine de myéline](#).

- Un seul oligodendrocyte assure la myélinisation de plusieurs neurites. La cellule émet des prolongements en forme de voiles dont le bord s'invagine pour envelopper un axone.
- Ensuite, une des lèvres de l'invagination s'enroule autour du neurite, à l'intérieur de l'autre lèvre, pour réaliser une gaine de myéline caractéristique.

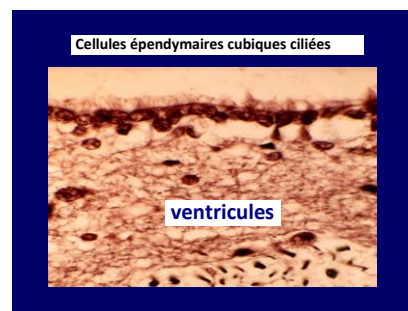
### 3.4.3 Cellules épendymaires (Figure 15)

Les cellules épendymaires limitent la lumière du tube neural ou canal épendymaire.

- Dans la moelle épinière, ce canal est collabé : les cellules épendymaires sont atrophiées et leur pôle basal est irrégulier.
- Dans l'encéphale, le canal épendymaire est délimité par un épithélium cubique simple;
- dans les quatre ventricules, les cellules sont cubiques ciliés.
- Dans le toit des ventricules, l'épithélium forme les plexus choroïdes, série de replis richement vascularisés qui projettent dans la cavité. Leurs cellules sont glandulaires, elles ont de longues microvillosités et leur cytoplasme est riche en mitochondries. Elles produisent le liquide céphalo-rachidien qui coule dans les ventricules et dans les espaces sous-arachnoïdiens des méninges. Ce liquide contient quelques protéines, des sels minéraux et du glucose. Son rôle est surtout mécanique : il allège le cerveau qui flotte littéralement dans la boîte crânienne et le protège des traumatismes.



**Figure 14** : Montrant les prolongements astrocytaires qui forment autour des vaisseaux "la membrane limitante gliale périvasculaire"



**Figure 15** : Montrant le canal épendymaire limité par un épithélium cubique cilié

### 3.4.5 Microglie

Les cellules de la microglie sont très ramifiées, elles possèdent un petit noyau allongé et dense et des prolongements fins et très ramifiés. Elles sont capables de mouvements et ont un pouvoir phagocytaire important.

## 3.5 ENVELOPPES NERVEUSES OU MENINGES

Deux feuillets enveloppent le système nerveux central et composent les méninges : ce sont le feuillet interne ou leptoméninge et ; le feuillet externe, ou pie-mère.

### 3.5.1 La leptoméninge

La leptoméninge dérive du tube neural. Elle comprend deux couches : la couche interne ou pie-mère et la couche externe ou arachnoïde.

- **La couche interne ou pie-mère**, est composée de cellules aplaties et adhère intimement au système nerveux central dont elle épouse tous les replis. Son chorion est en continuité avec le tissu conjonctif de la couche externe.
- **L'arachnoïde**, est un tissu aréolaire dont les travées, tapissées par des cellules aplaties, contiennent des fibres collagènes, des cellules conjonctives et des capillaires. Ses espaces sont remplis de liquide céphalo-rachidien.

### 3.5.2 La pachyméninge

**La pachyméninge ou dure-mère**, est un tissu conjonctif dense. Dans le crâne, elle se confond avec le périoste. Ses fibres collagènes ont une disposition longitudinale régulière dans le canal vertébral et irrégulière dans la boîte crânienne. On y trouve également des fibres élastiques et des fibroblastes.

- Sa couche externe est celluleuse et très vascularisée.
- Sa couche interne est fibreuse.

Les deux couches sont séparées au niveau des sinus veineux. La dure-mère est séparée de l'arachnoïde par un espace virtuel, *l'espace sous-dural*. Dans le crâne, elle se confond avec le périoste. Dans le canal vertébral, elle est séparée du périoste par l'espace épidual, rempli de tissu graisseux très vascularisé.

### 3.6 MOELLE EPINIÈRE

La moelle épinière est située dans le canal vertébral et s'étend depuis la première vertèbre cervicale jusqu'à la seconde vertèbre lombaire. Elle est cylindrique et divisée en deux par sillon ventral et un sillon dorsal. Elle est composée de substance grise centrale et de substance blanche périphérique.

#### 3.6.1 La substance blanche de la moelle épinière

Dans la substance blanche de la moelle épinière, les faisceaux de fibres nerveuses myélinisées sont regroupés en cordons. Les cordons descendants sont sensitifs et transportés par les cordons dorsaux ou latéraux. Les cordons descendants sont moteurs, la plupart sont ventraux.

#### 3.6.2 La substance grise de la moelle épinière

En coupe transversale, la substance grise a l'aspect d'un H dont les branches sont les cornes antérieures et postérieures et dont la partie transversale, la commissure grise, est traversée par le canal épendymaire.

### 3.7 ENCEPHALE

L'encéphale est formé du tronc cérébral, du cervelet et du cerveau.

#### 3.7.1 Tronc cérébral

Dans le tronc cérébral, la substance grise est dorsale et découpée en noyaux.

#### 3.7.2 Cervelet

Le cervelet comprend le vermis médian et deux hémisphères latéraux. Il est relié à la face dorsale du tronc par trois paires de pédoncules.

##### a) La substance blanche du cervelet

La substance blanche du cervelet est une *masse centrale volumineuse*, d'où partent des lames qui se divisent en lamelles. Elle contient des fibres :

- ◆ afférentes qui proviennent de la moelle, du bulbe ou l'oreille interne; elles font synapse avec les cellules de la couche granuleuse ou les cellules de Purkinje.
- ◆ efférentes qui se ramifient dans les noyaux gris de la base du cerveau et ailleurs dans le système nerveux central.

##### b) La substance grise du cervelet (Figures 17 a et 17b)

La substance grise du cervelet se situe *en périphérie et existe aussi sous forme de quatre paires de noyaux profonds*.

Le cortex cérébelleux comprend trois couches caractérisées chacune par type particulier de neurones.

##### a<sub>1</sub>) La couche externe ou couche moléculaire

La couche externe ou couche moléculaire, est pauvre en cellules mais riche en fibres. Ses cellules sont de petits neurones multipolaires dont les courts neurites sont tangentiels à la surface. Les cellules (10 - 15  $\mu$ ) étoilées, sont situées dans la partie interne;

- leurs dendrites se dirigent vers la surface du cortex et s'y épanouissent tangentiellement;
- leur axone, parallèle à la surface, émet de nombreuses collatérales qui s'enfoncent vers la couche ganglionnaire et font synapse avec les cellules de Purkinje.

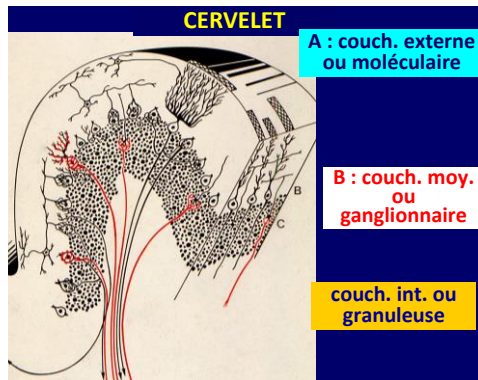
##### a<sub>2</sub>) La couche ganglionnaire

La couche ganglionnaire contient une rangée unique de volumineuses cellules de Purkinje. Ces cellules, hautes d'environ 60  $\mu$ , sont piriformes et disposées en une rangée régulière. Leur volumineux noyau est sphérique;

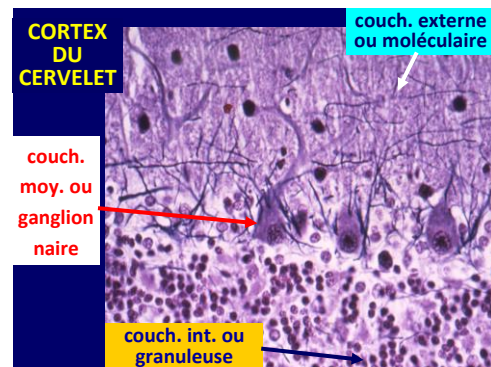
- leur dendrite quitte le péricaryon au sommet de la cellule, s'enfonce dans la couche moléculaire et occupe, par ses ramifications en espalier, une petite zone rectangulaire de la partie superficielle de la couche moléculaire.
- L'axone, unique, du pôle interne du péricaryon et rejoint les noyaux cérébelleux profonds.

### a3) La couche granuleuse interne

La couche granuleuse est interne. Son aspect granuleux en microscopie optique est dû à la présence de corps cellulaires de neurones.



**Figure 17a** : Montrant les trois couches des corps cellulaires de neurone dans le cortex cérébelleux



**Figure 17b** : Montrant les trois des corps cellulaires de neurone dans le cortex cérébelleux

## 3.7.3 Cerveau

### a) *La substance blanche du cerveau*

La substance blanche du cerveau est sous-corticale et formée d'un lacis de fibres myélinisées :

- les fibres associatives relient deux zones corticales d'un même hémisphère.
- les fibres commissurales relient des zones corticales des deux hémisphères
- les fibres de projection connectent le cortex avec des centres sous-corticaux.
- les fibres pyramidales, sont des exemples de fibres de procession. Leur faisceau quitte la zone motrice se termine dans la moelle épinière. Ils font synapse avec les motoneurones alpha de la corne antérieure, stimulant ainsi les mouvements volontaires.

### b) *La substance grise du cerveau*

La substance grise grâce aux très nombreux replis, représente près de 2,2 m<sup>2</sup>. Elle comprend les noyaux profonds et le cortex cérébral dont la surface. Il contient environ dix milliards de neurones.

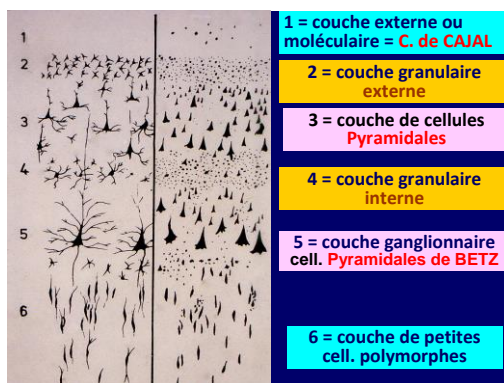
On peut décrire le cortex, sur le plan histologique, à partir des couches de cellules (cytoarchitectonie) ou à partir des fibres (myéloarchitectonie).

Du point de vue cytoarchitectonique, schématiquement les six couches se disposent de la façon suivante :

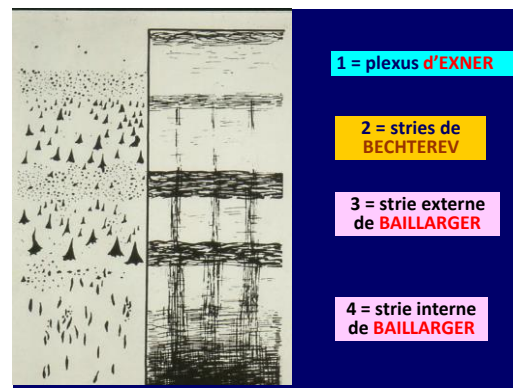
- la couche moléculaire**, la plus externe, contient quelques cellules de Cajal.
- la couche des grains externe** est composée de petits neurones récepteurs aux dendrites courtes et ramifiées. Leurs axones sont en relations avec les neurones de la couche 1 ou directement avec les cellules effectrices. Cette couche reçoit les informations des couches effectrices des zones corticales du même hémisphère.
- La couche des cellules pyramidales** de taille petite ou moyenne est effectrice et envoie ses informations aux couches 2 ou 5 de zones corticales différentes du même hémisphère. Ce sont donc des neurones d'association.

- b<sub>4</sub>) **La couche granulaire interne** contient des cellules réceptrices assurant la transmission des informations venant des zones sous-corticales vers les couches effectrices 3 et 5.
- b<sub>5</sub>) **La couche ganglionnaire** contient les grosses cellules pyramidales de Betz et un petit nombre de cellules associatives. Les axones des cellules pyramidales conduisent les influx moteurs vers les étages sous-corticaux. C'est donc la couche la plus développée des aires corticales motrices.
- b<sub>6</sub>) **La couche des cellules polymorphes**, au grand axe perpendiculaire à la surface corticale, a des dendrites qui recueillent des informations dans la couche 1. Leurs axones pénètrent dans la substance blanche et rejoignent, via les commissures, la zone 5, de la région homologue de l'hémisphère opposé.

- Du point de vue myéloarchitectonique, le cortex comprend quatre bandes myélinisées parallèles à la surface :
- **plexus d'Exner** = la première bande ; elle est située dans la couche moléculaire ;
  - **strie de Bechterev** = la seconde bande ; elle est située entre les couches 2 et 3
  - **strie externe de Baillarger** = la troisième bande ; elle occupe la couche granulaire interne
  - **strie interne de Baillarger** = la dernière bande ; elle est localisée dans la zone profonde de la cinquième couche.
- Du point de vue fonctionnel, les différentes zones corticales assurent des fonctions très différentes.
- Dans la zone sensitive primaire, certains neurones reçoivent les informations de la main, d'autres du bras, d'autres encore de l'épaule de sorte qu'il existe une véritable carte de notre représentation somato-sensorielle au niveau du cortex sensitif.
  - La taille de l'aire sensitive corticale ne dépend pas de la taille du membre dont elle reçoit les influx, mais bien de la précision avec laquelle les stimuli sensitifs
  - doivent être analysés. La même chose existe dans les zones motrices, visuelles ou auditives.



**Figure 18a** : Montrant la succession des six couches des corps cellulaires de neurone dans le cortex cérébral



**Figure 18b** : Montrant la succession des quatre couches des neurites du cortex cérébral