

Physiologie du tissu nerveux

Dr SELOUANI, M.A en neurophysiologie
clinique, faculté de médecine d'Oran

Année universitaire : 2023-2024

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ibn Khaldoun Tiaret
Annexe de médecine

Le tissu nerveux

Plan :

- ⊙ I-Introduction / généralités.
- ⊙ II-Organisation du système nerveux.
- ⊙ III- Structure du neurone.
- ⊙ IV-Les cellules gliales.
- ⊙ V-Classification des neurones.
- ⊙ VI-Propriétés électriques du neurone.
- ⊙ VII-Fonctions du système nerveux.
- ⊙ VIII-Conclusion.



I/-Introduction :

Le tissu nerveux est spécialisé dans la conduction, la transmission et le traitement des informations. Présent dans toutes les régions du corps, constitué de deux types de cellules ; **les neurones** qui représentent l'unité fonctionnelle de transfert d'information et **les cellules gliales** qui jouent un rôle de soutien mécanique et métabolique.

Le tissu nerveux trouve son origine dans le feuillet externe de l'embryon, dès la troisième semaine de la vie gestationnelle.

II/-Organisation du tissu nerveux:

On est ainsi conduit à distinguer sur le plan anatomique **un système nerveux central** (le névraxe) et **un système nerveux périphérique** (les nerfs et leurs ganglions).

*****Le Système nerveux central** ou **névraxe**, SNC : concentré à l'intérieur du crâne et de la colonne vertébrale qui le protègent, constitué de haut en bas par **l'encéphale** (cerveau, tronc cérébral et cervelet) prolongé par **la moelle épinière**.

Ainsi constitué, le névraxe bénéficie **d'une triple protection** :

** Une première protection, mécanique, est assurée par les **os du crâne pour l'encéphale** et par ceux du rachis pour la moelle épinière.

** Une seconde protection est représentée par les **méninges** qui forment trois enveloppes conjonctives entre l'os et le tissu nerveux : **la dure-mère**, épaisse et résistante, qui tapisse l'ensemble des cavités osseuses ; **la pie-mère**, mince et nourricière, qui emballe le tissu nerveux en s'invaginant à chaque repli ; **l'arachnoïde**, située entre les deux précédentes, et qui forme l'espace sous-arachnoïdien où circule **le liquide céphalo-rachidien**.

** Enfin, une dernière protection est assurée par le **liquide céphalorachidien** lui-même qui circule entre la pie-mère et l'arachnoïde et qui joue le rôle de coussinet hydraulique permettant d'amortir les chocs.

*** **Le système nerveux périphérique** ; SNP, en parfaite continuité avec le SNC, est formé par les ganglions et les nerfs périphériques qui irradient du névraxe vers tous les points de l'organisme, assurant l'acheminement des informations vers le SNC et celui des ordres du SNC vers les effecteurs périphériques.

Selon leur composition en fibres, on distingue :

** **Les nerfs sensitifs** qui ne renferment que **des afférences**.

** **Les nerfs moteurs** qui ne renferment que **des efférences**.

** **Les nerfs mixtes** qui contiennent les deux types de fibres.

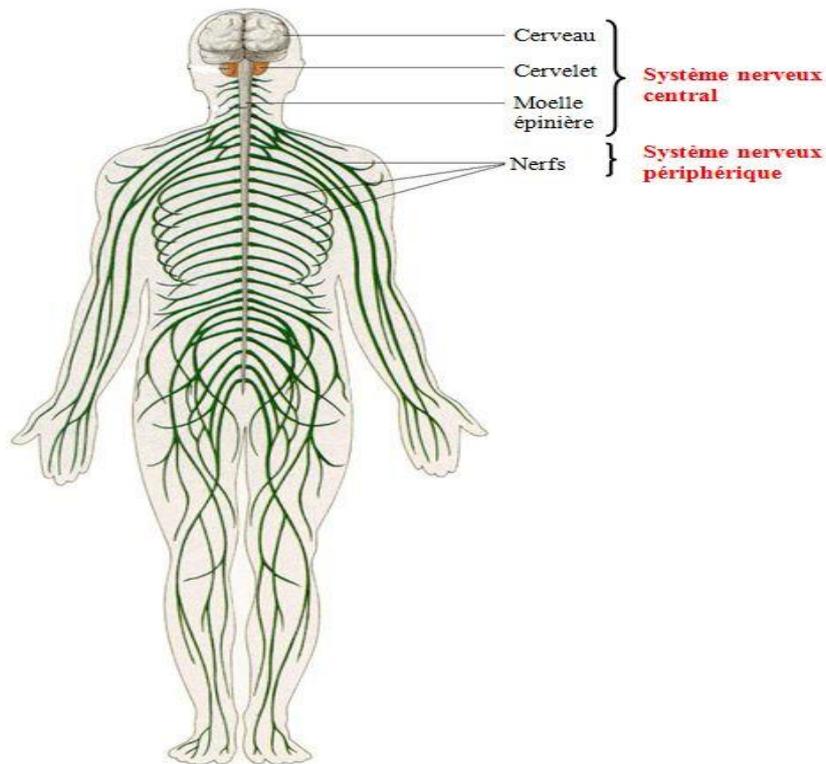


Figure 1 : L'organisation anatomique du système nerveux.

III/-Structure du neurone :

La cellule nerveuse, ou neurone est formée d'un **corps cellulaire** (soma ou pericaryon) et de **prolongements**. Ces prolongements sont de deux types: **les dendrites** et **l'axone**.

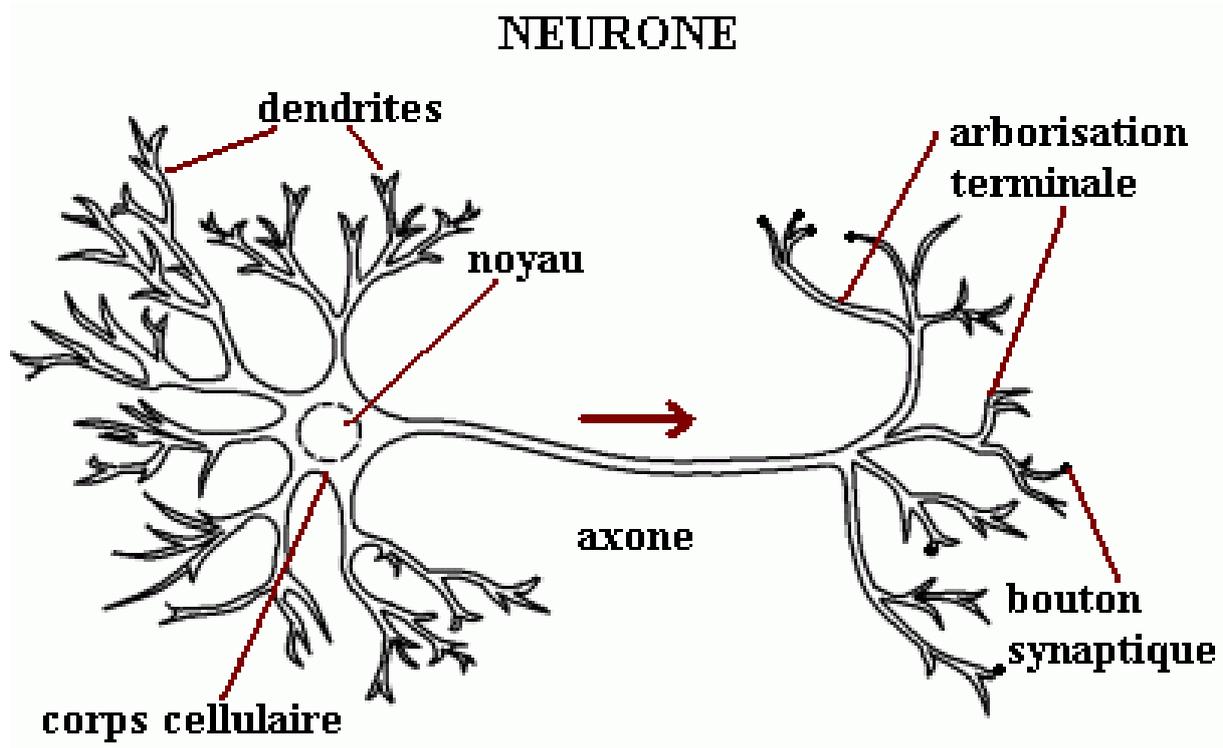


Figure 2 : Structure macroscopique d'un neurone.

1- Le corps cellulaire :

Le corps cellulaire, appelé soma, de taille très variable suivant le type de neurone. Comme toutes les cellules, les corps cellulaires des neurones contiennent un noyau et du cytoplasme.

- **Noyau central**, clair, nucléole central volumineux.

- **Cytoplasme** qui comporte des organites non spécifiques, communs à toutes les cellules et spécifiques au neurone.

- **Les organites non spécifiques** : les mitochondries, l'appareil de golgi, les ribosomes, le réticulum endoplasmique lisse, les lysosomes, les microfilaments et les microtubules.

- **Les organites spécifiques** : les corps de Nissl et les neurofilaments.

***Les corps de Nissl** : identifient le réticulum endoplasmique rugueux d'un neurone. Les granules de Nissl sont des accumulations basophiles qui se trouvent dans le cytoplasme de cellules nerveuses. Ces granules du réticulum endoplasmique rugueux sont des sites de synthèse protéique. Les corps de Nissl se trouvent dans le péricaryon et dans la première partie des dendrites; ils sont absents dans l'axone et dans le cône axonique (le cône d'implantation de l'axone).

***Les neurofilaments** : ont une taille intermédiaire entre les microtubules et les microfilaments (10 μm). Comme ils sont formés de longues chaînes protéiques très comprimées ; ils sont à la fois plus stables et plus rigides que les autres filaments.

2-Les dendrites :

Les dendrites (dendrite signifie arbre en grec) sont des prolongements de longueurs variables, de diamètre généralement plus gros que celui de l'axone mais qui diminue en allant ; corps cellulaire vers l'extrémité distale.

Les dendrites reçoivent les connexions provenant d'autres neurones. Ces connexions s'établissent par l'intermédiaire de structures membranaires spécialisées appelées **synapses**. Celles-ci sont situées soit sur la dendrite lui-même, soit sur des excroissances de la dendrite de formes pointues appelées *épines dendritiques*.

3-L'axone :

L'axone a son origine au niveau d'une zone renflée du corps cellulaire appelée **cône axonal**, **cône d'implantation**. Il a un diamètre régulier (reste constant) allant de 1 à 20 μm . Sa longueur est variable selon le type de neurone.

Le long de son trajet, l'axone donne des collatérales plus ou moins nombreuses dont certaines viennent ré-innover le corps cellulaire duquel il émerge.

La partie terminale de l'axone est en général arborisée et chaque arborisation se termine par une région spécialisée nommée **bouton synaptique**, grâce à ces derniers l'axone établit des connexions avec les autres neurones. L'axone, *conduit l'information* sous forme de potentiel d'action.

L'axone est constitué d'une enveloppe, *l'axolemne* et d'un cytoplasme appelé **axoplasme**.

L'axoplasme est dépourvue de corps de Nissl et d'appareil de Golgi. Les organites et éléments du cytosquelette s'alignent ici longitudinalement, parallèlement à l'axe de l'axone. L'axoplasme ne peut assurer la synthèse et le renouvellement des macromolécules qui le constituent.

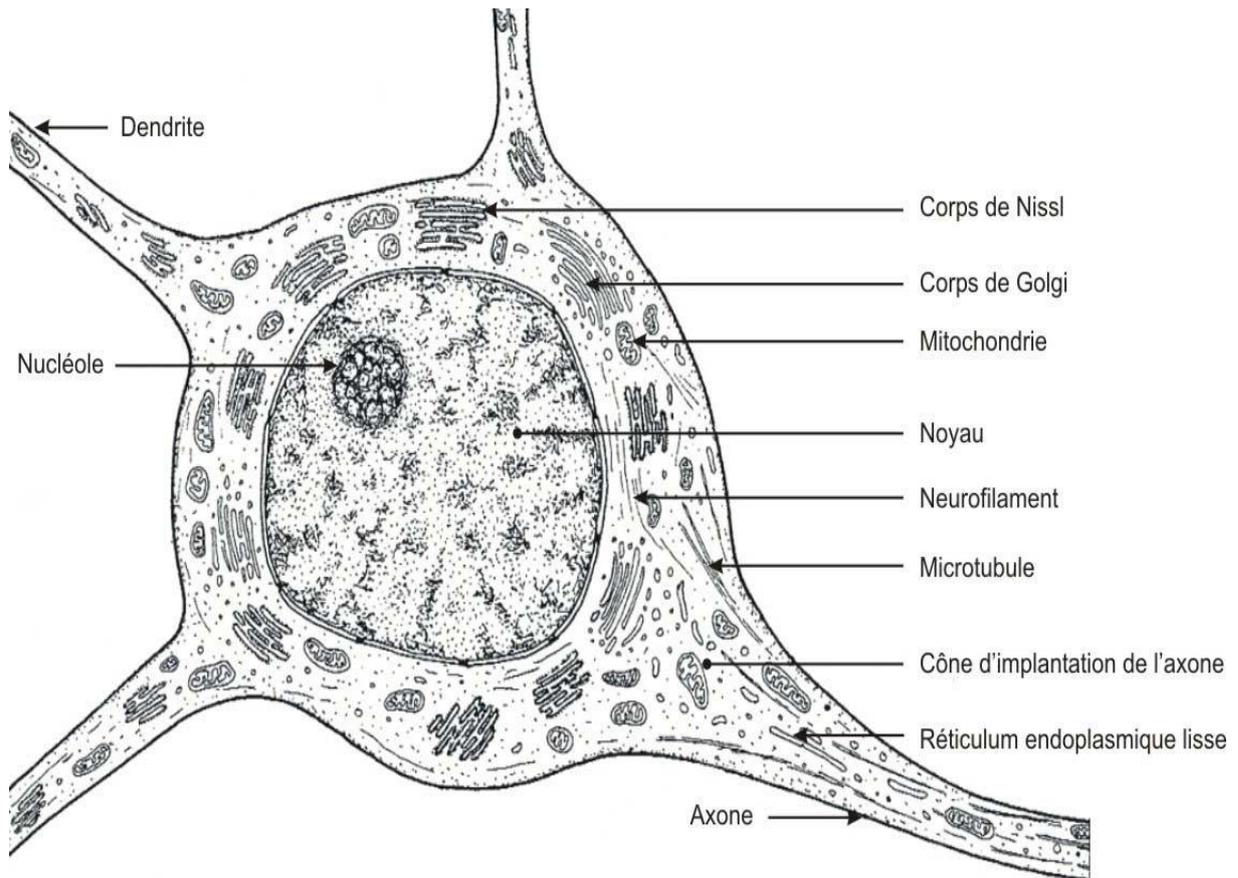


Figure 3 : l'ultrastructure du neurone.

L'axone représente une *voie de transport* ; **le transport axonal** ; il existe dans l'axone deux grands systèmes de transports de substances dans les deux sens : **le transport antérograde**, du soma vers les terminaisons nerveuses, des protéines synthétisées par le corps neuronal transportées le long de l'axone et **le transport rétrograde** des terminaisons vers le soma des produits dégradés retournant au corps.

- **Le flux axoplasmique ; transport axonal antérograde rapide** : permet le renouvellement et la maintenance de la membrane axonale et en particulier des canaux ioniques voltage-dépendants. Il est de 400 mm par jour dans les axones des motoneurones médullaires (250 mm dans les axones du système nerveux central). Ce flux transporte surtout les protéines membranaires, les vésicules synaptiques, des glycoprotéines et l'acétylcholinestérase. Ce transport est assuré par les microtubules.
- **Le flux axoplasmique antérograde lent** : a une première composante à 01 mm par jour dans les neurones périphériques qui correspond au déplacement de la tubuline (Dans les axones centraux, la vitesse de moitié). Une seconde composante de 02-05 mm par jour transporte l'actine, les enzymes glycolytiques et les autres filaments. Le flux lent transporte donc principalement les éléments de maintenance du cytosquelette.

- **Le flux axoplasmique rapide rétrograde** : sert au retour vers le corps cellulaire des produits de dégradation des éléments de l'axone à la vitesse de 150—200 mm par jour dans les axones périphériques. Outre un rôle de recyclage, il joue aussi un rôle d'information du corps neuronal sur la situation de la partie distale de l'axone. Il transporte ainsi les vésicules axonales qui seront dégradées par les lysosomes du corps cellulaire.
- **Le flux des mitochondries** : s'effectue dans le sens antérograde pour approvisionner le bouton synaptique. Il s'agit en fait d'un va-et-vient permanent dont le flux net journalier est de 10 à 40 mm par jour. Lorsque les mitochondries ne sont plus fonctionnelles, elles dégèrent en corps multilamellaires qui sont transportés par le flux rétrograde pour être dégradés par les lysosomes.

Certains axones sont entourés d'une gaine lipidique: **la gaine de myéline**. Celle-ci est constituée de feuillets concentriques. Ces feuillets sont créés par l'enroulement périodique de la membrane de cellules gliales particulières autour de l'axone.

La présence de la gaine lipidique protège l'axone et permet une **accélération de la conduction**. D'autres axones sont non myélinisés (amyéliniques), et leur vitesse de conduction est nettement plus faible.

La gaine de myéline est régulièrement interrompue, laissant l'axone à nu au niveau de courtes régions qui portent le nom de **nœuds de Ranvier**.

IV/-Les cellules gliales :

Représentent 90% des cellules du cerveau de l'homme, elles assurent un double rôle ; de soutien mécanique et métabolique des neurones, on distingue différents types de cellules gliales.

Dans le système nerveux central : il s'agit d'**astrocytes**, d'**oligodendrocytes** et de **microglie**, dans le système nerveux périphérique c'est **les cellules de Schwann**.

-Les astrocytes : de petite taille, leurs rôles sont le maintien du fonctionnement synaptique, barrière fonctionnelle entre le sang et les neurones à travers **les pieds vasculaires**. Ils régulent la composition du liquide extracellulaire qui baigne les neurones et jouent également un rôle de soutien en participant à leur migration et à leur croissance au cours de leur développement.

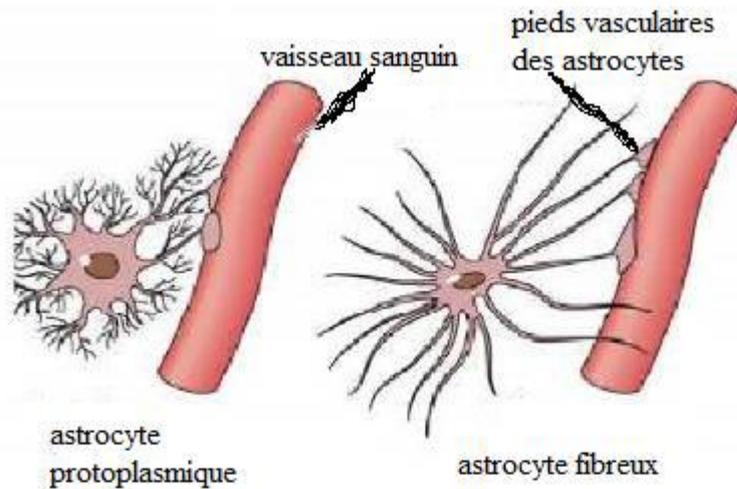


Figure 4 : Les astrocytes.

*L'**astrocyte protoplasmique**, il se situe dans la substance grise et possède des prolongements courts et très ramifiés.

*L'**astrocyte fibreux**, il se situe dans la substance blanche et possède des prolongements longs et peu ramifiés.

-Les **oligodendrocytes** : forment la gaine de myéline autour de certains axones du système nerveux central.

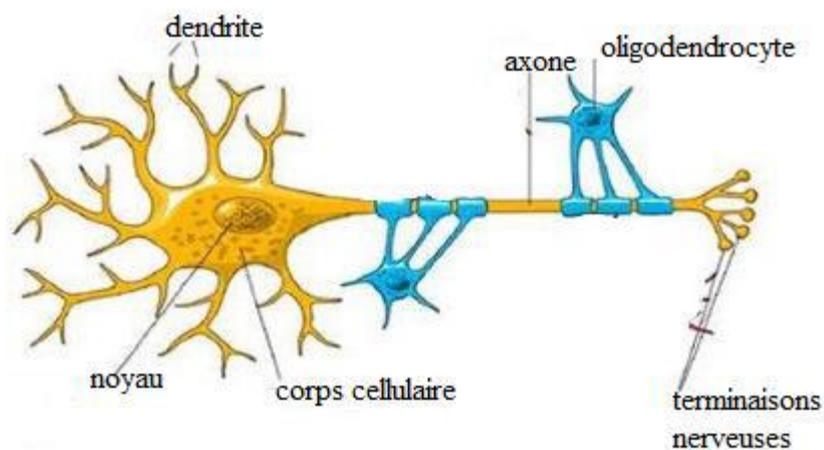


Figure 5 : Les oligodendrocytes

Les microglies : elles sont dites amiboïdes possédant alors des propriétés de phagocytose et de mobilité, elles éliminent alors par phagocytose les substances étrangères qui pourraient pénétrer par le liquide céphalorachidien.

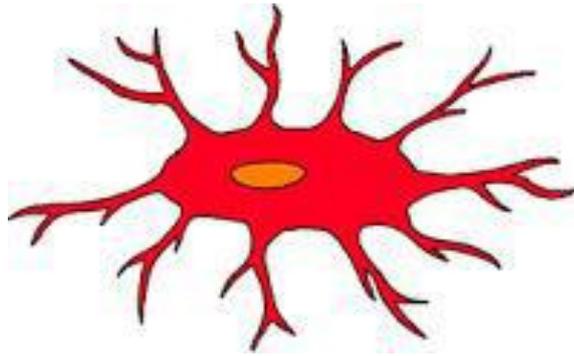


Figure 6 : Une microgliocyte.

-Les cellules de Schwann : forment la gaine de myéline autour des axones périphérique (du système nerveux périphérique), ces cellules jouent un rôle dans l'accélération de la conduction nerveuse et dans la régénérescence des fibres nerveuses périphériques en cas de lésion. Elles Enveloppent tous les axones dans le système nerveux périphérique, son noyau est allongé dans le sens de la fibre et le cytoplasme renferme des mitochondries, des microfilaments, des vésicules de pinocytose et des lysosomes.

Il existe 2 types de fibres nerveuses périphériques en fonction de la différenciation des cellules de Schwann :

***Les fibres amyéliniques.

***Les fibres myélinisées.

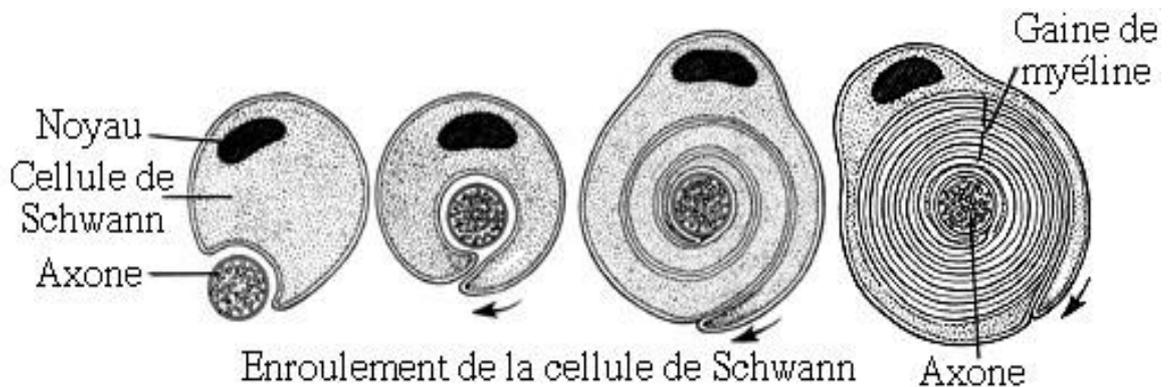


Figure 7 : Les cellules de Schwann.

A noter que la membrane qui tapisse l'intérieur des cavités ventriculaires du système nerveux central y compris le canal qui parcourt la moelle épinière sur toute sa longueur contient des cellules de revêtement de type épithélial qui ont une forme variable ; cubique ou prismatique, ciliées possédant des microvillosités qui sont **les cellules épendymaires** ou **les épendymocytes**.

Ces épendymocytes forment une barrière de diffusion entre le LCR et le liquide interstitiel ou baignent les cellules nerveuses dont le battement des cils facilite la circulation du liquide céphalo-rachidien qui forme un coussin protecteur du SNC.

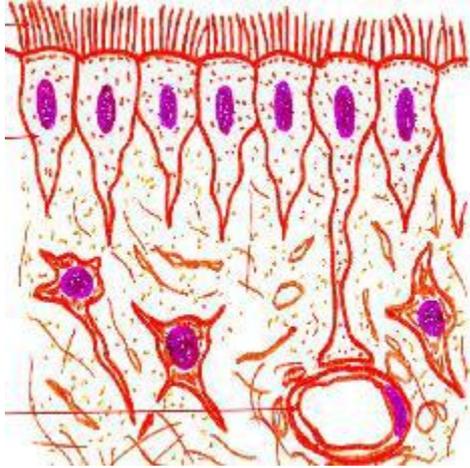


Figure 8 : Les épendymocytes.

V/- Classification des neurones :

Plusieurs classifications des neurones ont été proposées ; permis les quelles:

- **Selon la morphologie.
- **Selon la fonction.
- **Selon le neurotransmetteur secrété.

...ect .

A/-Classification des neurones selon la morphologie du corps cellulaire :

La forme du soma et du rameau dendritique permettent par ailleurs de distinguer quatre grands types morphologiques :

- ** **les neurones multipolaires** : qui présentent de nombreuses dendrites très ramifiées.
- ** **les neurones pyramidaux** : qui présentent également de nombreuses dendrites, en particulier une dendrite apicale (au sommet du soma) opposée à l'axone, extrêmement ramifiée.
- ** **les neurones bipolaires** : qui ne possèdent qu'une seule dendrite opposée à l'axone
- ****les neurones unipolaires ou neurones en T** : que l'on rencontre dans les ganglions sensitifs.

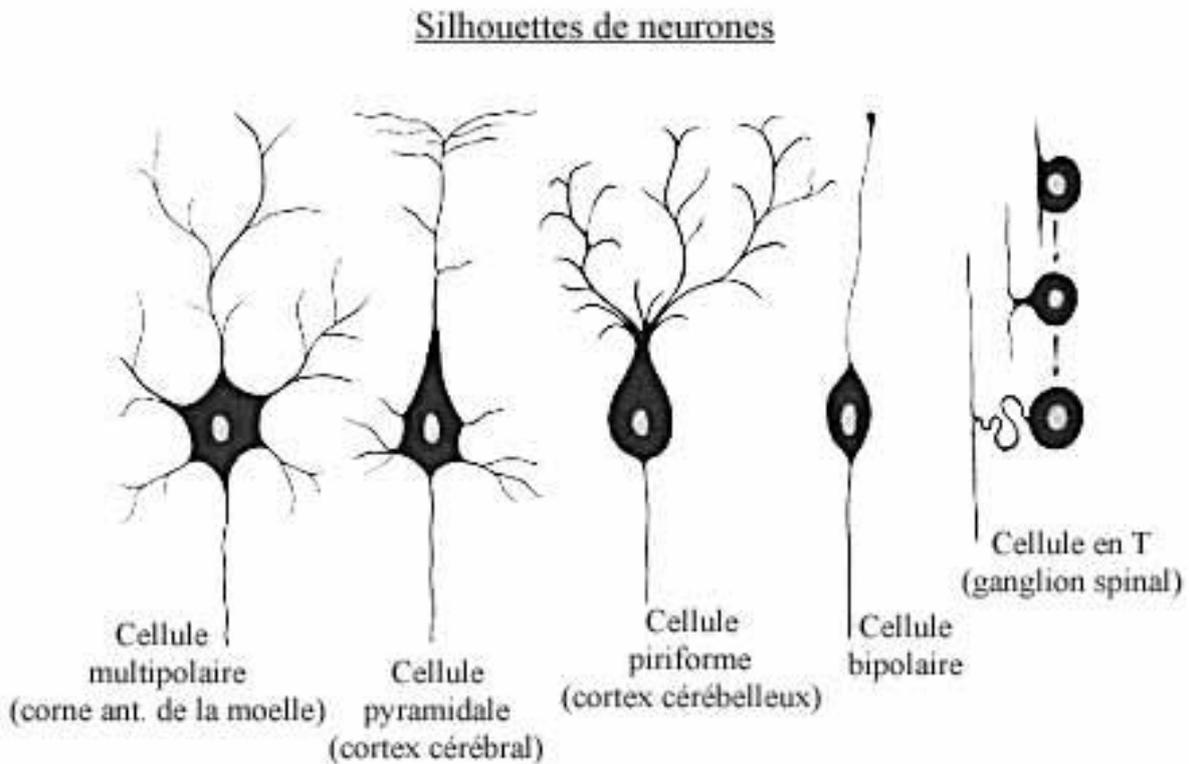


Figure 8 : Les différents types morphologiques du corps cellulaires neuronaux.

B/- Classification des neurones selon la fonction :

**Neurones moteurs.

**Neurones sensitifs.

** Interneurones.

C/-Classification des neurones selon le neurotransmetteur secrété :

**Les neurones cholinergiques.

**Les neurones adrénargiques.

**Les neurones gabaergiques.

**Les neurones glutaminergiques.

...ect.

VI/- Les propriétés électriques du neurone :

Les neurones ont deux propriétés physiologiques : l'**excitabilité**, c'est-à-dire la capacité de répondre aux stimulations et de convertir celles-ci en impulsions nerveuses, et le **conductivité**, c'est-à-dire la capacité de transmettre les impulsions.

VII/-Les fonctions du système nerveux :

Notre système nerveux s'acquitte de tâches nombreuses et complexes. Il nous permet de percevoir différentes odeurs (sensations), de parler (langage) et de nous rappeler les événements (mémoire) ; il émet aussi les signaux qui déterminent les mouvements du corps et régule le fonctionnement des organes internes.

Ces tâches se regroupent en trois fonctions fondamentales : **la fonction sensorielle**, **la fonction intégrative** et **la fonction motrice**.

a/-La fonction sensorielle :

Des structures spécialisées détectent **les stimuli internes** et **les stimuli externes** et transmettent les informations reçues via des voies nerveuses **afférentes** à l'encéphale et à la moelle épinière par l'intermédiaire des nerfs crâniens et des nerfs spinaux.

b/-La fonction intégrative :

Le système nerveux intègre ou traite l'information sensorielle. Pour ce faire, il analyse l'information et en emmagasine une partie, puis il décide des réponses à y apporter.

c/-La fonction motrice :

Une fois que l'information sensorielle est intégrée, le système nerveux peut y répondre, c'est-à-dire qu'il peut déterminer la réponse motrice à y apporter. Les voies qui véhiculent cette fonction sont les voies nerveuses **efférentes**.

VIII/-Conclusion :

Grâce à sa structure hautement spécialisée, le neurone code l'information par une combinaison de signaux électriques (PR, PA et P synaptique) et chimiques (transmission synaptique).