
Le tissu nerveux

1ère année médecine
Cours de neurophysiologie

Dr Ardjoun Z

UNIVERSITE DE DJILLALI LIABES
SIDI BEL ABBES
FACULTE DE MEDECINE TALEB MORAD

Le neurone - les cellules gliales.

Introduction

Le neurone

Définition

Structure :

A/ Organisation générale

B/ Composition structurale du neurone

1-Le corps cellulaire

2-Les dendrites

3-L' axone :

Contenu cytoplasmique.

Transport axonal

Classification des neurones :

Classification structurale :

A/ Le nombre de prolongement.

B/ La forme du soma.

Classification fonctionnelle:

Les cellules gliales

La névroglie des centres nerveux

Les gliocytes du SNP

Conclusion

Introduction

Malgré la complexité et la densité cellulaire du tissu nerveux, il n'est constitué que de deux catégories de cellules : les neurones et les cellules gliales.

Les neurones traitent l'information et l'adressent à d'autres neurones :

Les neurones sont des cellules hautement spécialisées utilisant des signaux électrochimiques pour coder les informations transmises à des régions spécifiques du cerveau.

Les groupes de neurones sont organisés en circuits qui traitent l'information spécifiques en intervenant dans de nombreuses fonction intégrées, qui vont du simple reflexe aux processus plus complexes comme : la perception, la cognition et l'activité motrice.

La glie participe aux fonctions métaboliques des neurones :

A l'inverse, les cellules gliales ne transmettent pas de signaux mais sont indispensables au maintien des fonctions cellulaires et métaboliques des neurones.

Le neurone

Définition :

Le neurone, unité fonctionnelle du système nerveux, est responsable de l'émission et de la propagation du message nerveux.

C'est une cellule "*excitable*", qui transmet et propage, en fonction des informations qu'elle reçoit, des signaux électriques. Cette propriété est due à la présence, dans la membrane plasmique, de protéines spécifiques, qui laissent passer certains ions : *les canaux ioniques*.

C'est aussi une cellule "*sécrétrice*" très particulière, dont le produit de sécrétion est le neurotransmetteur.

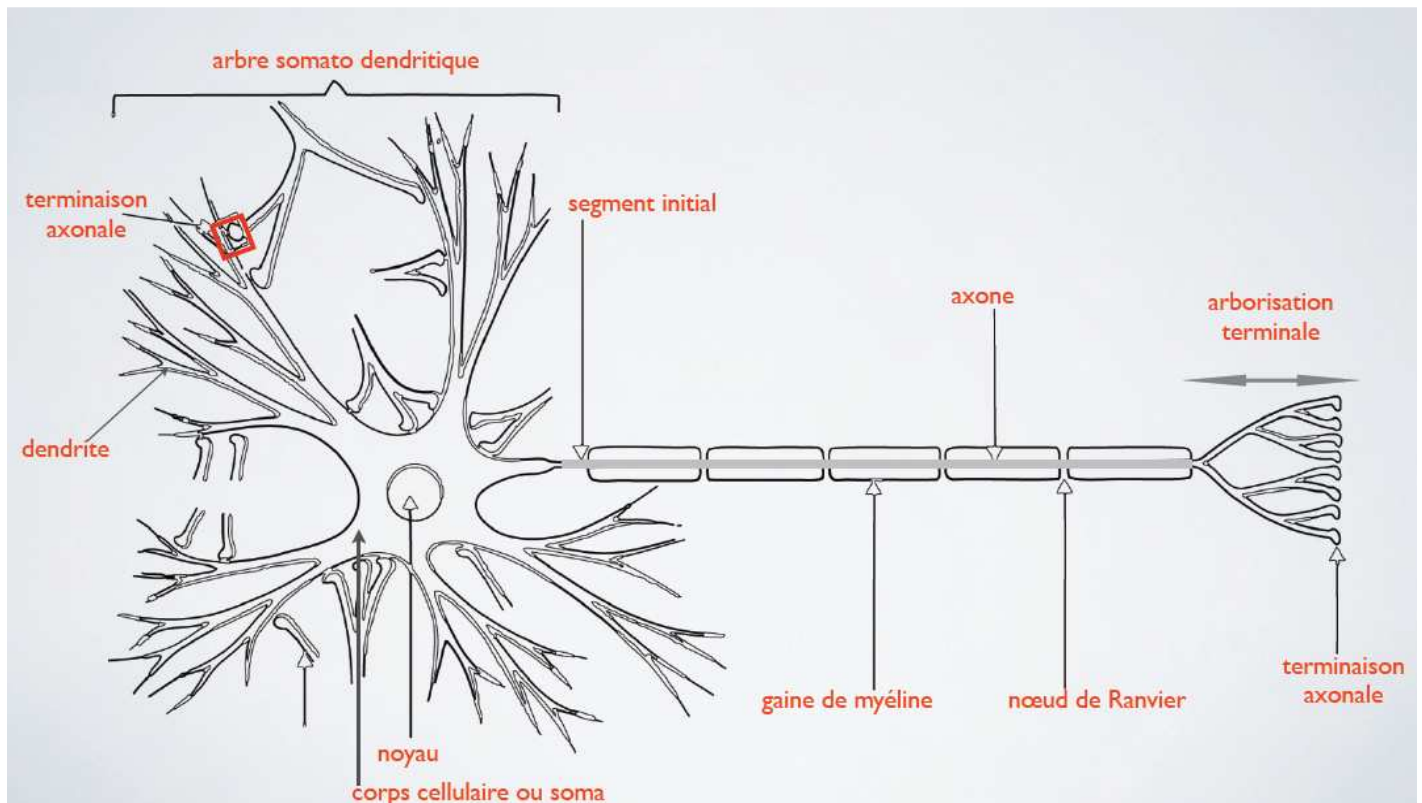
La sécrétion, très focalisée et dirigée uniquement vers les cellules avec lesquelles le neurone est connecté, se fait au niveau **des synapses**.

Le neurone diffère ainsi (à quelques exceptions près) des autres cellules sécrétrices de l'organisme comme les cellules hormonales, qui libèrent leur produit de sécrétion dans la circulation sanguine (sécrétion endocrine).

Les **neurones** possèdent d'autres caractéristiques :

- Ils ont une longévité extrême ;
- les neurones sont amitotiques. Ils ont perdu leur aptitude à la mitose, ils ne pourront être remplacés s'ils sont détruits ;
- métabolisme particulier : la vitesse du métabolisme des neurones est élevée. De ce fait, ils requièrent un approvisionnement continu et abondant en O₂ et en glucose.
- cellules polaires.

Structure



Structure générale du neurone

A/ Organisation générale

Malgré leur diversité, les neurones ont des caractères communs.

Le neurone est constitué de trois principales parties :

- Un corps cellulaire appelé également soma: est la partie du neurone qui contient le noyau cellulaire et le cytoplasme qui l'entoure ou péricaryon.
- Des prolongements arborescents que l'on appelle également des dendrites et susceptibles de **recevoir** de l'information.
- Un axone unique ayant la capacité d'**acheminer de l'information** vers d'autres cellules.

Un axone possède également la capacité de se scinder en différentes branches : qui elles-mêmes se ramifient davantage en terminaisons axoniques.

Chaque terminaison axonique possède une extrémité appelée bouton terminal.

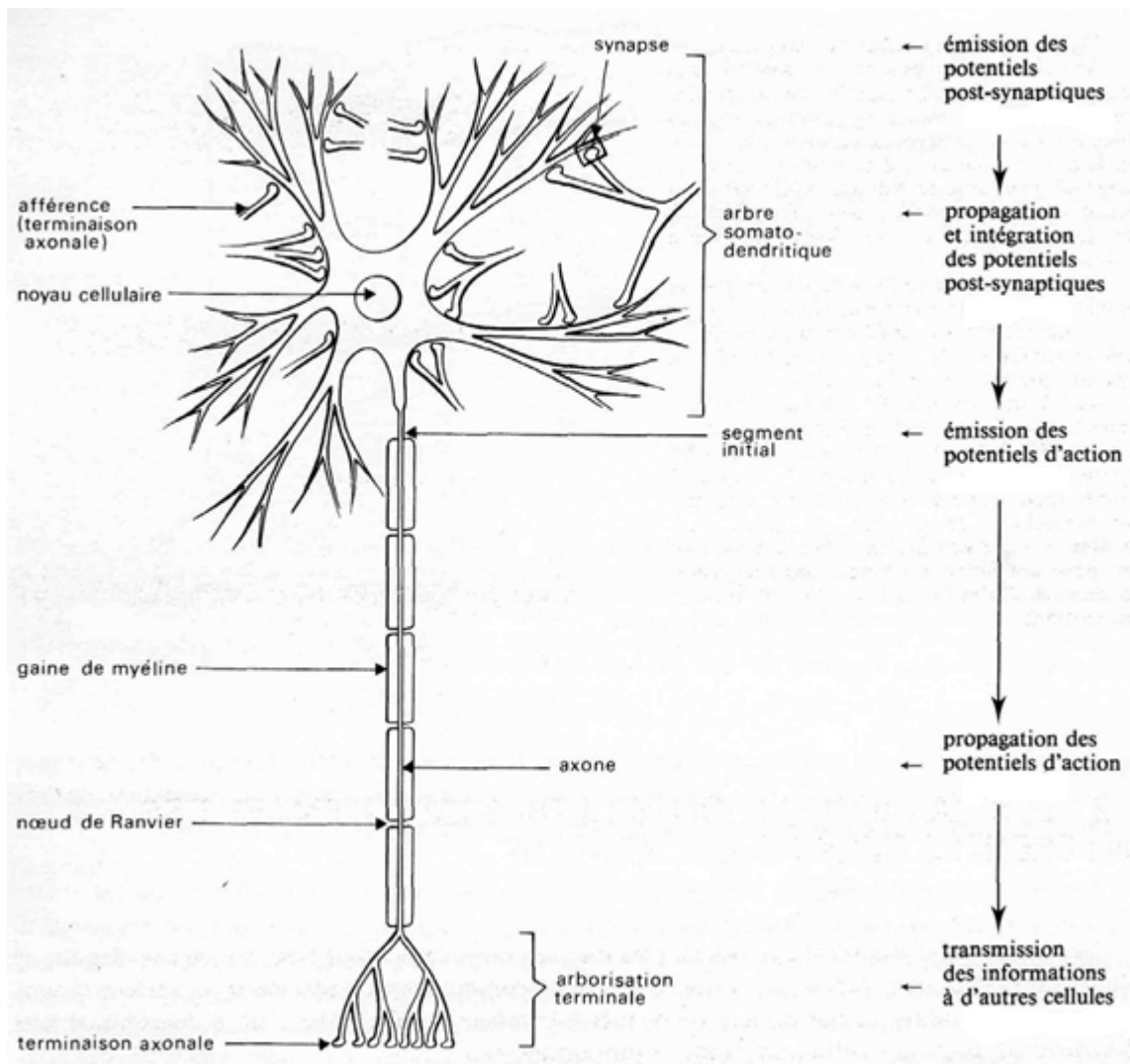


Schéma explicatif de la polarité des neurones.

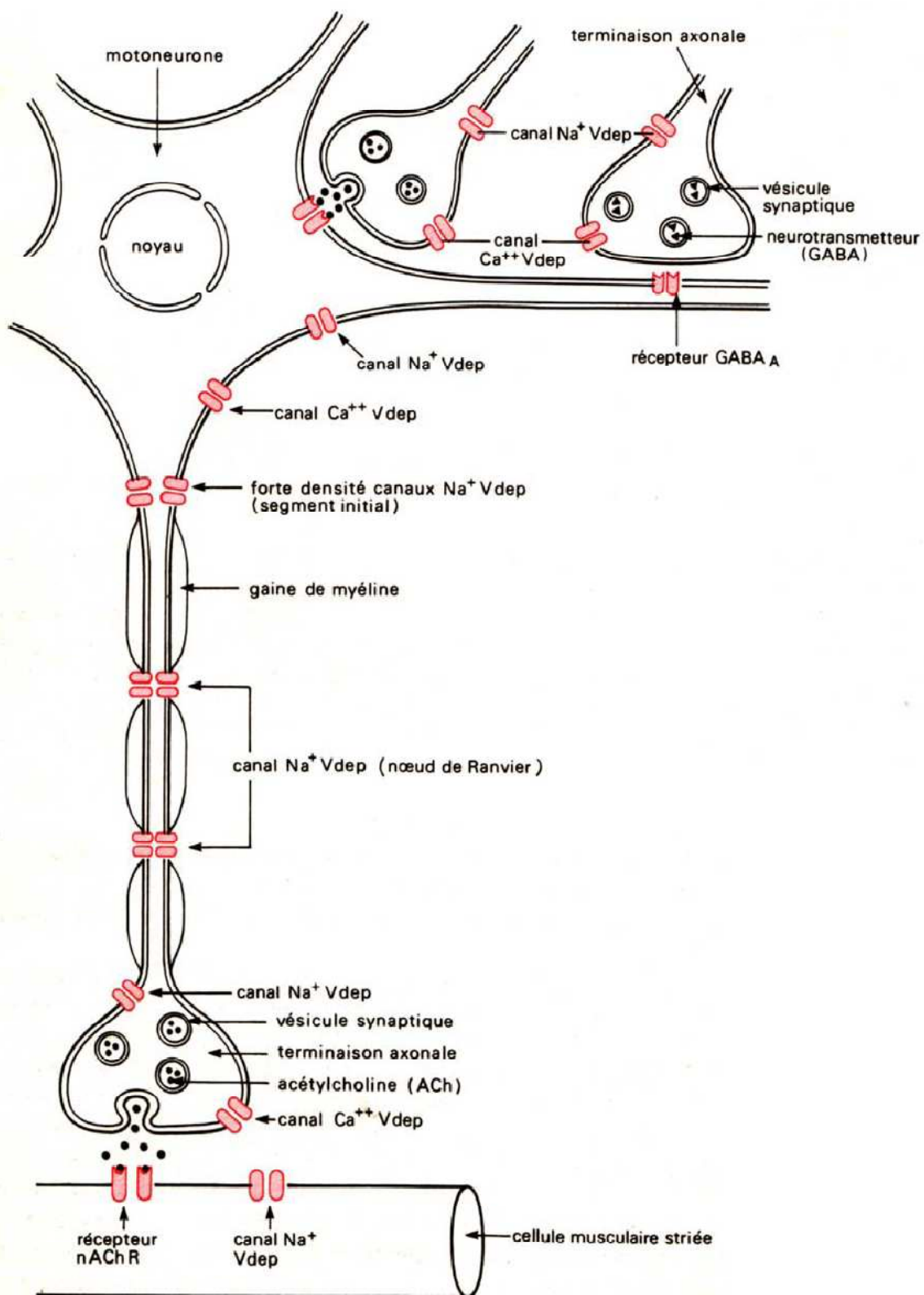
Le compartiment somato-dendritique d'un neurone reçoit de nombreuses informations venant d'autres neurones auxquels il est connecté par des synapses.

Au niveau de chacune de ces synapses le neurone élabore des potentiels post-synaptiques en réponse à l'activité synaptique (en réponse aux neurotransmetteurs).

Ces potentiels post-synaptiques se propagent et se somment dans le compartiment somato-dendritique. Ils sont ainsi conduits jusqu'au **segment initial** de l'axone.

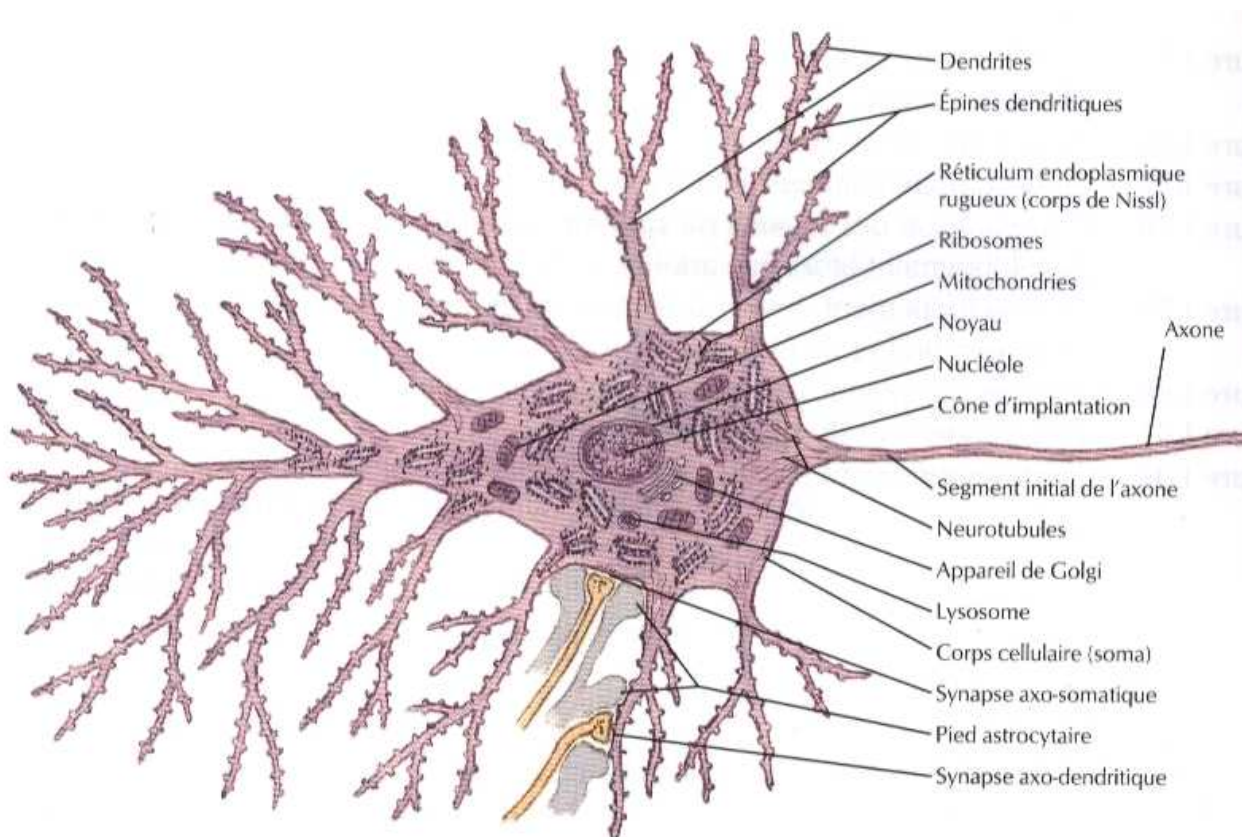
A ce niveau, en réponse aux potentiels post-synaptiques, le neurone génère ou non des potentiels d'action.

Les potentiels d'action se propagent le long de l'axone et des collatérales axonales jusqu'aux terminaisons axonales où ils provoquent la libération du neurotransmetteur.



Distribution de canaux et récepteurs sur la membrane neuronale

B/ Composition structurale du neurone



Ultrastructure du neurone

1-Le corps cellulaire :

Un des rôles du **soma** est d'assurer la synthèse d'une très grande partie des constituants nécessaires à la structure et aux fonctions du neurone. En effet c'est dans le soma où se trouve l'ensemble des organites responsables de la synthèse des macromolécules représentant ainsi le centre métabolique du neurone.

La majorité des neurones ne se divisant plus après la naissance, le corps cellulaire doit assurer l'intégrité structurale de tout le neurone pendant toute la vie de l'individu.

Il est constitué du :

Noyau : volumineux présentant un gros nucléole et des pores nucléaires très apparents en relation avec les caractéristiques post-mitotiques du neurone.

Le nucléole est le lieu de synthèse des ribosomes, éléments indispensables à la traduction des ARN messagers en protéines.

Péricaryon : contenant les mêmes organites que les cellules banales mais avec des traits caractéristiques :

a- le réticulum endoplasmique rugueux RER : formant le corps de NISSL.

Il présente parfois un développement considérable, qui est à l'origine de la colorabilité particulière du cytoplasme par les colorants basiques.

Dans les motoneurones par exemple, le péricaryon a en microscopie photonique un aspect tigré du à des mottes chromophiles appelées **corps de NISSL**, qui correspondent en microscopie électronique à des accumulations de citernes parallèles de RER.

Les corps de NISSL se dispersent après lésion de l'axone, cette dispersion ou chromatolyse peut n'être que transitoire, les corps de NISSL se reconstituant lors de la régénération axonale.

NB : Le noyau et le REG ont une concentration élevée en ARN.

b- le réticulum endoplasmique lisse REL : contrairement au RER qui est limité au péricaryon et aux dendrites surtout proximales, les citernes du RE lisses peuvent se prolonger jusqu'aux extrémités dendritiques mais également dans l'axone jusqu'aux terminaisons.

c- l'appareil de Golgi : est constitué de dictyosomes, formés eux même de l'empilement de 5 à 7 saccules parallèles, souvent incurvés et présentant une colorabilité différente.

Son rôle est de trier et de répartir les protéines en fonction de leur destination : soit aux dendrites (structure post-synaptique) soit l'axone (canaux voltage dépendant).

d- le cytoplasme des corps cellulaires : présente de corps résiduels probablement d'origine lysosomale pigmentés et autofluorescentes ou lipofuscines qui est la signature de l'âge du neurone.

e- pigments : Ex pigments noirs de mélanine.

f- les mitochondries : peuvent apparaître très allongées sur coupes épaisses.

Ces petits éléments fabriquent de l'ATP à partir de l'acide pyruvique grâce au cycle de KREBS. (Une partie de l'énergie produite par la dégradation du glucose est captée et utilisée pour lier des groupements phosphate à des molécules d'ADP et former ainsi de l'ATP)

Les mitochondries contiennent un ADN qui diffère de celui du noyau. Celui-ci peut présenter des mutations (mitochondriopathie) qui ont des retentissements fonctionnels considérables sur le SN.

2-Les dendrites :

Le corps cellulaire de la plus part des neurones donne naissance à un nombre variable de prolongements fins appelés dendrites.

Le terme dendrite ou dedron signifie arbre en grec, car la plupart des dendrites sont des prolongements hautement ramifiés qui rappellent les branches d'un arbre.

Elles représentent une surface réceptrice.

Elles peuvent être lisses ou hérissées formées d'épines.

La membrane dendritique est une zone post synaptique riche en récepteurs.

Généralement ; les prolongements dendritiques correspondent à des régions d'intégration post synaptique.

Contenu cytoplasmique :

Les dendrites contiennent pratiquement les mêmes organites que ceux décrits dans le corps cellulaire y compris ribosomes, RE et mitochondries qu'on trouve au niveau des dendrites primaires, par contre l'extrémité distale des dendrites ne contient que peu d'organites.

Comme dans la totalité du neurone, les protéines du cytosquelette sont très abondantes.

La présence de ribosomes intra-dendritiques suggère la possibilité de synthèse protéique dans les dendrites, toutefois il semble peu probable qu'il s'agisse de protéines en relation avec le fonctionnement synaptique (qui nécessitent une phosphorylation) mais plutôt de protéines du cytosquelette.

3-L' axone :

Le terme d'axone provient de l'expression propagation axiale (AXÔN = axe).

Il prend généralement son origine au niveau d'une expansion conique du soma, le **cône d'émergence**.

Après le cône d'émergence on distingue le segment initial de diamètre plus petit, puis l'axone proprement dit.

Il peut se diviser en une ou plusieurs collatérales. L'axone et les collatérales peuvent être recouverts d'une gaine de myéline.

La longueur de l'axone est variable. L'axone et les collatérales se terminent généralement par **une arborisation terminale** dont chaque extrémité, renflée, établit des contacts synaptiques avec la cellule cible.

Il représente la partie la plus originale du neurone ; avec un cytoplasme volumineux et une membrane plasmique excitable.

Il stocke les neurotransmetteurs et les libère à son extrémité distale.

Contenu cytoplasmique:

L'axone ne contient aucun ribosome, et ne participe pas à la synthèse protéique.

Les protéines du cytosquelette sont en nombre de 3 mais les microtubules sont particulièrement nombreux :

- **les microtubules**

- Apparaissent comme de sorte de réseaux, de rails, situés le long de l'axone

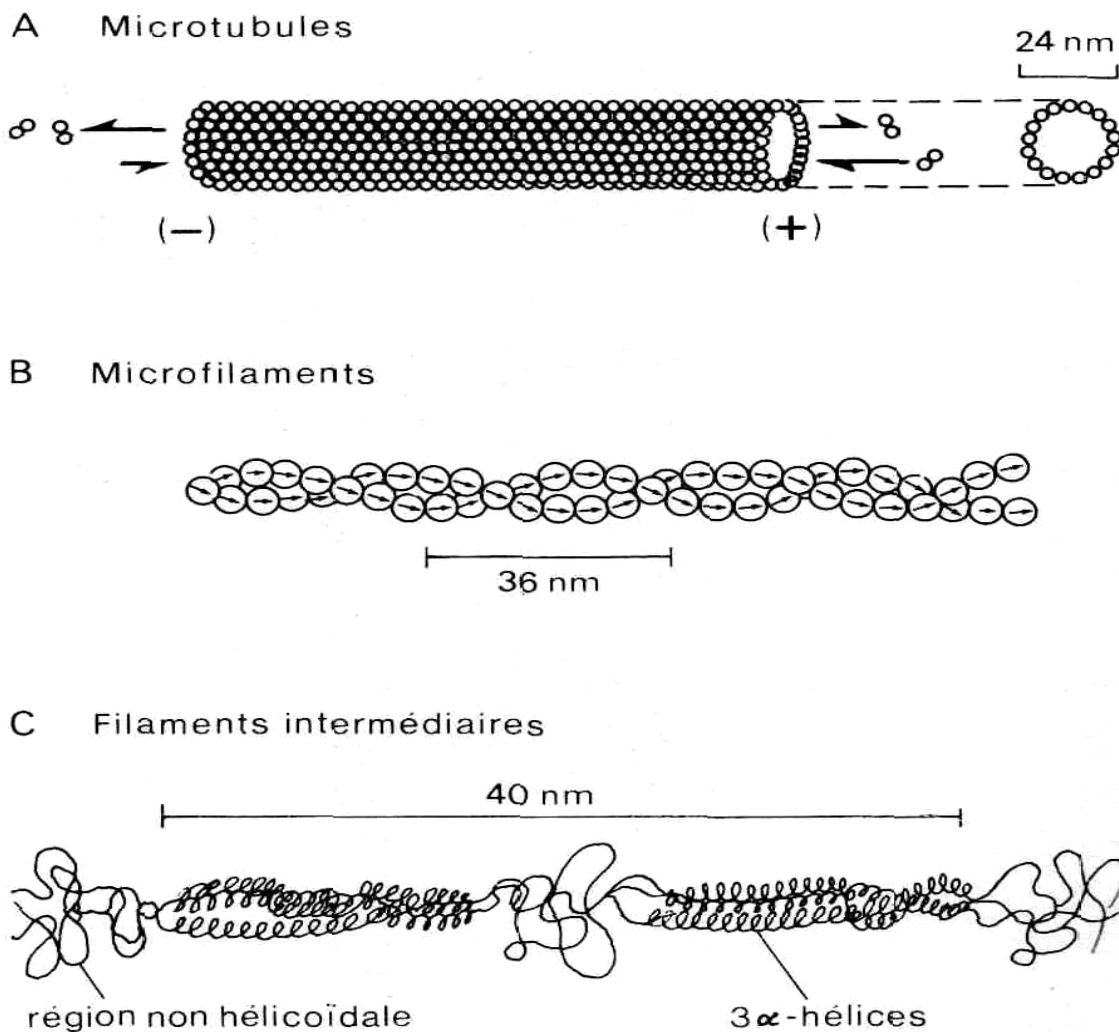
- Rôle dans le transport de substances neuronales entre le corps cellulaire et l'axone.

- **les microfilaments**,

- De petits filaments constitués de protéines d'**actine** tressés en hélice.

- participent à la morphologie neuronale et sont responsable d'une flexibilité du neurone.

- **les neurofilaments** ou filaments intermédiaires,
- De longues molécules protéiques enroulées à la façon d'un ressort dont le diamètre est intermédiaire entre ceux des deux autres catégories. Ils sont à la fois plus stables et plus rigides que les autres filaments.
Interviennent surtout dans la morphologie du neurone (rôle de structure).



Les éléments du cytosquelette.

Transport axonal

Les transports axonaux permettent une communication à double sens entre corps cellulaire et terminaisons axonales.

On distingue : les transports rapides (antérograde et rétrograde), le transport antérograde lent et le transport de mitochondries.

Un transport antérograde rapide permet, entre autres, le renouvellement des protéines membranaires de l'axone. Il consiste en un déplacement de vésicules contenant les macromolécules le long des microtubules de l'axone à une vitesse de 100 à 400 mm/j. Ces vésicules sont formées dans le corps cellulaire à partir de l'appareil de Golgi. Elles apportent certaines des protéines nécessaires au renouvellement de la membrane plasmique et des membranes internes de l'axone, les enzymes de synthèse du ou des neurotransmetteurs et le précurseur du neurotransmetteur lorsque celui-ci est un peptide.

Il se fait par l'intermédiaire de la kinésine qui alternativement s'attache à un organite et le déplace sur une courte distance pour le relâcher

Un transport antérograde lent (0,1 à 2mm/j) permet le renouvellement des éléments du cytosquelette de l'axone (microtubules, neurofilaments, microfilaments) ainsi que des protéines cytosolubles (enzymes du métabolisme intermédiaire, glycolyse). Dans les axones en élongation (en développement ou en régénération) ce transport lent apporte l'axoplasme nécessaire à la croissance de l'axone.

Un transport axonal rétrograde permet l'élimination des déchets: il permet le retour des molécules membranaires vers le corps cellulaire afin qu'elles y soient dégradées, voire recyclées.

Il se fait par l'intermédiaire de la dynéine, autre ATPase associée aux microtubules, voisine de la kinésine opérant en sens inverse.

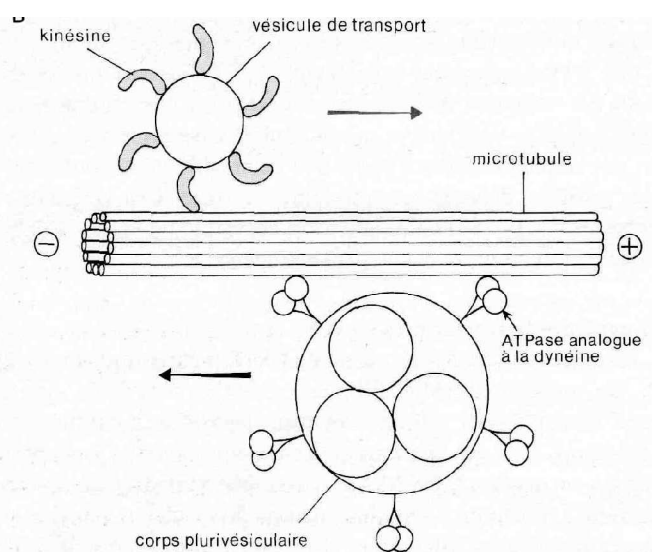
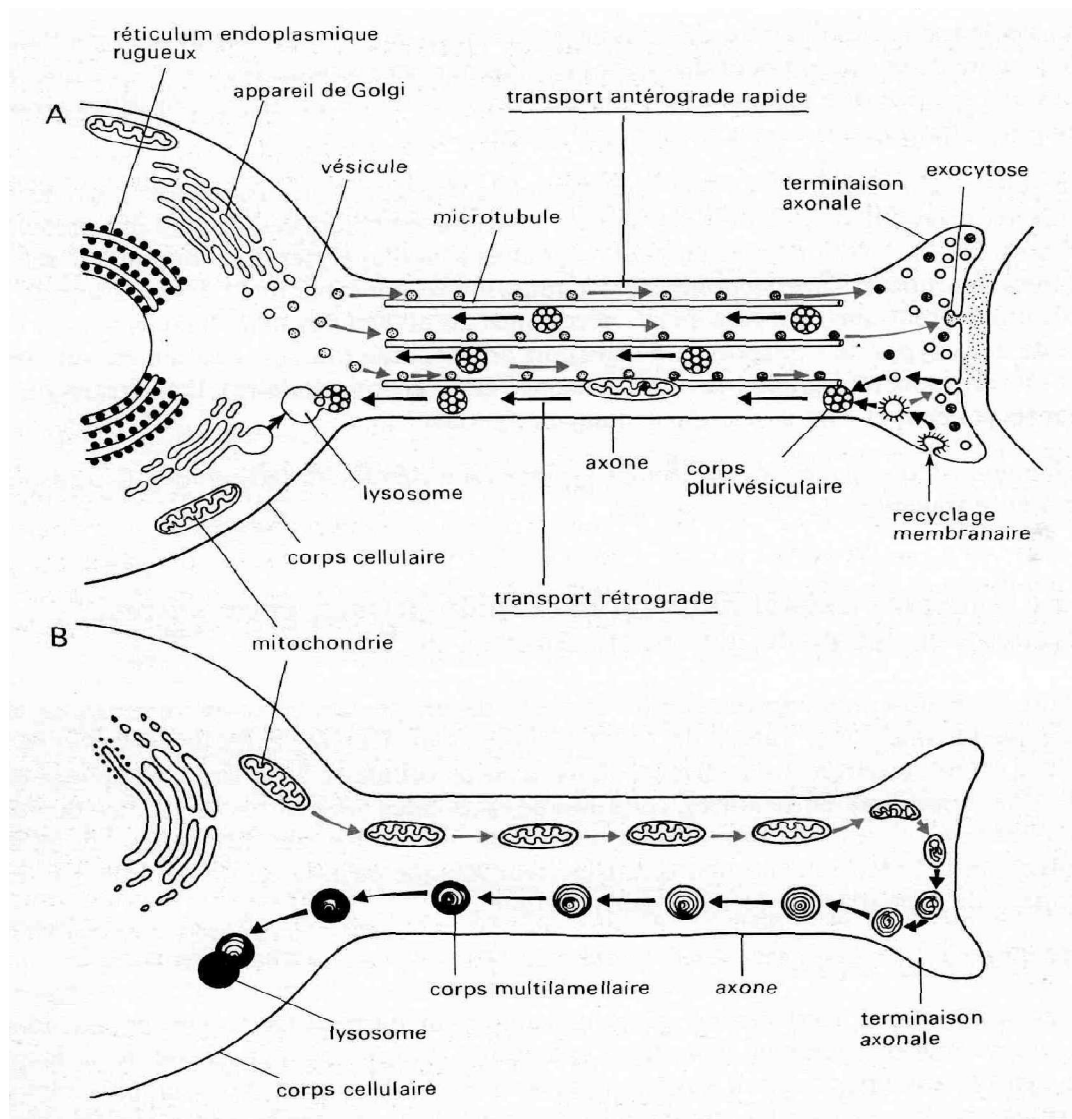
Un transport axonal des mitochondries permet le renouvellement des mitochondries de l'axone et des terminaisons. Les mitochondries nouvellement formées dans le soma sont transportées dans l'axone jusqu'aux terminaisons. Celles qui ne sont pas fonctionnelles dégénèrent en corps multilamellaires et sont soumises à un transport rétrograde vers le soma pour être dégradées par les lysosomes.

Les transports axonaux rapides.

A : Représentation schématique du transport axonal antérograde rapide (mouvement antérograde de vésicules) et du transport axonal rétrograde (mouvement rétrograde de corps plurivésiculaires).

Ces deux transports ont pour support les microtubules.

B : Représentation schématique du transport de mitochondries.



Les moteurs du transport axonal antérograde rapide et du transport axonal rétrograde.

Classification des neurones :

Classification structurale :

Tous les prolongements dendritiques ou axonaux partent d'un soma de forme variable ; par conséquent, les neurones peuvent être classés selon :

A/ Le nombre de prolongement : en :

1-les neurones multipolaires : possèdent généralement plusieurs dendrites et un axone issus d'un soma de forme polygonale.

Constituent la majorité des neurones du SNC, les plus répandues sont :

- *les cellules pyramidales.
- *les cellules étoilées.
- *les cellules en panier.
- *et les motoneurones.

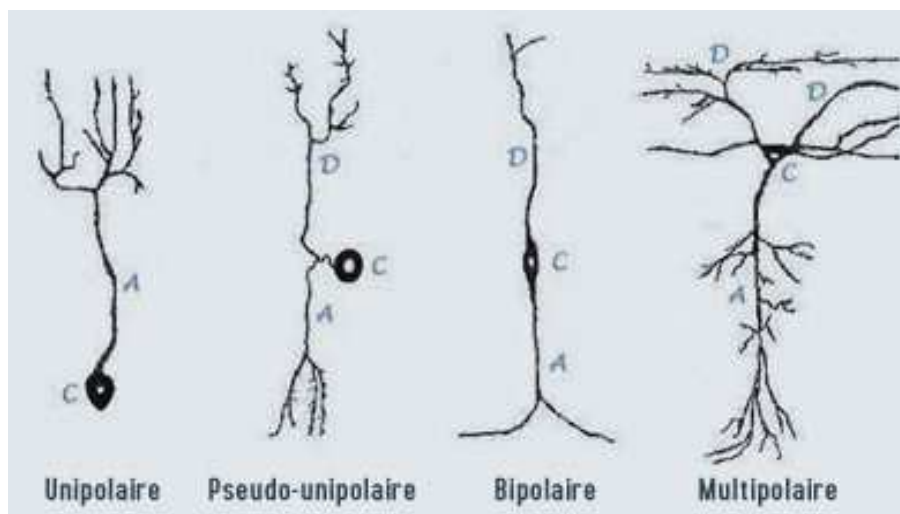
2-les neurones bipolaires : dotés d'une dendrite principale et d'un axone issus d'un corps cellulaire arrondi ou ovale.

La plupart sont situées dans les structures sensorielles, comme la rétine ou l'épithélium olfactif, et transmettent des signaux sensoriels de la périphérie au SNC.

3-les neurones pseudo-unipolaires: ils possèdent un grand corps cellulaire arrondi donnant naissance à un seul prolongement qui se divise peu après avoir quitté le soma en dendrite (périphérique) et en axone (central).

Ils se trouvent généralement dans le SNP et les ganglions.

4- les neurones unipolaires.

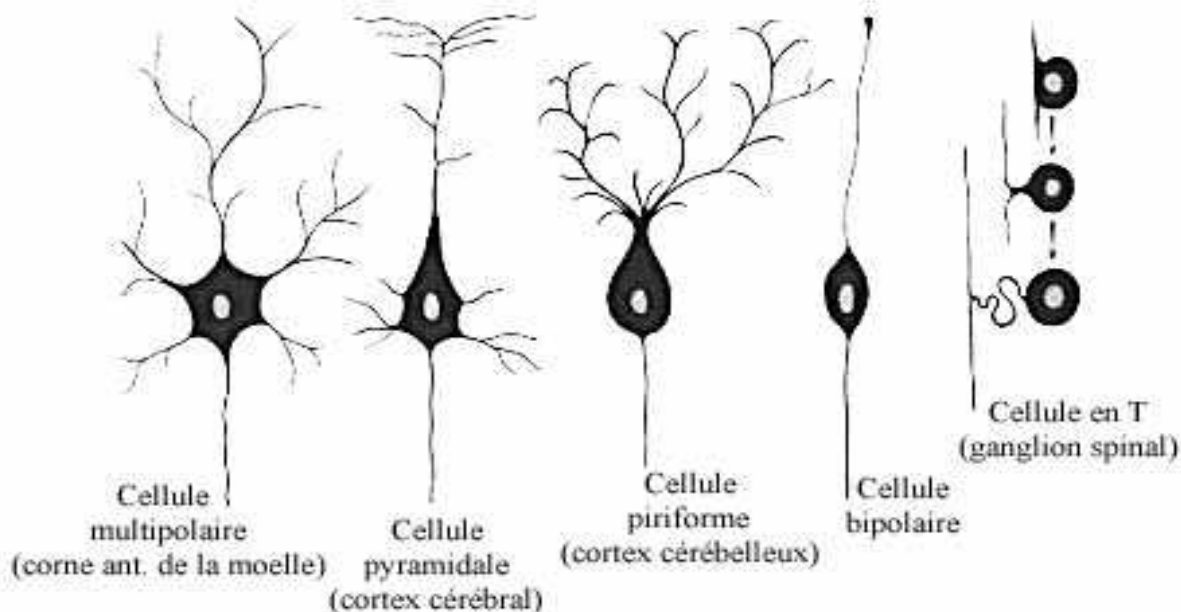


Les différents types de neurone en fonction du nombre de prolongement

B/ La forme du soma:

- soma pyramidaux des cellules pyramidales du cortex cérébral ou de l'hippocampe;
- soma ovoïdes des cellules de Purkinje du cortex cérébelleux;
- soma granulaires (en forme de grains des petites cellules multipolaires du cortex cérébral, du cortex cérébelleux ou de l'hippocampe;
- soma fusiformes du pallidum;
- soma étoilés ou multipolaires des motoneurones de la moelle épinière).

Silhouettes de neurones



Classification fonctionnelle:

- **Neurones sensoriels:** relativement longs - captent les messages des récepteurs sensoriels et les communiquent au système nerveux central
- **Neurones moteurs :** Longs - conduisent la commande motrice du cortex à la moelle épinière ou de la moelle aux muscles
- **Interneurones :** Les plus nombreux - connectent entre eux différents neurones à l'intérieur du cerveau ou de la moelle épinière.

Les cellules gliales

C'est l'ensemble des cellules "non nerveuses" qui ont d'étroits contacts avec les neurones et leurs prolongements.

Les cellules gliales ne transmettent pas d'influx_nerveux mais jouent probablement un rôle de régulateur : Nutrition, soutien, protection des neurones.

Si le système nerveux contient 100 milliards de neurones, les gliocytes sont presque 10 fois plus nombreux, ceci prouve le rôle certainement important que ces cellules peuvent jouer.

- **La névroglie des centres nerveux**

1-Les astrocytes :

Les astrocytes sont des cellules **étoilées** munies de nombreux prolongements cellulaires. Ces prolongements vont à la rencontre des neurones pour les soutenir et à la rencontre des capillaires sanguins formant ainsi la barrière hémato-encéphalique.

Les astrocytes ont beaucoup de fonctions dont plusieurs sont encore en phase d'étude. Ainsi :

- Ils jouent un rôle primordial dans la formation de la barrière hémato-encéphalique.
- Ils assurent l'approvisionnement des neurones en oxygène et nutriments.
- Ils contribuent à maintenir un milieu chimique approprié à la production des potentiels d'action par les neurones.
- Ils captent l'excès des neurotransmetteurs et participent à leur métabolisme.
- Ils jouent un rôle de soutien en formant un réseau qui maintient la structure et l'architecture du tissu nerveux.
- Ils réalisent des cicatrices gliales dans les régions altérées du cerveau.
- Et Ils permettent de diriger la migration des neurones jusqu'à leurs localisations définitives lors du développement.

2-Oligodendrocytes:

Les oligodendrocytes sont des cellules munies de petits prolongements cytoplasmiques peu nombreux. Ces prolongements entourent les axones et les **myélinisent** accélérant ainsi la transmission de l'influx nerveux.

Ils constituent 75% du volume du système nerveux central.

3-Les épendymocytes (ou cellules épendymaires) :

Forment un épithélium cubique ou prismatique simple cilié : revêtement des cavités ventriculaires du SNC (ventricules latéraux, troisième ventricule, quatrième ventricule, canal de l'épendyme)

- Rôle dans les échanges entre le LCR et le SNC.

Pôle apical est cilié. Leur pôle basal émet un prolongement cytoplasmique.

- Exercent également une activité de phagocytose des protéines et des particules qui peuvent se trouver dans le LCR.
- Rôle mécanique : protège le cerveau des traumatismes.

4-Microgliocytes:

Ce sont de petites cellules étoilées qui dérivent de monocytes apportés par le sang. Ce sont les macrophages du système nerveux central.

Les microglies protègent les cellules du système nerveux central contre les agressions infectieuses ou toxiques.

Ils peuvent par activation adopter une forme en fuseau et ainsi se déplacer dans le tissu nerveux.

Elles peuvent migrer vers les régions lésées et éliminer les débris des cellules mortes.

Leur rôle protecteur revêt une grande importance car les cellules du système immunitaire n'ont pas accès au système nerveux central.

Ils sécrètent des facteurs de croissance indispensables au fonctionnement des neurones et des radicaux libres oxydants qui attaquent les micro-organismes.

• **Les gliocytes du SNP**

1-Les cellules de Schwann

Ce sont des cellules aplaties qui constituent la gaine de myéline du système nerveux périphérique: **accélération** de l'influx nerveux.

Rôle **trophique** et **nourricier** des axones périphériques.

Également **Régénération** des axones en cas de lésion

2- Les cellules satellites :

Ce sont des cellules aplaties disposées **autour des corps cellulaires** des neurones au niveau des **ganglions**.

Elles ont des fonctions analogues aux astrocytes.

Conclusion

Le système nerveux est composé de tissu nerveux qui est principalement constitué de neurones et de cellules gliales.

- ❑ Les neurones sont des cellules hautement différenciées et par conséquent très spécialisées qui représente l'unité de base du SN. Ils reçoivent, traitent et transmettent les informations.
- ❑ Les cellules gliales ont un rôle essentiel dans le fonctionnement neuronal assurant la nutrition, l'augmentation de la vitesse de la transmission de l'influx nerveux ainsi que leur soutien mécanique.

