

République Algérienne et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique
Université ABDELHAMID IBN BADIS Mostaganem

Physiologie du tissu nerveux

Présenté par Dr Selouani
Année Universitaire 2013-2014

Plan

- I-Introduction
- II-Organisation du système nerveux
- III- Structure du neurone
- IV-Classification des neurones
- V-Propriétés électriques du neurone
- VI-Fonctions du système nerveux
- VI-Conclusion

I-Introduction:

- Avec un peu plus de cent milliards de **neurones** (les cellules nerveuses), **environ** un million de milliards de **synapses** (les contacts que les neurones établissent entre eux) et des centaines de substances chimiques modulant l'activité de ce gigantesque réseau, le cerveau humain apparaît comme un ensemble d'une complexité inégalée au sein du monde vivant. Ainsi, des fonctions aussi élaborées que la mémoire, la conscience ou le langage résultent des propriétés physicochimiques des neurones, des circuits qu'ils établissent entre eux et des informations qu'ils véhiculent sous forme de signaux électriques.

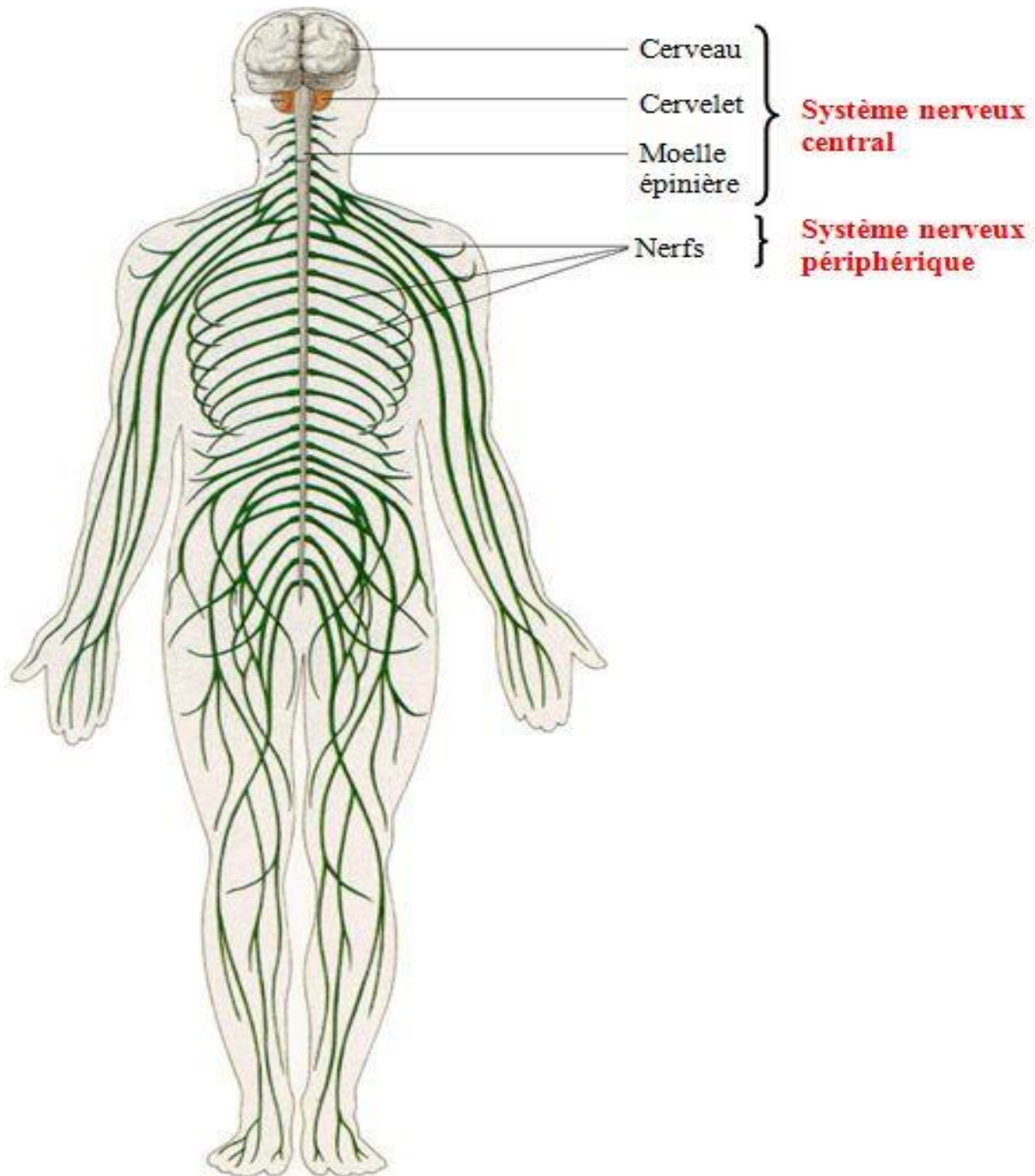
Unité structurale et fonctionnelle du système nerveux, **le neurone** se présente en effet comme une cellule hautement différenciée, ce qui lui confère des propriétés particulières. Sur un plan structural, il se compose d'un corps cellulaire (le **soma ou péricaryon**) et de **prolongements de deux types : les dendrites, souvent nombreuses, et l'axone, toujours unique, qui constituent les fibres nerveuses.**

Sur un plan fonctionnel, les caractéristiques de sa membrane lui permettent d'émettre et de conduire ce que l'on appelait autrefois l'**influx nerveux** (**en** référence à un mystérieux fluide de nature inconnue) et qu'on préfère aujourd'hui qualifier de **potentiel d'action.**

Cette particularité s'explique par le fait que **le neurone est une structure excitable, c'est-à-dire qu'il est capable de réagir à une excitation donnée, à condition bien sûr que celle-ci soit suffisante et adaptée (on parle d'excitation efficace), et de produire une réponse spécifique qui cheminera dans ses prolongements.**

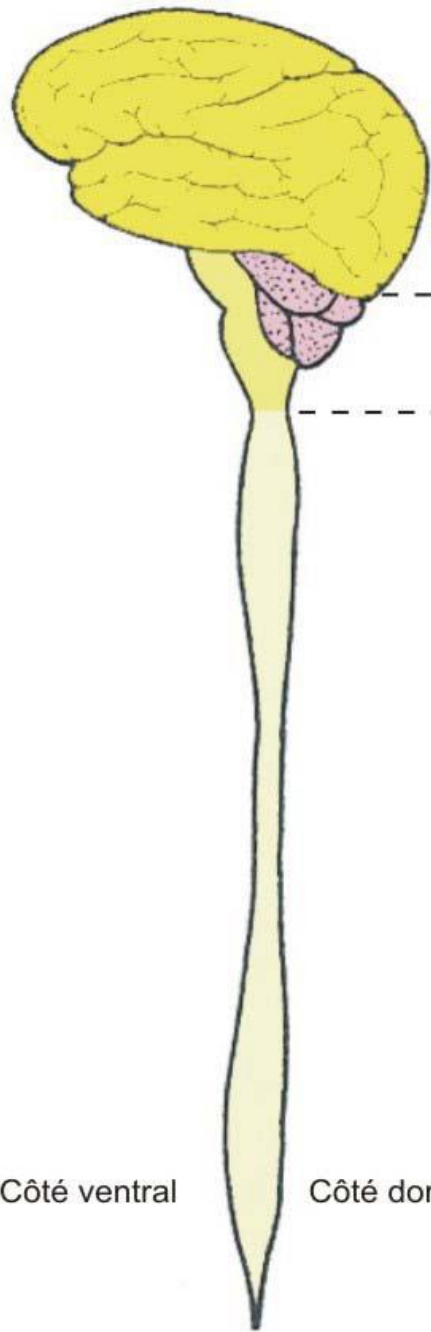
II-Organisation du système nerveux:

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



A-Le névraxe:

- Comme son nom l'indique, le névraxe constitue un axe nerveux à l'intérieur de l'organisme. Encore appelé **axe cérébrospinal ou ensemble encéphalomédullaire**, il se compose dans sa partie céphalique (supérieure) de l'encéphale ,logé dans la boîte crânienne et dans sa partie caudale (inférieure) de la moelle épinière logée dans la colonne vertébrale.



Cerveau

Tronc cérébral + Cervelet

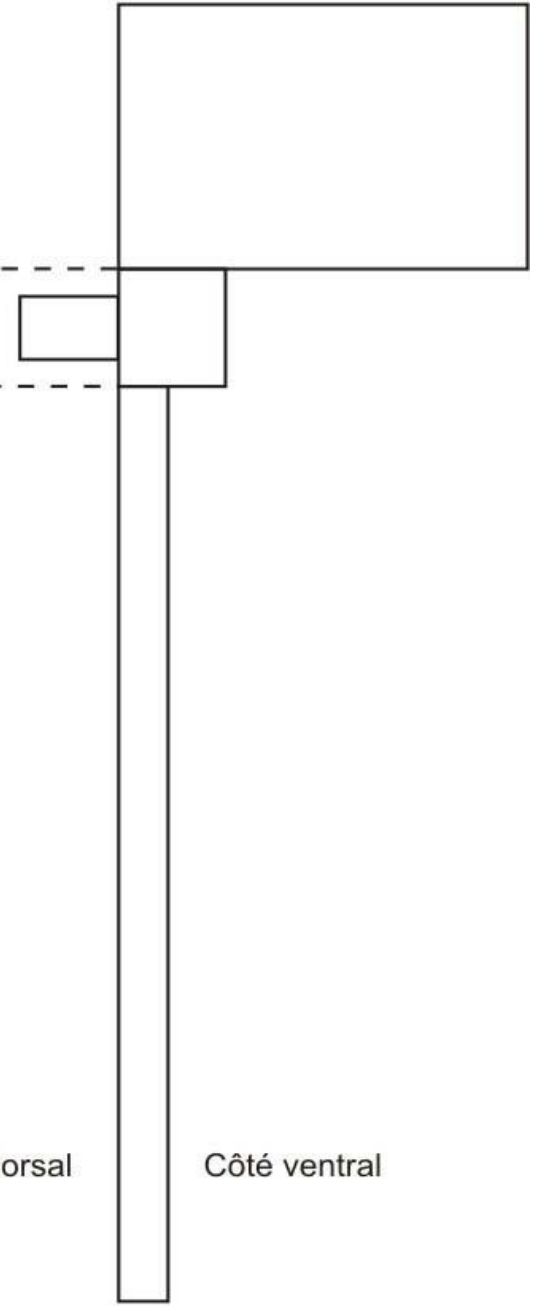
Moelle épinière

Côté ventral

Côté dorsal

Côté dorsal

Côté ventral



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 (vertèbres) 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 éventuels.

B-Le système nerveux ***périphérique:***

- Le névraxe ne serait d'aucune utilité s'il n'était relié à la périphérie de l'organisme par l'intermédiaire des nerfs qui regroupent deux contingents de fibres nerveuses.
- ** D'une part des **afférences qui sont** issues des récepteurs sensoriels et qui renseignent en permanence le névraxe sur l'état des organes et des conditions physicochimiques du milieu.
- ** D'autre part des **efférences qui** sont connectées aux différents effecteurs (glandes, muscles, viscères) et qui permettent à l'organisme de s'adapter aux conditions du milieu, de se mouvoir et d'assurer les fonctions végétatives indispensables à sa survie telles que la nutrition ou la respiration.

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 fibre.**

C-La névroglie:

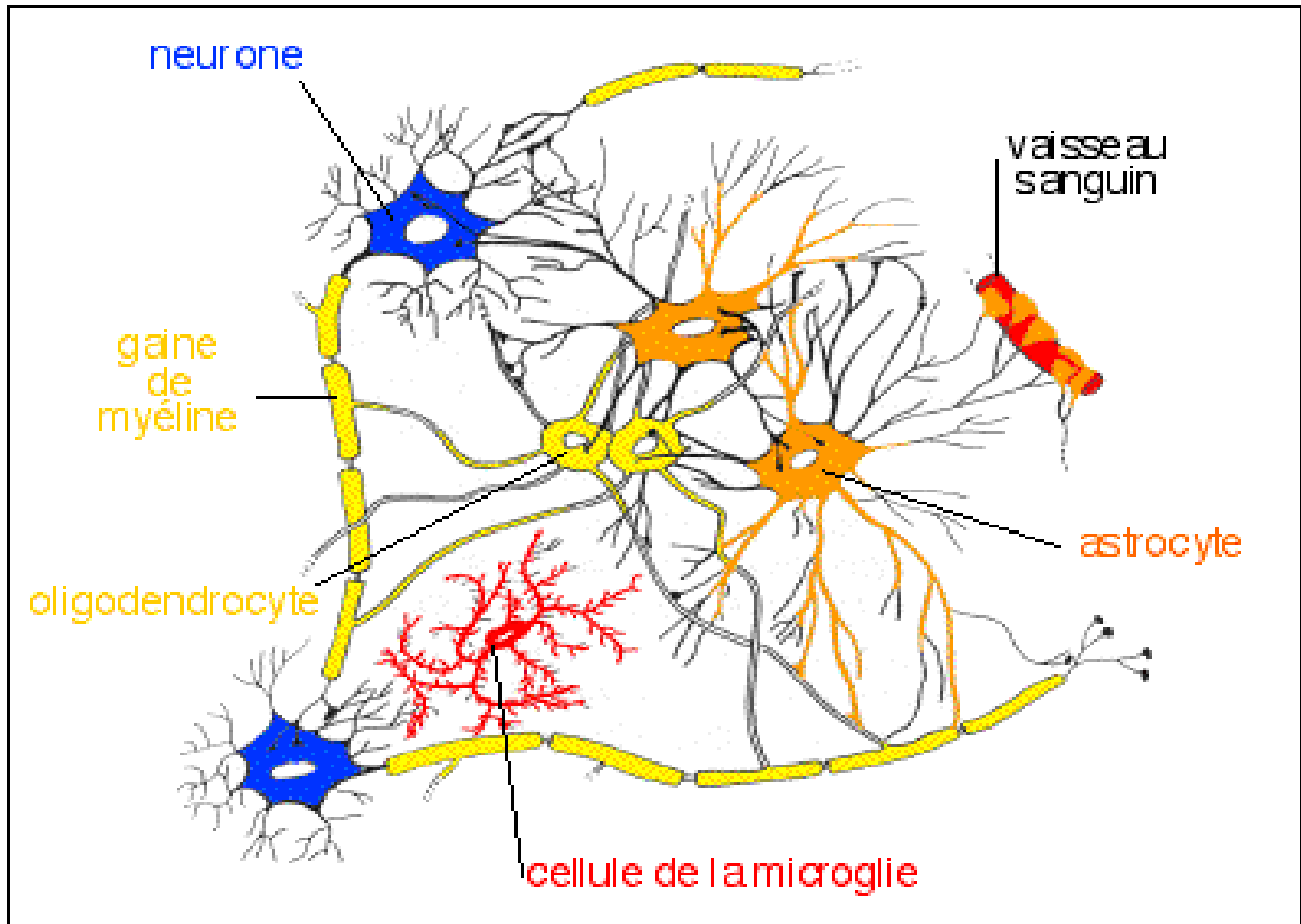
- Neuf fois plus nombreuses que les cellules nerveuses, les **cellules gliales** constituent la névroglie et comprennent plusieurs types cellulaires aux multiples fonctions dont certaines commencent à peine à être connues.

Au niveau central, on en distingue **trois types principaux**.

**** Les oligodendrocytes** assurent **la myélinisation des fibres nerveuses** et leur permettent ainsi d'augmenter la vitesse de conduction des signaux électriques qu'elles véhiculent.

**** Les astrocytes** 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. Très récemment, on a découvert qu'ils étaient aussi impliqués dans des mécanismes immunitaires.

**** Les cellules microgliales** qui sont en fait des macrophages chargés de nettoyer le tissu nerveux et de le débarrasser d'éventuels intrus.



Au niveau périphérique, on en connaît un seul type représenté par **les cellules de Schwann** (du nom du **physiologiste allemand Théodor Schwann** qui les a observées à la fin du dix-neuvième siècle). Elles assurent la myélinisation à l'intérieur des nerfs et servent de support aux fibres dépourvues de myéline.

III-Structure du neurone:

- Avec un peu plus d'un millier de types cellulaires distincts décrits chez les Vertébrés supérieurs, le neurone apparaît sous une multitude de formes et de tailles mais aussi de spécialisations fonctionnelles et de particularités métaboliques.
- On peut néanmoins dégager un archétype – sorte de portrait-robot servant de modèle de référence

L'archétype est un neurone multipolaire présent dans les cornes ventrales de

la moelle épinière :

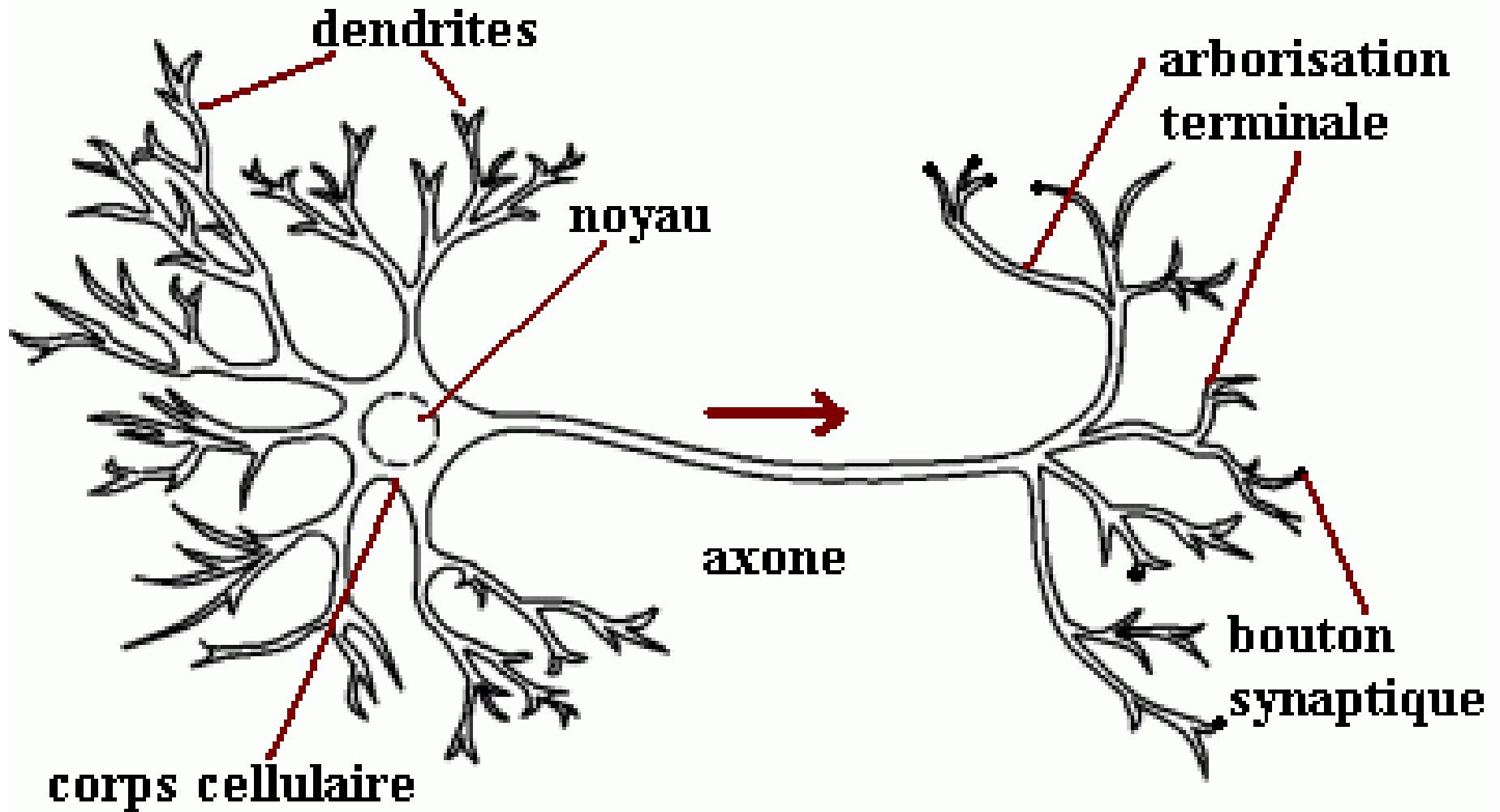
***** son soma ou péricaryon est étoilé ;**

***** ses dendrites sont courtes, nombreuses et très ramifiées ;**

***** son axone prend naissance au niveau du cône d'implantation situé à la base**

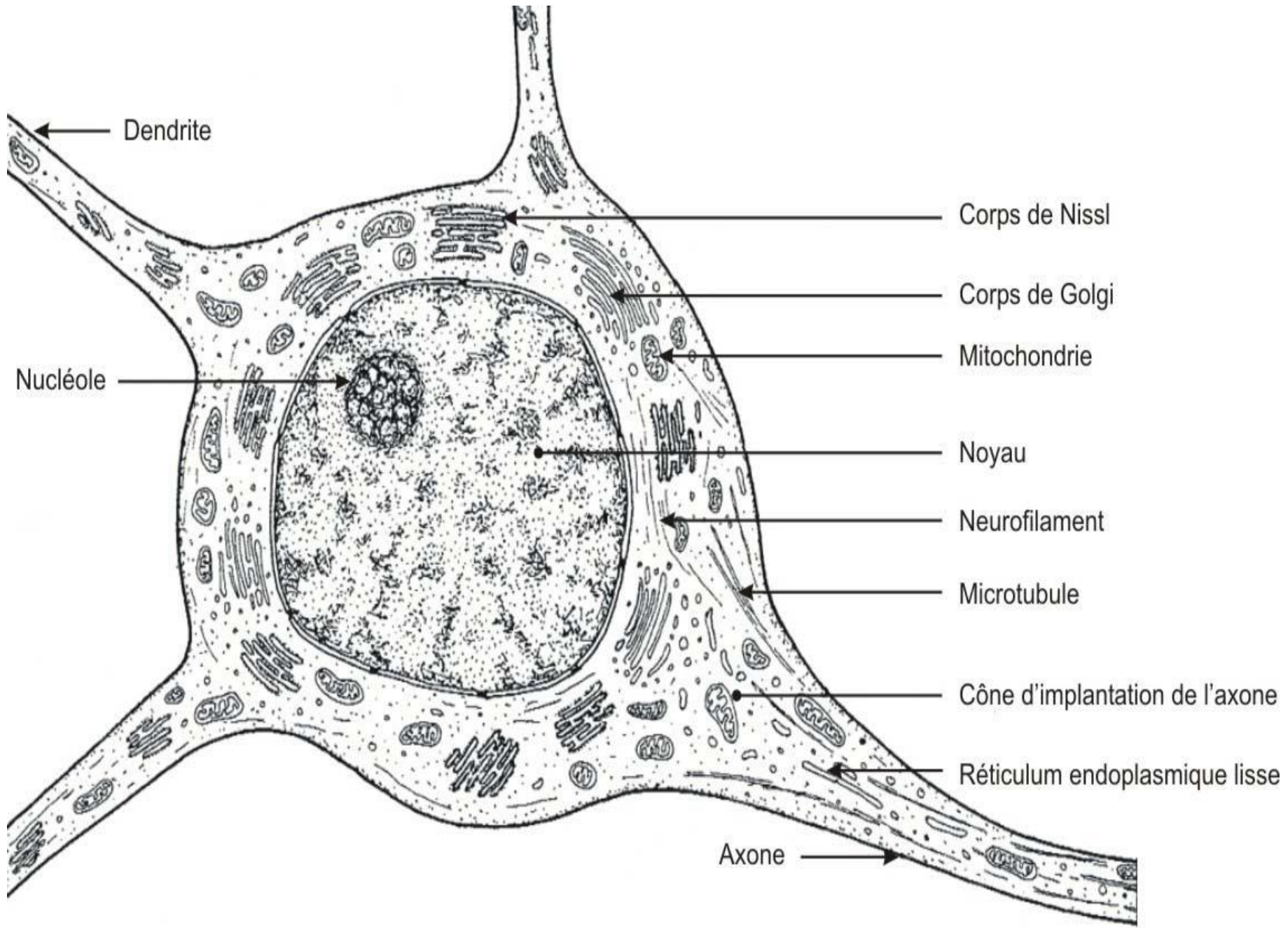
du soma, il est long et se termine par une arborisation terminale où s'effectue la transmission synaptique.

NEURONE



A-Le corps cellulaire:

- Comme toutes les cellules de l'organisme, le neurone possède tous les attributs d'une cellule animale classique. Le corps cellulaire présente, en revanche, quelques particularités liées à sa structure et à son fonctionnement.



*****Sa taille varie entre quelques micromètres et quelques dizaines de micromètres. Le** minimum est de 5 μm pour les neurones en grain du cervelet, le maximum de 1 mm pour certains neurones ganglionnaires géants rencontrés chez l'Aplysie (un mollusque marin).

*****Sa membrane (appelée parfois neurolemme) est classique mais elle est** particulièrement riche en canaux ioniques, en pompes ioniques à activité ATPasique et en récepteurs qui peuvent être chimio-, électro- ou chimio/électrodépendants.

*****Son noyau est central, volumineux et renferme un gros nucléole. Il est bloqué en** interphase. Cependant, et contrairement à une idée encore très répandue, s'il est vrai que le neurone ne peut plus se diviser en raison de sa haute différenciation, certaines régions du cerveau produisent quotidiennement des neurones à partir de cellules souches (neuroblastes).

***Son **cytosquelette est particulièrement abondant et structure tout l'espace** intracellulaire. Il comprend des microtubules (tubuline), des microfilaments (actine) et des filaments intermédiaires ou neurofilaments constitués de polypeptides fibreux.

***Son **cytoplasme (parfois appelé neuroplasma) est riche en mitochondries et en** ribosomes qui peuvent être libres ou associés à des saccules du réticulum endoplasmique formant des petits amas connus sous le nom de corps de Nissl (du nom de l'histologiste allemand Franz Nissl qui les a décrits à la fin du dix-neuvième siècle grâce à une coloration spécifique).

***Enfin, ajoutons que le **corps de Golgi est bien développé et qu'il fut d'ailleurs** découvert en 1895 dans les neurones du ganglion rachidien de la chouette grâce à une technique à l'imprégnation argentique inventée par l'histologiste italien Camillo Golgi (1843-1926).

B-Les prolongements cytoplasmiques:

- **Dendrites et axone sont des expansions du cytoplasme qui permettent au neurone d'entrer en relation avec :**
 - *** d'autres neurones (synapses interneuronales),
 - *** des récepteurs sensoriels (synapses neurosensorielles),
 - *** des cellules musculaires ou glandulaires (synapses neuro-effectrices).
- **Leur longueur, fonction de leur localisation, est donc extrêmement variable, allant** de quelques micromètres à plus d'un mètre chez l'Homme (par exemple pour les axones issus des cornes ventrales médullaires qui innervent les muscles des doigts ou des orteils) et peut même atteindre plusieurs mètres chez des espèces comme la Girafe ou la Baleine.
- Plusieurs critères morphologiques, ultrastructuraux, biochimiques et fonctionnels permettent de les différencier.

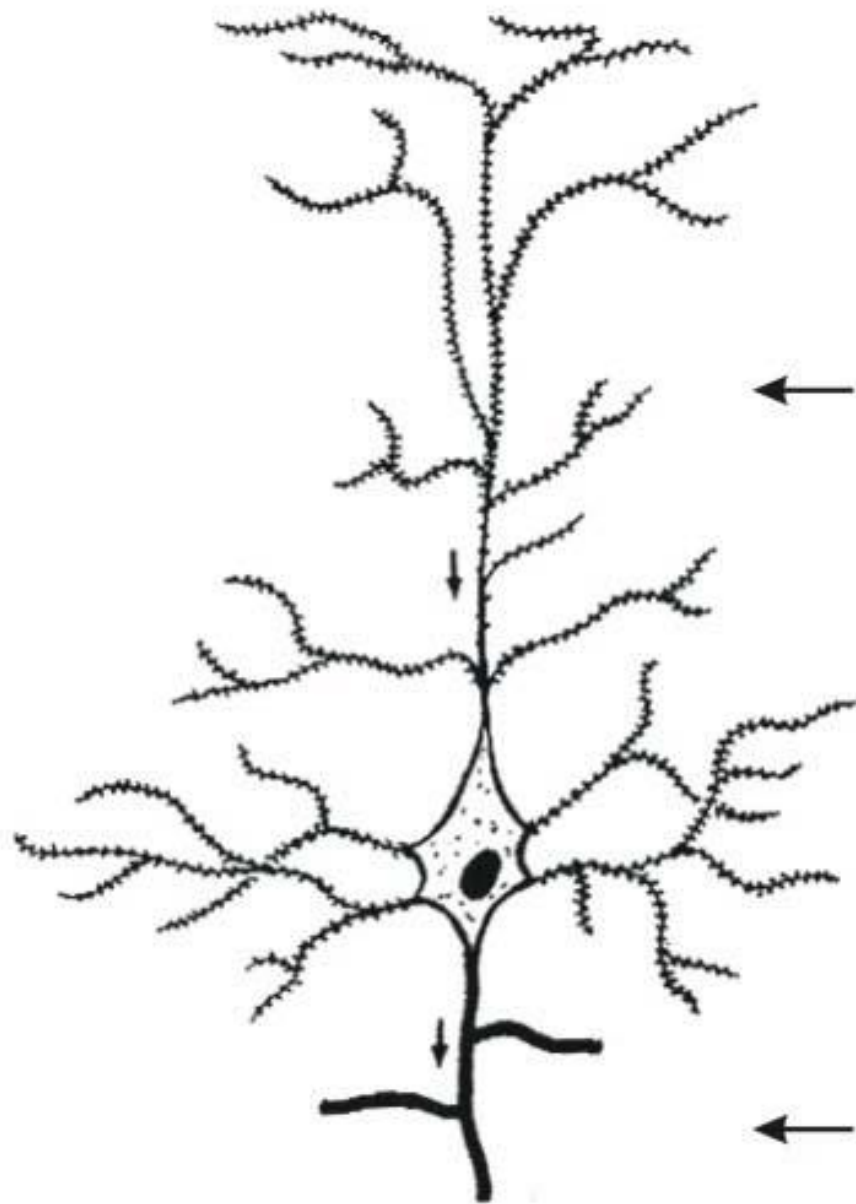
1-L'axone:

Est toujours unique mais il peut émettre des **collatérales qui lui** permettent de distribuer ses messages dans différentes directions. Son cytoplasme (parfois dénommé axoplasme) est dépourvu de ribosomes. Il contient un peu de réticulum endoplasmique lisse, des mitochondries, des microtubules et de nombreux neurofilaments orientés selon son axe directionnel. Ses extrémités se terminent par une arborisation faite de petits renflements (les boutons synaptiques) qui, pour la plupart, sécrètent des **neurotransmetteurs à l'origine de la transmission synaptique. Il est par ailleurs animé** d'incessants transports de substances envésiculées qui lui permettent de renouveler ses matériaux (**transport axonal antérograde** du soma vers la périphérie) et d'éliminer ses déchets (**transport axonal rétrograde de la périphérie vers le soma**).

2-Les dendrites:

Sont généralement courtes, nombreuses et s'organisent en rameaux qui s'amenuisent au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du péricaryon. Elles contiennent des mitochondries, du réticulum endoplasmique lisse, de nombreux microtubules et sont riches en ribosomes ce qui leur permet d'effectuer la synthèse d'une partie de leurs protéines.

Certaines d'entre elles présentent parfois à leur surface des milliers de petites excroissances cytoplasmiques dont la taille n'excède pas 2 μm , qui sont dénommées **épines dendritiques** et qui sont généralement le **siège d'un contact synaptique**.



← Rameau dendritique
présentant de nombreuses épines

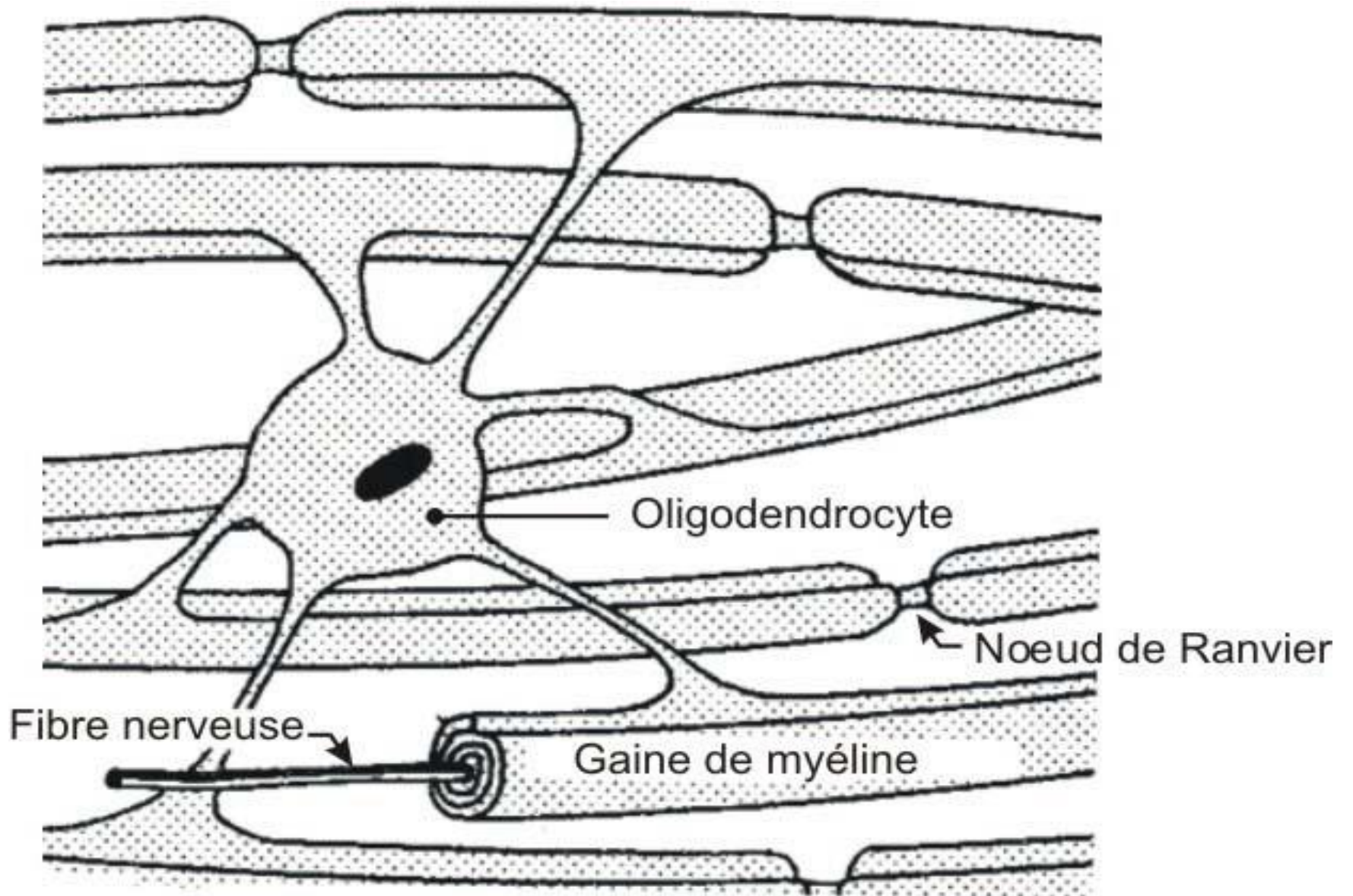
← Axone présentant deux collatérales

C-La myélinisation:

- Les fibres nerveuses (les axones très souvent, les dendrites beaucoup plus rarement) sont parfois recouvertes d'une **gaine de myéline isolante constituée** d'une spirale à tours jointifs de membrane plasmique particulièrement riche en lipides (cholestérol, phospholipides, glycolipides) qui leur permet d'augmenter la vitesse des signaux électriques qu'elles véhiculent. On distingue ainsi :
 - *** **des fibres amyéliniques** (dépourvues de myéline) dont la vitesse de conduction n'excède pas 2,3 m/s,
 - *** **des fibres myélinisées dont la vitesse de conduction, proportionnelle** à l'épaisseur de myéline, peut atteindre 120 m/s.

Le processus de **myélinisation** démarre au cours de la vie intra-utérine et se poursuit plusieurs années après la naissance ce qui explique que certaines fonctions du système nerveux ne soient matures que tardivement. La production de myéline est en effet assurée par les oligodendrocytes au niveau central et par les cellules de Schwann au niveau périphérique.

Dans le névraxe, chaque oligodendrocyte émet plusieurs prolongements membranaires de manière à myéliniser les axones (plusieurs dizaines) qui se trouvent à sa proximité. Il s'ensuit que la gaine de myéline est régulièrement interrompue, laissant l'axone à nu au niveau de courtes régions qui portent le nom de **noeuds de Ranvier (du nom de l'histologiste** français Louis-Antoine Ranvier qui les a décrits à la fin du dix-neuvième siècle – on parle également d'étranglements de Ranvier).

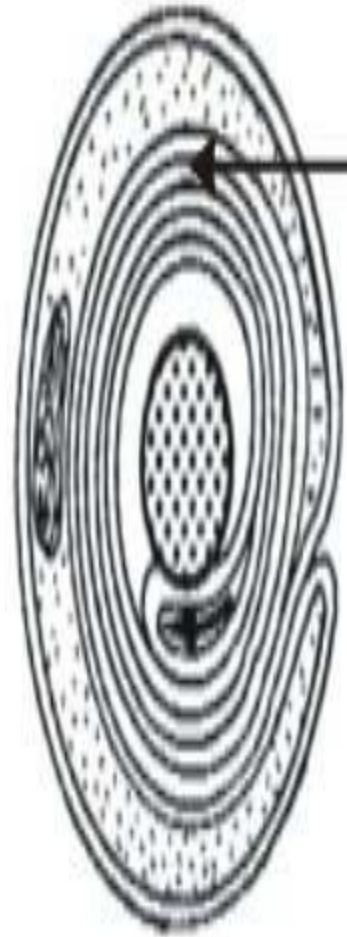
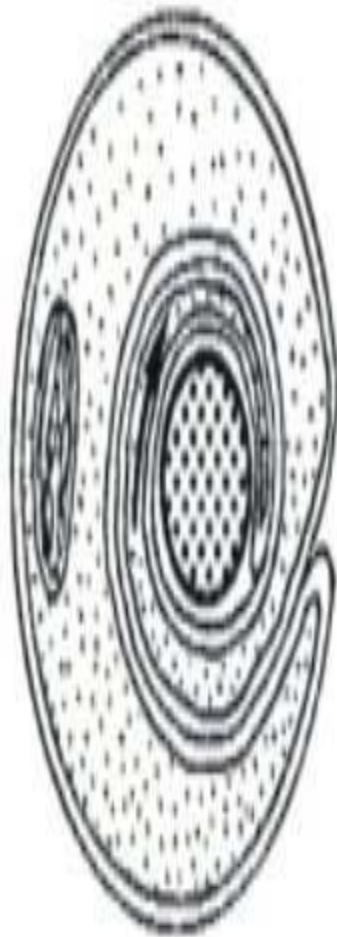
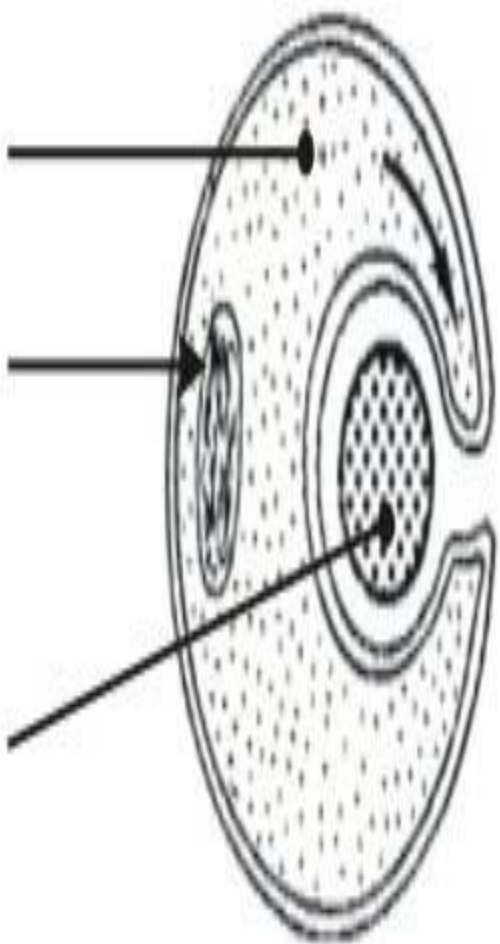


Dans les nerfs, le processus de myélinisation est un peu différent. Chaque cellule de Schwann commence par entourer complètement une portion de fibre nerveuse et l'enveloppe ensuite de plusieurs tours de sa membrane. La gaine de myéline est donc ici encore régulièrement interrompue par des noeuds de Ranvier, l'intervalle entre chaque noeud correspondant au territoire de myélinisation d'une cellule de Schwann.

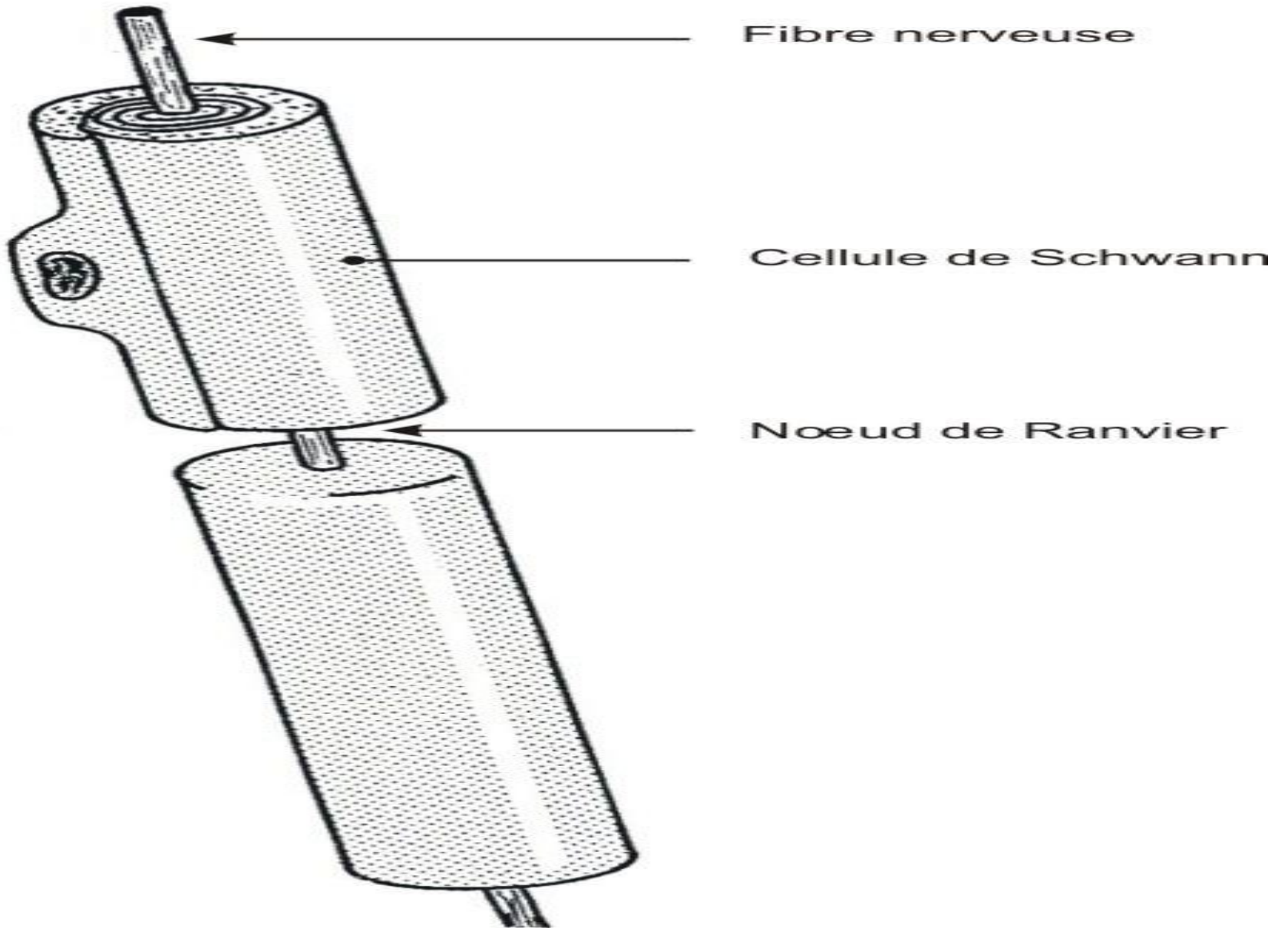
Cellule de Schwann

Noyau

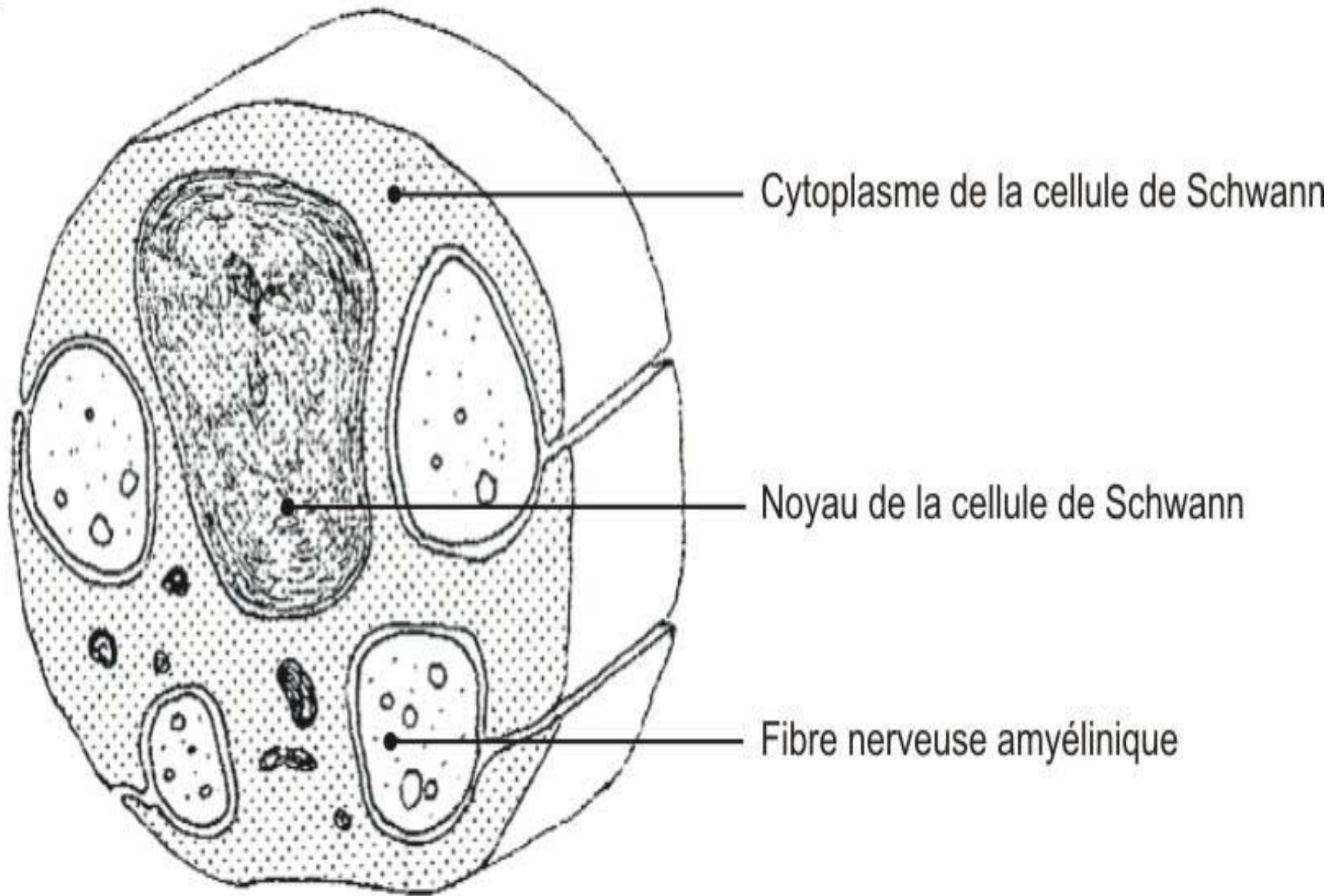
Fibre nerveuse



Gaine de myéline



Enfin, signalons que dans le système nerveux périphérique, les fibres amyéliniques ne sont pas nues mais qu'elles sont encapsulées dans des cellules de Schwann non myélinisantes qui leur servent de support. Chaque cellule abrite plusieurs fibres sans qu'elles soient complètement enveloppées, ce qui leur permet de rester en contact avec le milieu extracellulaire.



IV-Classification des neurones:

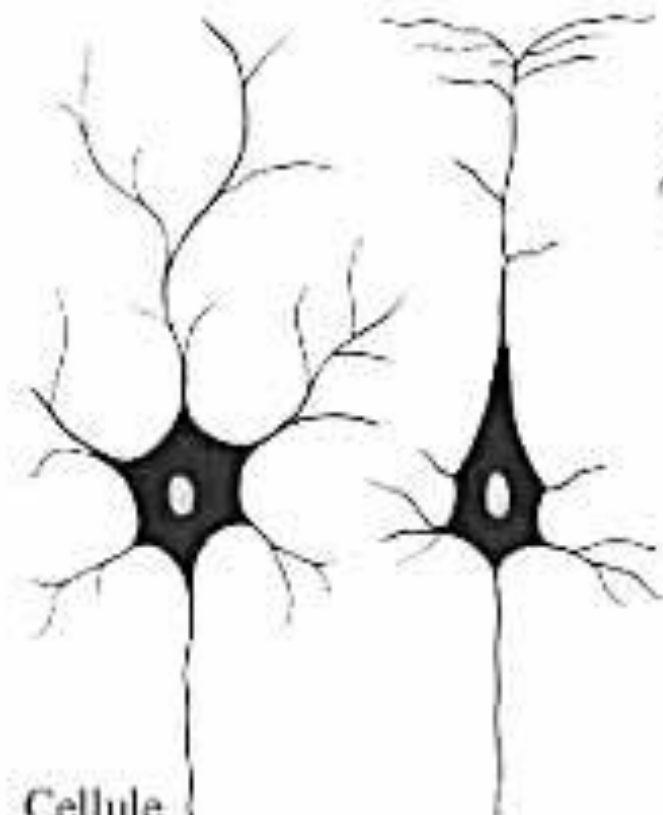
- Plusieurs classifications des neurones ont été proposées ;permis les quelles:
 - **Selon la morphologie.
 - **Selon la fonction.
 - **Selon le neurotransmetteur secrété.
 -ect.

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 .

Silhouettes de neurones



Cellule
multipolaire
(corne ant. de la moelle)



Cellule
pyramidale
(cortex cérébral)



Cellule
piriforme
(cortex cérébelleux)



Cellule
bipolaire



Cellule en T
(ganglion spinal)

B-Classification des neurones selon la fonction:

- ***Neurones moteurs***
- ***Neurones sensitifs***
- ***Interneurones***

C-Classification des neurones selon le neurotransmetteurs secrété:

- On distingue :

- **Les neurones cholinergiques.

- **Les neurones adrénérgiques.

- **Les neurones gabaérgiques.

- **Les neurones glutaminérgiques.

...ect.

V-Propriétés électriques du neurones:

- Comme toutes les cellules de l'organisme, le neurone possède une composition chimique intracellulaire différente de celle du milieu extracellulaire. En particulier, les charges électriques portées par les électrolytes en solution ne sont pas réparties de la même manière de part et d'autre de la membrane ce qui provoque une différence de potentiel (ddp) transmembranaire que l'on appelle **potentiel de membrane** (PM).
- La particularité du neurone est que ce potentiel de membrane peut varier au cours du temps et passer d'un état de repos caractérisé par un **potentiel de repos** (PR) à un état d'activité caractérisé par un **potentiel d'action** (PA) en un temps extrêmement bref, avant de retrouver son potentiel d'équilibre.

Répartition des principaux électrolytes au niveau d'un neurone de mammifère

Electrolyte en mmol.l ⁻¹	Milieu extracellulaire	Milieu intracellulaire
Na ⁺	140	14
K ⁺	5	140
Ca ²⁺	1	< 10 ⁻⁴
Cl ⁻	147	14
Autres anions	0	125

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 la **conductivité**, c'est-à-dire la capacité de transmettre les impulsions.

VI-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:

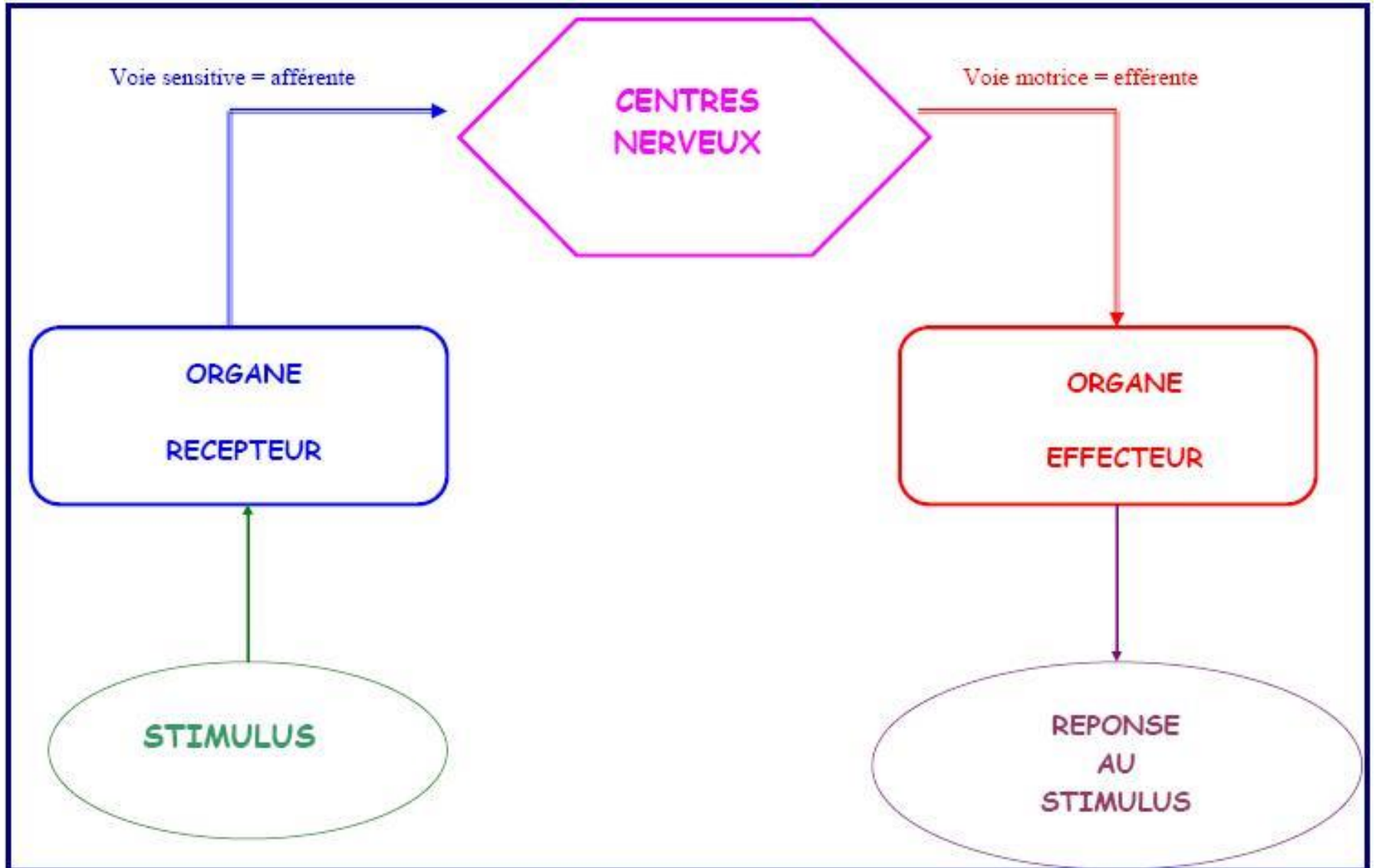
- Les récepteurs sensoriels détectent les stimulus internes, par exemple l'augmentation de l'acidité du sang, et les stimulus externes, par exemple la chute d'une goutte de pluie sur le bras. Les neurones sensitifs, ou neurones afférents (affère : porter vers), transmettent l'information sensorielle 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. L'une des principales fonctions intégratives du système nerveux est la perception, c'est-à-dire la prise de conscience de l'existence des stimulus sensoriels. La perception se forme dans le cerveau.
- La plupart des neurones qui contribuent à la fonction intégrative sont des interneurones, ou neurones d'association, soit des neurones à axone court qui communiquent avec des neurones avoisinants de l'encéphale ou de la moelle épinière. Les interneurones constituent l'immense majorité des neurones du corps humain.

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, par exemple une contraction musculaire ou une sécrétion glandulaire. Les neurones qui accomplissent cette fonction sont les neurones moteurs, aussi appelés neurones efférents (efferre : porter hors) ou encore motoneurones. Ils transmettent l'information provenant de l'encéphale vers la moelle épinière ou l'information provenant de l'encéphale et de la moelle épinière vers les effecteurs (les muscles et certaines glandes) par l'intermédiaire des nerfs crâniens et des nerfs spinaux.
- En stimulant les effecteurs, les neurones moteurs déclenchent les contractions musculaires et les sécrétions glandulaires



VI-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) .