

SYSTÈME NERVEUX (2h) M. LAABIR

CHAP I : STRUCTURE ET PHYSIOLOGIE DU SN

A/ Organisation

B/ Histologie du SN

1- Névrogliie

2- le neurone,

C/ Influx nerveux

1- Potentiel de membrane,

2- Propagation de l'Influx Nerveux

3- Synapses,

4- Neurotransmetteurs

Chap II : COMPARAISON du SYSTÈME NERVEUX
AUTONOME et du SN SOMATIQUE

Introduction

L'homéostasie maintient les divers processus qui se produisent dans le corps. Son maintien dépend des systèmes **nerveux et endocrinien.**

Introduction

Le SN emploie des influx nerveux (potentiels d'action) et réagit rapidement aux stimuli afin de rajuster les processus corporels.

Le système endocrinien emploie des hormones et réagit plus lentement.

Le SN remplit 3 fonctions principales :

Sensorielle, intégratrice et motrice.

Grâce à sa fonction **sensorielle**, il détecte certains changements (stimuli) du milieu interne et externe.

Sa fonction **intégratrice** lui permet d'analyser l'information sensorielle.

Par sa fonction **motrice**, il peut réagir aux stimuli.

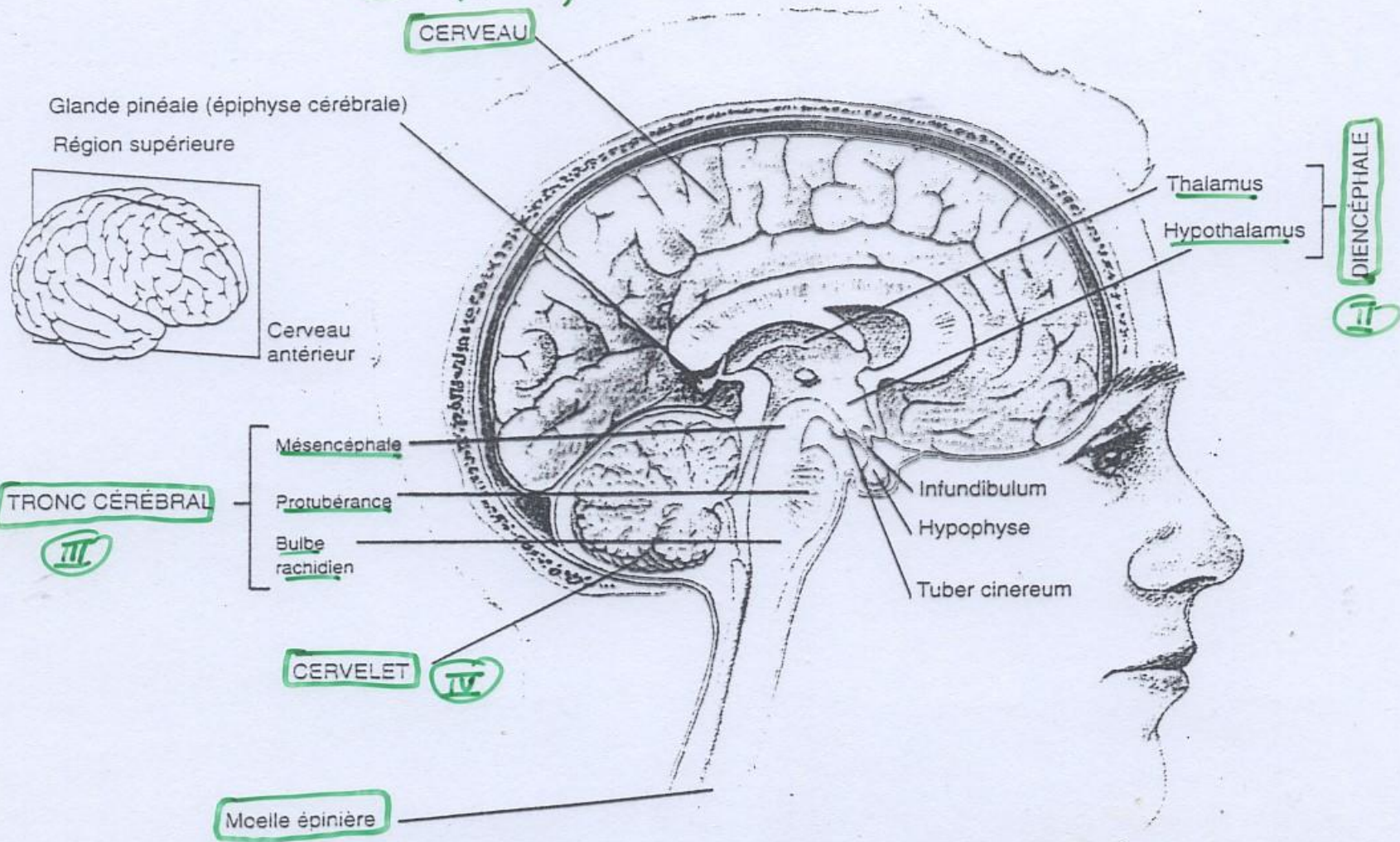
A/ organisation

Classification et organisation du système nerveux (SN)

Il est globalement **bilatéral et symétrique** et est composé en deux parties :

- **Le système nerveux central** formé par **la moelle épinière et par l'encéphale.**
- **Le système nerveux périphérique** formé de **ganglions et de nerfs.**

I *Hemisphères cérébraux*



a) Coupe sagittale de la région médiale de l'encéphale

nerfs rachidiens } = S.N. Peripheral
+ " crâniens }

(I + II + III + IV) = Encéf
(Encéphale + Moelle ép)
S.N. central

B/ Anatomie fonctionnelle du SN

Le SN, malgré sa complexité se compose seulement de deux principales sortes de cellules :

les cellules de **la névroglie et les neurones.**

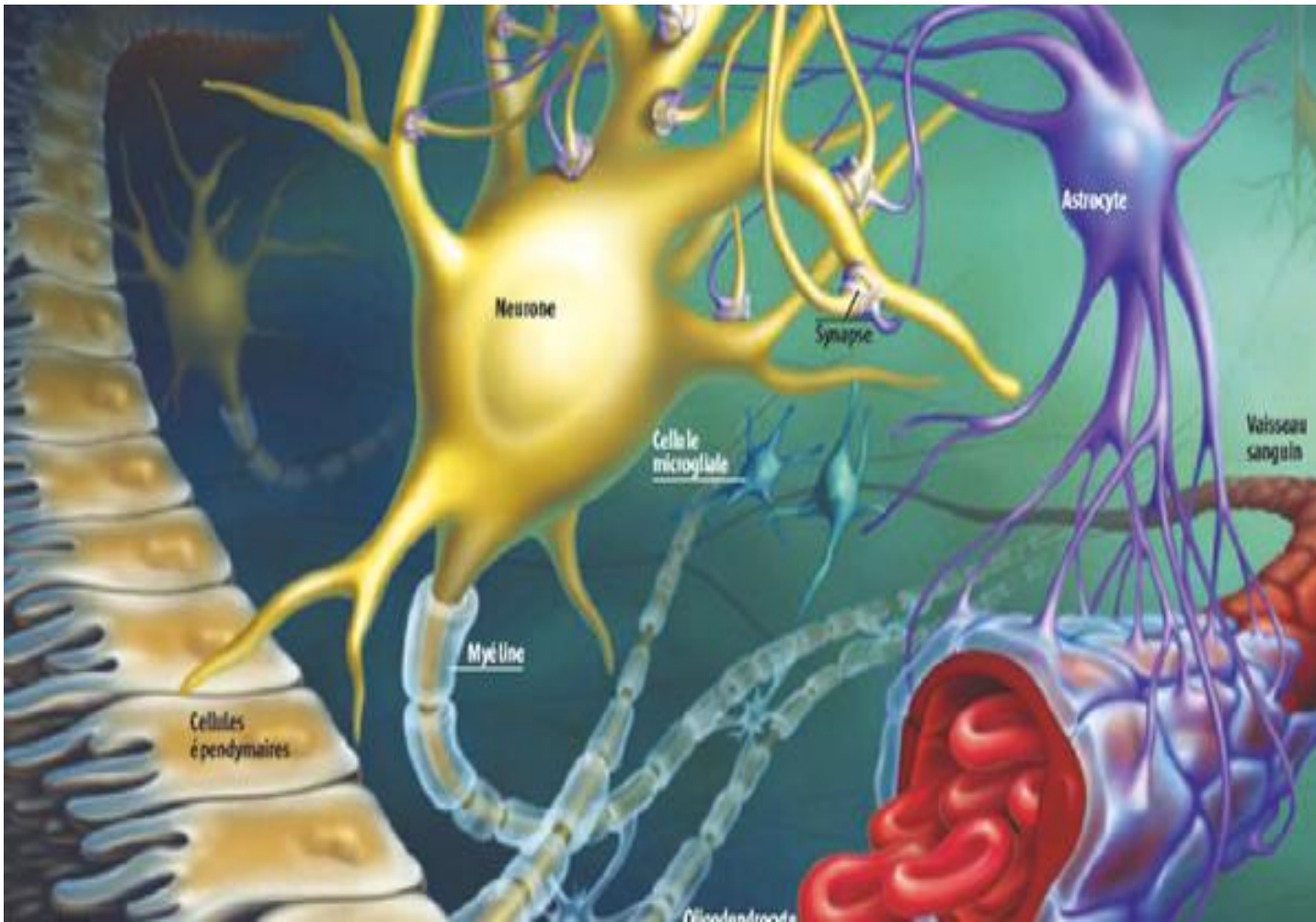
I/ Cellules de la névroglie (cellules Gliales)

La névroglie soutient, nourrit et protège les neurones, elle constitue presque la moitié de l'espace du SNC.

I/ Cellules de la névroglie (cellules Gliales)

Les cellules gliales sont plus petites que les neurones et de 5 à 50 fois plus nombreuses qu'eux. Elles peuvent se diviser et se multiplier dans le SN adulte.

Cellules neuronales et gliales



En cas de traumatisme, les **cellules gliales** se multiplient et remplissent l'espace laissé vacant par les neurones.

Leur prolifération désordonnée peut impliquer des tumeurs cérébrales. Ces tumeurs ou **gliomes** sont hautement malignes et se développent rapidement.

La composition de la névroglie est **différente selon que l'on observe le SNC ou le SNP.**

Dans le SNC se trouve 4 types de cellules gliales :

1- Les Astrocytes : cellules étoilées qui représentent 50 % du volume du SNC. Ce sont des cellules régulatrices du milieu extracellulaire.

Type et aspect microscopique

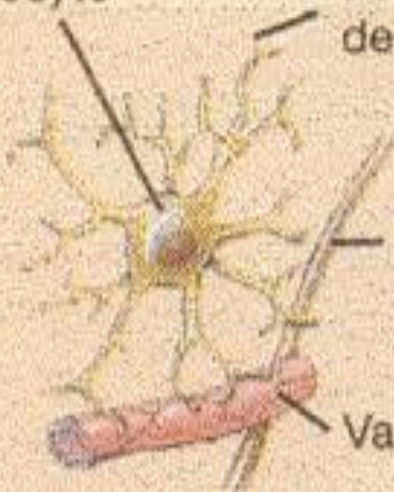
Astrocytes

Astrocyte

Prolongement
de l'astrocyte

Prolongement
du neurone

Vaisseau sanguin

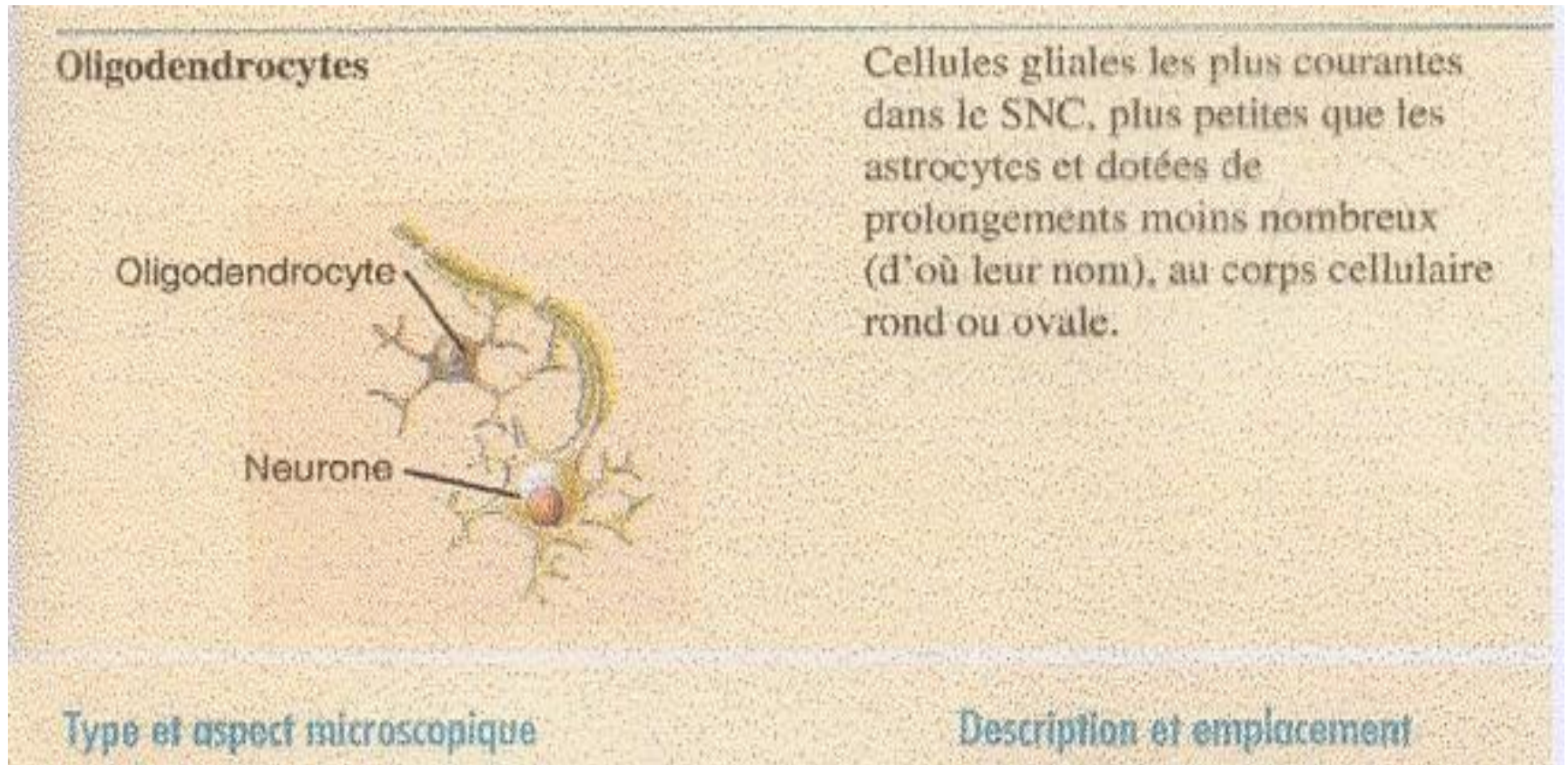


Description et emplacement

Cellules étoilées dotées de nombreux prolongements. Selon que les astrocytes sont **protoplasmiques** ou **fibrillaires**, ils se trouvent respectivement dans les substances grise et blanche du SNC.

Dans le SNC se trouve 4 types de cellules gliales :

2- Les Oligodendrocytes : sont dotés de peu de prolongements. Ils forment un réseau de soutien par enroulement autour des neurones et produisent un revêtement lipidique et protéique, la gaine de myéline.

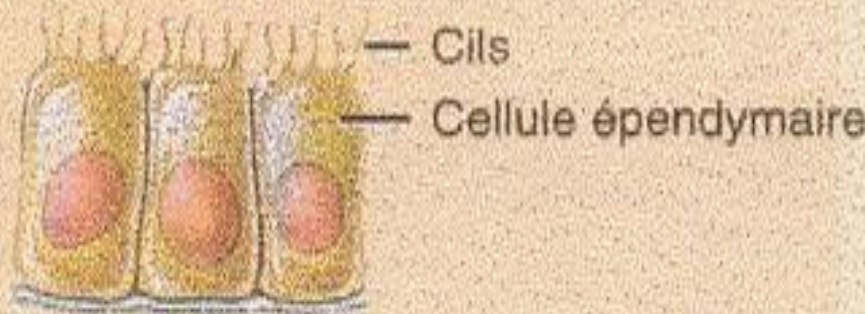


Dans le SNC se trouve 4 types de cellules gliales :

3- Les cellules épendymaires : ont des formes pavimenteuses ou cylindriques et plusieurs sont ciliées. Elles tapissent les ventricules cérébraux (espaces qui forment et qui font circuler le liquide céphalo-rachidien) et le canal épendymaire.

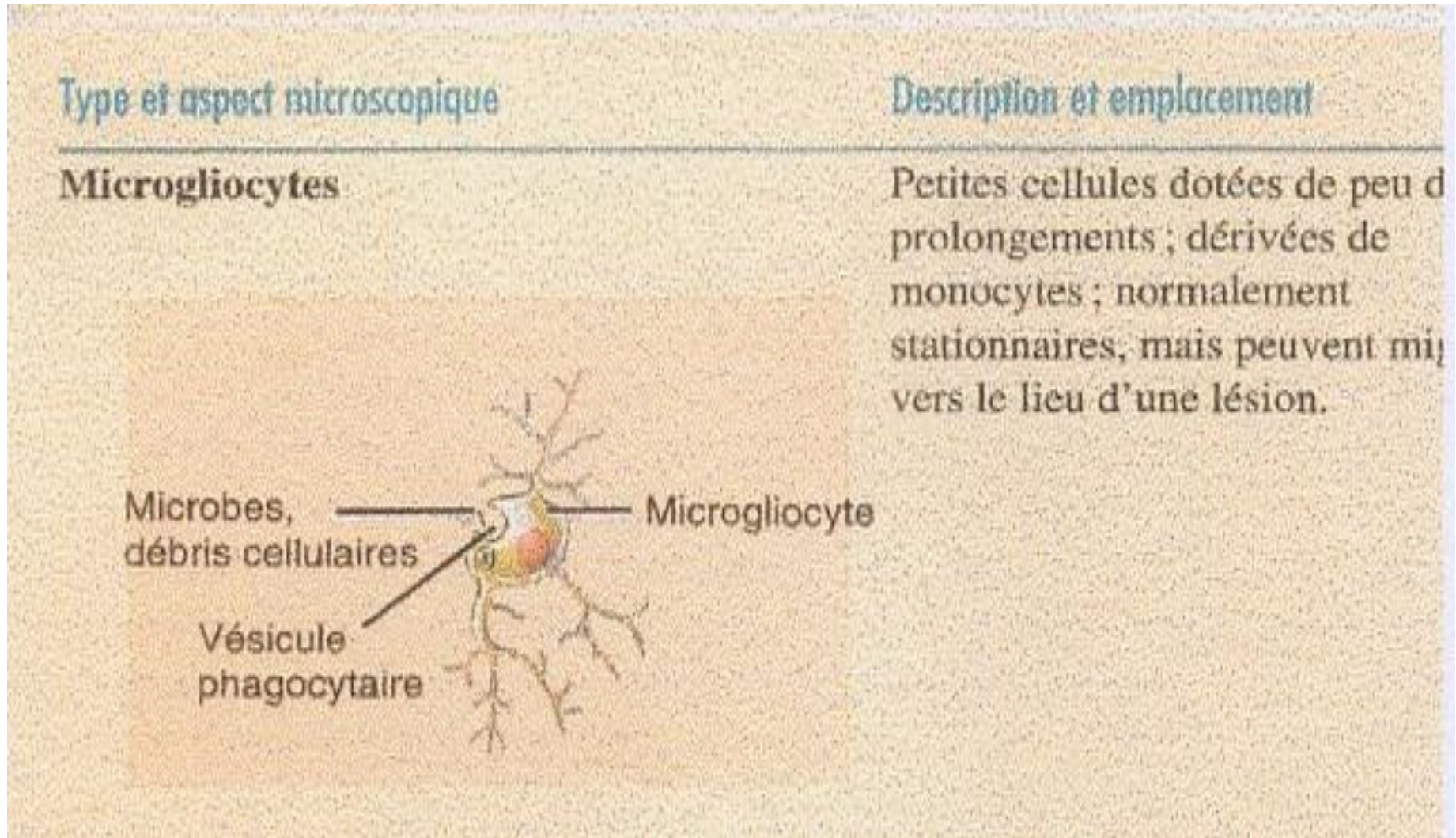
Cellules épendymaires

Cellules épithéliales disposées en une couche et dont les formes varient de pavimenteuses à cylindriques et plusieurs sont ciliées.



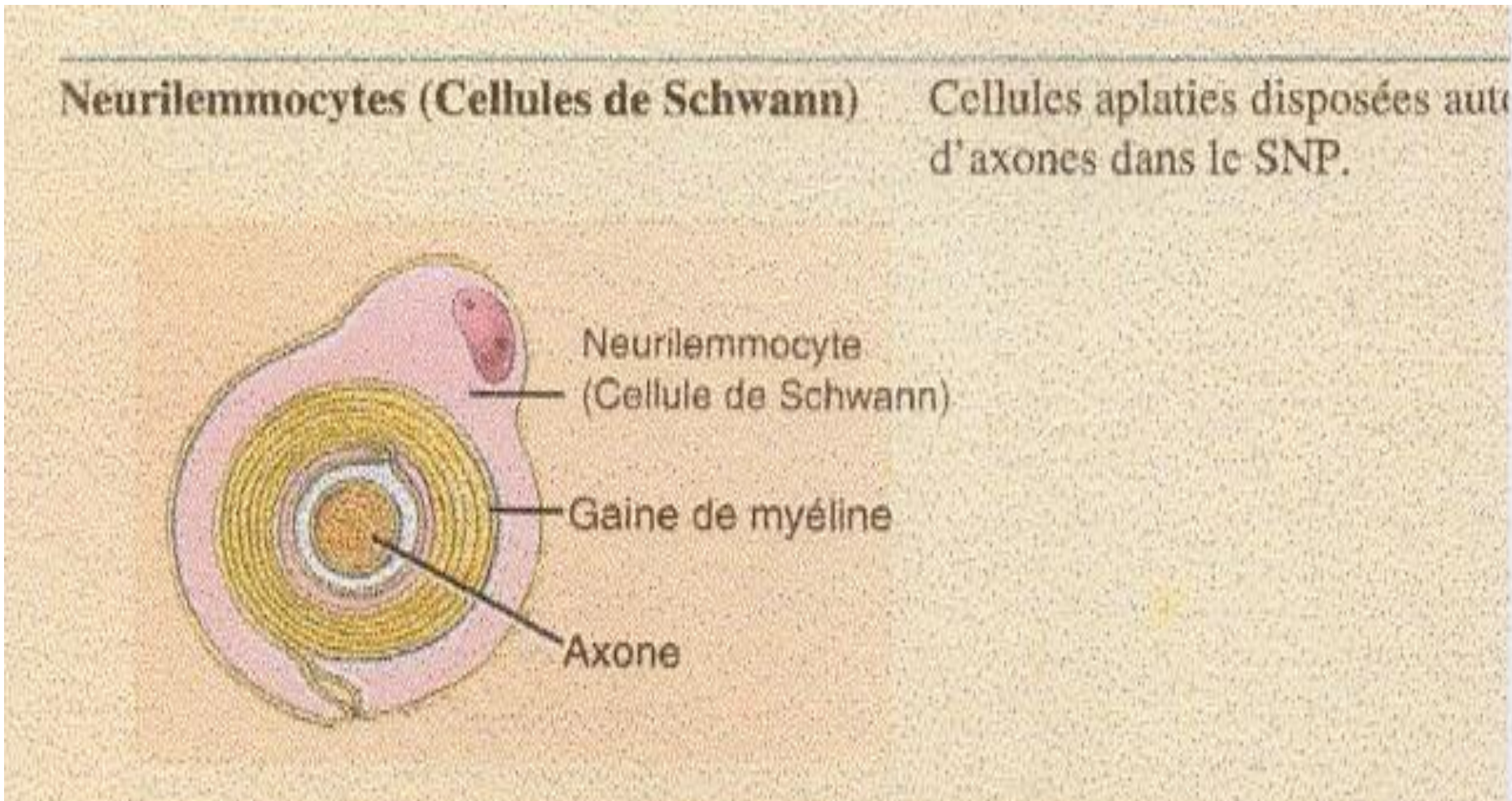
Dans le SNC se trouve 4 types de cellules gliales :

4- Les cellules de la microglie : protection



Le SNP contient deux types de cellules gliales :

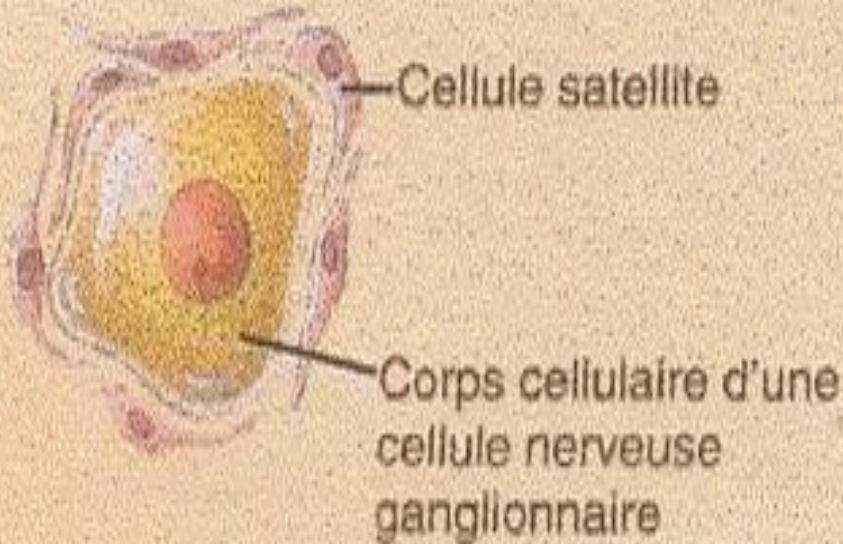
- Les neurilemmocytes ou cellules de schwann : produisent de la gaine de myéline autour des axones du SNP.



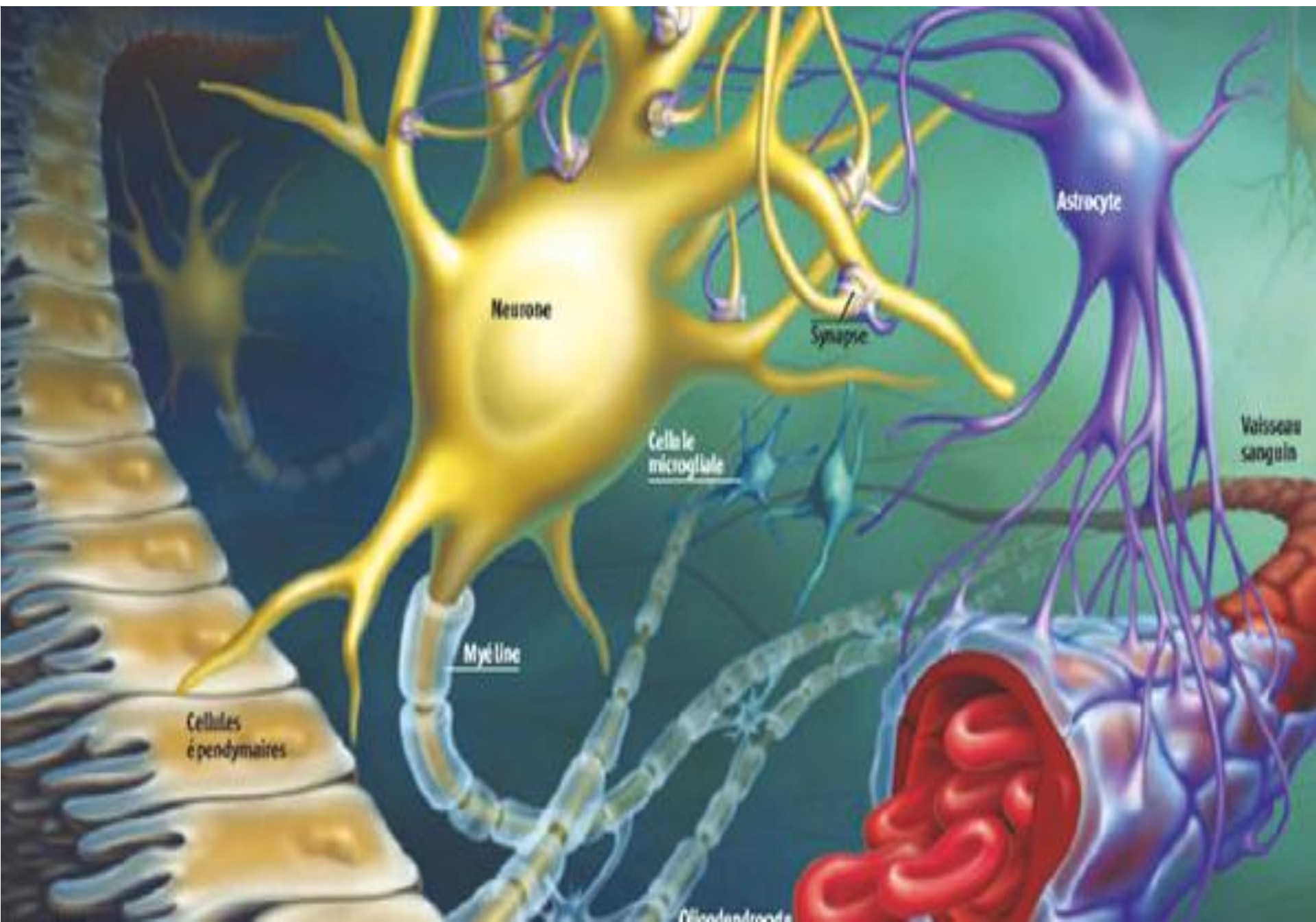
- Les cellules satellites : gaine au niveau des corps cellulaires, très présente au niveau des ganglions.

Cellules satellites

Cellules aplaties disposées autour des corps cellulaires de neurones dans les ganglions (amas de corps cellulaires de neurones dans le système nerveux autonome).



Cellules neuronales et gliales



Les parties d'un neurone : les neurones sont constitués de :

II/ Neurones

Ce sont des cellules hautement spécialisées répondant à trois critères fondamentaux :

- 1) **longévité** extrême,
- 2) **amitotique**,
- 3) **vitesse métabolique** très élevée avec un apport continuels d'oxygène et de glucose.

Les parties d'un neurone : les neurones sont constitués de :

II/ Neurones

Certains neurones sont minuscules (1 mm) d'autres très longs (longueur du corps).

Diverses protéines appelées neurotrophines règlent la croissance normale et le développement des neurones.

II/ Neurones

:

Une synapse est le contact fonctionnel entre deux neurones ou entre un neurone et une cellule effectrice

jonction neuro-musculaire : neurone moteur et fibre musculaire, **jonction neuro-glandulaire** : neurone-cellule glandulaire).



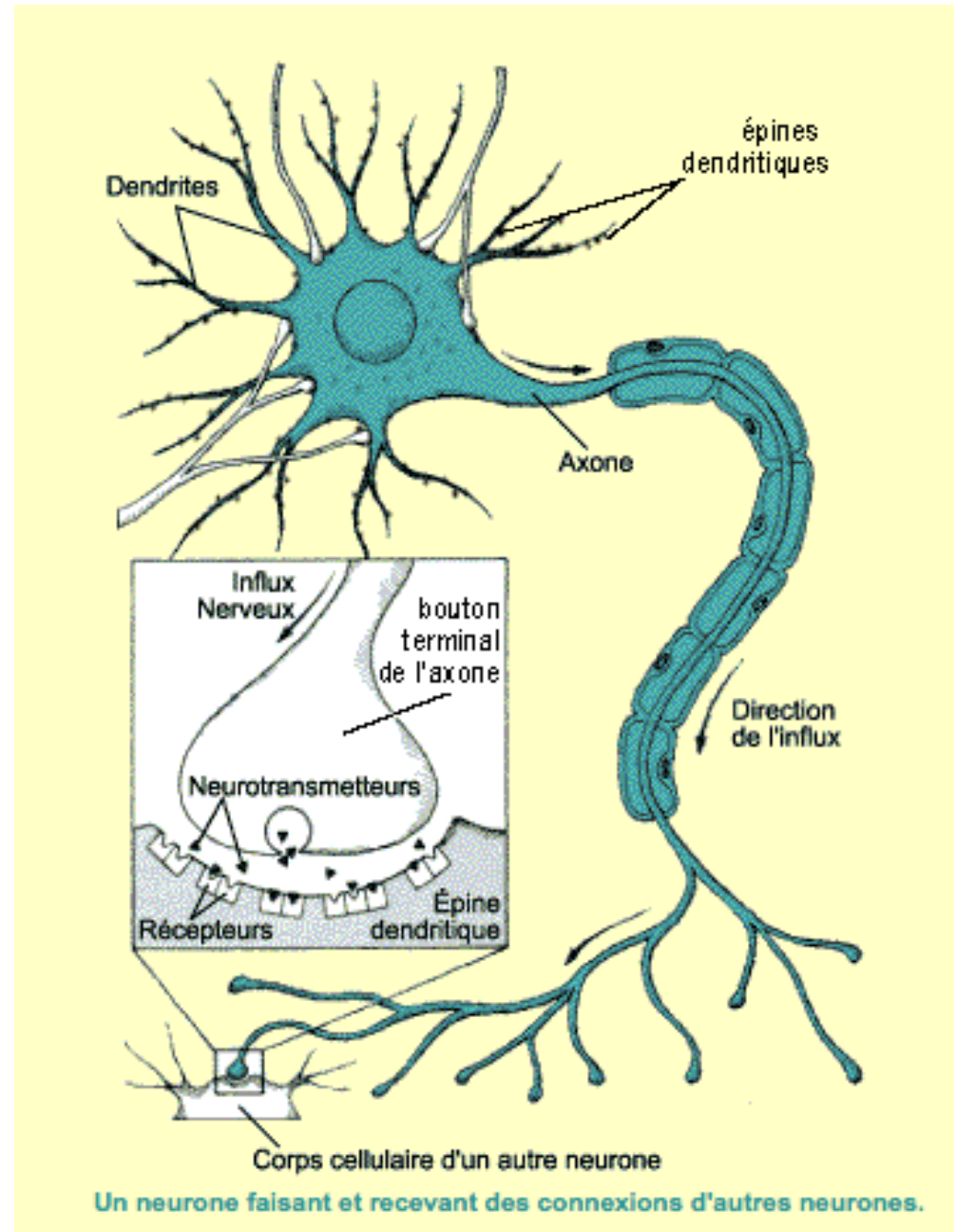
Cellules neuronales

neurone = cellule spécialisée

Dendrites avec ou sans épines

Axone qui peut être très long

Réception d'un signal; transmission électrochimique orientée, libération neurotransmetteur



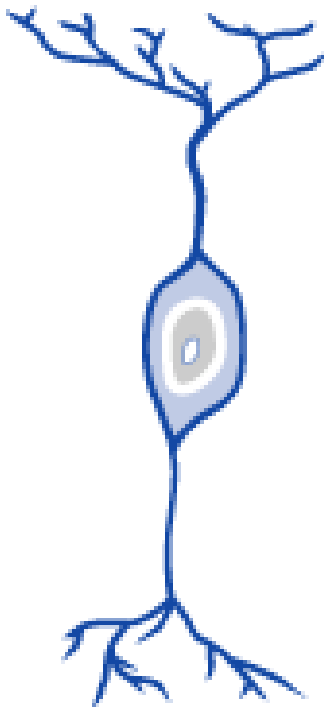
Cellules neuronales et gliales

Différents types de formes neuronales

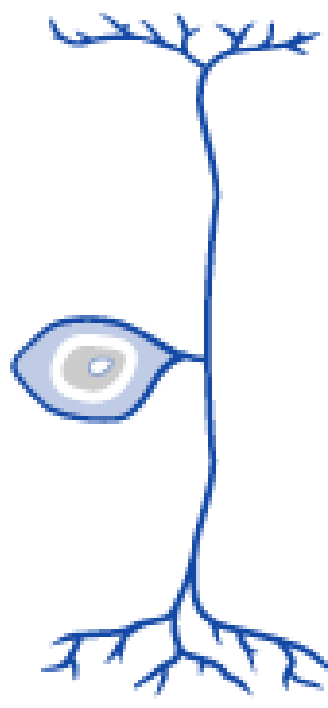
Neurone sensoriel

Neurone moteur

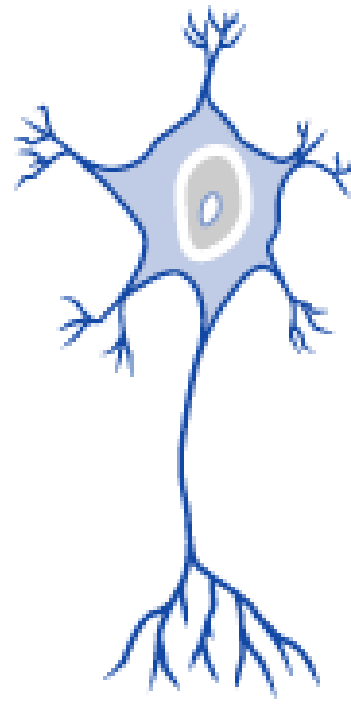
Basic Neuron Types



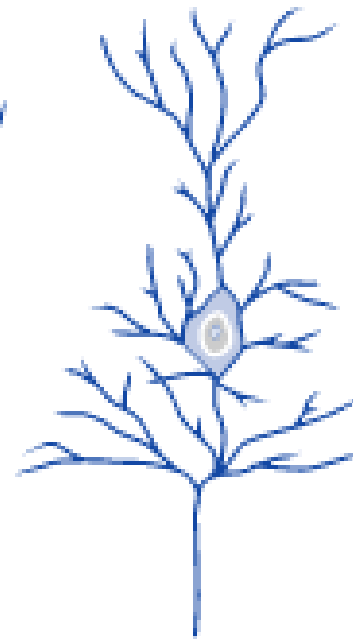
Bipolar
(Interneuron)



Unipolar
(Sensory Neuron)



Multipolar
(Motoneuron)

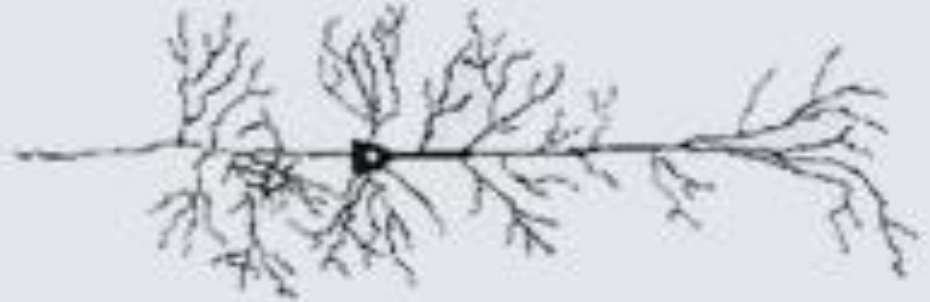


Pyrimidal
Cell

Cellules neuronales



Cellule en étoile



**Cellule pyramidale
de l'hippocampe**



Cellule ovoïde



**Cellule
granulaire**



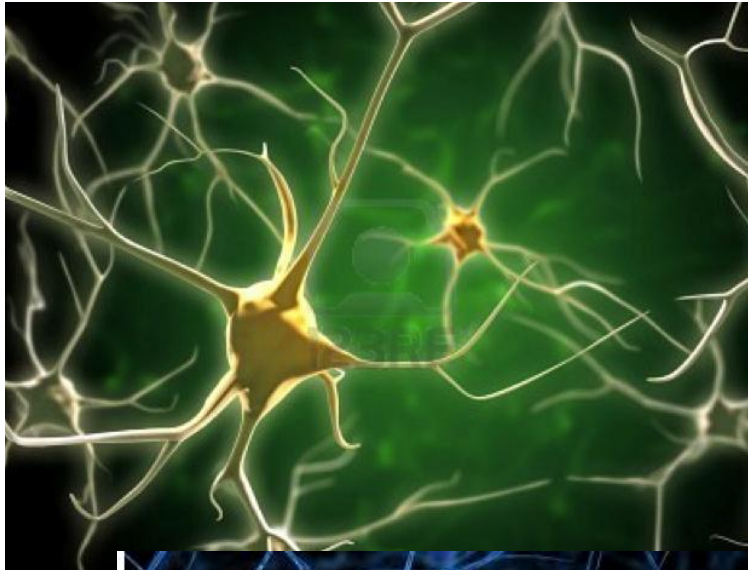
**Cellule
en corbeille**



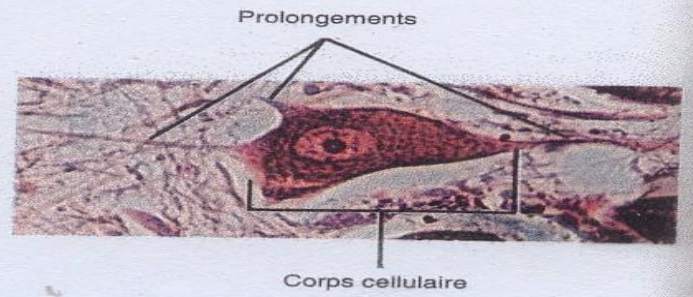
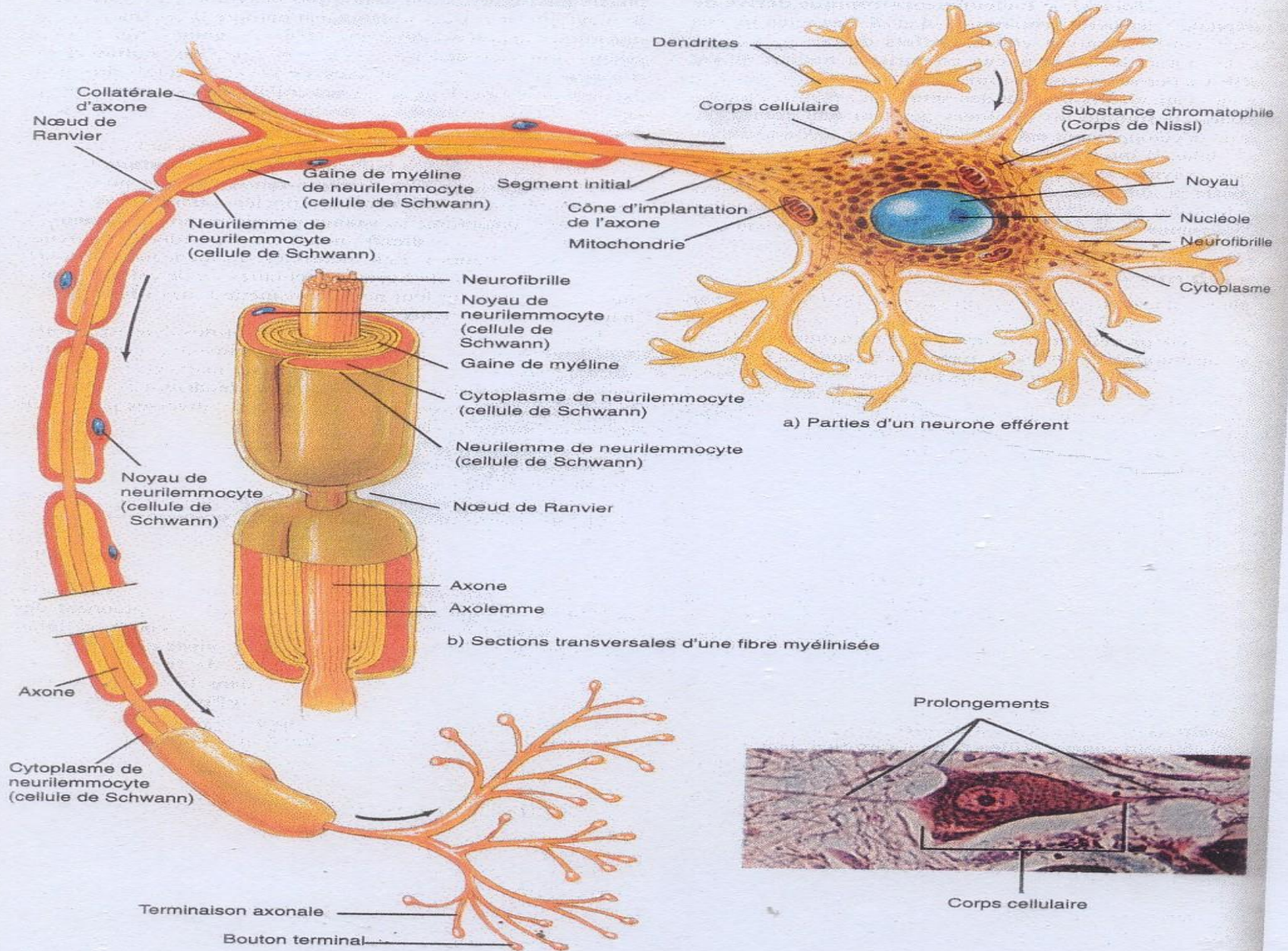
**Cellule en
chandelier**

Le système nerveux

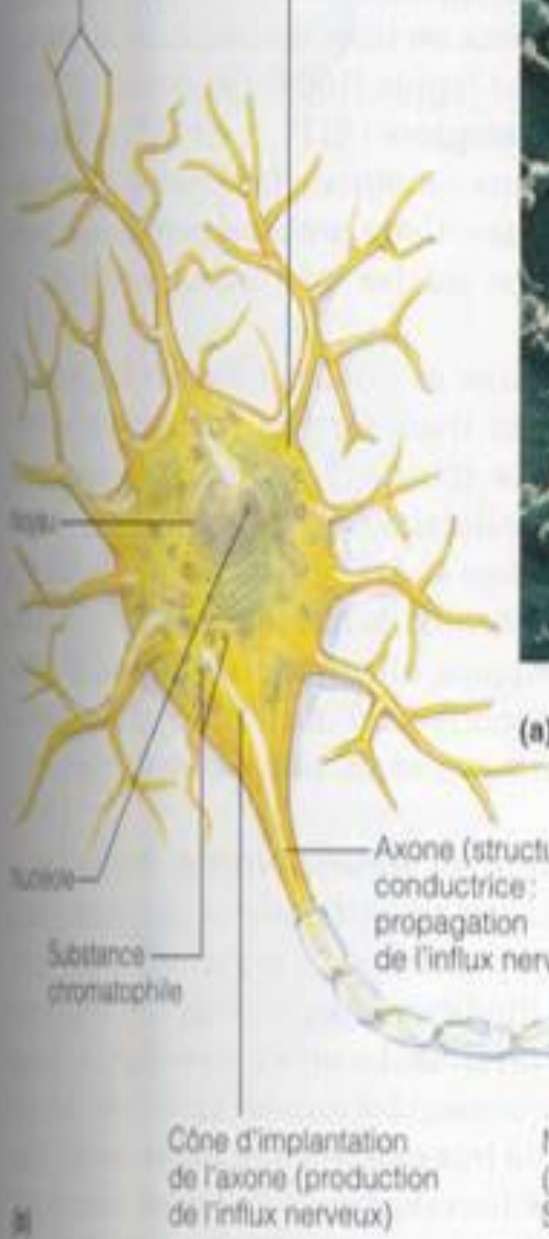
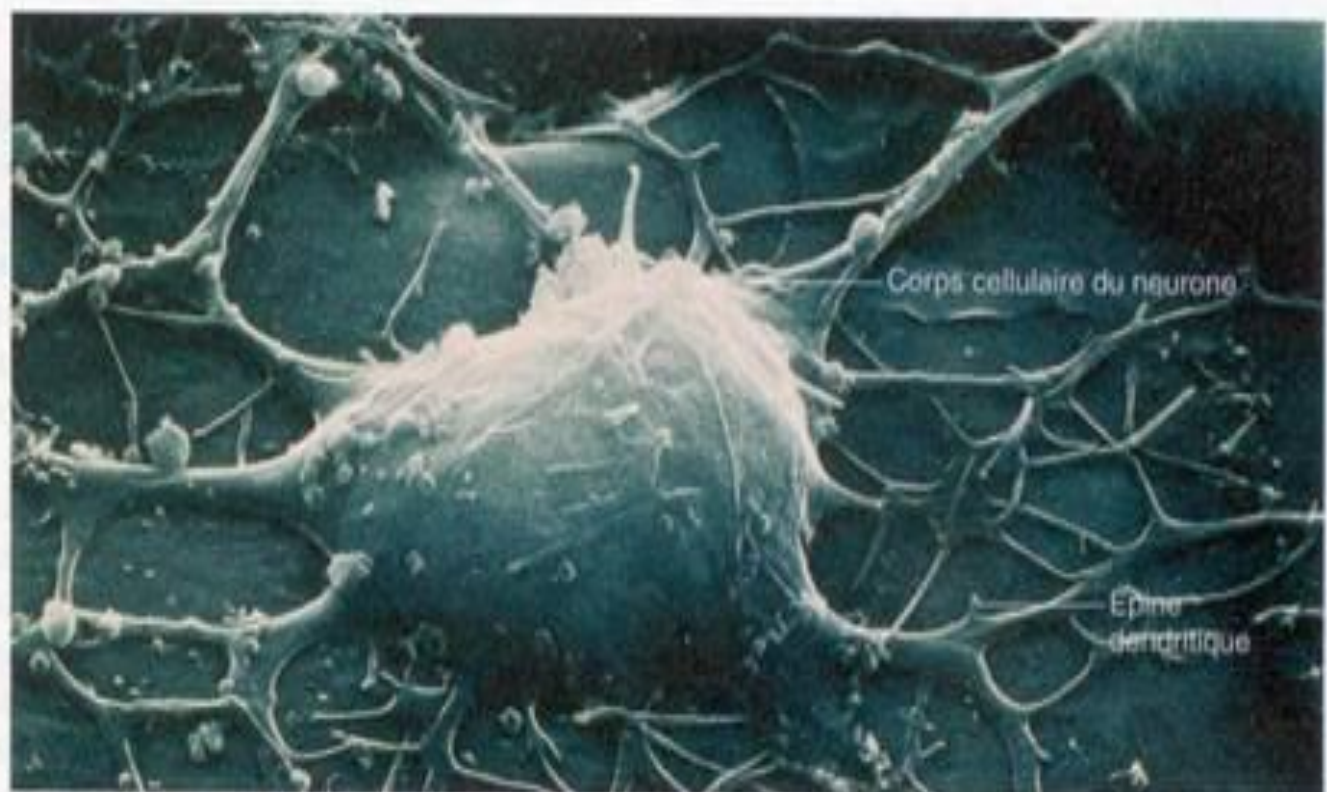
Agencement des cellules neuronales / réseau de neurones



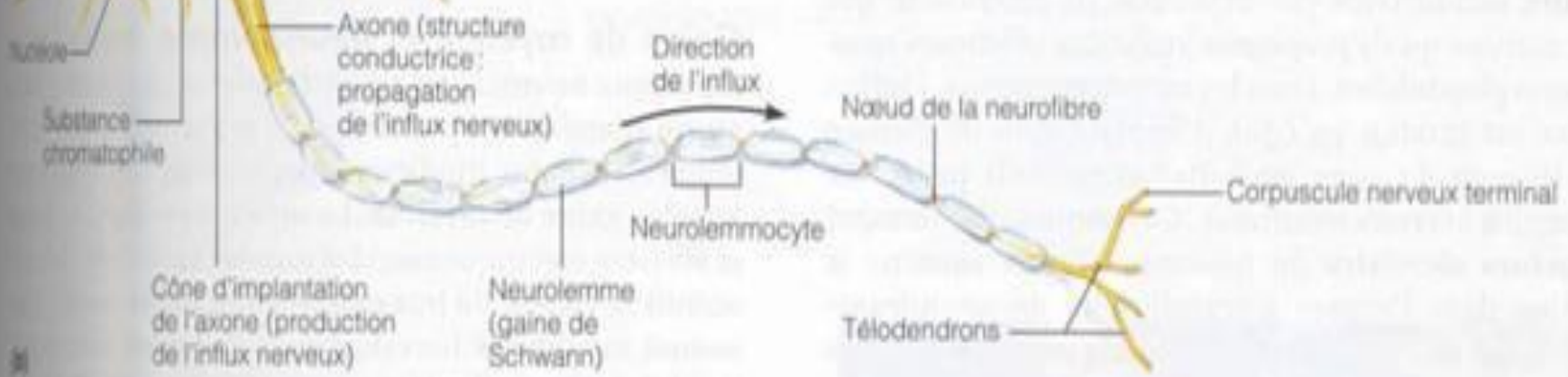
Structure d'un neurone type. Les flèches indiquent la direction du flux d'information. L'interruption signifie que l'axone est en réalité plus long qu'il ne figure.



Dendrites (structures réceptrices)
Corps cellulaire (centre biosynthétique)



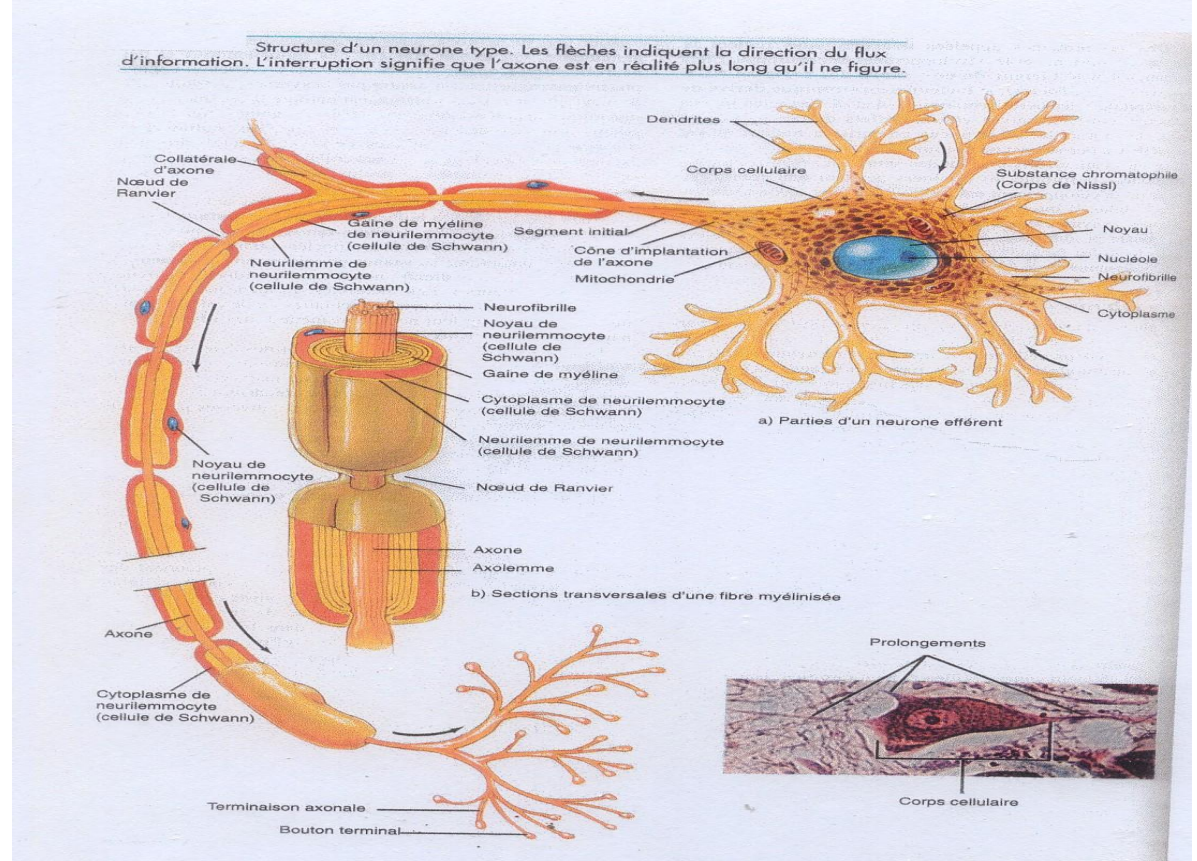
(a)



(b)

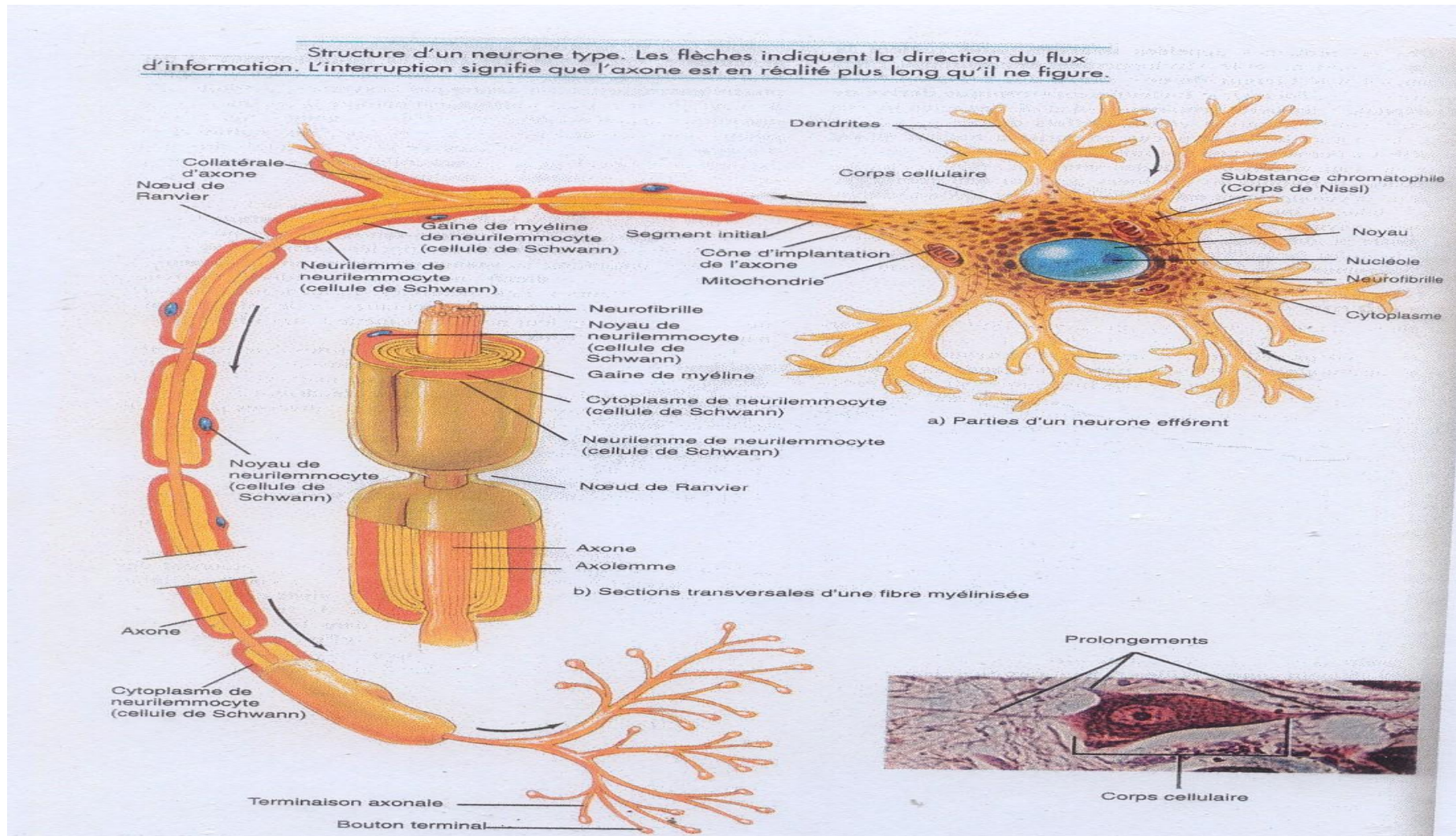
• Corps cellulaire (soma ou péricaryon) :

Renferme un noyau entouré de cytoplasme qui contient une substance caractéristique chromatophile (**les corps de Nissl**) constituée d'un arrangement régulier de réticulum endoplasmique, siège de la synthèse protéique (croissance de neurones et régénération des axones).



• Corps cellulaire (soma ou péricaryon) :

Dans la plupart des cas, le corps cellulaire est situé à l'intérieur du SNC protégé par les os du crâne et la colonne vertébrale. Ils peuvent se regrouper au sein du SNP sous forme de **ganglions**.

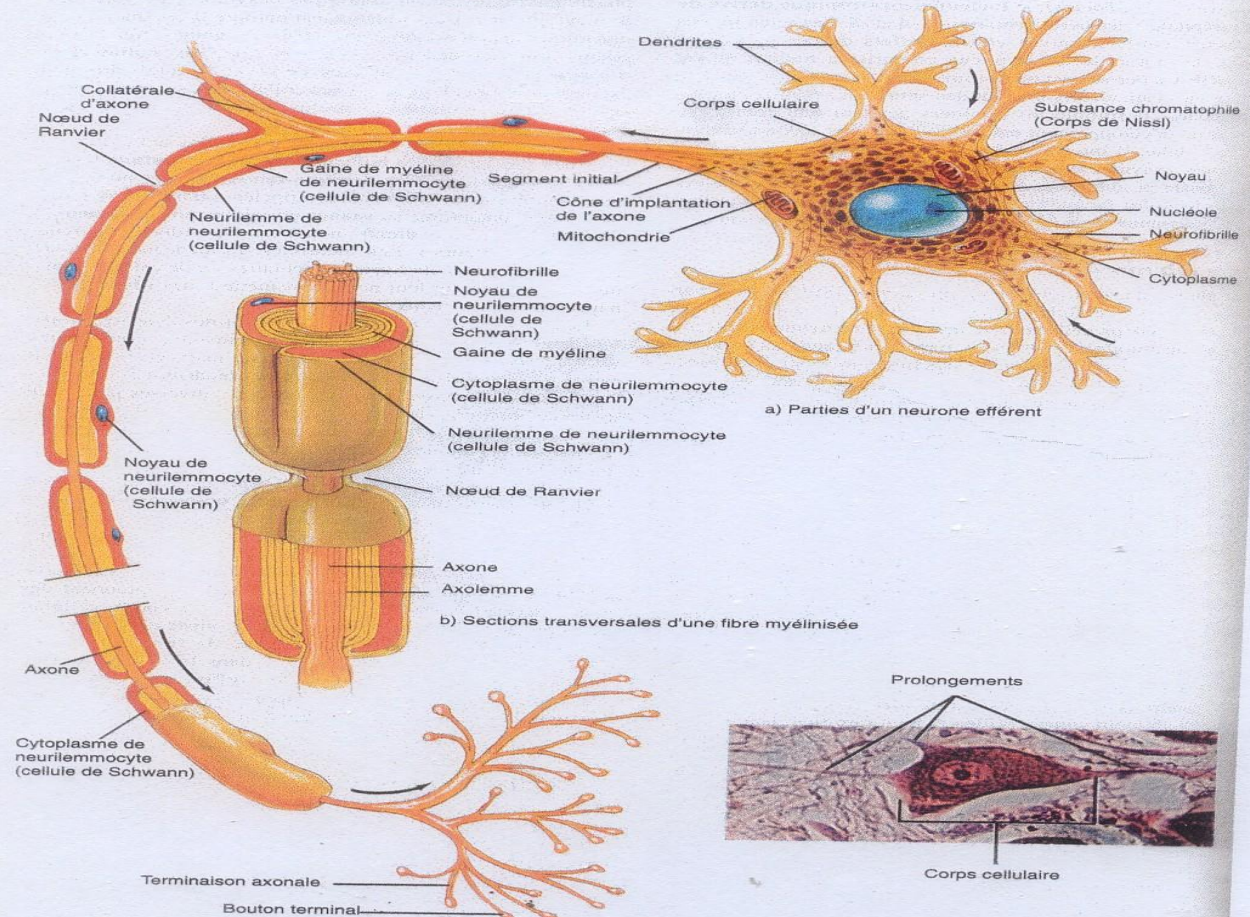


Prolongements neuronaux : sont des formations cytoplasmiques dont l'origine se situe au niveau du corps cellulaire.

• Les prolongements neuronaux se regroupent dans – le SNC : on parle de **faisceaux**, dans – le SNP : on parle de **nerfs**.

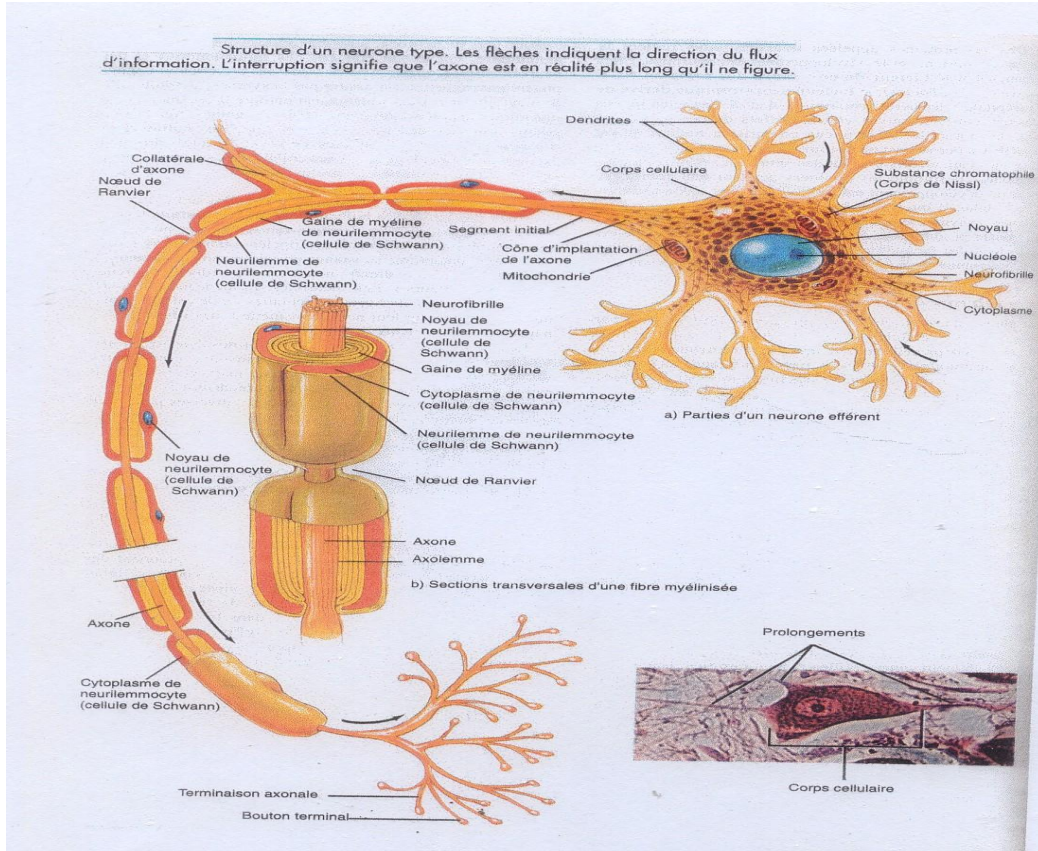


Structure d'un neurone type. Les flèches indiquent la direction du flux d'information. L'interruption signifie que l'axone est en réalité plus long qu'il ne figure.

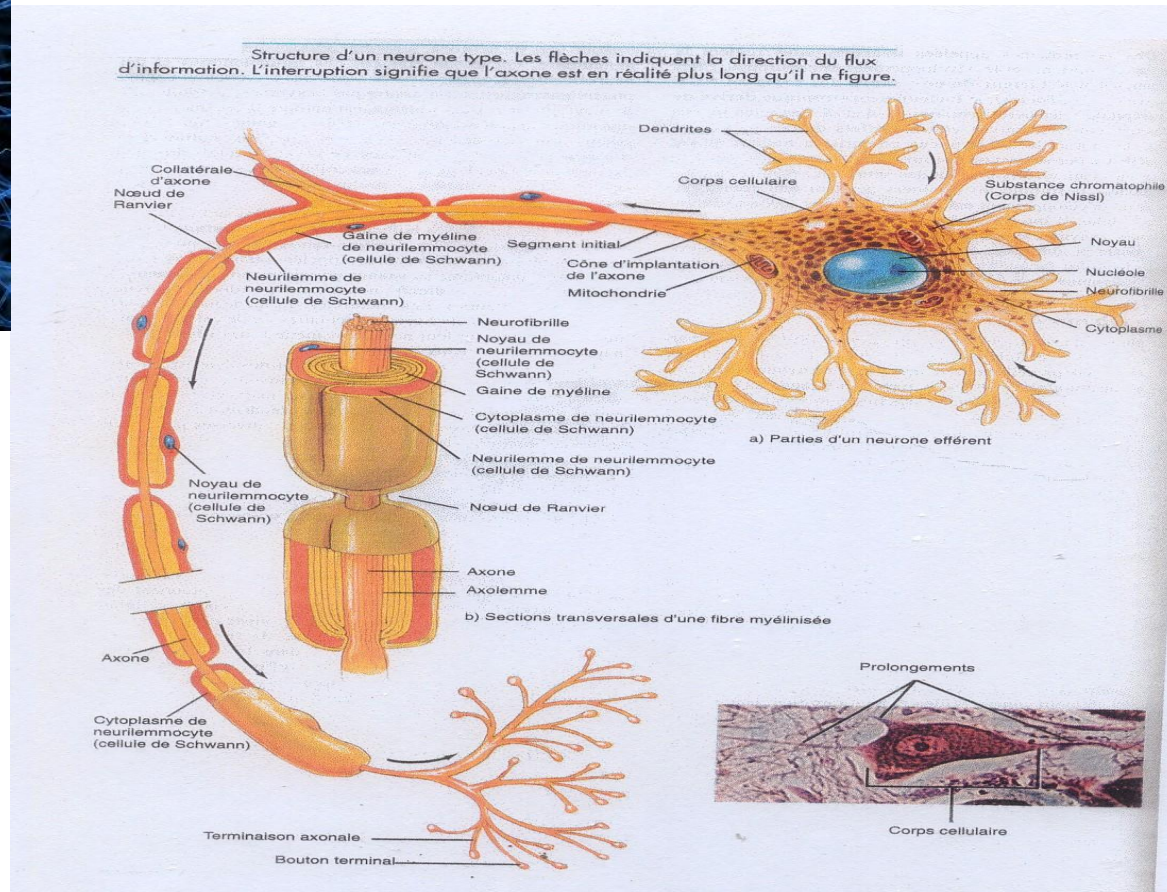


Ces prolongements neuronaux sont de 2 types.

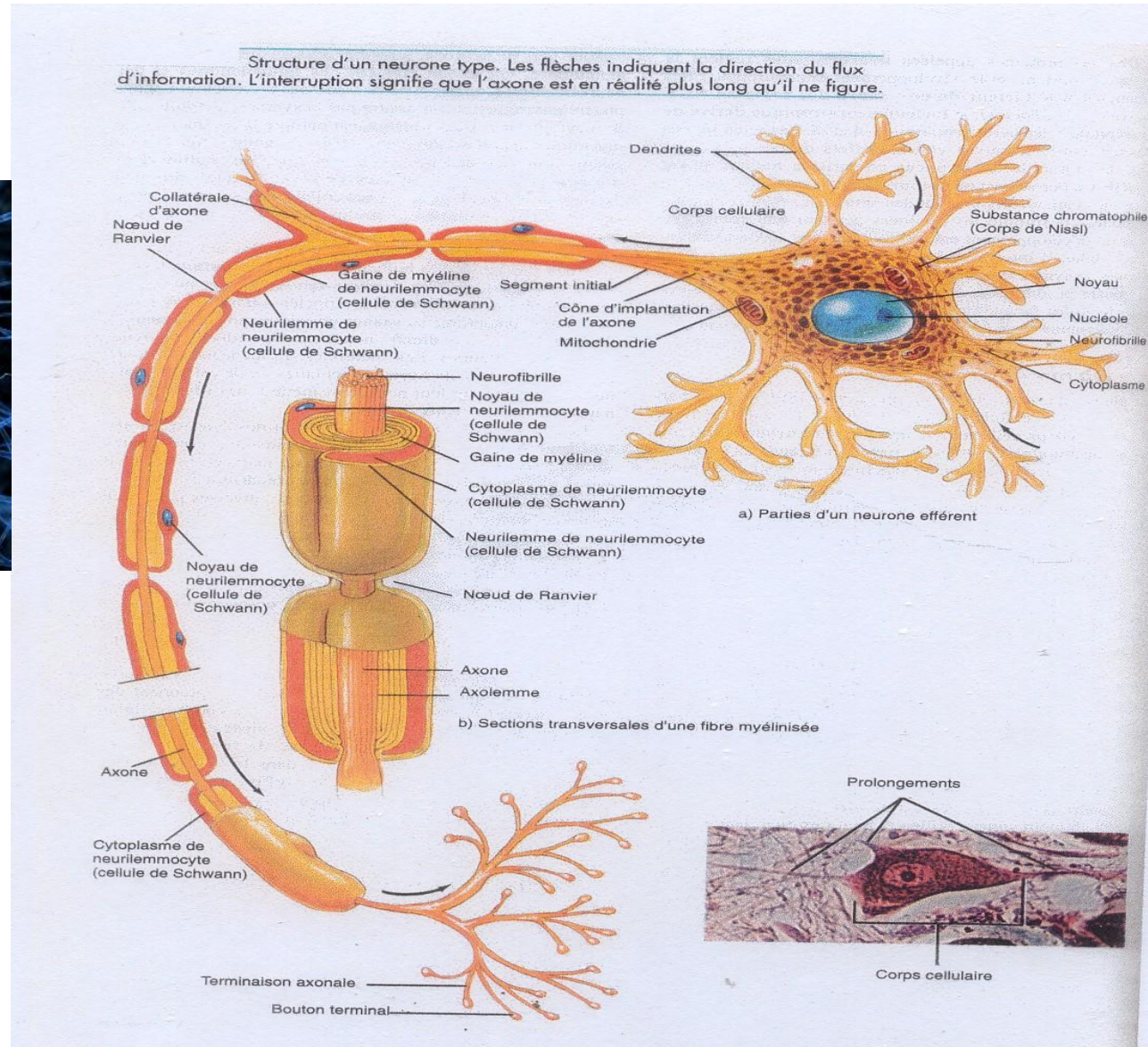
1) **Dendrites** : sont des prolongements courts à ramifications nombreuses et diffuses. Elles forment la structure réceptive qui transmet les signaux électriques vers le corps cellulaire. Ce sont des signaux de courte durée que l'on appelle : **potentiels gradués**.



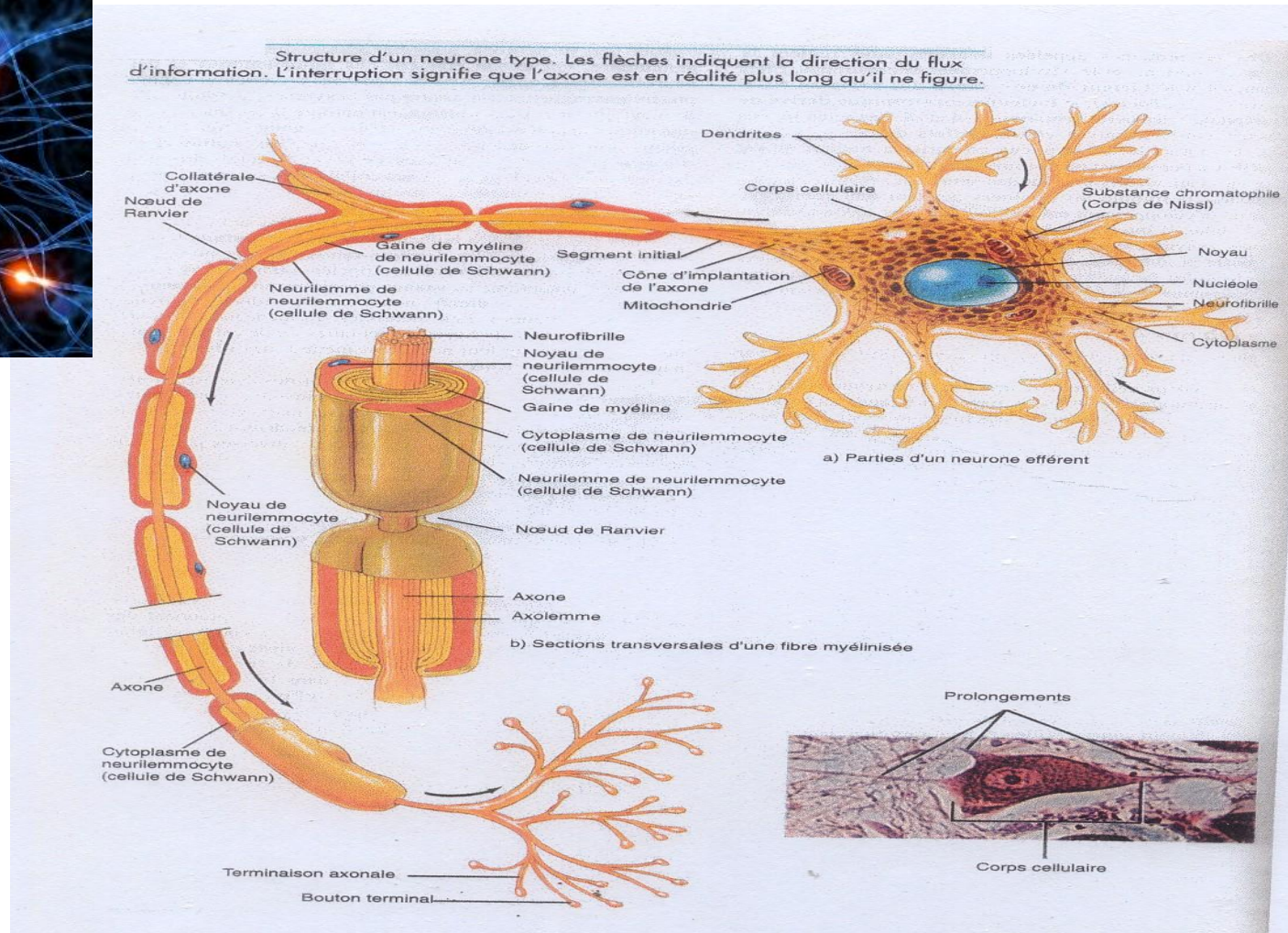
1) **Axone** : prolongement long, fin et cylindrique qui peut être myélinisé, s'unit au corps cellulaire au niveau du cône d'implantation de l'axone. Les influx nerveux se produisent à la jonction du cône et du segment initial appelé **zone gâchette (zone d'émergence)**, puis sont conduits le long de l'axone.



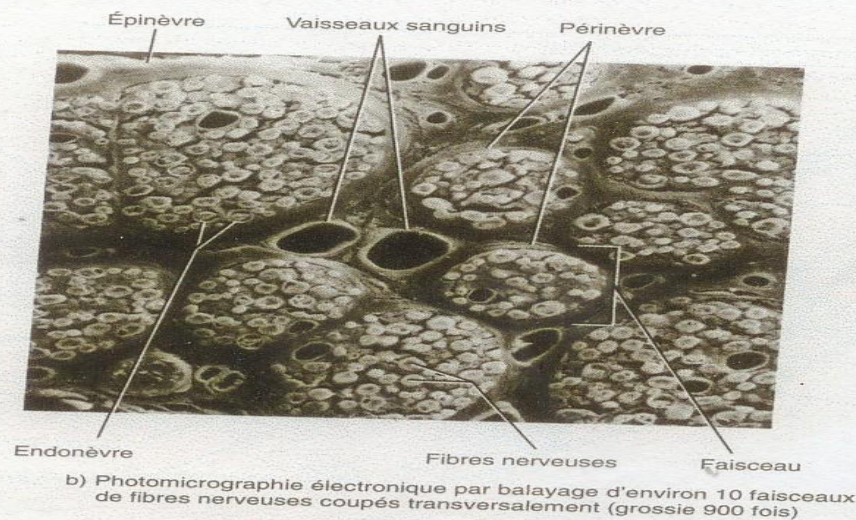
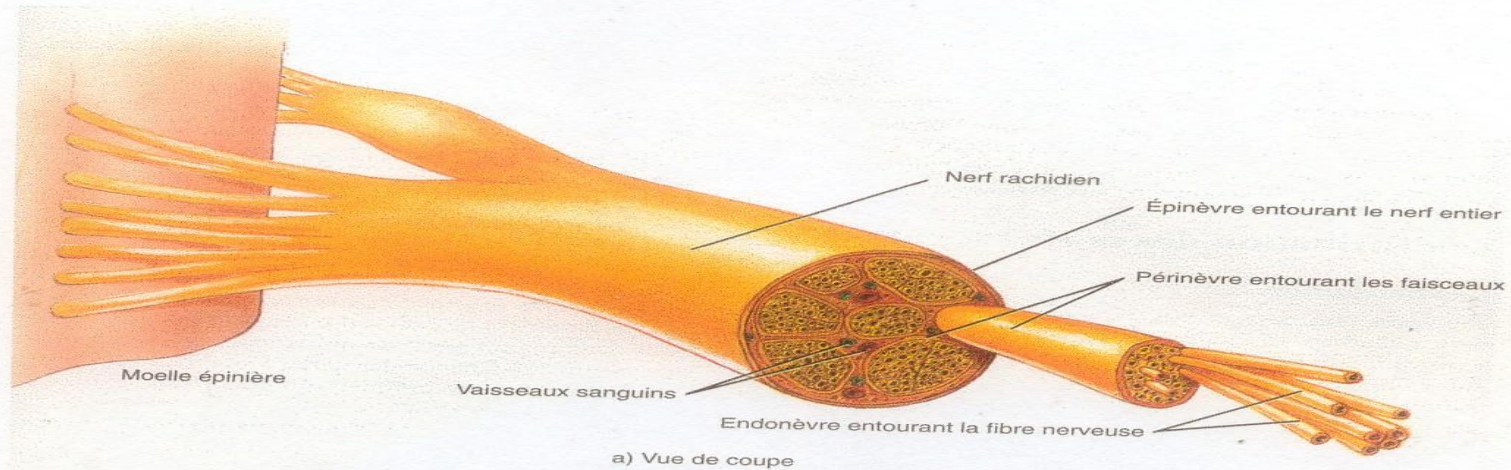
Son cytoplasme (l'**axoplasme**) est entouré d'une membrane plasmique appelée **axolemme**. Sur la longueur d'un axone, il y a des branches appelés **collatérales**.



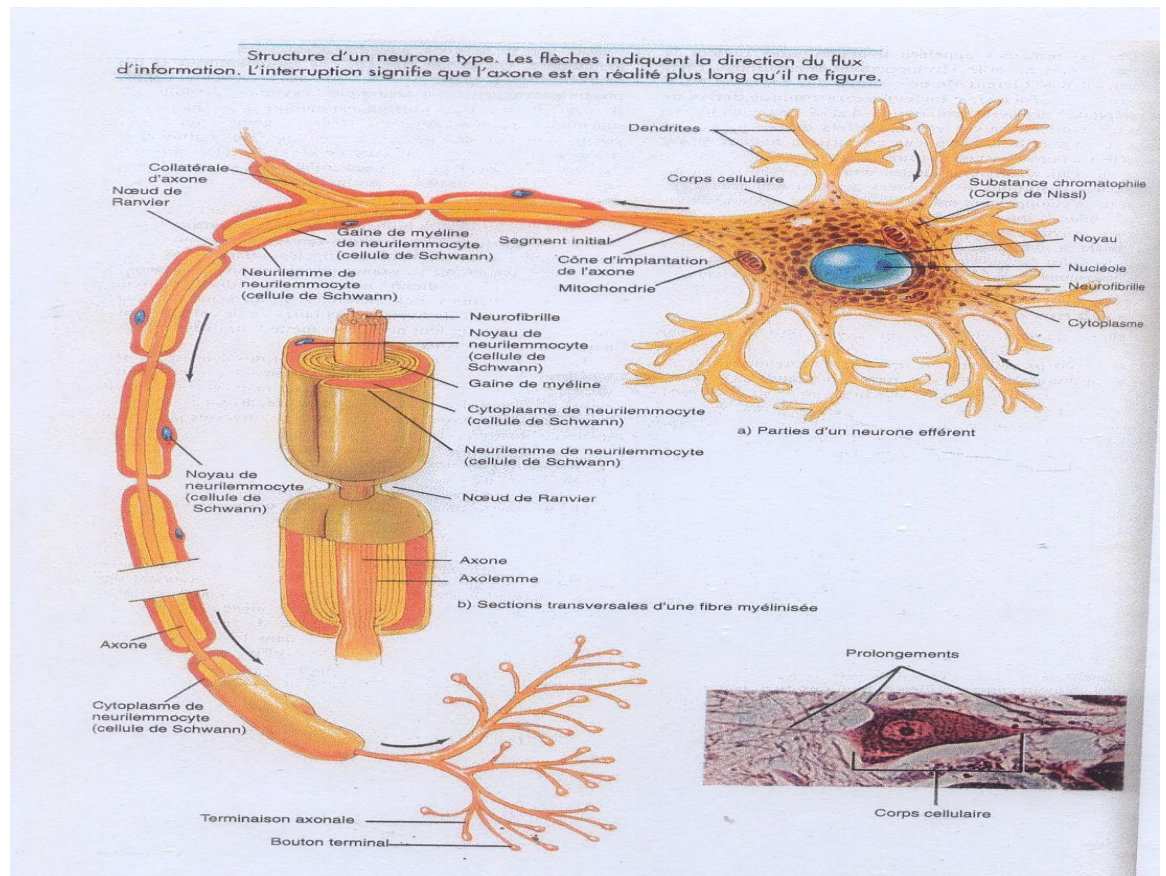
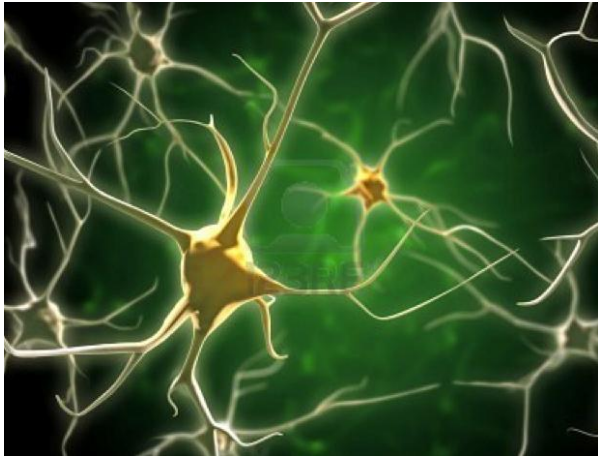
L'axone et ses collatérales se terminent par de nombreux prolongements appelés **terminaux axonales (TA)**. Les extrémités des TA forment des structures bulbeuses appelées **boutons terminaux synaptiques** qui renferment des sacs membraneux appelés **vésicules synaptiques** qui stockent des neurotransmetteurs.



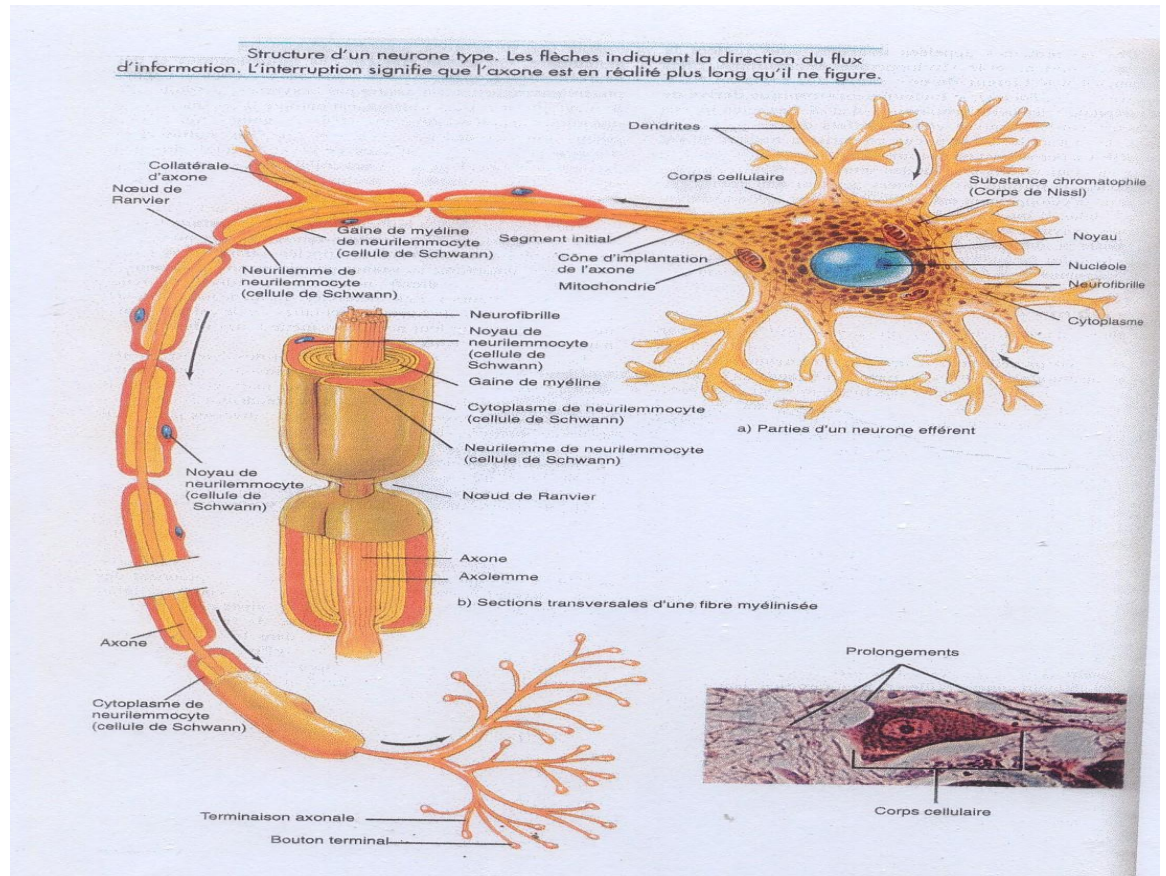
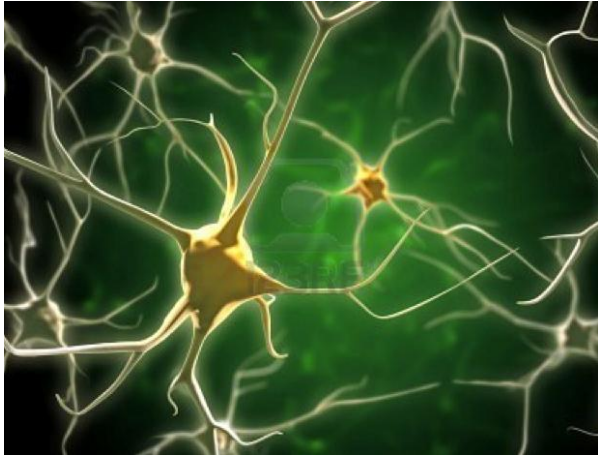
La fibre nerveuse est un terme général qui s'applique à tout prolongement neuronal (dendrite ou axone), il désigne le plus souvent un axone. Un nerf est un faisceau de plusieurs fibres nerveuses qui suivent une même voie dans le SNP (exp. Nerf sciatique).



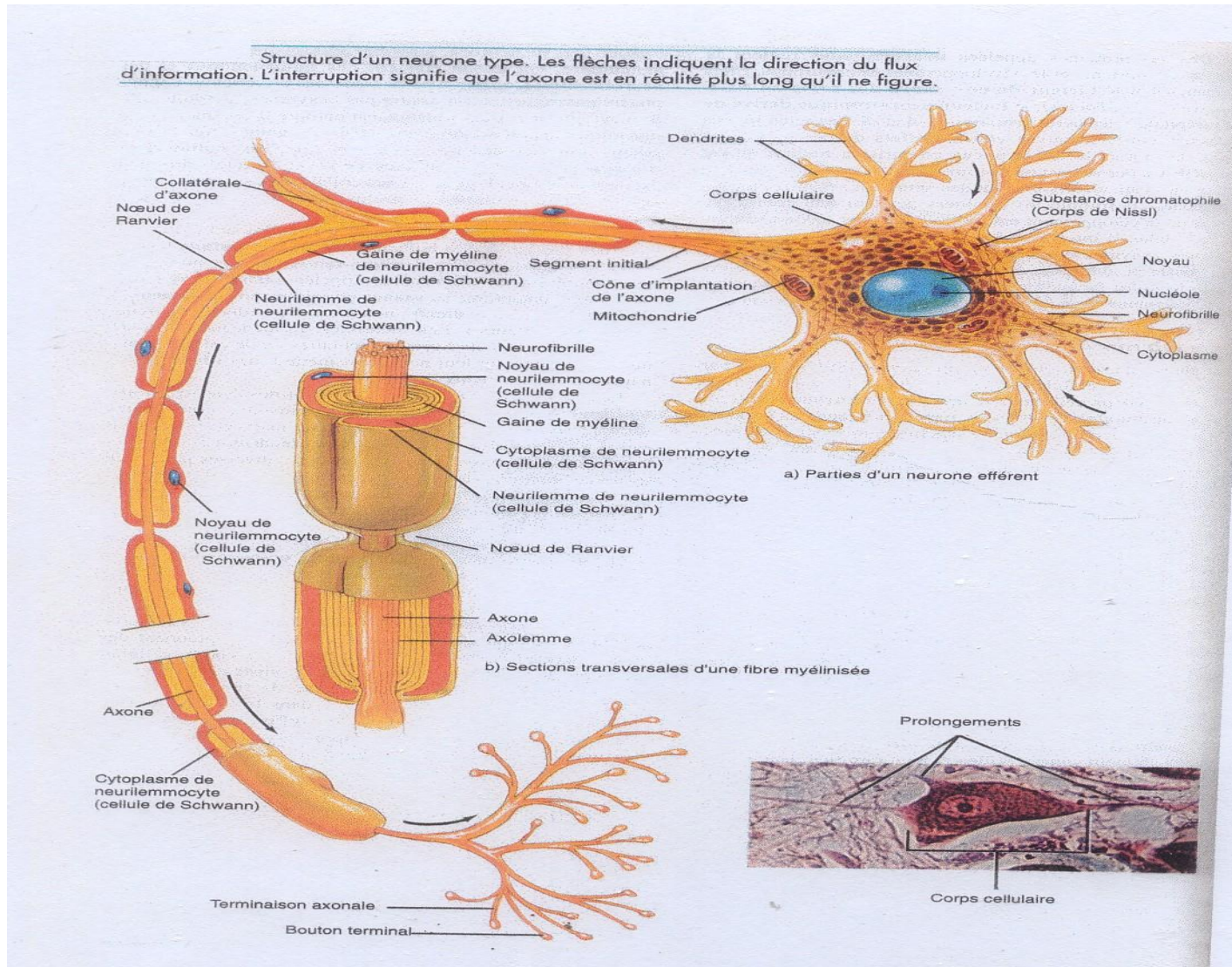
Tout au long de l'axone peuvent **circuler des substances** ou particules telles que les mitochondries, des enzymes ou éléments du cytosquelette.



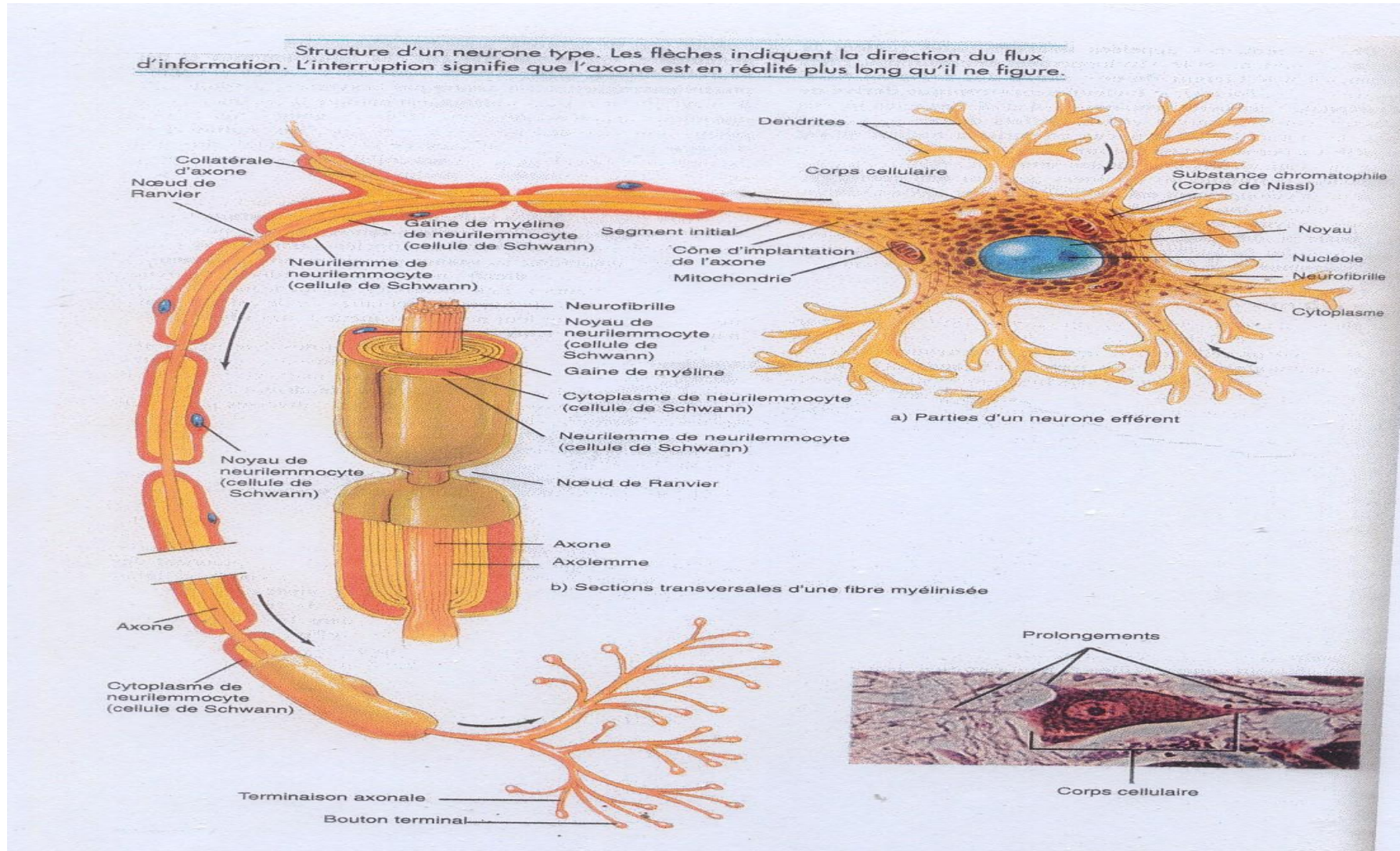
Cette communication permanente permet à des virus ou à des toxines de remonter des terminaisons axonales vers le corps cellulaire et nuire au fonctionnement du SN (exp. **Virus de la polyomyélite et de la rage**).



Certains neurones sont recouverts d'une **gaine blanchâtre segmentée (myéline)** qui est de structure lipidique, c'est un prolongement des membranes plasmiques des cellules de schwann.



Etant donné que ces cellules ne sont pas contigües sur l'axone, il va y avoir des espaces réguliers où il y a discontinuité de la gaine : **nœud de Ranvier**. On a alors des neurones myélinisés. Cependant dans d'autres cas, les **cellules de Schwann** ne développent pas de gaine de myéline : **axones amyélinisés**.





(a)



(b)



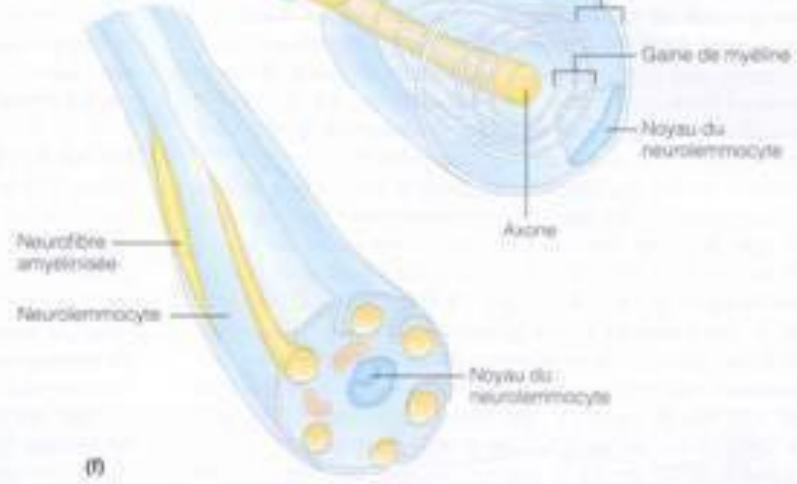
(c)



(d)

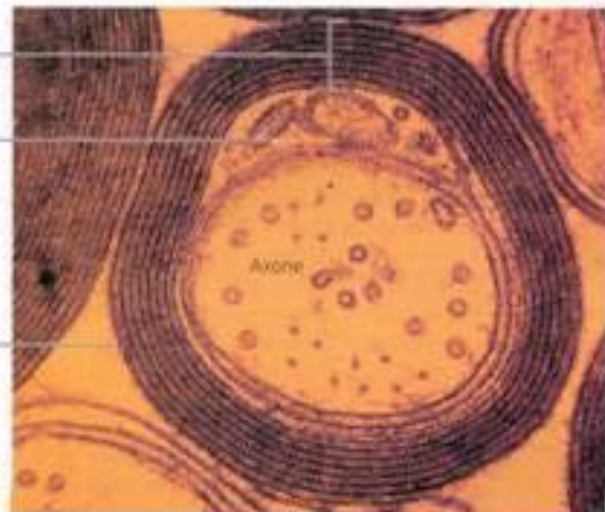


(e)



(f)

Gaine de myéline
 Cytoplasme du neurolemmocyte (début de l'enroulement)
 Neurolemme



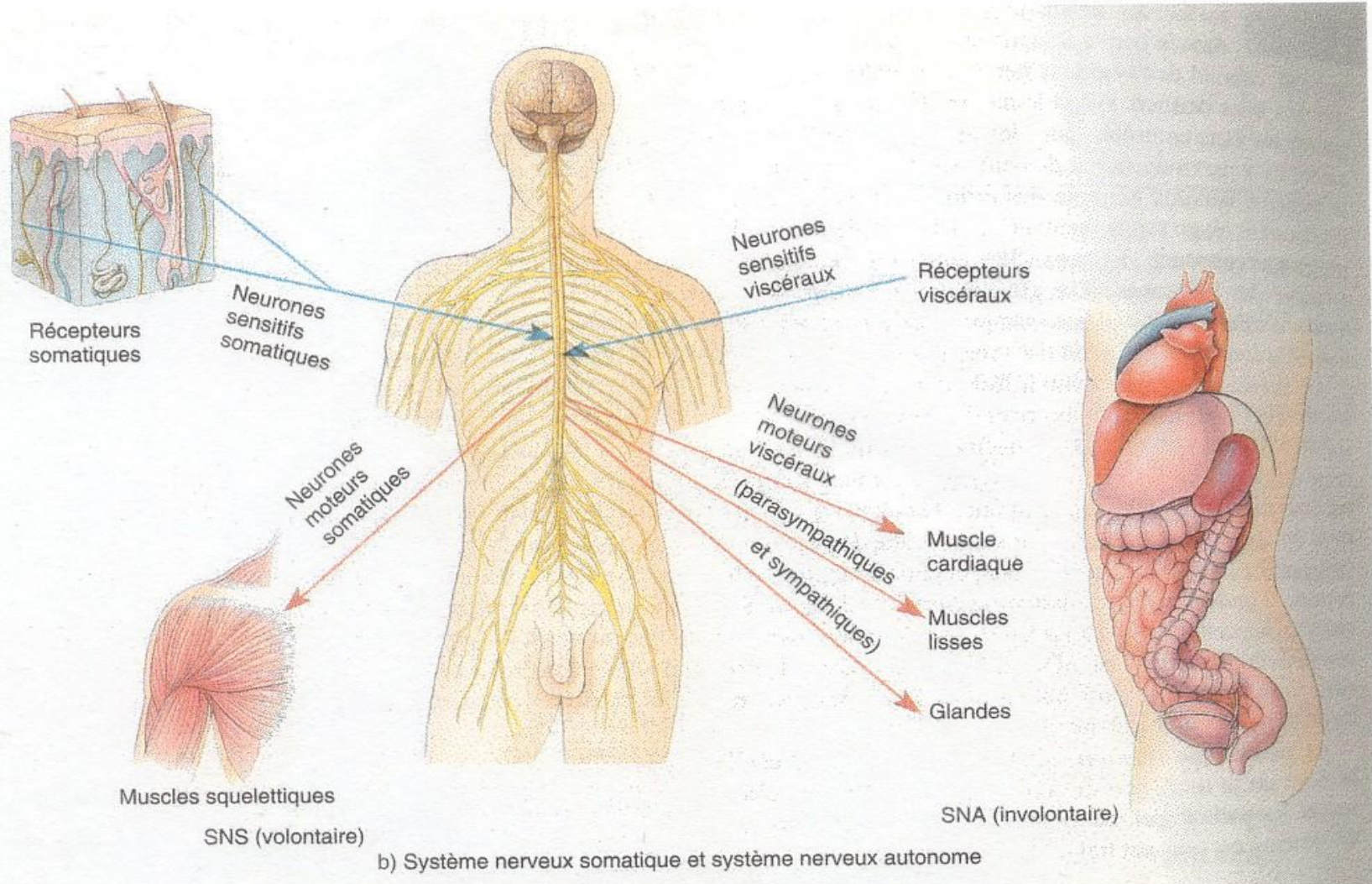
(g)

Lorsque nous avons un groupement d'axones myélinisés : **substance blanche**. Cette substance est constituée essentiellement de fibres.

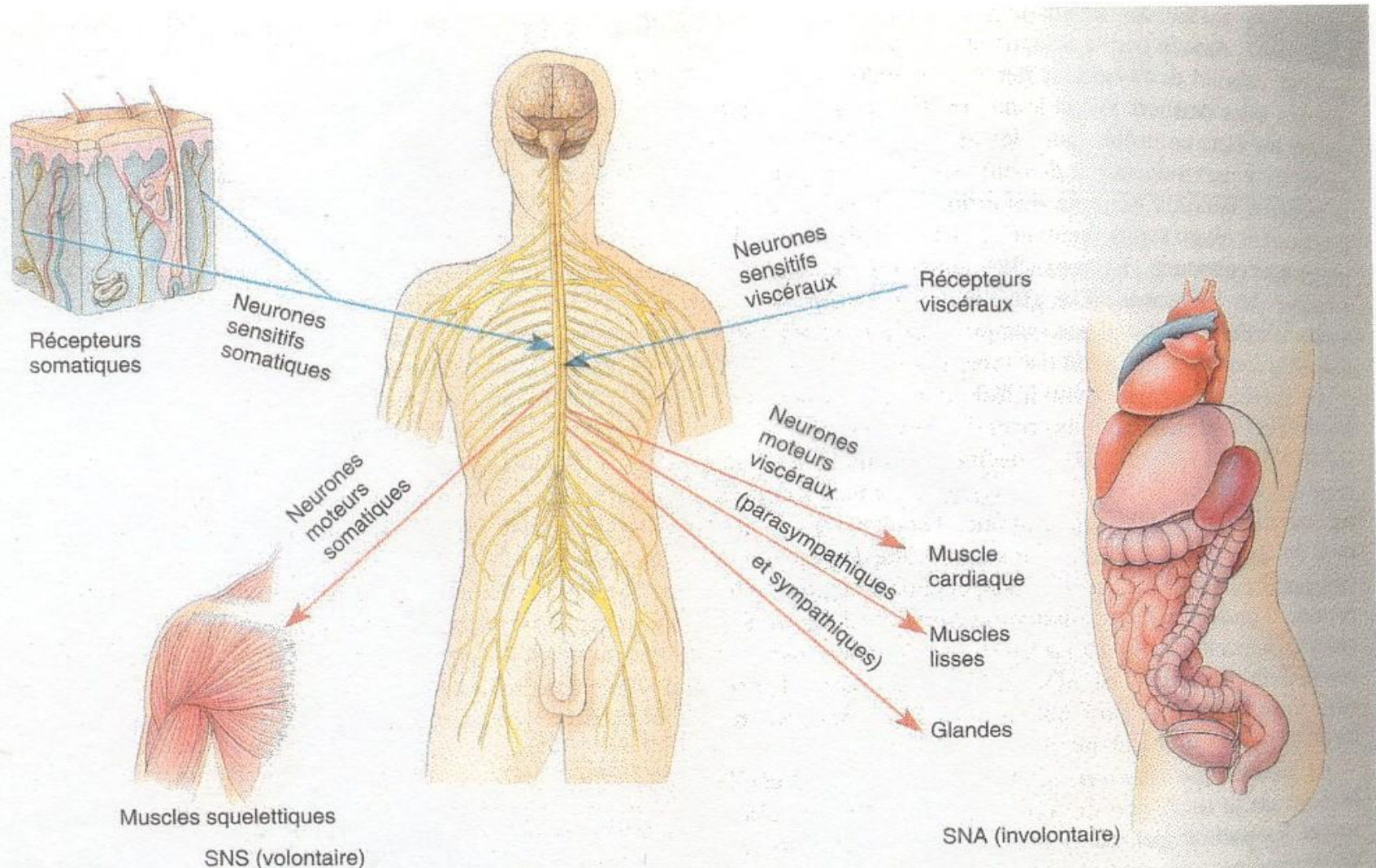
Par opposition, la **substance grise** comprend les **axones amyélinisés et les corps cellulaires**.

Le classement fonctionnel des neurones repose sur les sens de propagation de l'influx nerveux.

Ainsi, **les neurones sensitifs** conduisent les influx nerveux vers le SNC.
Les neurones moteurs conduisent les influx hors du SNC.



Entre les deux voies (sensitive et motrice) nous avons les **interneurones** (99 % des neurones de l'organisme). Les fibres nerveuses sont excitables. Elles présentent un potentiel d'action qui peut se propager : **Influx nerveux**.



b) Système nerveux somatique et système nerveux autonome

SYSTÈME NERVEUX (2h)

CHAP I : STRUCTURE ET PHYSIOLOGIE DU SN

A/ Organisation

B/ Histologie du SN

I) Névrogliose, II) le neurone,

C/ Influx nerveux

I) Potentiel de membrane, II) Propagation de l'Influx Nerveux,

III) Synapses,

IV) Neurotransmetteurs

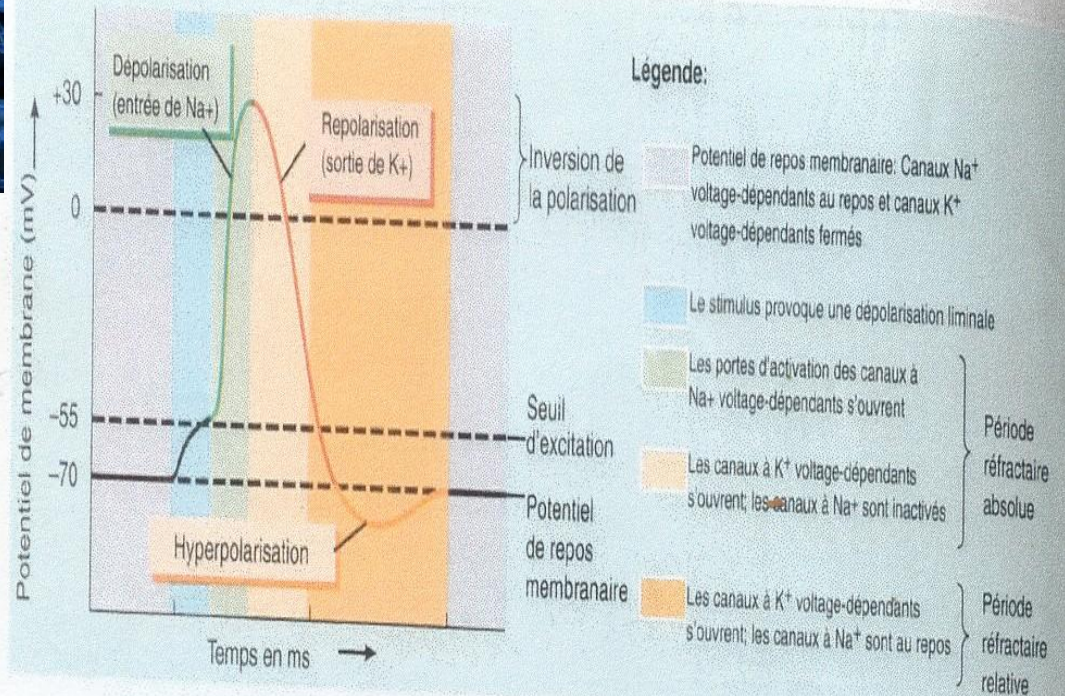
**Chap II : SYSTÈMES NERVEUX AUTONOME
ET SOMATIQUE (COMPARAISON)**

C/ Influx nerveux

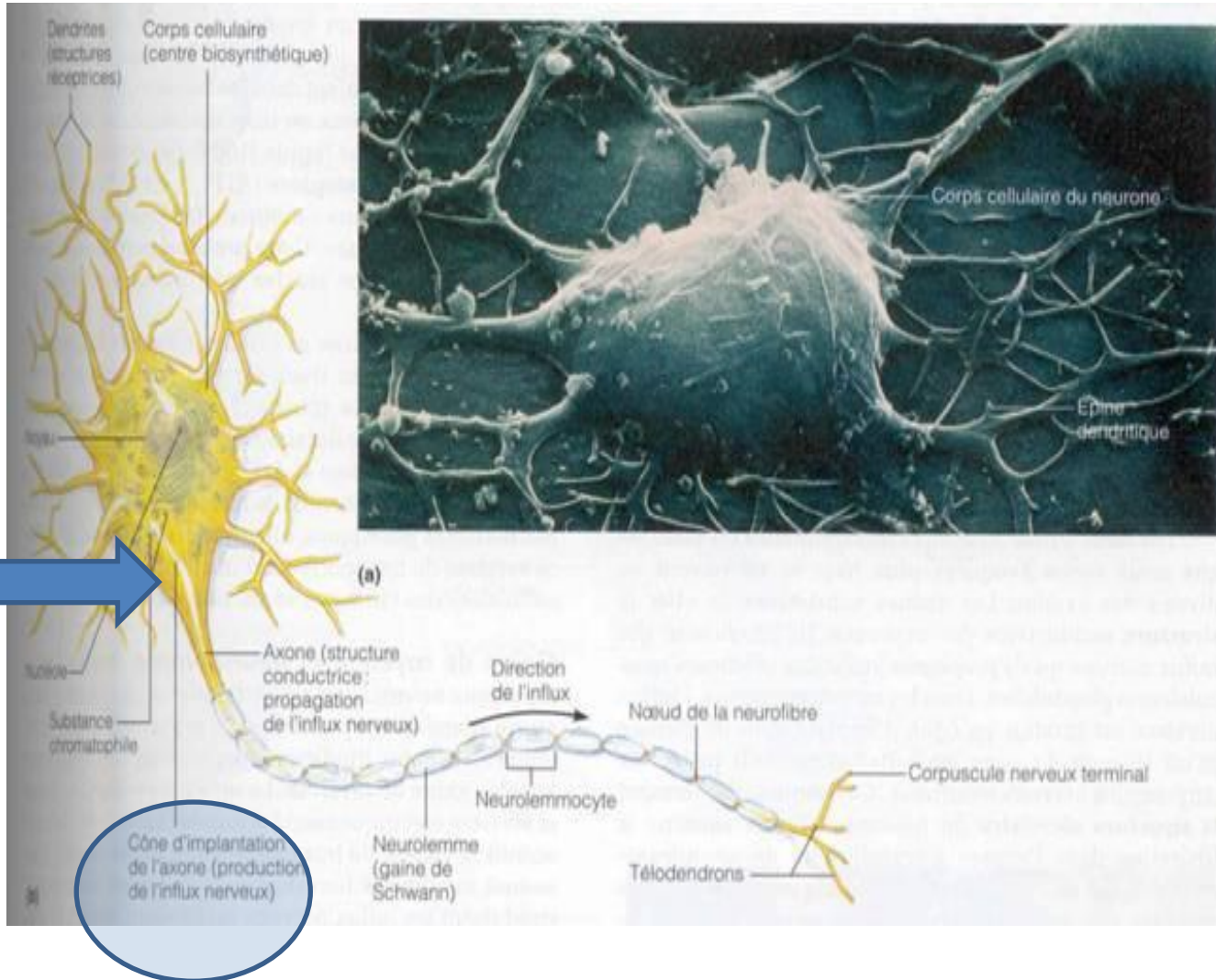
La communication par neurones dépend : 1) du potentiel de repos membranaire et 2) des canaux ioniques des membranes plasmiques.



Potentiel d'action (influx nerveux) dans un neurone.



La genèse du potentiel d'action a lieu au niveau du cône d'émergence, à la base du corps cellulaire du neurone (ou le péricaryon) qui fait la sommation des potentiels gradués provenant des synapses situées le long des dendrites et sur le corps cellulaire :



Si cette somme ne dépasse **pas le seuil d'excitabilité** du neurone (-55 mV en général), le message nerveux n'est pas relayé par l'axone.

Si ce seuil est atteint, un potentiel d'action est créé :

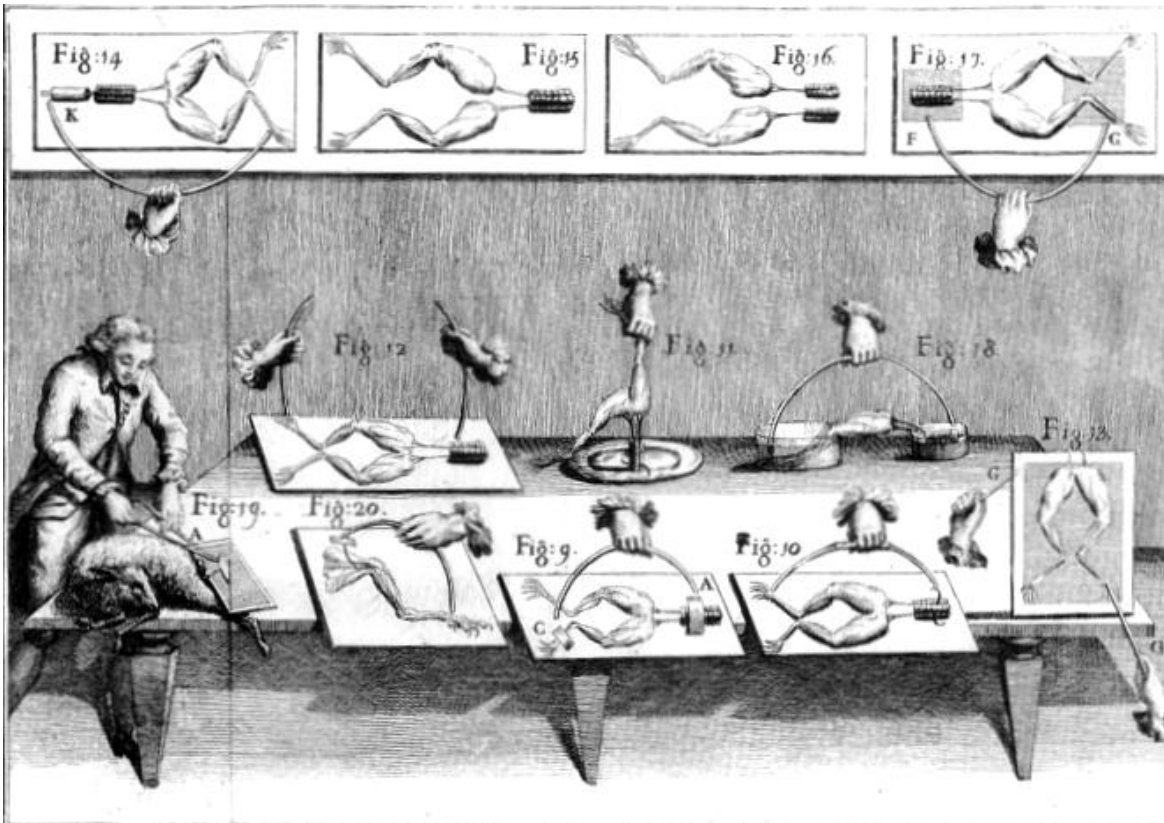
L'ouverture des canaux de la membrane dépend du courant membranaire, ainsi ce seuil correspond à l'ouverture des canaux, ces canaux laissent passer des ions qui dépolarisent la membrane et engendrent le potentiel d'action

Potentiel de membrane et influx nerveux



Luigi Galvani (1737-1798).

Luigi Galvani
(1737 / 1798)



Un courant électrique appliqué à un nerf provoque la contraction des muscles d'une grenouille morte. Une *électricité animale* circule dans les nerfs.

1850 : l'Allemand H. von Helmholtz (1821 - 1894) mesure la vitesse de l'influx nerveux dans un nerf.



Vitesse de quelques mètres par seconde seulement.
C'est donc beaucoup plus lent que l'électricité circulant dans un fil métallique (~ vitesse de la lumière)

[La cellule, une pile électrique](#)

Andrew Fielding Huxley (1917)
Alan Hodgkin (1914 - 1998)

Nobel 1963

Expériences sur les neurones géants de calmar à la fin des années 30 et dans les années 40.



Axones géant de calmar

Ganglion
contenant les
corps cellulaires

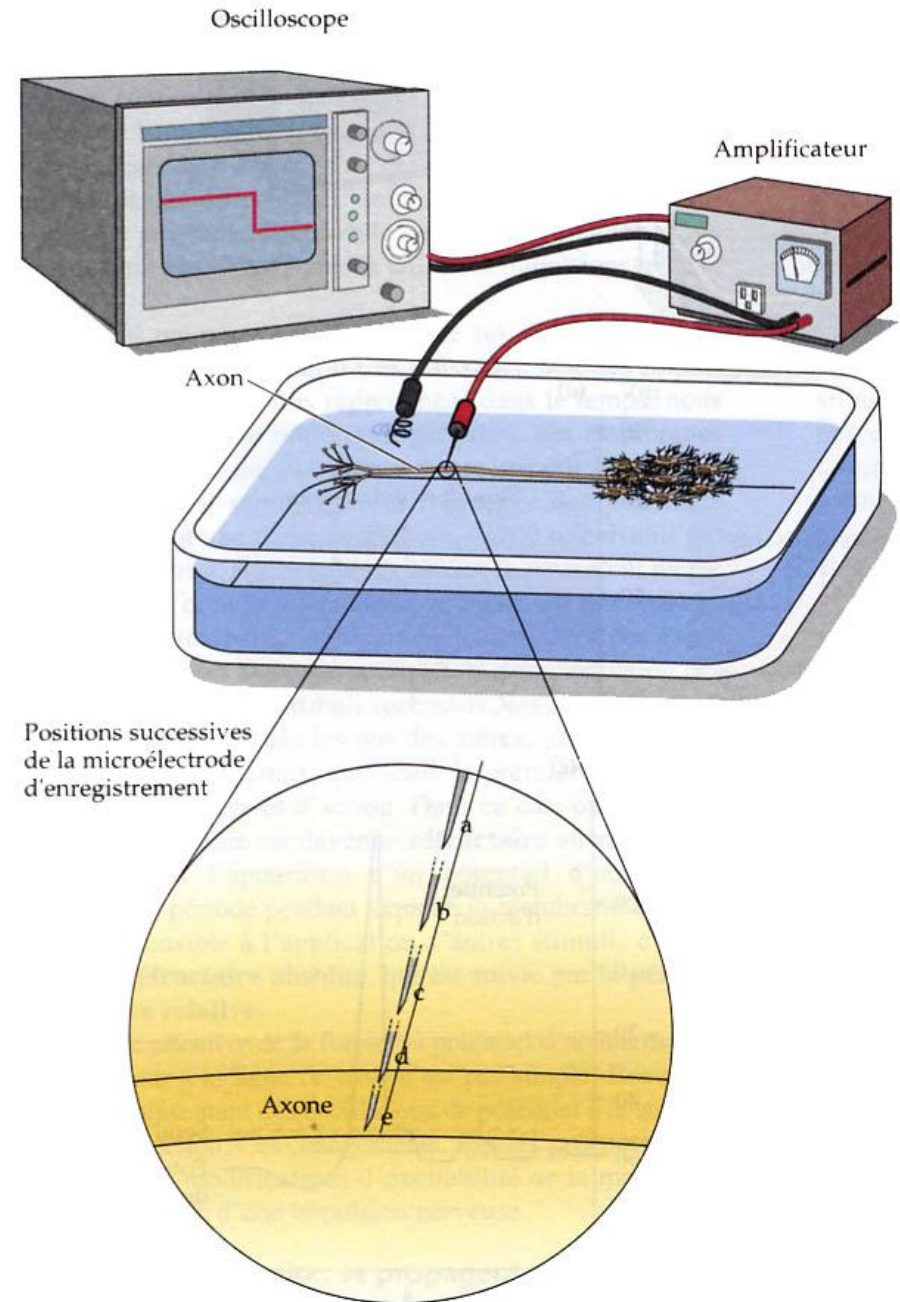
Deux propriétés fondamentales des neurones

- **L'excitabilité** : capacité à réagir à un stimulus et à le convertir en influx nerveux*.
- **La conductivité** : capacité de propager et transmettre cet influx nerveux*.

* Influx nerveux : Potentiel électrique se déplaçant sur un axone après que le neurone ait été stimulé.

D'où vient l'excitabilité ?

- D'un changement de **potentiel transmembranaire**.
- Il existe deux types de potentiels transmembranaires
 - **Potentiel de repos** (pas excité)
 - **Potentiel d'action** (excité suite à une stimulation)



Potentiel de repos

- Dans toutes les cellules, la charge électrique est différente de celle du milieu.
- Cette différence s'appelle: ***potentiel***.
- Le potentiel est créé par les différences dans la composition du milieu intérieur et extérieur.

Potentiel de repos membranaire

Pourquoi ?

- Présence d'ions électriques qui ne passent pas la membrane.
- **Perméabilité sélective** de la membrane.
 - Très perméable à K^+ et Cl^-
 - Très peu ou Imperméable au Na^+
- **Mécanisme de transport actif** (Na^+ et Cl^-)

Concentrations en ions de chaque côté de la membrane:

Extérieur de la membrane:

- Ions positifs = Na^+ surtout (un peu de K^+ aussi)
- Ions négatifs = Cl^- surtout

Mais léger surplus d'ions +

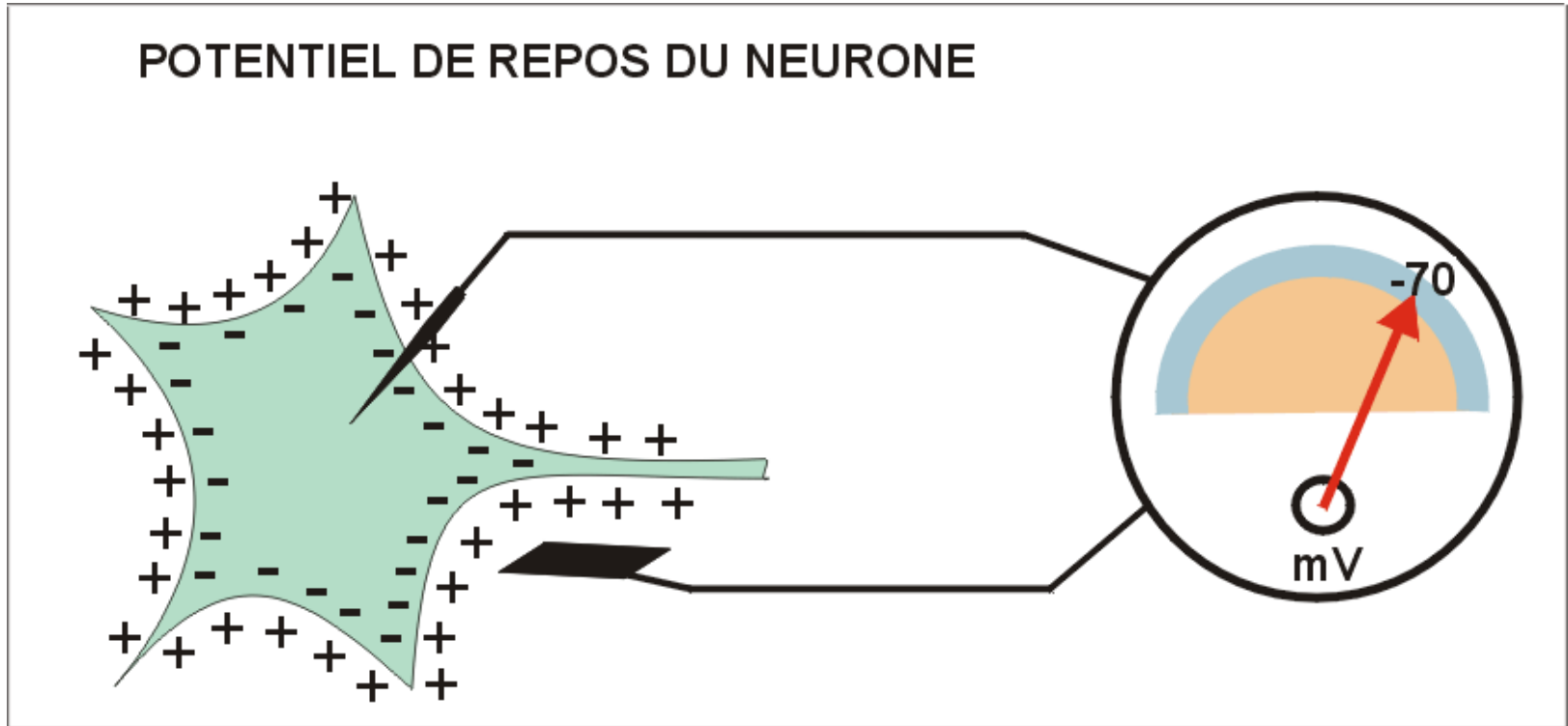
Intérieur du neurone:

- Ions positifs = K^+ surtout (un peu de Na^+ aussi)
- Ions négatifs = Protéines et ions phosphates

Mais léger surplus d'ions -

BILAN : \oplus à l'extérieur; \ominus à l'intérieur

Il y a une différence de potentiel électrique entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule



Potentiel de repos : $V_m \sim -70$ mV (neurone de calmar à 20 °C)

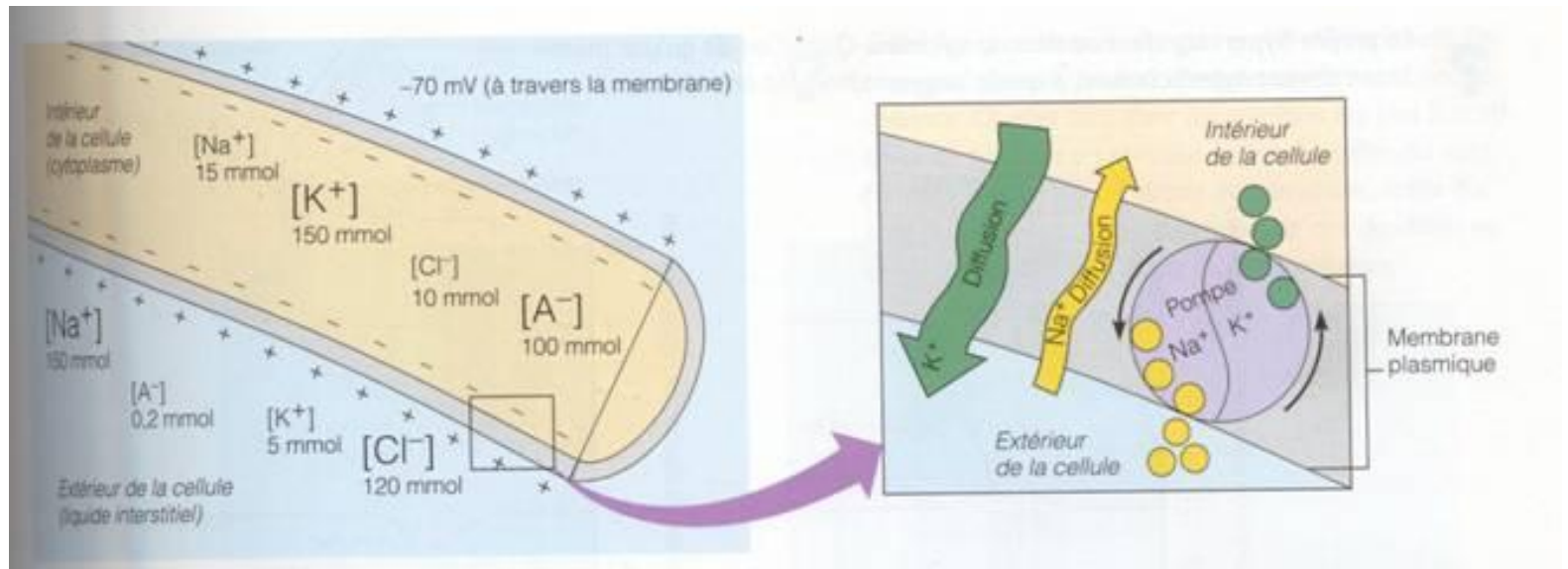
Le potentiel de repos membranaire résulte d'une faible accumulation de charges négatives sur la face interne de la membrane et d'une égale accumulation de charges positives sur la face externe. Le potentiel **est égal à -70 mV.**

La membrane contient deux sortes de canaux ioniques.

- forme **passive** = ouverture
- forme **active** = ouverture intermittente

I/ Le potentiel de repos membranaire

Dans le cytoplasme la concentration de Na^+ diminue et celle du K^+ augmente dans le liquide interstitiel. Cette différence de la concentration ionique résulte de la différence de perméabilité de la membrane aux ions.

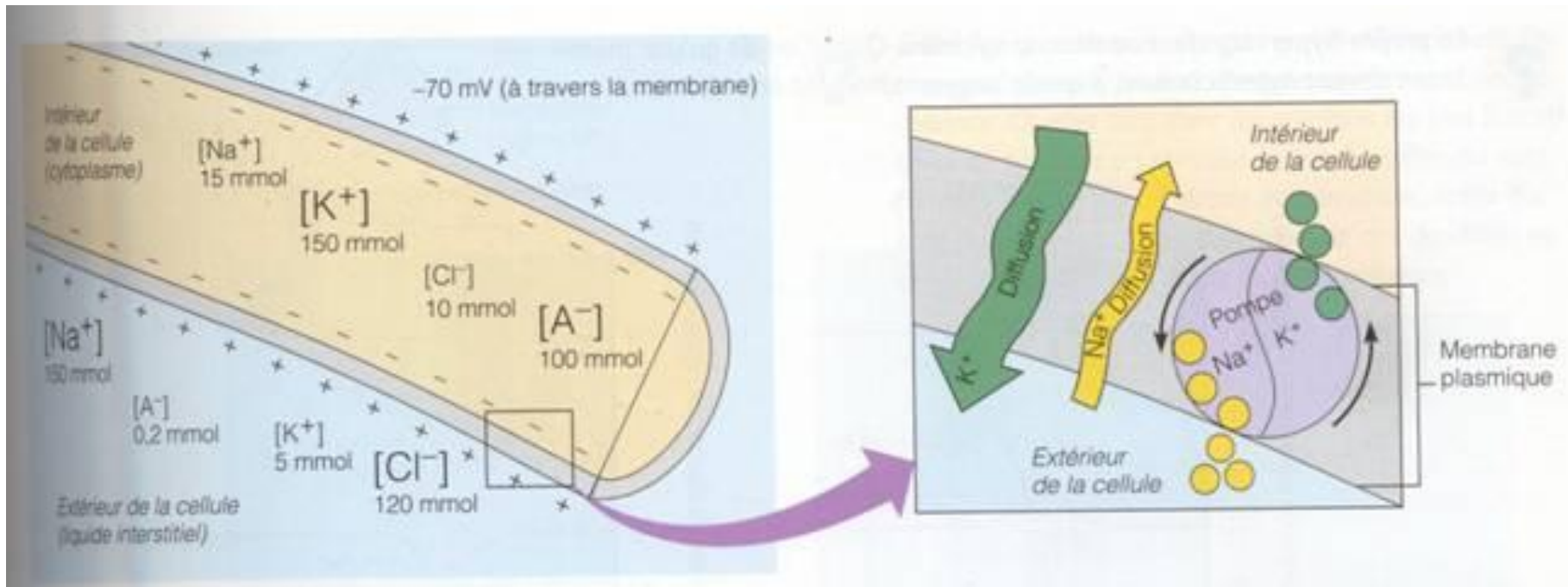


A cause de canaux ioniques à **fonction passive**, la membrane est **très légèrement perméable** au Na^+ . Elle est en revanche **très perméable** aux ions K^+ et peu perméable aux ions Cl^- .

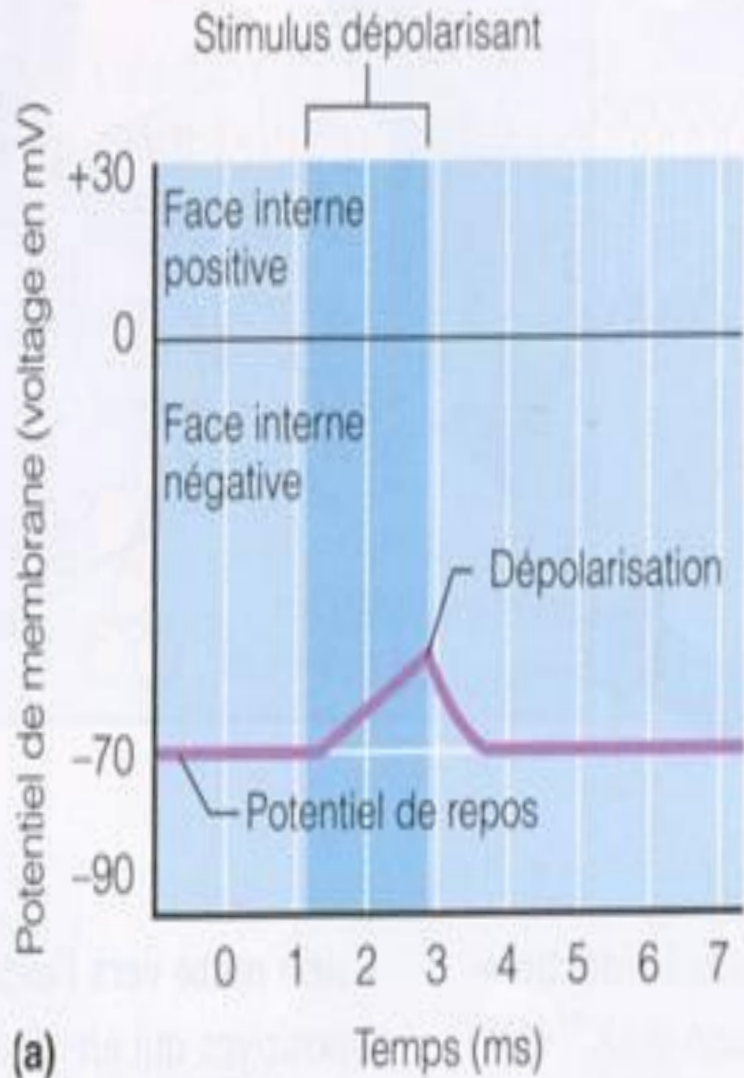
Des différences de gradient vont jouer : En effet comme les ions K^+ sont plus concentrés dans le milieu intérieur, **ils vont avoir tendance à sortir et à aller vers le milieu interstitiel.**

Les ions Na^+ eux auront tendance à entrer dans la cellule. Mais comme les ions K^+ diffusent plus vite que les ions Na^+ , les ions K^+ seront plus nombreux à sortir que les ions Na^+ à entrer. On aura donc un **excès de charges négatives à l'intérieur de la cellule.**

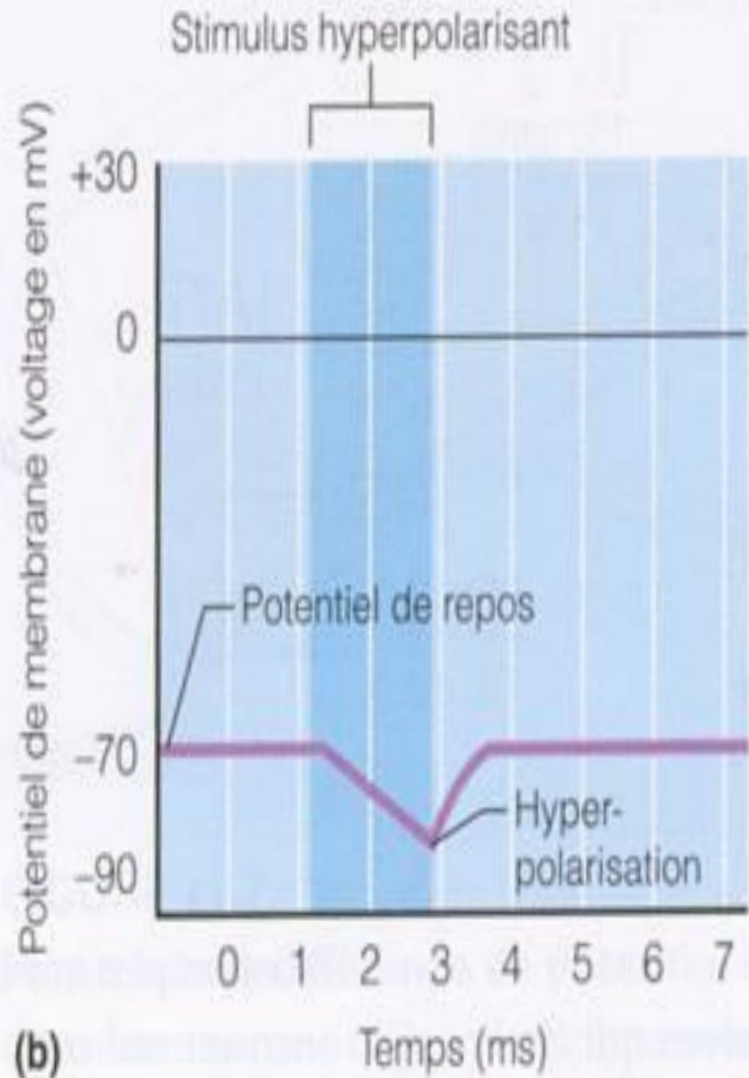
Ce mécanisme est doublé par un **mécanisme énergétique** avec le fonctionnement de la pompe à Na^+ qui repousse le Na^+ hors de cellules (jusqu'à 60 % d'énergie consommée par le cerveau, dépense d'ATP).



- Potentiel de membrane: fonction de signalisation



(a)



(b)

Il existe :

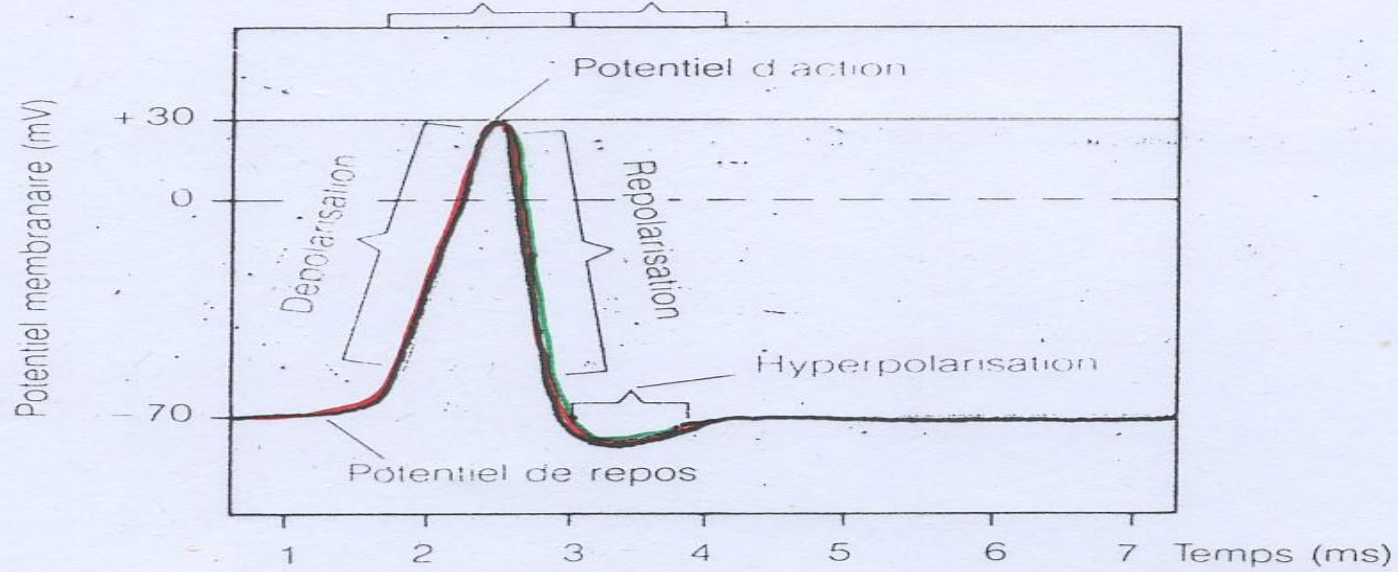
1) **des canaux ioniques voltage** dépendant (**réglés par la tension**), s'ouvrent en réaction à une modification directe du potentiel de la membrane (propriété d'excitabilité à certains stimuli par la production d'influx nerveux).

- 2) **des canaux ioniques chimiquement dépendants**, réagissent à un stimulus chimique (exp : neurotransmetteurs : ions H^+ , Ca^{2+}) .

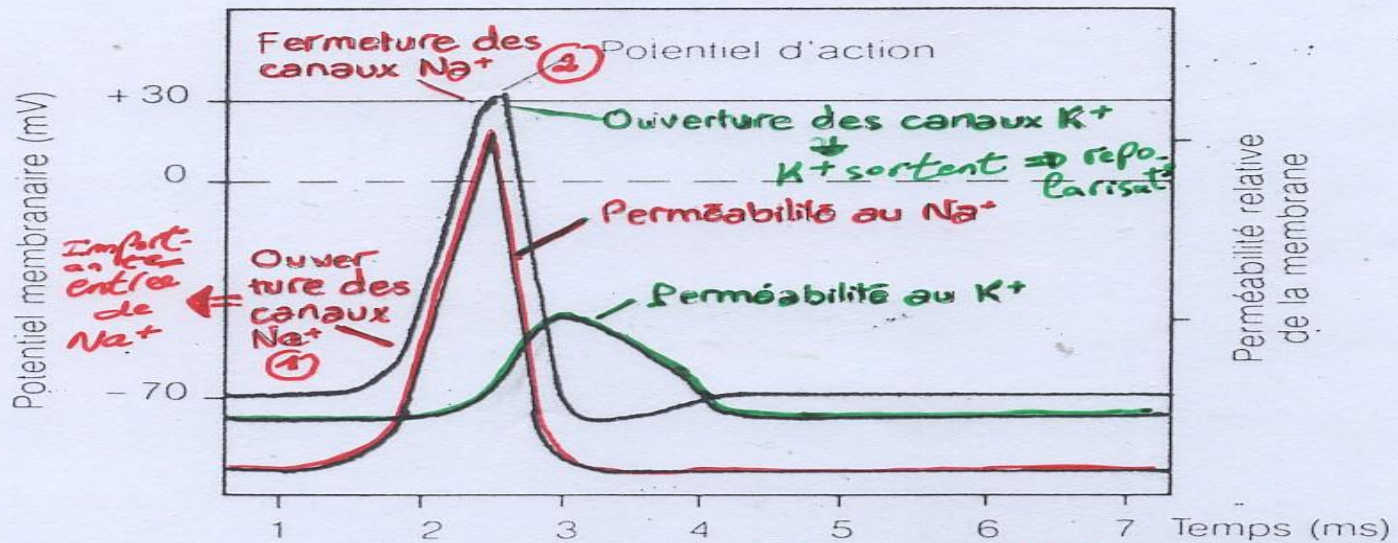
La modification du potentiel de repos sert aux neurones à : recevoir, intégrer et traduire l'information. Cette modification se fait par dépolarisation qui favorise l'influx nerveux.

Pour qu'il y ait dépolarisation, il faut **3 modifications** de la perméabilité membranaire :

Période réfractaire absolue Période réfractaire relative



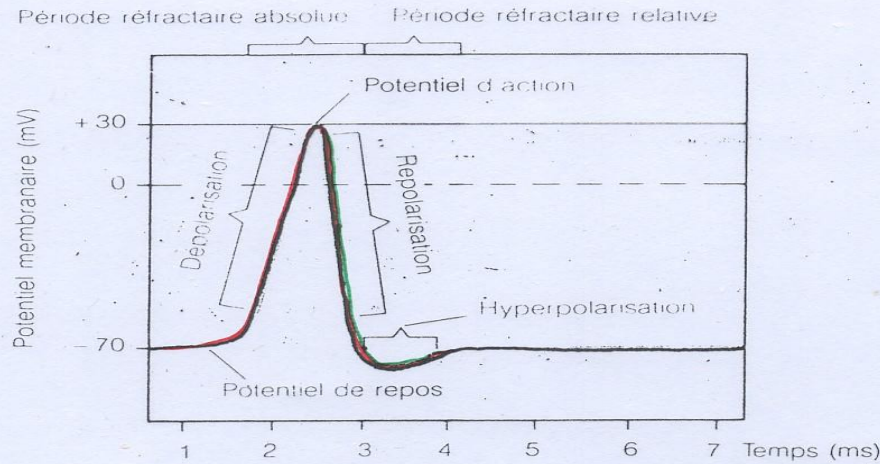
(a) Enregistrement d'un potentiel d'action



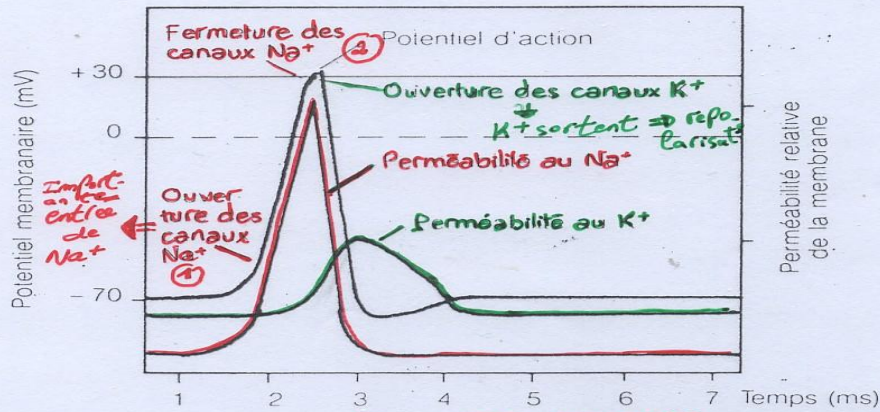
Mécanismes ioniques.

• **ouverture** des canaux voltage dépendants Na^+ qui laissent entrer beaucoup d'ions Na^+ donc de charge positives

fermeture des canaux sodiques

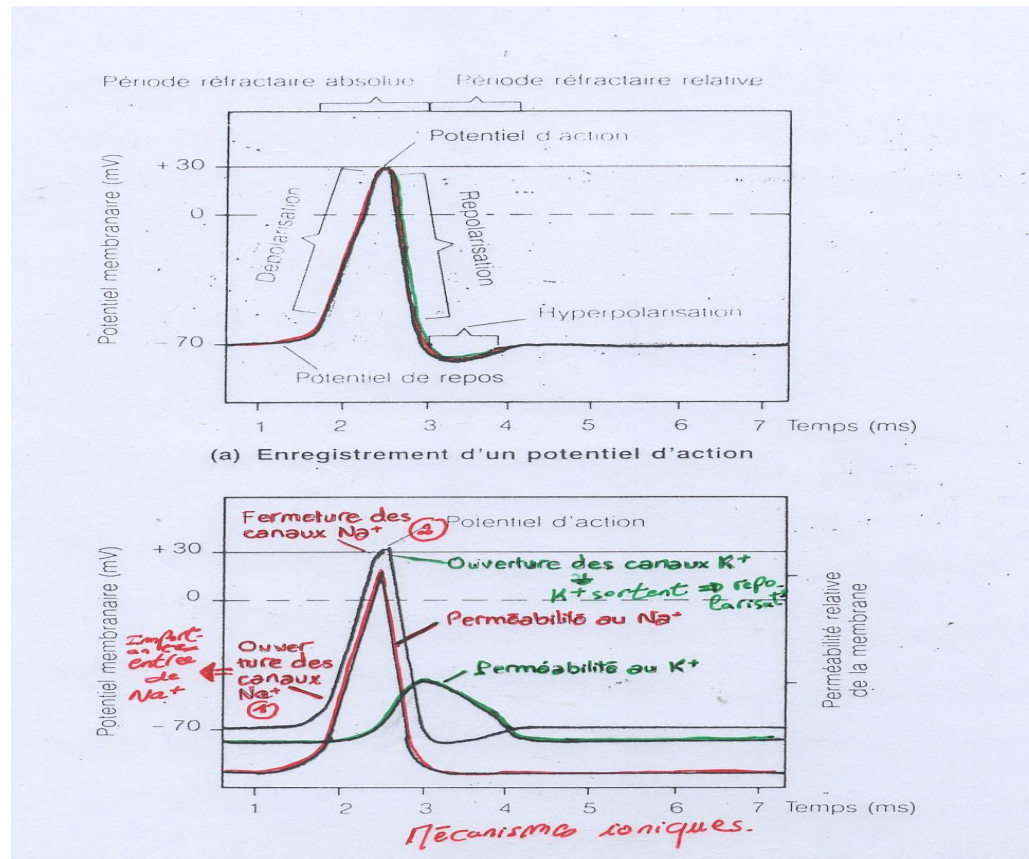


(a) Enregistrement d'un potentiel d'action

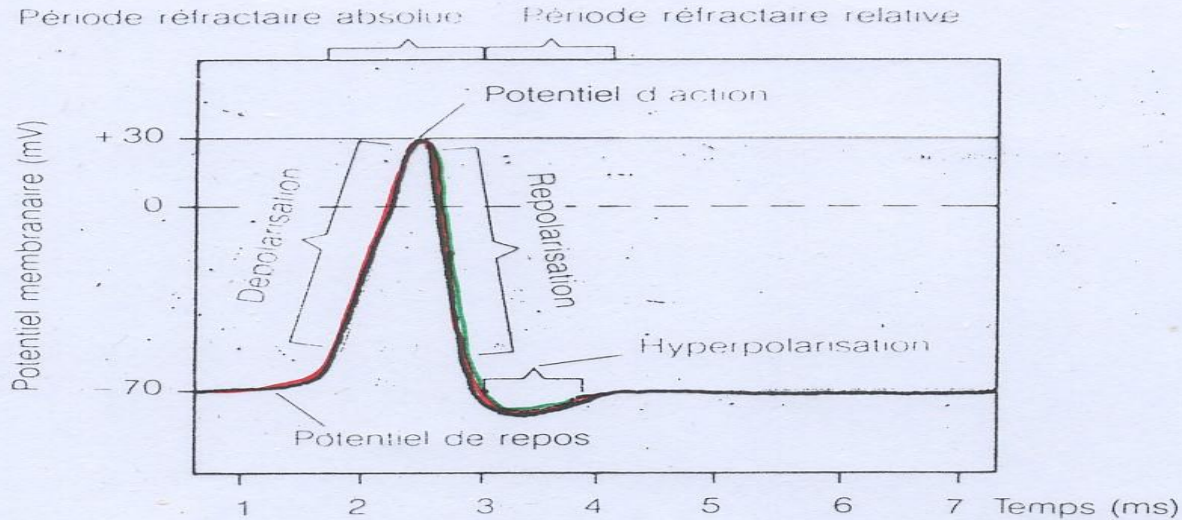


Mécanisme ioniques.

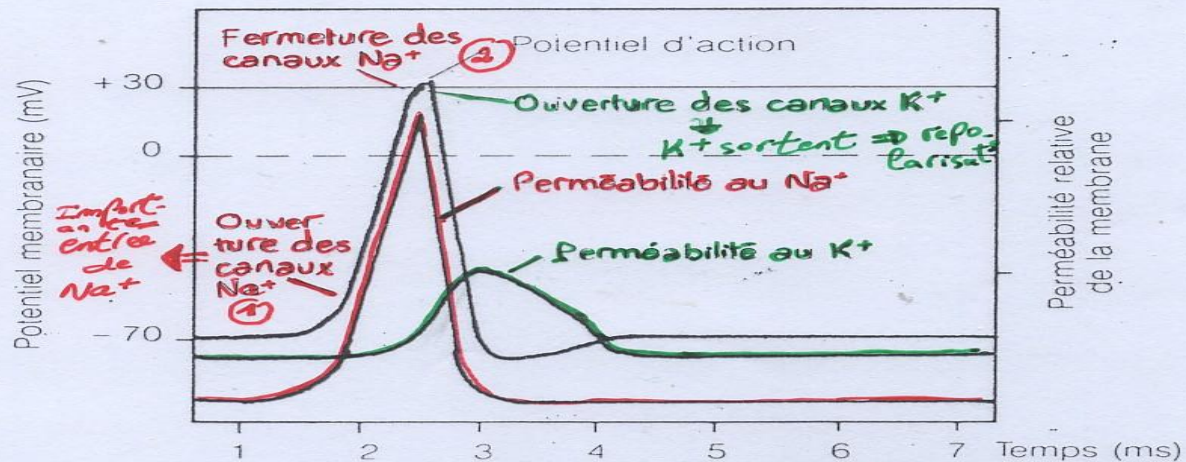
• A mesure que les ions Na^+ diminuent leur entrée, les canaux K^+ voltage dépendants s'ouvrent. Les ions K^+ sortent de la cellule. La cellule retrouve sa polarisation petit à petit : on parle d'une période de **repolarisation**, pour enfin arriver à la polarisation de départ (-70 mV) qui est le potentiel de repos.



- **La période réfractaire** est le laps de temps pendant lequel une cellule excitable ne peut générer un autre potentiel d'action.



(a) Enregistrement d'un potentiel d'action



Mécanismes ioniques.

Quelques caractéristiques₍₂₎

2) La loi du tout-ou-rien

- Dès que le seuil est atteint, il y a production d'un potentiel d'action **d'intensité maximale**, peu importe l'intensité du stimulus.

Quelques caractéristiques₍₂₎

3) Les sommations locales

- Si le stimulus n'est pas assez intense pour déclencher le potentiel, l'effet d'un deuxième stimulus rapproché peut **s'additionner**, pour finalement déclencher un potentiel d'action.

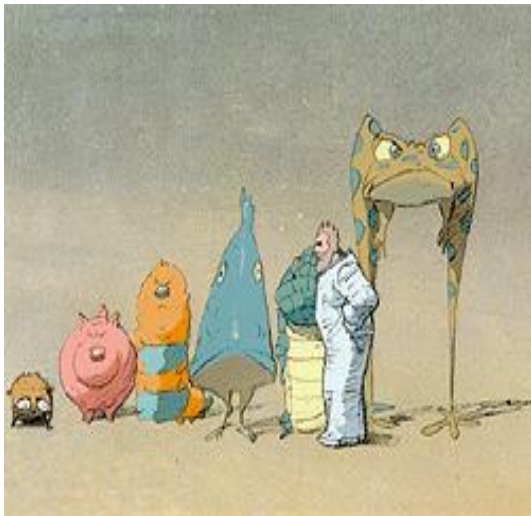
Quelques caractéristiques₍₃₎

4) Les périodes réfractaires

- Périodes durant lesquelles le neurone est difficilement excitable.
 - **Absolue** : impossible de déclencher un potentiel d'action.
 - **Relative** : Il est beaucoup plus difficile de déclencher un potentiel d'action.
- Limitent la **fréquence** des potentiels d'action.

La **tédrotoxine**, une neurotoxine abondante dans les viscères (intestins, foie, ovaires surtout) de certains poissons, agit aussi en **bloquant les canaux à sodium**.

- Méfiez-vous du **Fugu** !
- Seuls certains cuisiniers certifiés peuvent l'apprêter.
- Un seul poisson contient assez de toxine pour tuer 30 personnes !



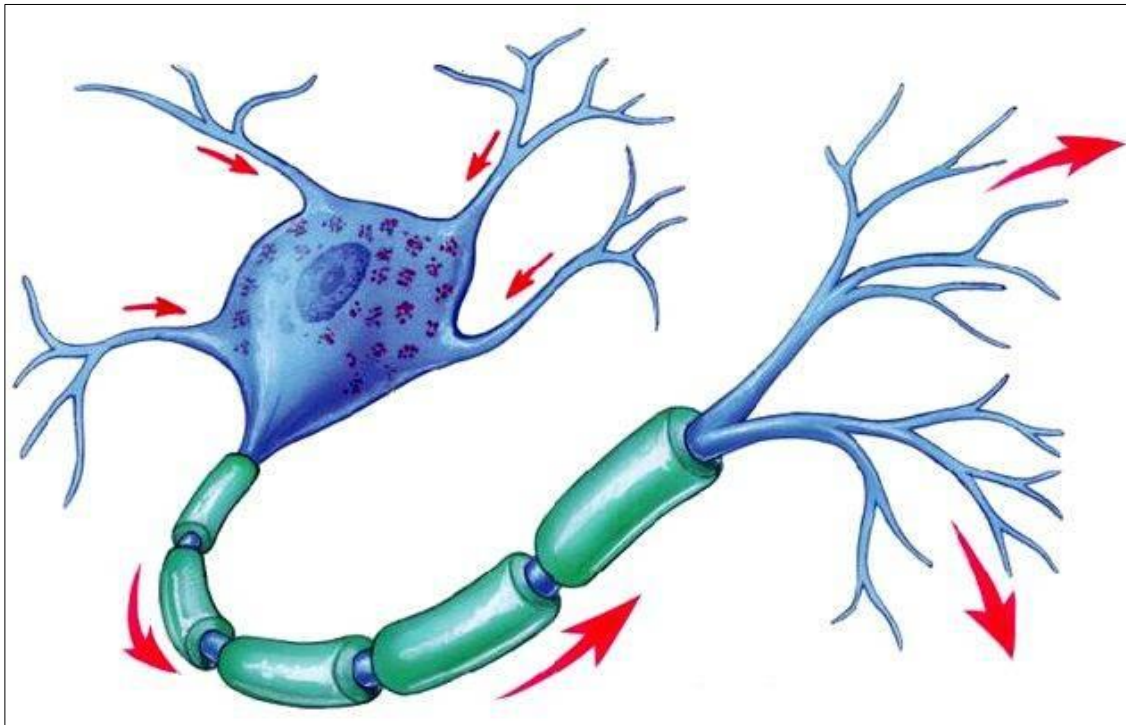
Les anesthésiques locaux bloquent aussi les canaux à sodium.



Copyright 1998 Frantisek Staud

L'influx nerveux

- **Potentiel d'action qui se propage** comme une onde sur la membrane de l'axone.
- Une fois que le potentiel est déclenché par le stimulus, il se propage par lui-même, indépendamment du stimulus.

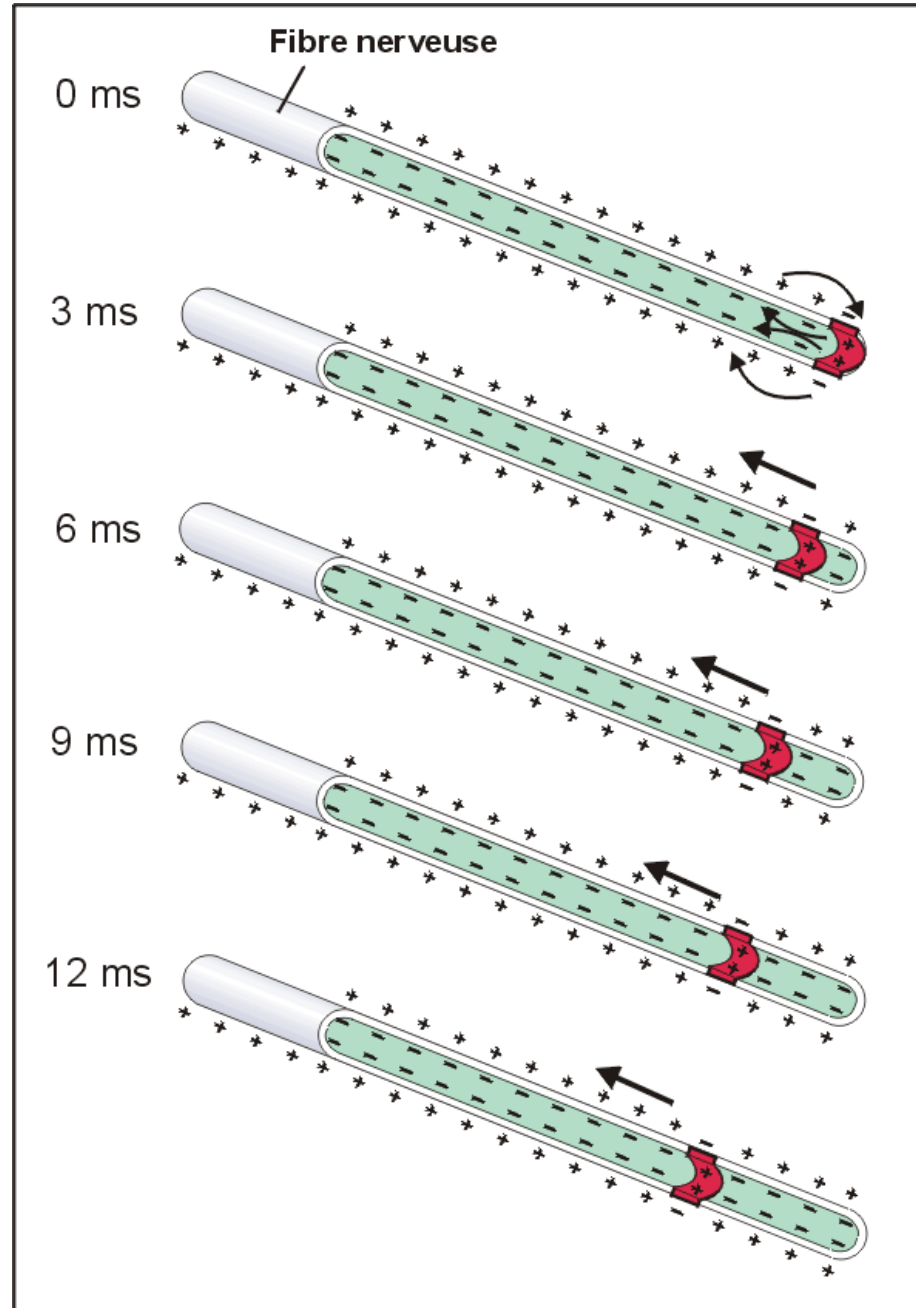


L'influx nerveux

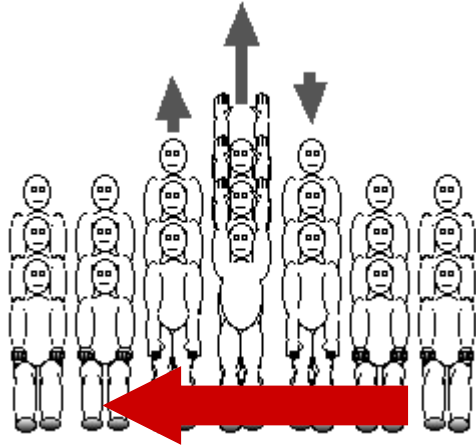
Influx nerveux

=

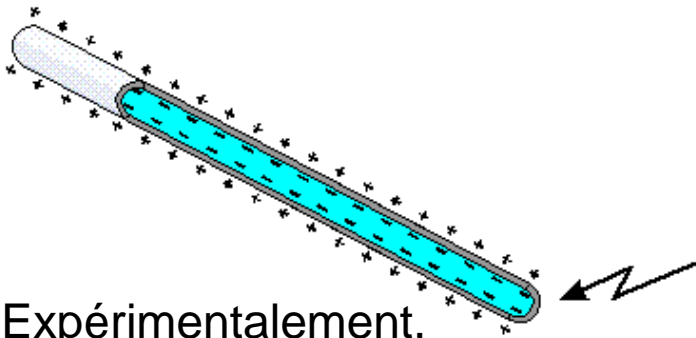
déplacement d'un potentiel
d'action le long de la
membrane du neurone



Direction de l'influx



Même principe que la *vague* dans un stade



Expérimentalement,
on peut faire le sens inverse

- Le potentiel d'action provoque l'atteinte du seuil dans la zone voisine.



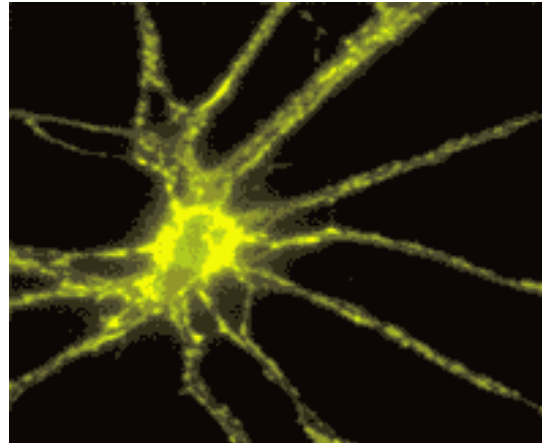
- Déplacement à sens unique (dendrites vers axone) grâce aux périodes réfractaires.

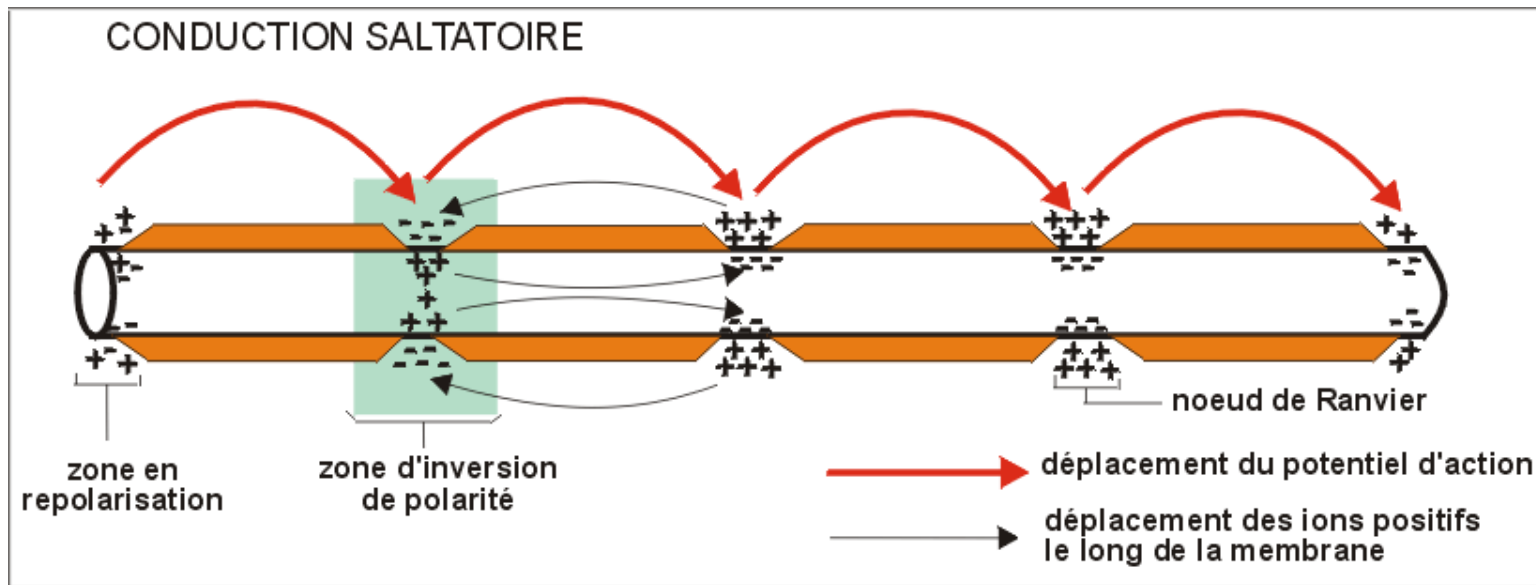
Vitesse de déplacement de l'influx

~ 3 Km / heure à ~ 300 Km / heure

La vitesse dépend:

- **Diamètre de l'axone** : \uparrow diamètre \implies \uparrow vitesse
En tant que milieu conducteur, comme un fil de cuivre, l'axoplasme possède une résistance par unité de longueur qui est proportionnelle à sa résistivité et au rapport de la longueur de l'axone L sur sa section S
- **Présence de myéline** \implies \uparrow vitesse

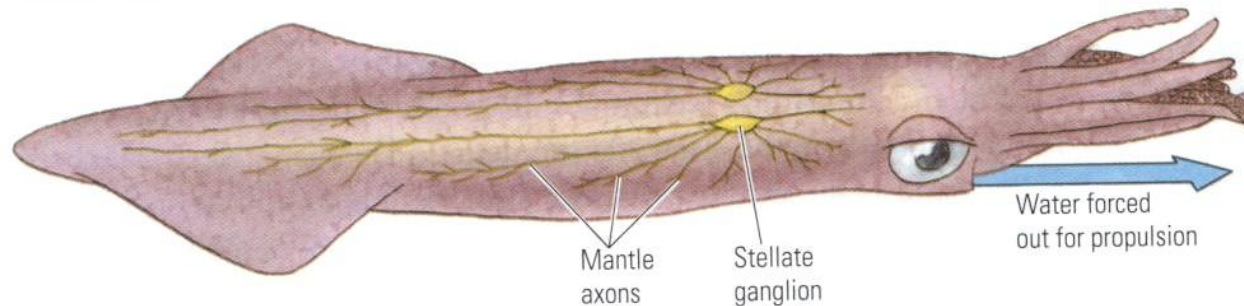
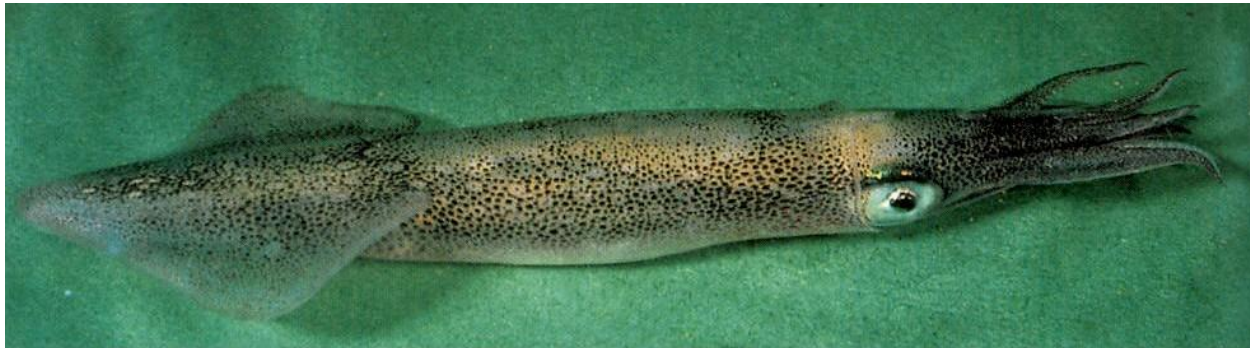




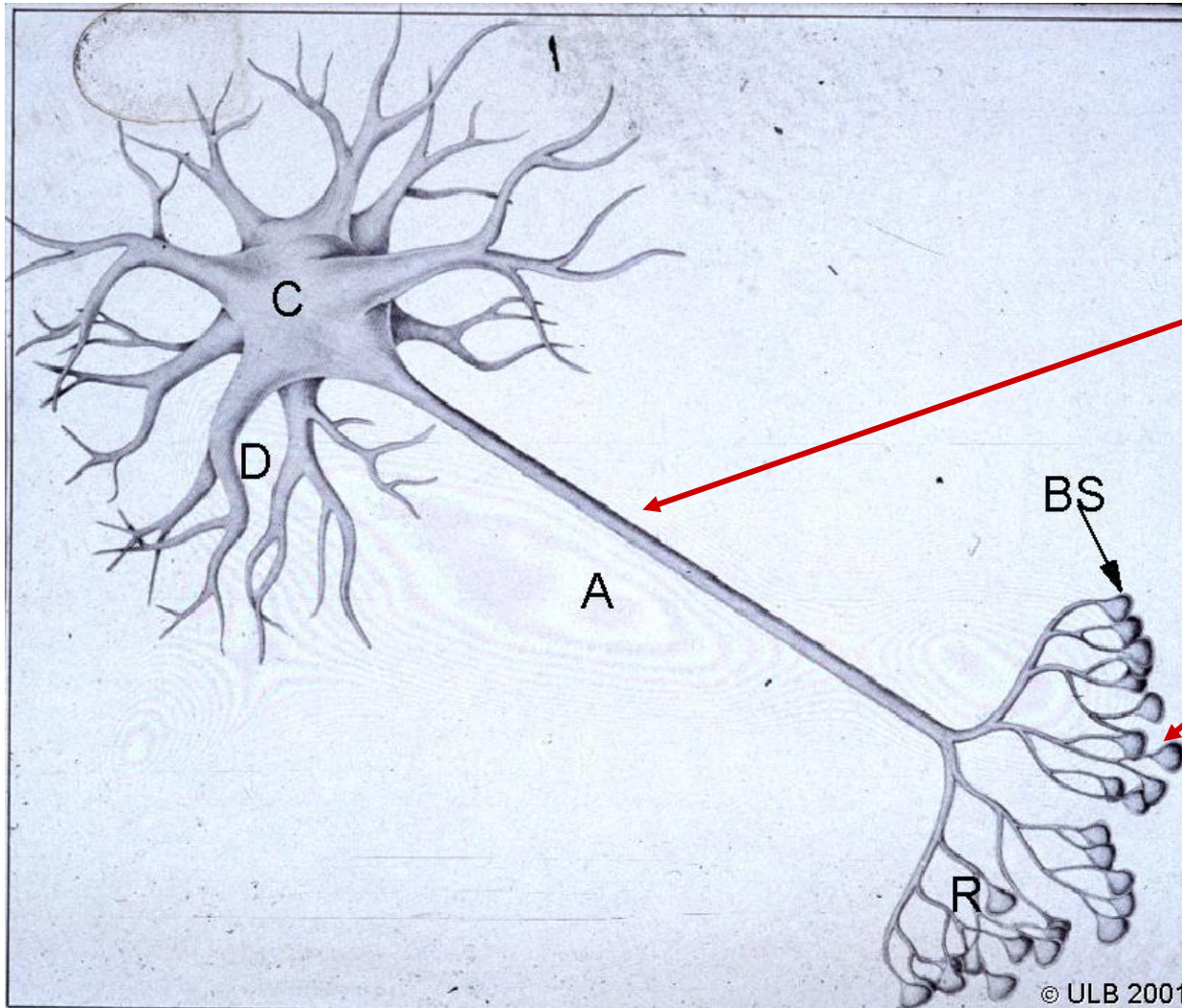
La conduction saltatoire

- Presque tous les axones humains sont myélinisés
- Un axone myélinisé qui perd sa gaine ne peut plus du tout porter l'influx nerveux.
- Myéline
 - économie d'**énergie** (moins de membrane exposée aux échanges)
 - économie d'**espace**. Pour faire des axones aussi rapides sans myéline, la moelle aurait plusieurs mètres de diamètre !

- Les invertébrés n'ont pas d'axones myélinisés.
 - Ils doivent compenser par le diamètre.
 - Le plus gros axone connu est l'Axone géant du réflexe de fuite du calmar
(environ 20 m/s pour un diamètre de 1 mm).
 - Pour la même vitesse un neurone myélinisé n'aurait besoin que d'un diamètre de 5 μm .



L'influx ne perd pas d'amplitude aux points de jonctions



L'influx est aussi fort...

...ici...

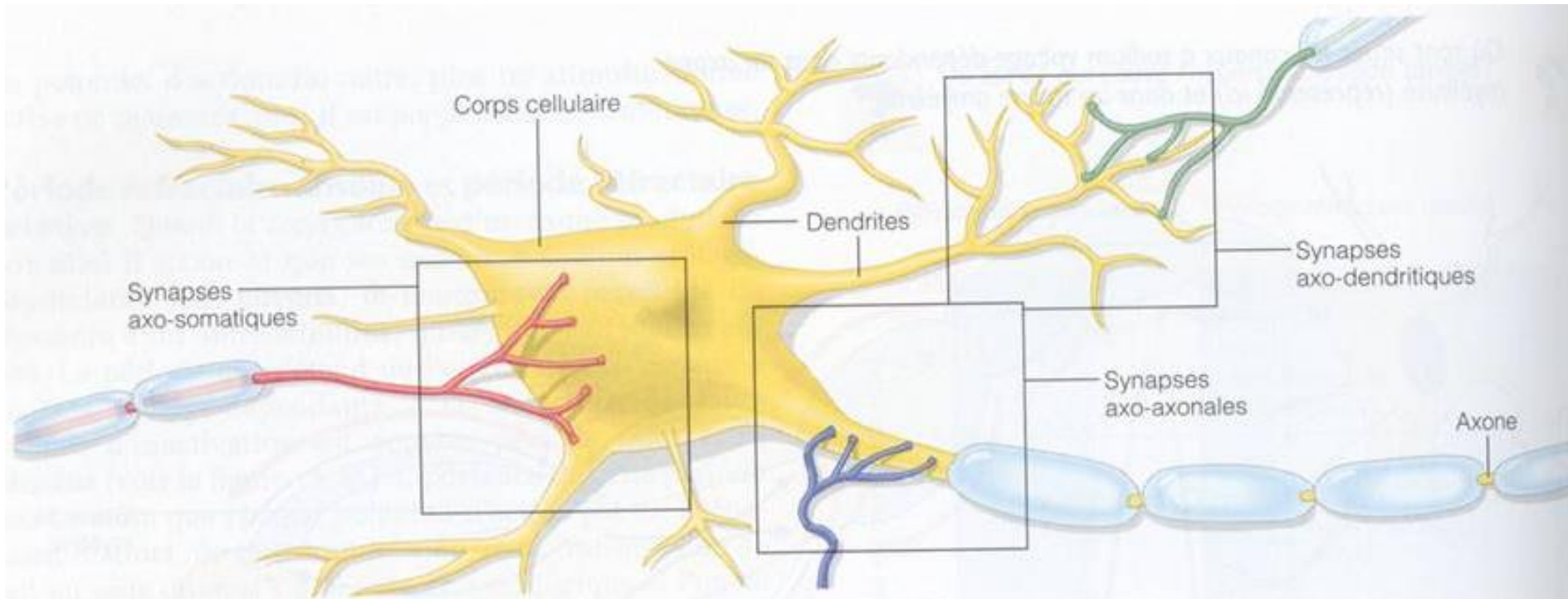
...que ici.

III/ Synapses

L'information doit passer d'un neurone à un autre ou à une cellule effectrice. Cette circulation de l'information est la base même du fonctionnement du SN. Le passage s'effectue grâce à la synapse.

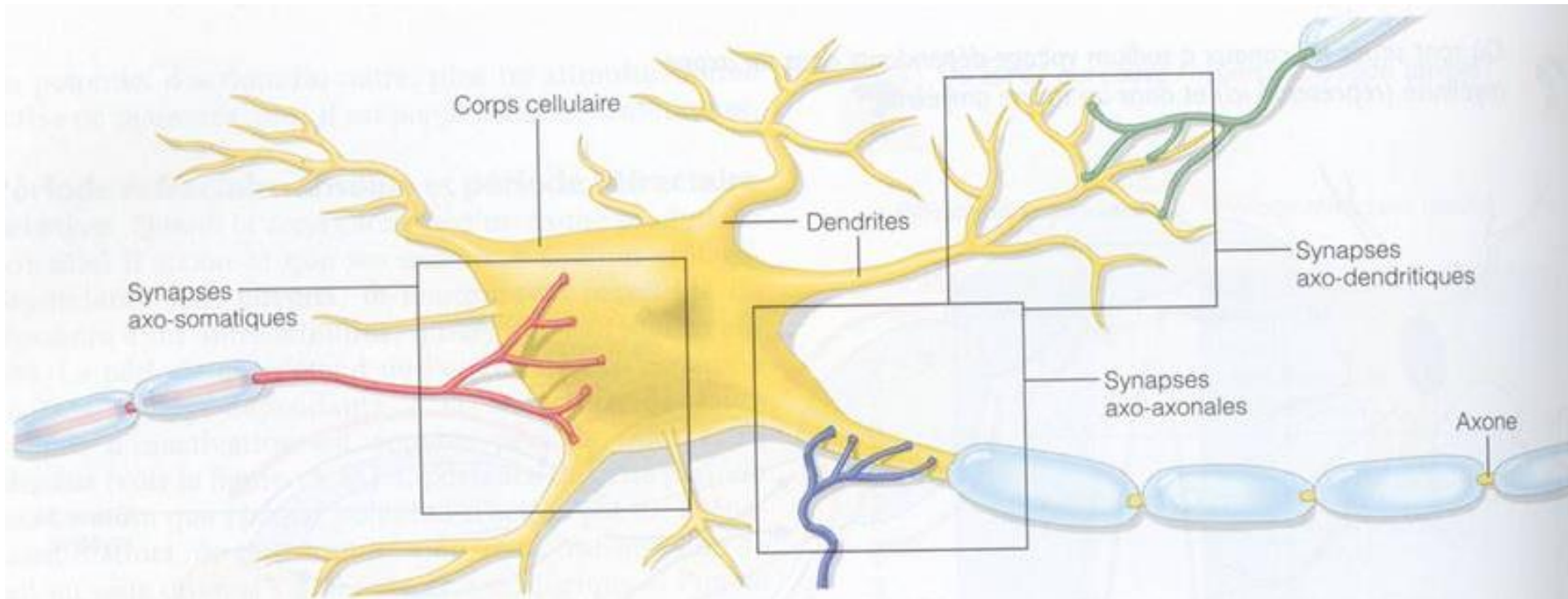
Le plupart de celles ci sont situées entre :

- **axone-dendrites** : synapses axo-dendritiques
- **axone-corps cellulaire** : synapses axo-somatiques



III/ Synapses

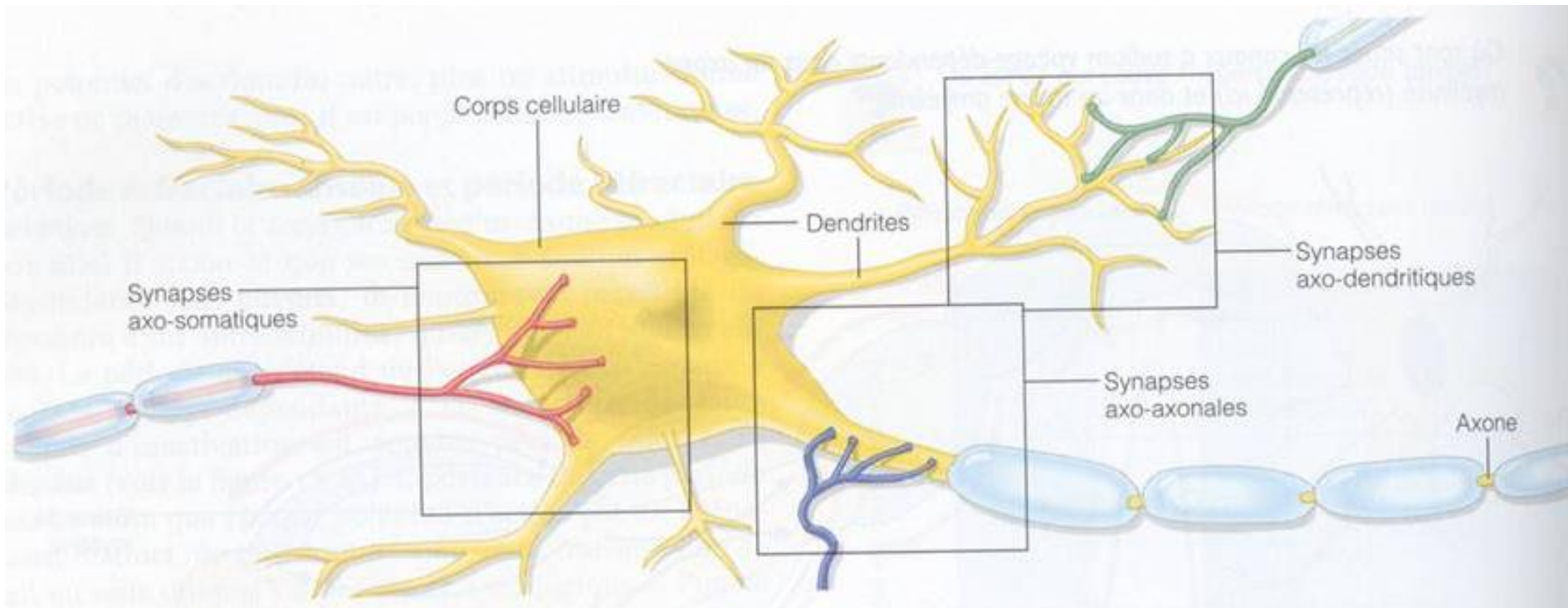
L'information doit passer d'un neurone à un autre ou à une cellule effectrice. Cette circulation de l'information est la base même du fonctionnement du SN. Le passage s'effectue grâce à la synapse.



Le neurone qui envoie l'information vers la synapse : **neurone présynaptique**

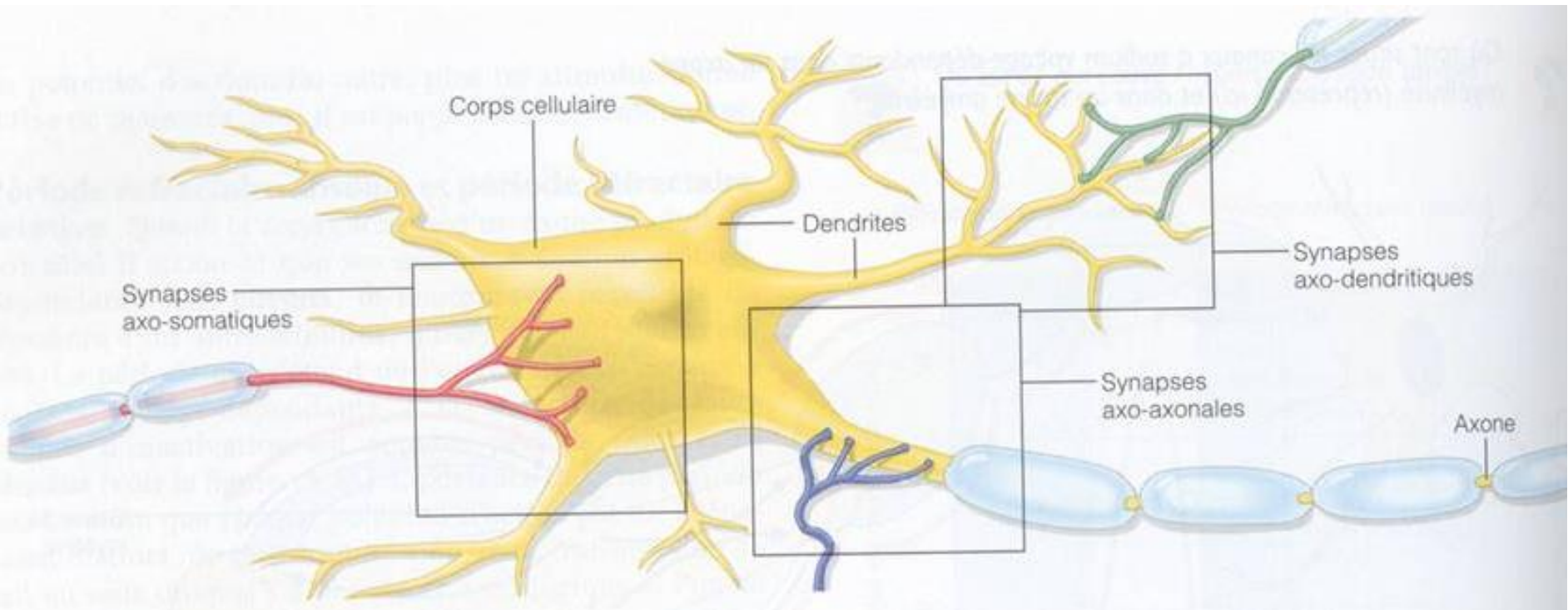
Le neurone reçoit l'information : **neurone post-synaptique**

Pratiquement tous les neurones jouent les deux fonctions. Suivant les cellules effectrices recevant l'information : - **synapses neuro-musculaires**,
- **synapses neuro-glandulaires**

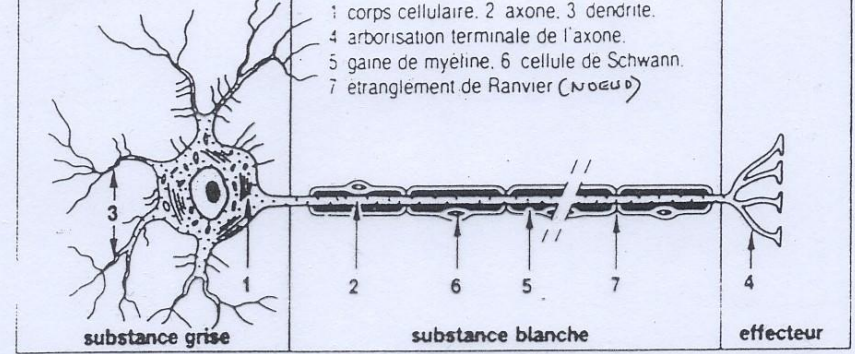


Suivant le fonctionnement des synapses :

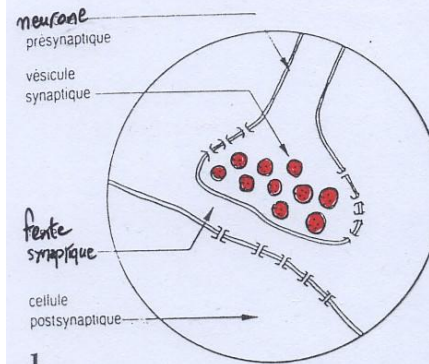
- **Synapse électrique** : Les ions circulent librement d'un neurone à une autre par des canaux protéiques qui modifient le potentiel de membrane et déclenchent la dépolarisation (caractéristique du muscle cardiaque et muscles lisses).



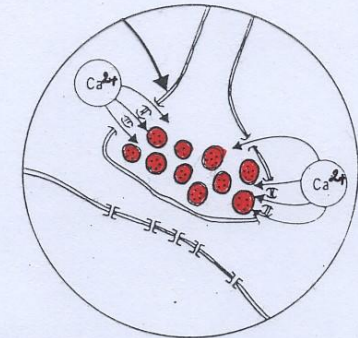
• **Synapse chimique** : le neurone présynaptique libère un neurotransmetteur qui diffuse à travers la fente synaptique pour agir sur des récepteurs situés dans la membrane plasmique du neurone post synaptique.



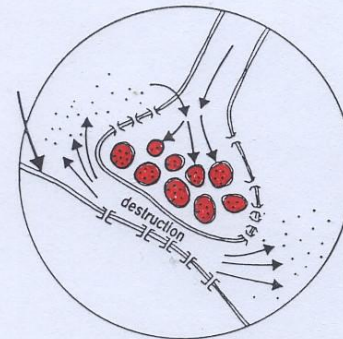
Organisation d'un motoneurone.



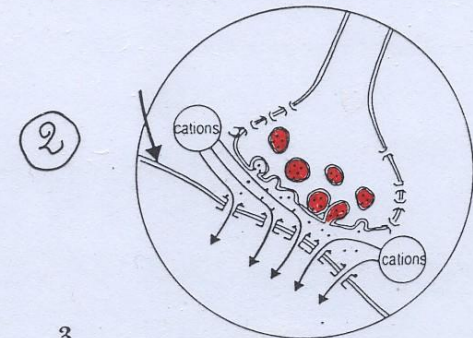
1
Synapse au repos.



2
L'arrivée d'un potentiel d'action dans la terminaison présynaptique provoque l'ouverture de canaux Ca²⁺. Des ions Ca²⁺ pénètrent dans la cellule présynaptique.

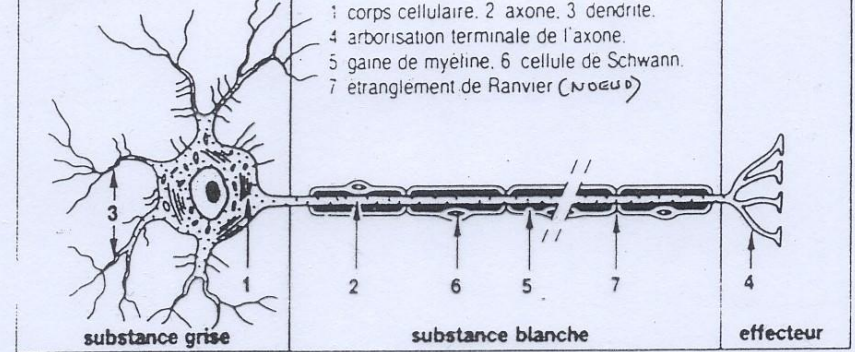


destruction du neurotransmetteur, assurée dans la fente synaptique, est quasi immédiate et permet le retour au repos de la cellule postsynaptique. Les produits de la destruction peuvent être recyclés par la cellule postsynaptique qui réalise la synthèse du neurotransmetteur.

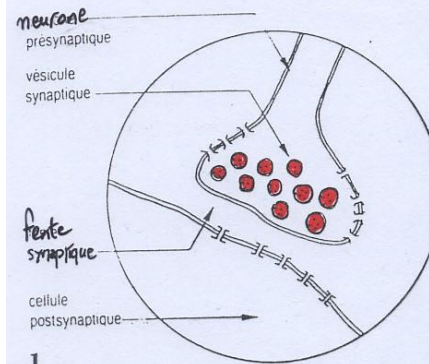


3
La libération du neurotransmetteur par exocytose est provoquée par l'augmentation du taux cytoplasmique de Ca²⁺. Le neurotransmetteur se fixe à des récepteurs membranaires qui s'ouvrent alors, provoquant une modification du potentiel de la membrane postsynaptique. L'ensemble des ions (Na⁺, K⁺, Cl⁻...) est impliqué dans la formation de ces courants postsynaptiques.

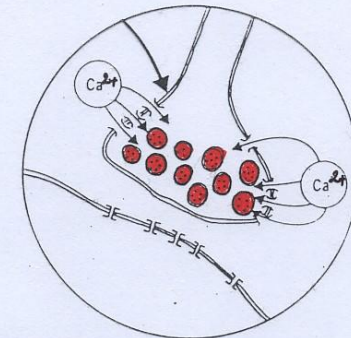
• Quand un influx nerveux arrive à un bouton synaptique d'un neurone présynaptique, la phase de dépolarisation ouvre les canaux à Ca^{2+} en plus des canaux à Na^+ .



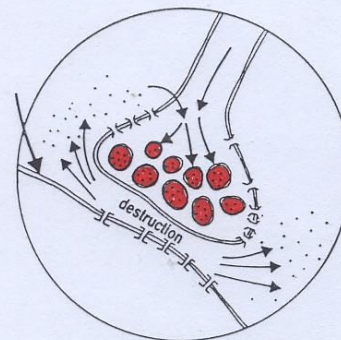
Organisation d'un motoneurone.



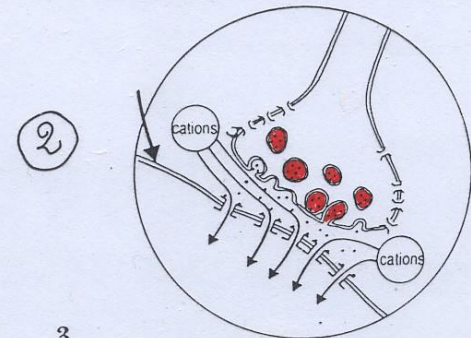
1
Synapse au repos.



2
L'arrivée d'un potentiel d'action dans la terminaison présynaptique provoque l'ouverture de canaux Ca^{2+} , sensibles au voltage. Des ions Ca^{2+} pénètrent dans la cellule présynaptique.

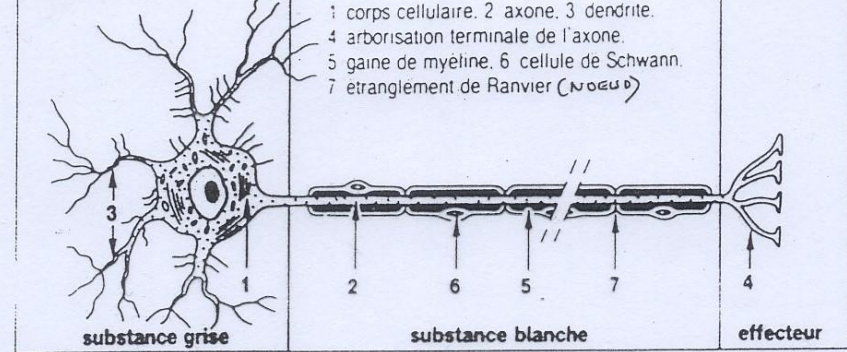


destruction du neurotransmetteur, assurée dans la fente synaptique, est quasi immédiate et permet le retour à l'état de repos de la cellule postsynaptique. Les produits de la destruction peuvent être recyclés par la cellule postsynaptique qui réalise la synthèse du neurotransmetteur.

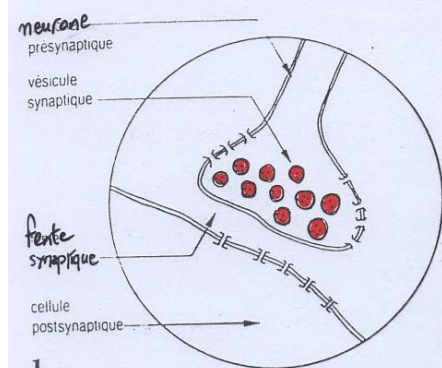


3
La libération du neurotransmetteur par exocytose est provoquée par l'augmentation du taux cytoplasmique de Ca^{2+} . Le neurotransmetteur se fixe à des récepteurs canaux qui s'ouvrent alors, provoquant une modification du potentiel de la membrane postsynaptique. L'ensemble des ions (Na^+ , K^+ , Cl^- ...) est impliqué dans la formation de ces courants postsynaptiques.

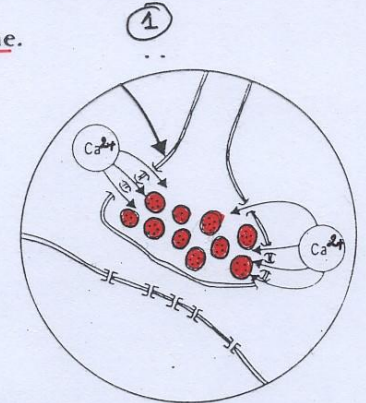
• Les ions Ca^{2+} pénètrent dans le bouton ce qui déclenche l'exocytose des vésicules synaptiques et libération de neurotransmetteurs dans la fente synaptique.



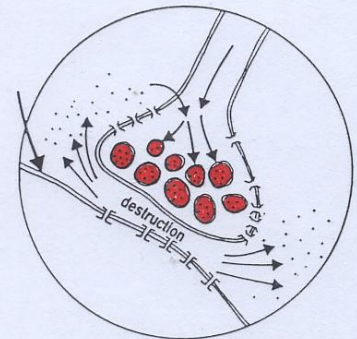
Organisation d'un motoneurone.



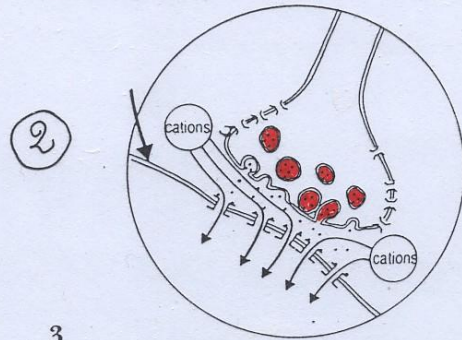
1 Synapse au repos.



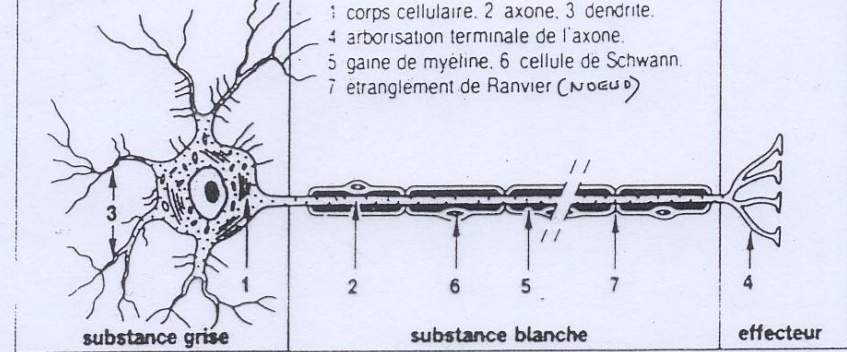
2 L'arrivée d'un potentiel d'action dans la terminaison présynaptique provoque l'ouverture de canaux Ca^{2+} sensibles au voltage. Des ions Ca^{2+} pénètrent dans la cellule présynaptique.



destruction du neurotransmetteur, assurée dans la fente synaptique, est quasi immédiate et permet le retour au repos de la cellule postsynaptique. Les produits de la destruction peuvent être recyclés par la cellule postsynaptique qui réalise la synthèse du neurotransmetteur.

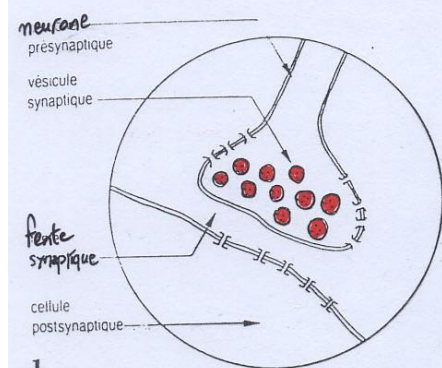


3 La libération du neurotransmetteur par exocytose est provoquée par l'augmentation du taux cytoplasmique de Ca^{2+} . Le neurotransmetteur se fixe à des récepteurs canaux qui s'ouvrent alors, provoquant une modification du potentiel de la membrane postsynaptique. L'ensemble des ions (Na^+ , K^+ , Cl^- ...) est impliqué dans la formation de ces courants postsynaptiques.

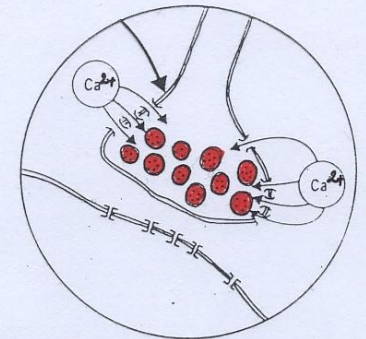


Organisation d'un motoneurone.

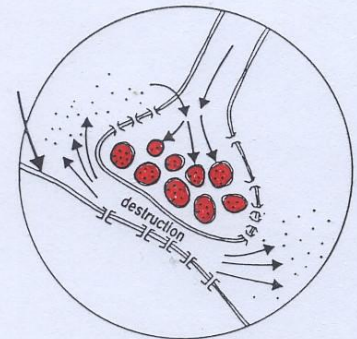
①



1
Synapse au repos.

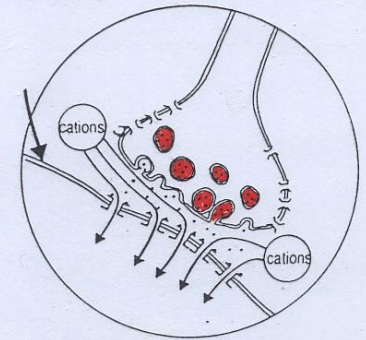


2
L'arrivée d'un potentiel d'action dans la terminaison présynaptique provoque l'ouverture de canaux Ca^{2+} . Des ions Ca^{2+} pénètrent dans la cellule présynaptique.



destruction du neurotransmetteur, assurée dans la fente synaptique, est quasi immédiate et permet le retour à l'état de repos de la cellule postsynaptique. Les produits de la destruction peuvent être recyclés par la cellule postsynaptique qui réalise la synthèse du neurotransmetteur.

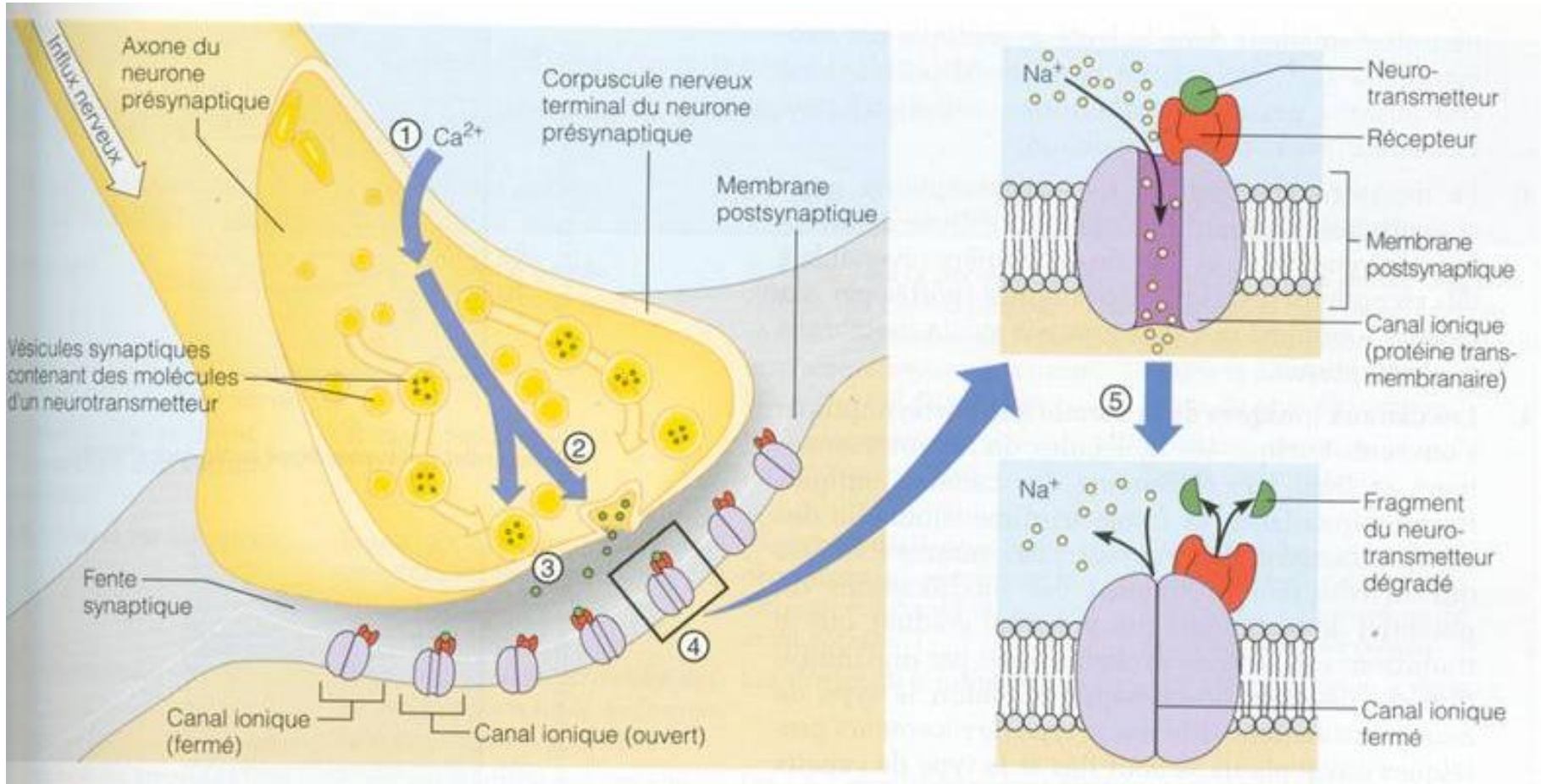
②



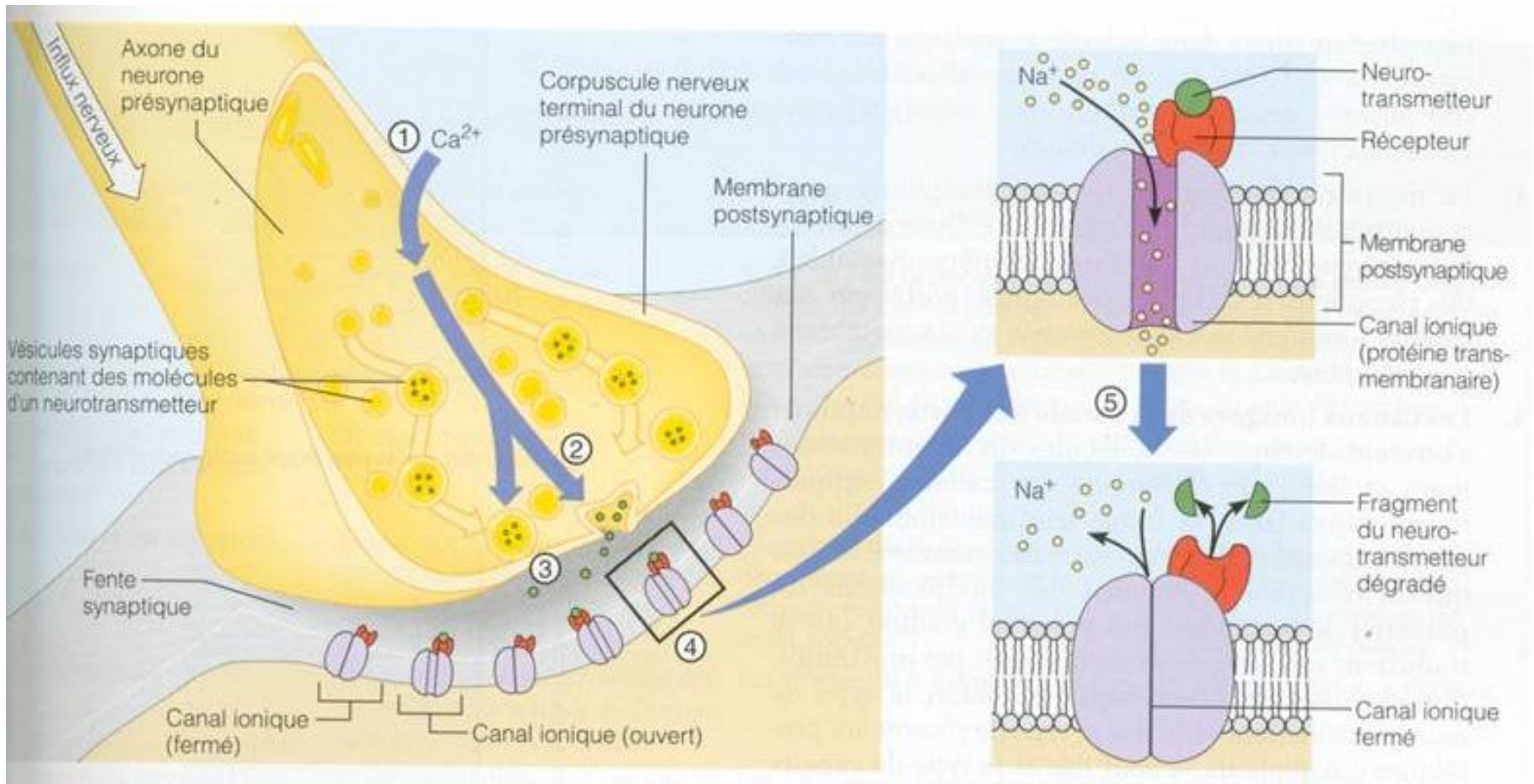
3
La libération du neurotransmetteur par exocytose est provoquée par l'augmentation du taux cytoplasmique de Ca^{2+} . Le neurotransmetteur se fixe à des récepteurs canaux qui s'ouvrent alors, provoquant une modification du potentiel de la membrane postsynaptique. L'ensemble des ions (Na^+ , K^+ , Cl^- ...) est impliqué dans la formation de ces courants postsynaptiques.

•Après son action, le neurotransmetteur est – soit dégradé dans la fente synaptique par des enzymes, - **recapté** au niveau présynaptique, - **diffuse** hors de la fente synaptique.

La vitesse de l'influx nerveux sur un axone est assez rapide alors que la transmission à travers **une synapse chimique** est assez lente. Nous pouvons distinguer deux types de synapses :

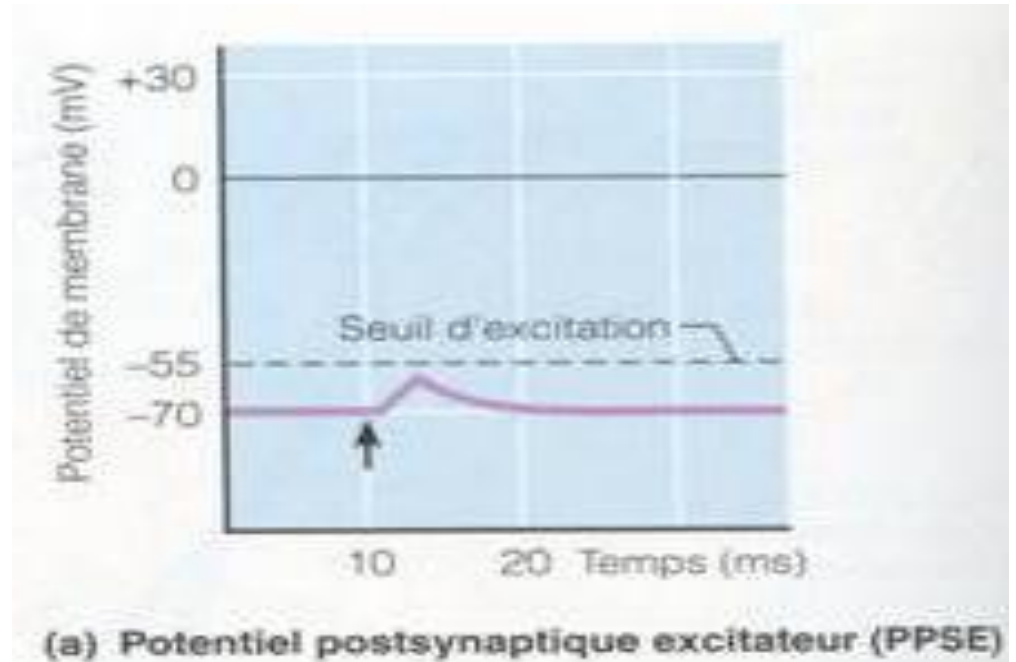


• **Synapse excitatrice** : la liaison du neurotransmetteur avec les récepteurs protéiques entraîne la dépolarisation de la membrane post-synaptique. De grandes différences s'observent par rapport aux phénomènes de dépolarisation de l'axe axonal. Les canaux ioniques sont **ligand dépendants** qui impliquent une **diffusion simultanée des ions Na^+ et K^+** .



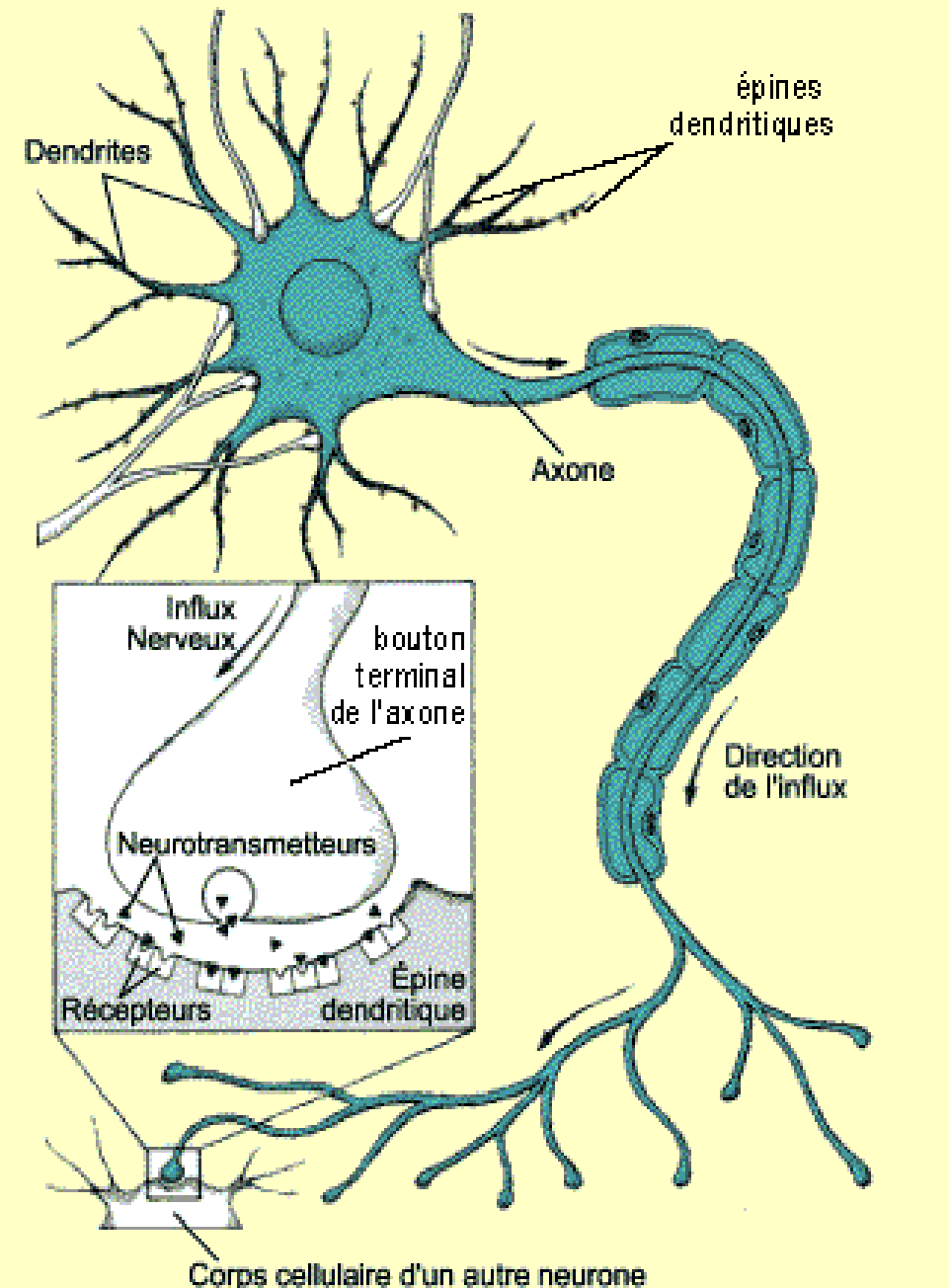
- Comme la diffusion de Na^+ est supérieure à la sortie du K^+ du cytoplasme, le résultat est une dépolarisation membranaire.

- Ces potentiels sont appelés **potentiels post synaptiques excitateurs (PPSE)**.



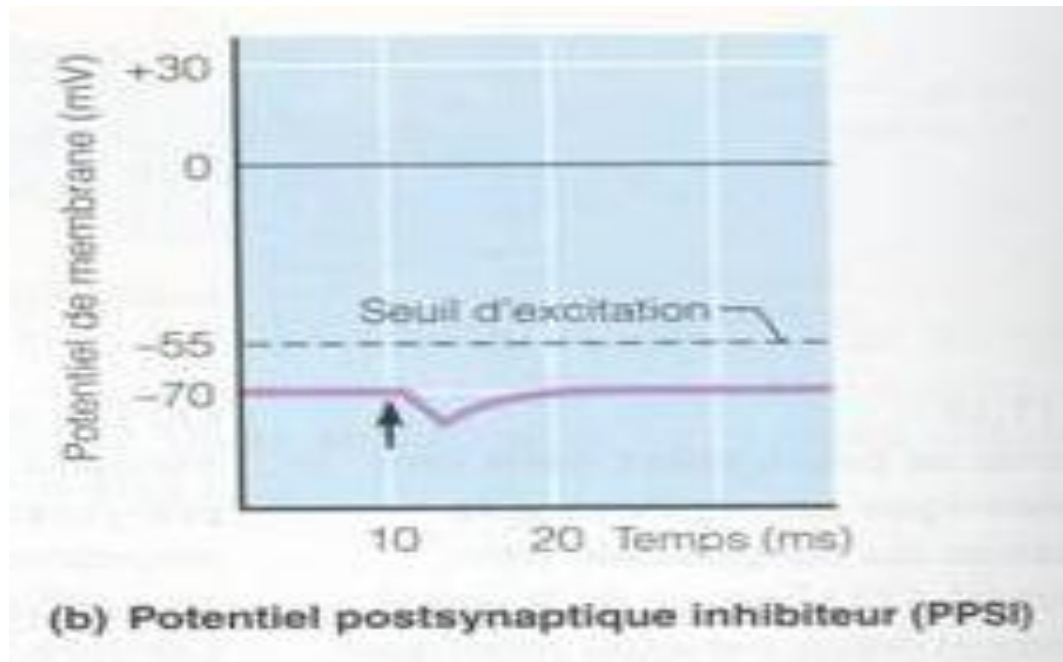
L'amplitude est fonction de la quantité de neurotransmetteurs liés aux récepteurs. La durée est brève.

Le flux de courant peut parvenir au corps cellulaire du neurone post synaptique et déclencher au niveau **de la zone gâchette un potentiel d'action.**

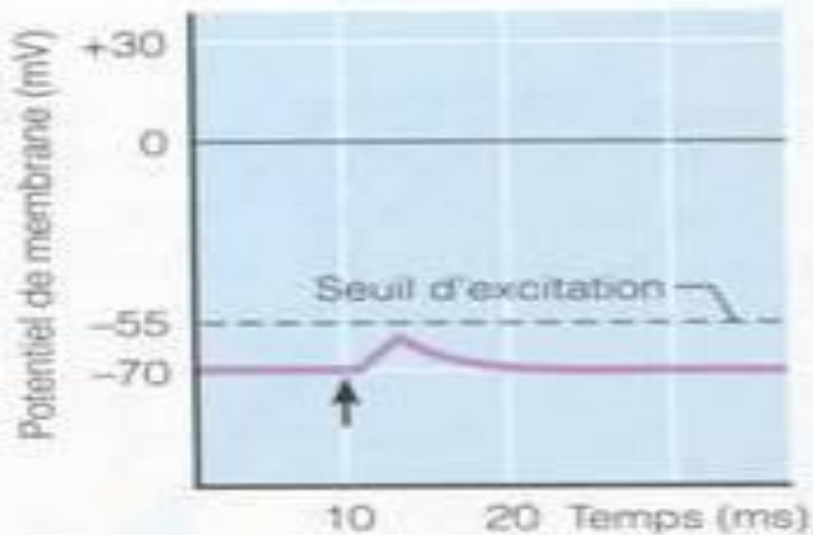


Un neurone faisant et recevant des connexions d'autres neurones.

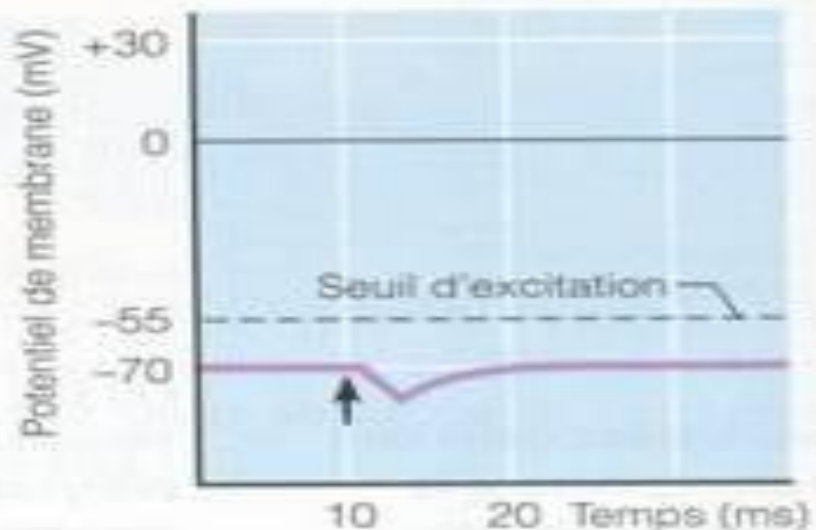
• Synapse inhibitrices : le neurotransmetteur entraîne une hyperpolarisation de la membrane augmentant la perméabilité aux ions K^+ qui sortent du cytoplasme et des ions Cl^- qui entrent. Ces changements de potentiel sont appelés potentiels **post synaptiques inhibiteurs (PPSI)**.



Il est important de remarquer qu'un seul PPSE ne peut produire un potentiel d'action dans le neurone, une somme de plusieurs PPSE est nécessaire : Sommation.



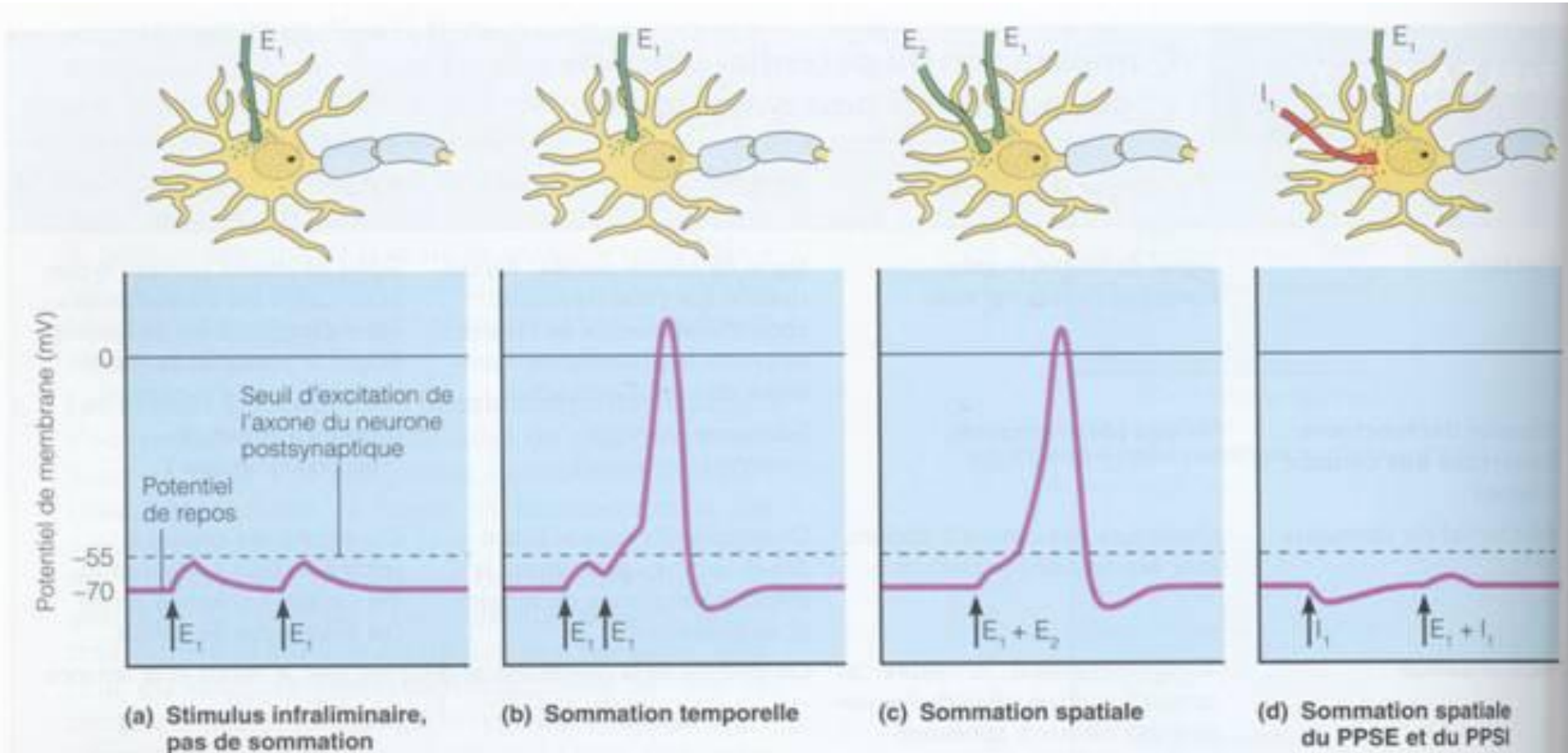
(a) Potentiel postsynaptique excitateur (PPSE)



(b) Potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSi)

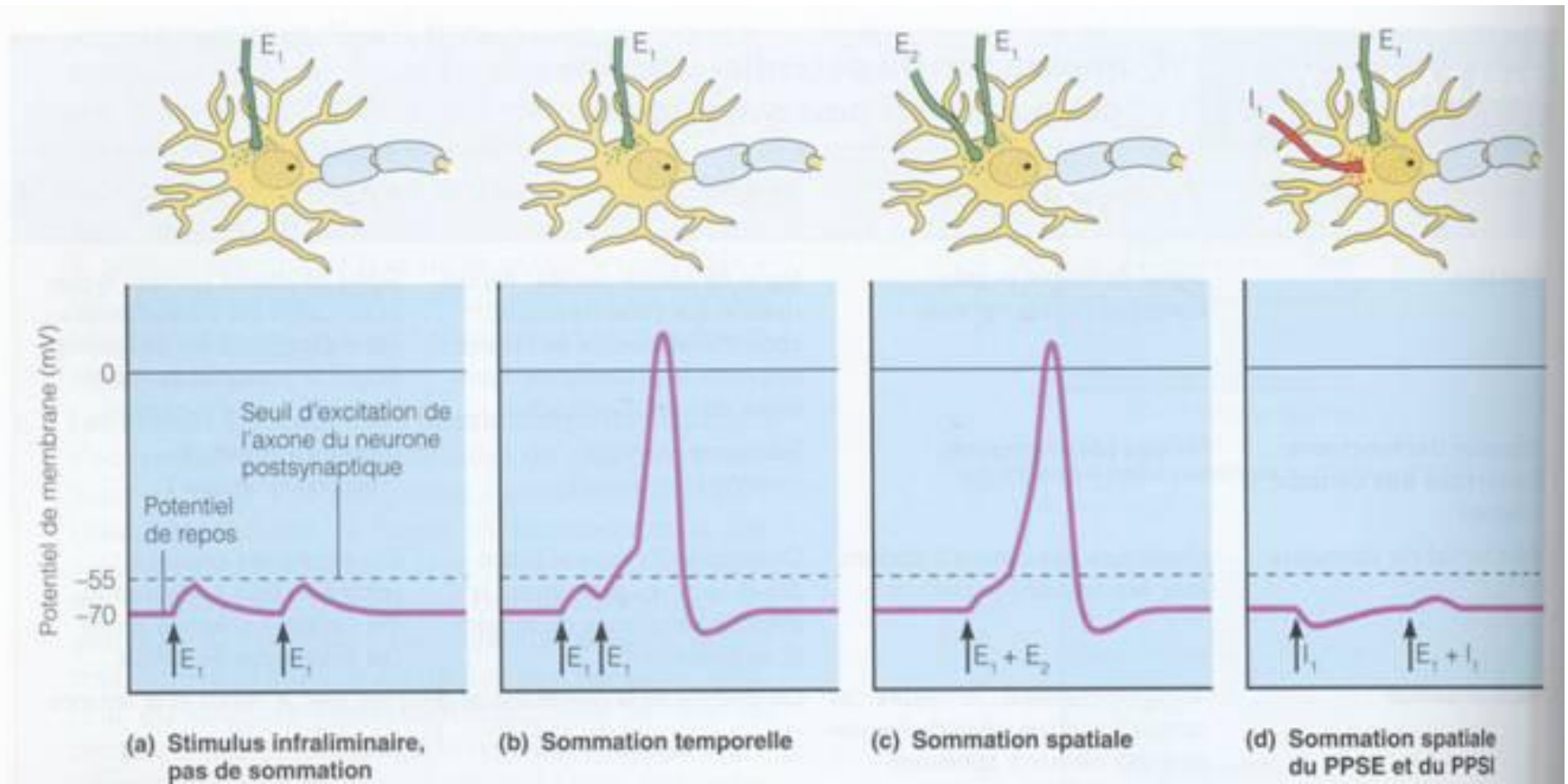
Cette sommation peut être :

- **Temporelle** : transmission de plusieurs influx nerveux, la libération des neurotransmetteur se fait par vague.



Cette sommation peut être :

- **Spatiale** : plusieurs boutons d'un même neurone présynaptique : c'est la potentialisation synaptique.



L'activité post synaptique dépend des phénomènes suivants au niveau de la membrane présynaptique :

- **Inhibition présynaptique** : par un neurone qui inhibe la libération du neurotransmetteur
- **Des substances chimiques** modifient l'activité normale en agissant soit sur le neurotransmetteur (défaut de synthèse, dégradation, recaptage) soit sur la sensibilité de la membrane post-synaptique). Le plus souvent se sont les hormones qui agissent loin de leur site de libération.

SYSTÈME NERVEUX

CHAP I : STRUCTURE ET PHYSIOLOGIE DU SN

A/ Organisation

B/ Histologie du SN

- Névrogliose, II) le neurone,

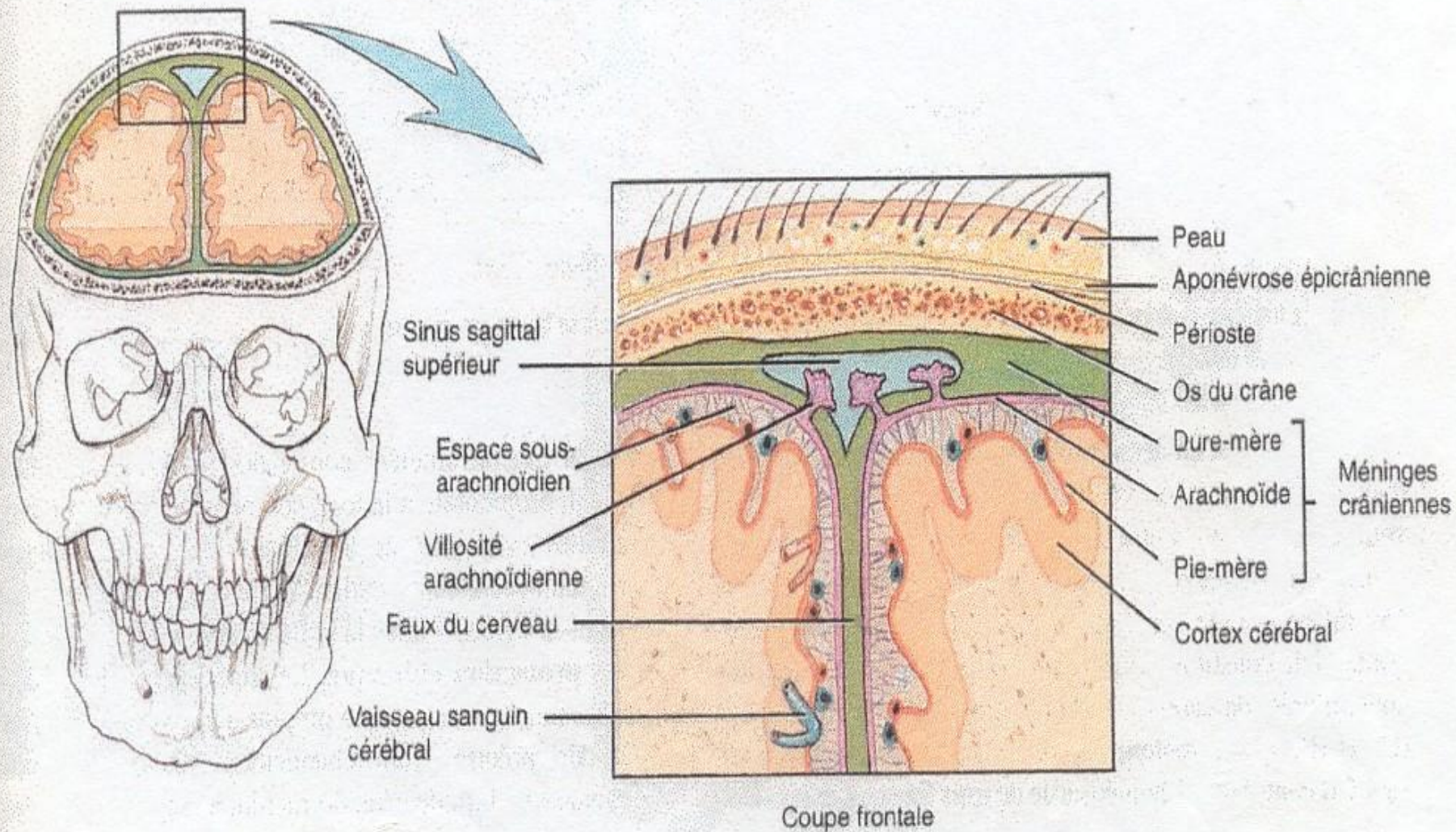
C/ Influx nerveux

- Potentiel de membrane, II) Propagation de l'Influx Nerveux, III) Synapses,

Chap II : COMPARAISON du SYSTÈME NERVEUX AUTONOME
et du SN SOMATIQUE

Protection du S.N.C.

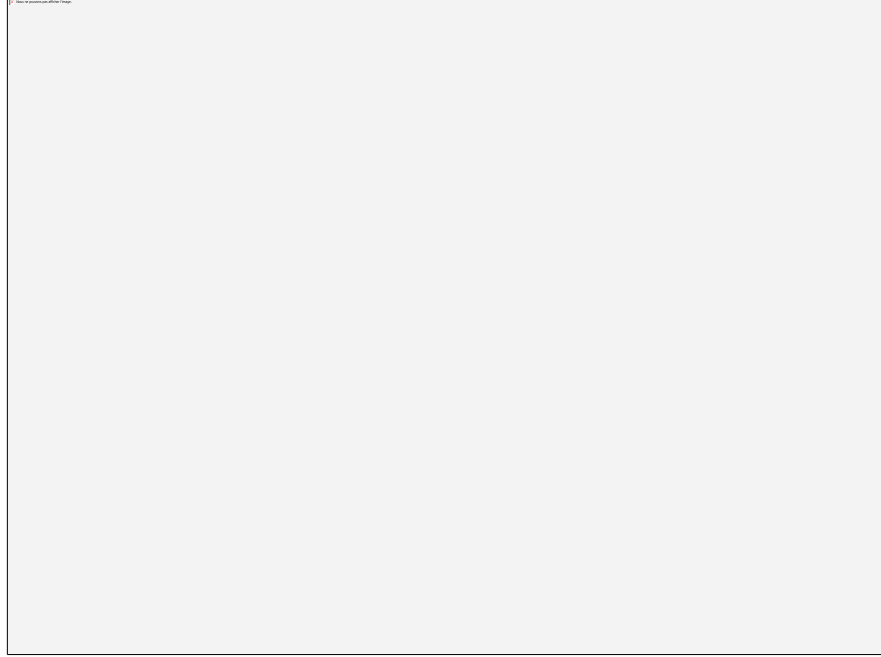
Partie supérieure du crâne montrant les couches protectrices de l'encéphale : le crâne et les méninges crâniennes.



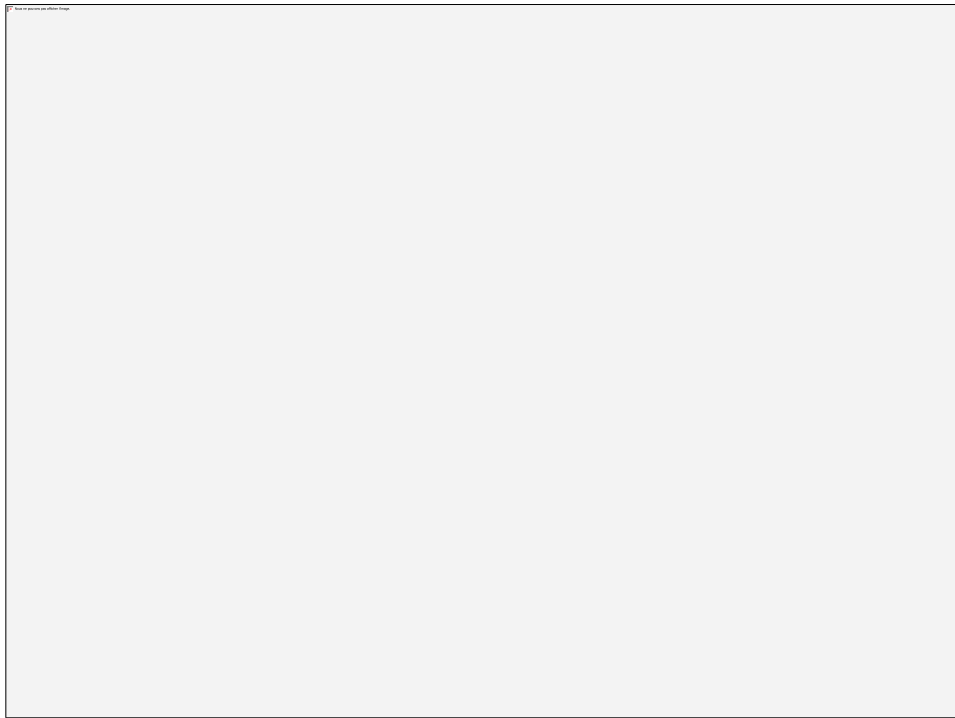
Les méninges

- La méninges la plus externe est **la dure-mère**, elle tapisse la boîte crânienne

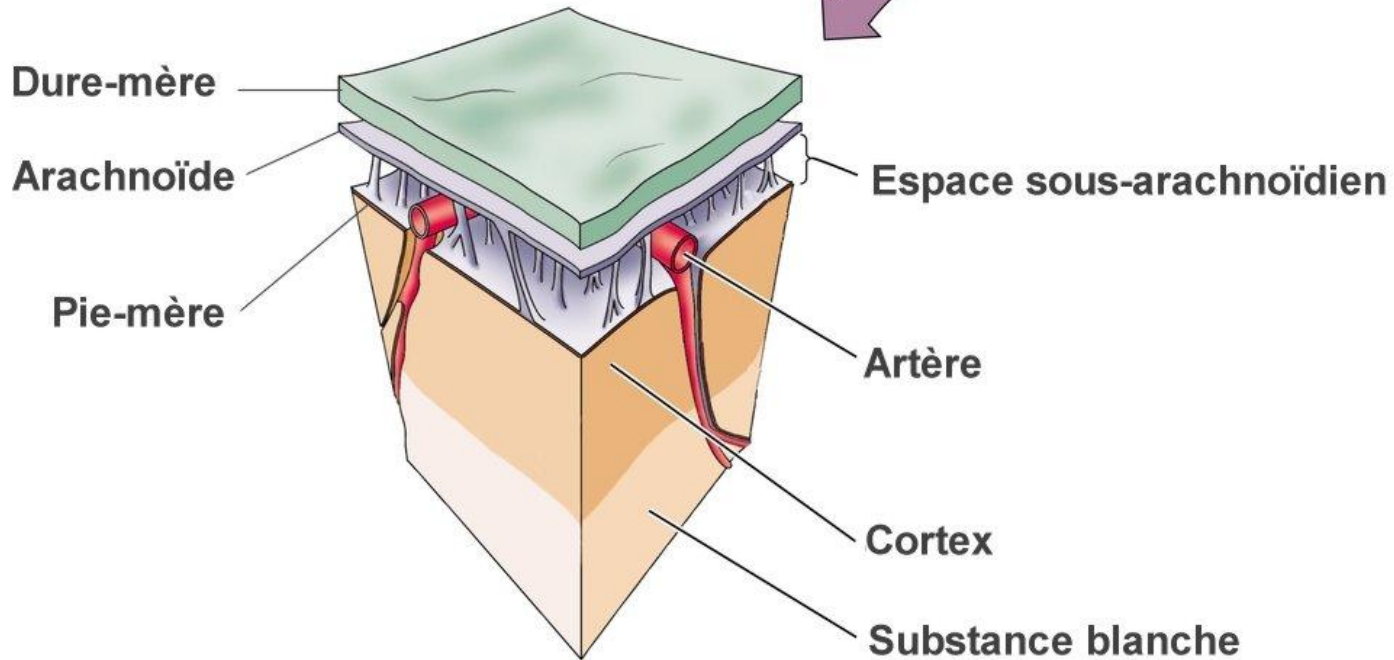
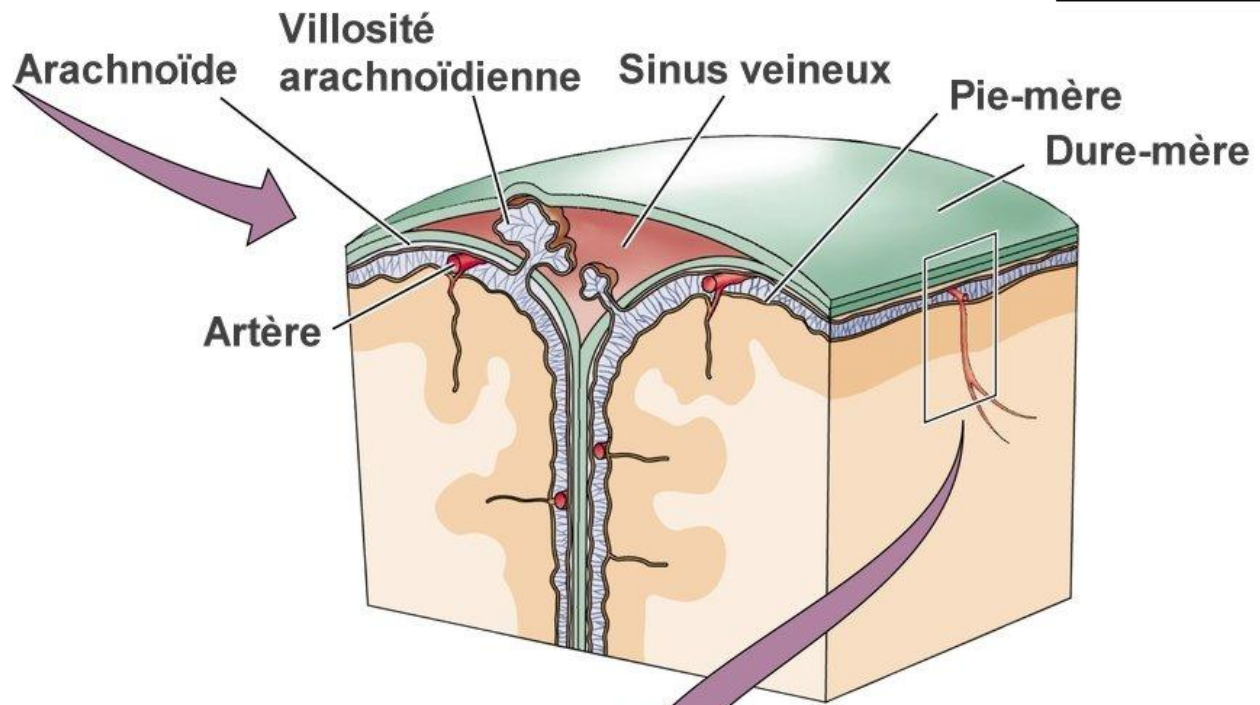
Les méninges



- **L'arachnoïde** : membrane située sous la dure-mère et qui est constituée de 2 membranes : une membrane directement en contact de la dure-mère et un réseau de fibres conjonctives constitue la deuxième enveloppe. Dans cet espace délimité circule liquide céphalo-rachidien.



- **la pie-mère** Une fine membrane qui tapisse la surface du cerveau, c'est la méninge la plus profonde



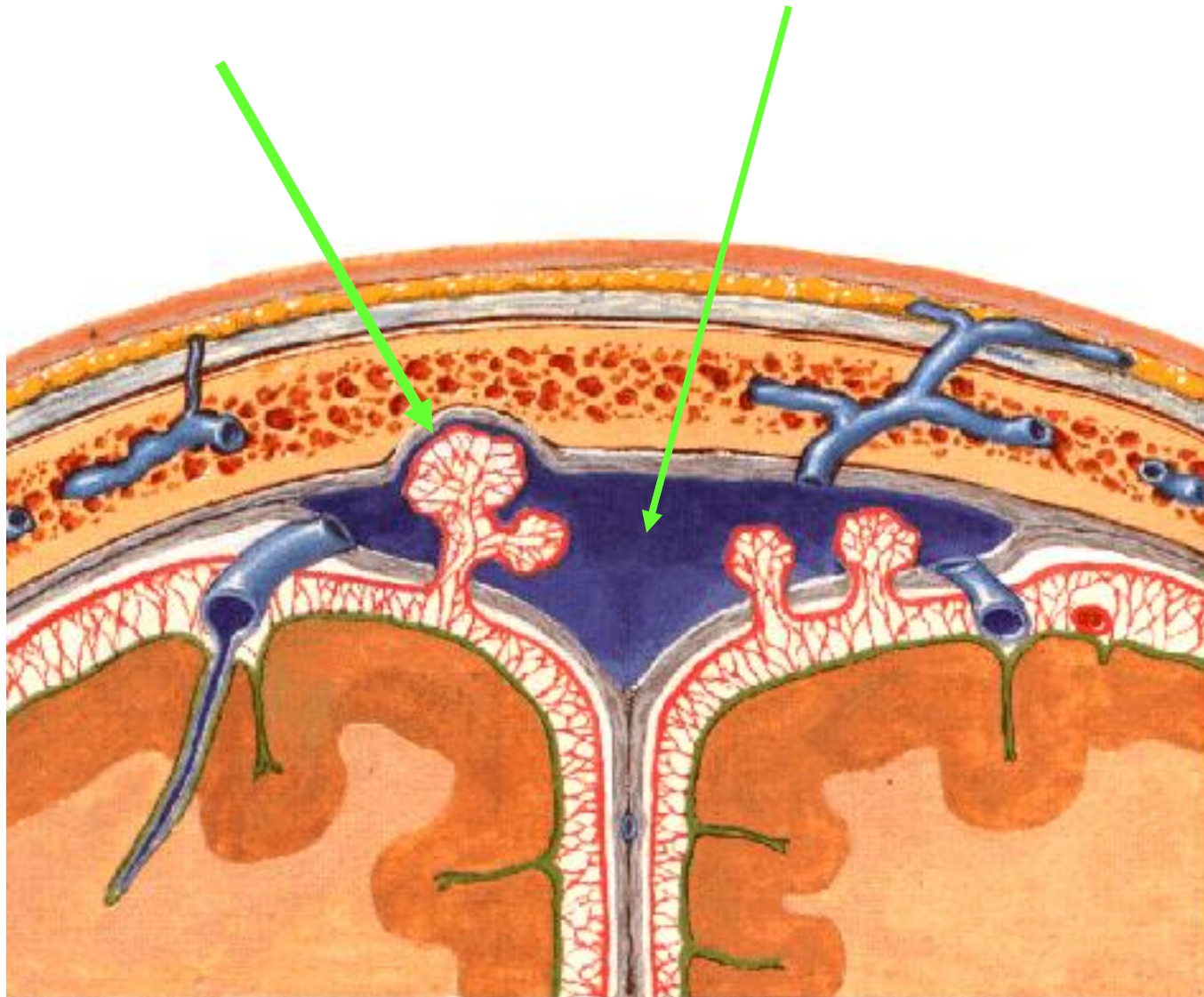


Ces trois membranes délimitent trois espaces:

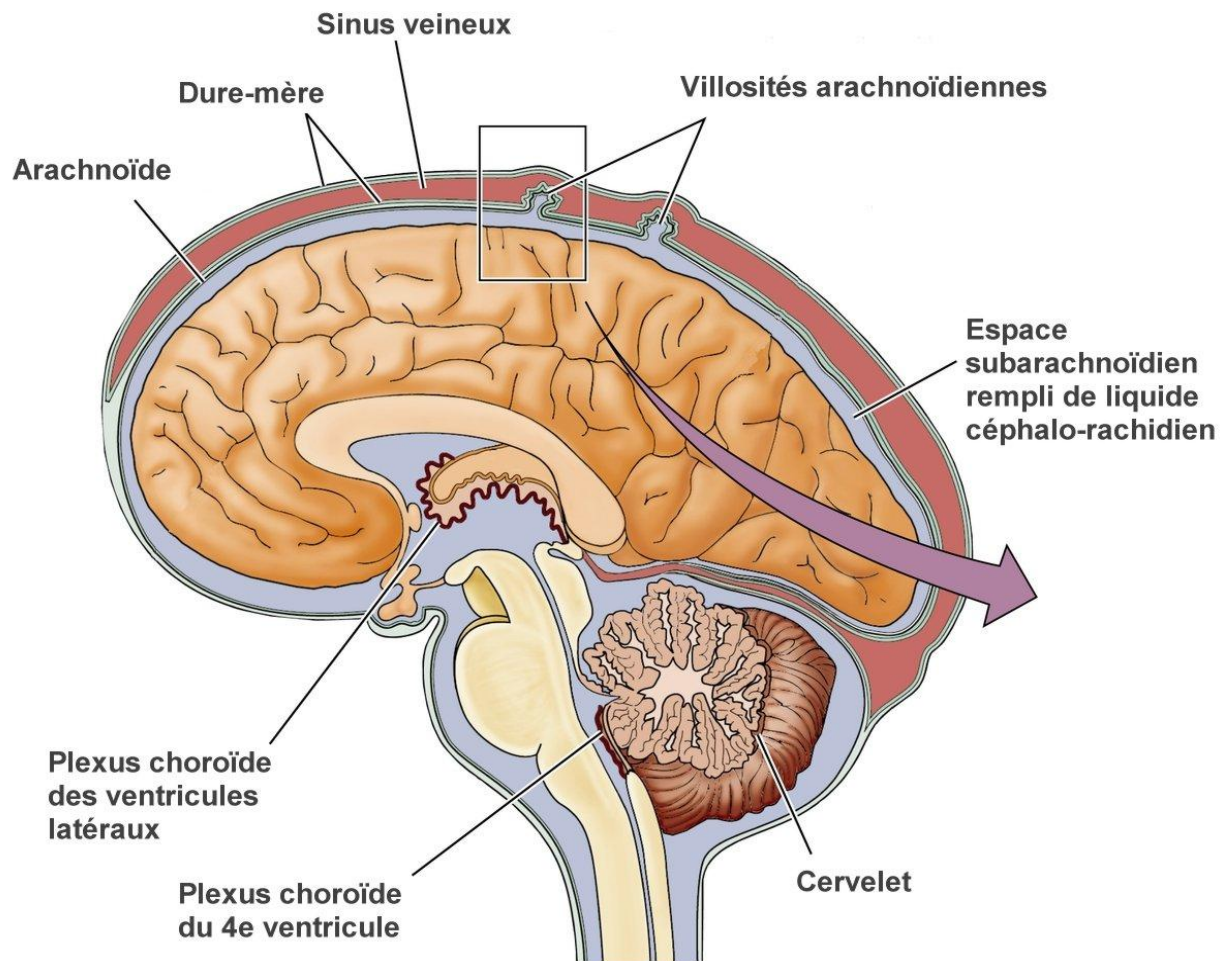
- **l'espace épi-dural** (autour de la dure-mère)
- **l'espace sous-dural** (entre la dure-mère et la membrane arachnoïdienne)
- **l'espace subarachnoïdien** (entre l'arachnoïde et la pie-mère): est occupé par le liquide cérébro-spinal.

Villosité arachnoïdienne

Sinus veineux



Le liquide céphalo-rachidien (LCR)



- Le LCR circule autour de l'encéphale, de la moelle épinière et dans les ventricules cérébraux.

Composition du LCR

- C'est un liquide transparent, légèrement jaunâtre. Il y a en permanence 80 à 150 mL de LCR et il est renouvelé 3 à 4 fois jour. Il contient :
 - - 98 % d'eau
 - - protéines
 - - sels minéraux
 - - sucres
 - - substances cérébrales dont il est le transporteur (hormones)
- Il ne contient aucun élément figuré du sang.

CHAP I : STRUCTURE ET PHYSIOLOGIE DU SN

A/ Organisation

B/ Histologie du SN

•Névroglie, II) le neurone,

C/ Influx nerveux

•Potentiel de membrane, II) Propagation de l'Influx Nerveux, III) Synapses,
IV) Neurotransmetteurs

Chap II : SYSTÈME NERVEUX AUTONOME

A/ Comparaison

I) Système nerveux périphérique, II) Système nerveux autonome

B/ Organisation du système nerveux autonome

LE SYSTÈME NERVEUX

est composé

SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE

lui-même composé de

lui-même composé de

ENCÉPHALE

MOELLE ÉPINIÈRE

NERFS CRÂNIENS NERFS RACHIDIENS

qui constituent

VOIES AFFÉRENTES SENSITIVES

VOIES EFFÉRENTES MOTRICES

divisées en

EFFÉRENCES SOMATIQUES

EFFÉRENCES AUTONOMES

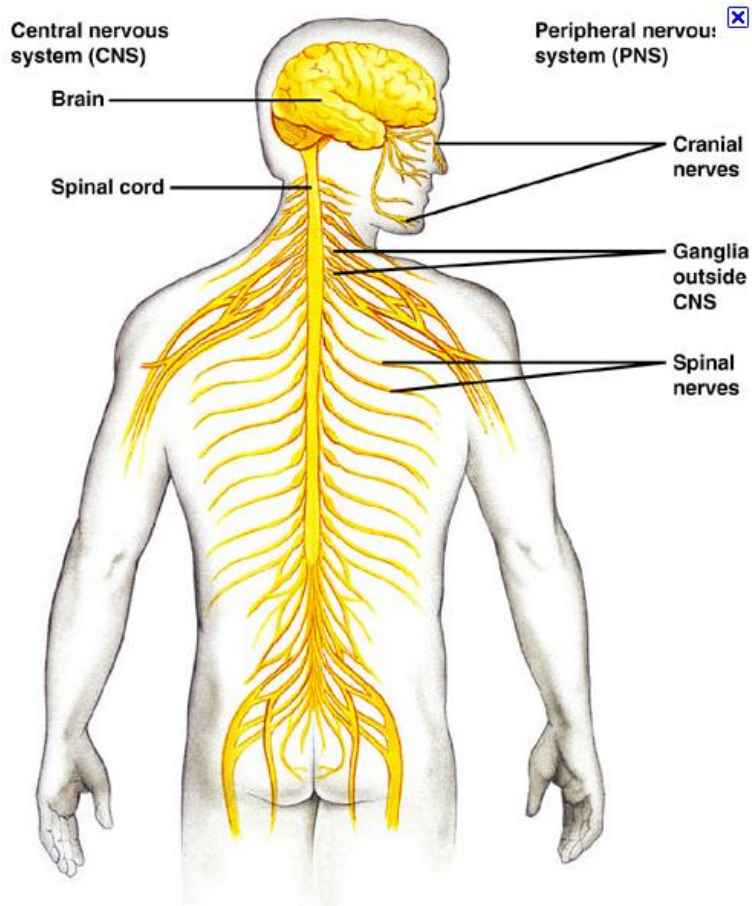
elles mêmes divisées

EFFÉRENCES SYMPATHIQUES

EFFÉRENCES PARASYMPATHIQUES

Le système nerveux

Chez l'homme



Système nerveux central
(cerveau, moelle épinière)

Système nerveux
périphérique
(nerfs crâniens et spinaux)

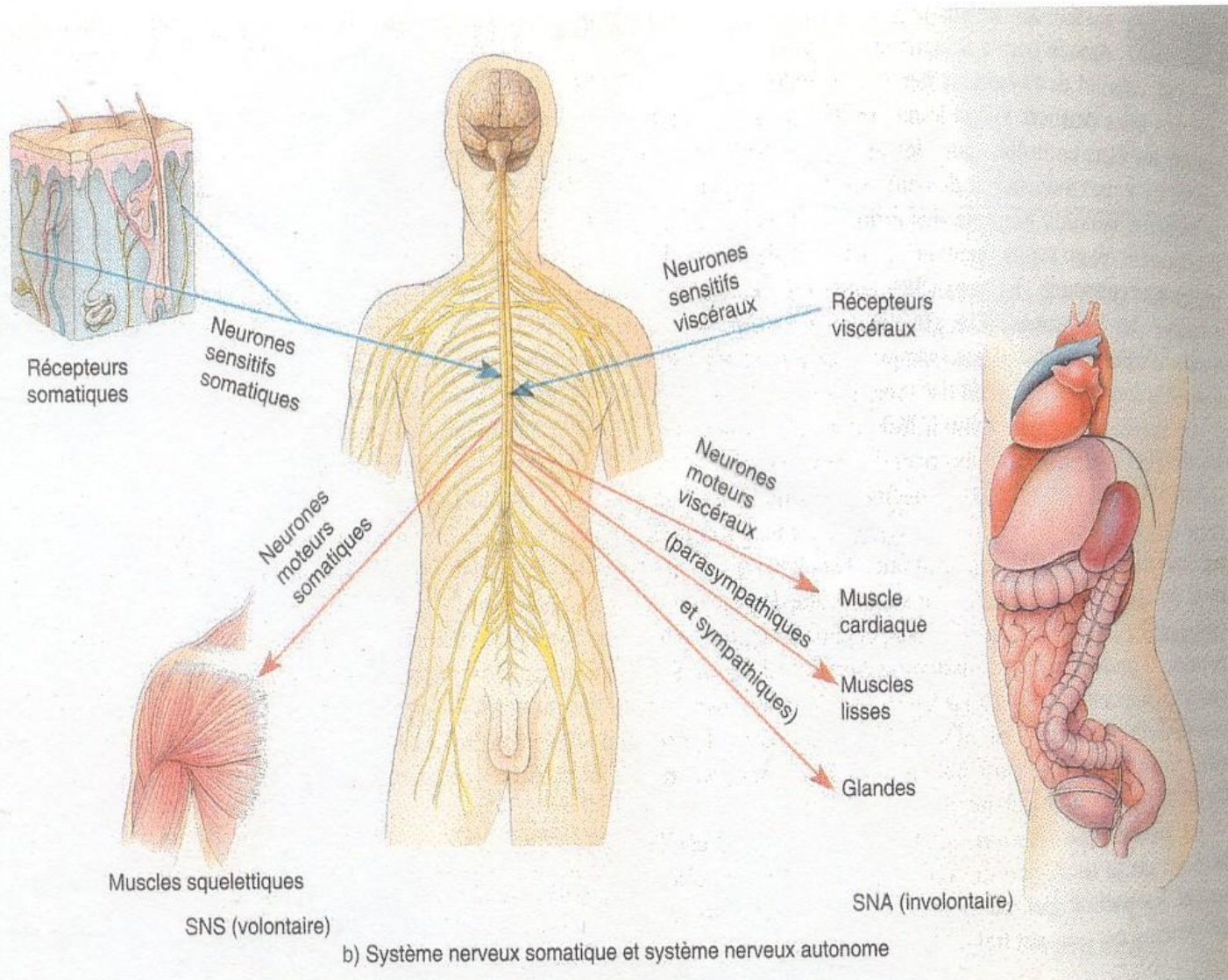
Système nerveux
somatique

Système nerveux autonome
(végétatif)

Système nerveux
sympathique (accélération
rythme cardiaque, fuite...)

Système nerveux
parasympathique
(ralentissement
fonctions organisme)

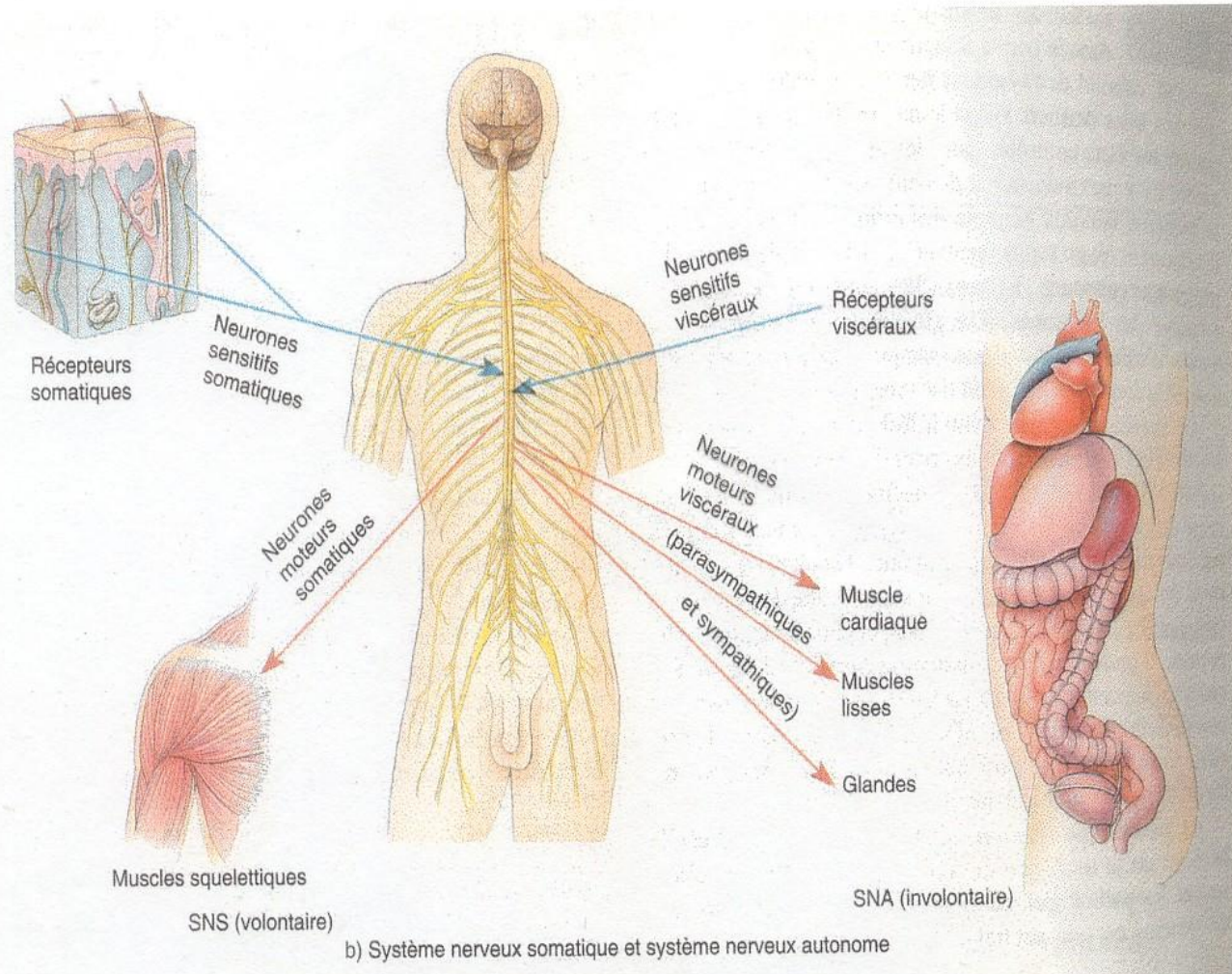
L'élément de sortie est composé de **neurones moteurs**, ou **efférents** qui proviennent du SNC et qui conduisent les influx nerveux depuis le SNC jusqu'aux muscles et glandes.



Le **SNP** peut être subdivisé, d'après la partie du corps qui réagit, en **SN somatique (SNS)** et en **SN autonome (SNA)**.

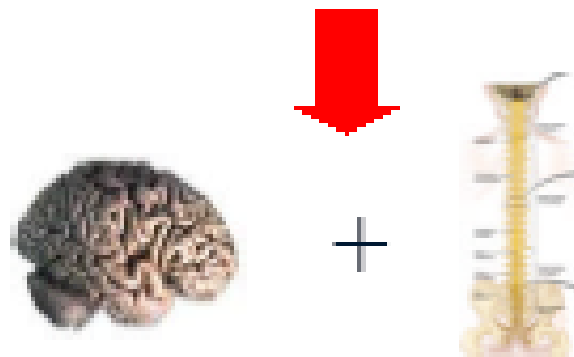
Le **SNS est volontaire** (peut être maîtrisé consciemment), le **SNA est involontaire**.

La partie motrice du SNA comporte deux branches, la **division sympathique** et la **division parasympathique**.



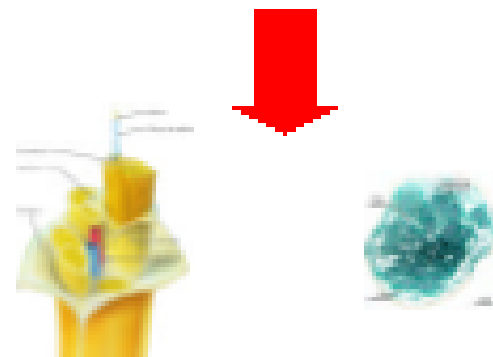
-divisions structurales:

1) Système nerveux central: encéphale et la moelle épinière



- Interprétation des informations sensorielles
- Élaboration des réponses motrices
- Participation aux réflexes

2) Système nerveux périphérique: nerfs crâniens et nerfs spinaux



- transmission des informations sensorielles
- transmission des informations motrices
- Participation aux réflexes

SYSTEME PARASYMAPTHIQUE : dont l'action est essentiellement d'économiser de l'énergie ; Son activité est liée à des situations neutres permettant l'accomplissement des tâches de base telle que la digestion.

SYSTEME SYMPATHIQUE : entre ne jeu dans les situations d'urgence (stress) et implique une importante consommation d'énergie (activité physique intense), (hyperventilation, augmentation de la consommation de glucose).

A/ COMPARAISON

Le SN Somatique possède des **neurones sensitifs et moteurs**. Les neurones sensitifs conduisent l'information venue des récepteurs des sens spéciaux (vue, goût, odorat), des **propriocepteurs** (position des muscles et des articulations) et des récepteurs somatiques généraux (sensations liées à la douleur et à la température).

A/ COMPARAISON

Les neurones **moteurs somatiques** innervent les muscles squelettiques, les tissus effecteurs et produisent des mouvements volontaires conscients. Un neurone moteur a toujours pour effet d'exciter un effecteur.

La composante afférente du SNA est formée de neurones **sensitifs viscéraux**. La plupart de ces derniers sont associés à des **intérocepteurs** tels que les **chimiorécepteurs** (taux de CO₂) et des **mécanorécepteurs**. Ces signaux ne sont pas reconnus consciemment sauf en cas d'activation intense (exemple douleur ou nausée liées à des lésions des viscères).

Les neurones **moteurs autonomes** règlent les activités **des viscères** en excitant ou en inhibant les tissus effecteurs, qui sont le muscle cardiaque, les muscles lisses et les glandes (exemples: accommodation à la vision rapprochée, dilatation des vaisseaux sanguins, ajustement de la fréquence et la force de battements cardiaques).

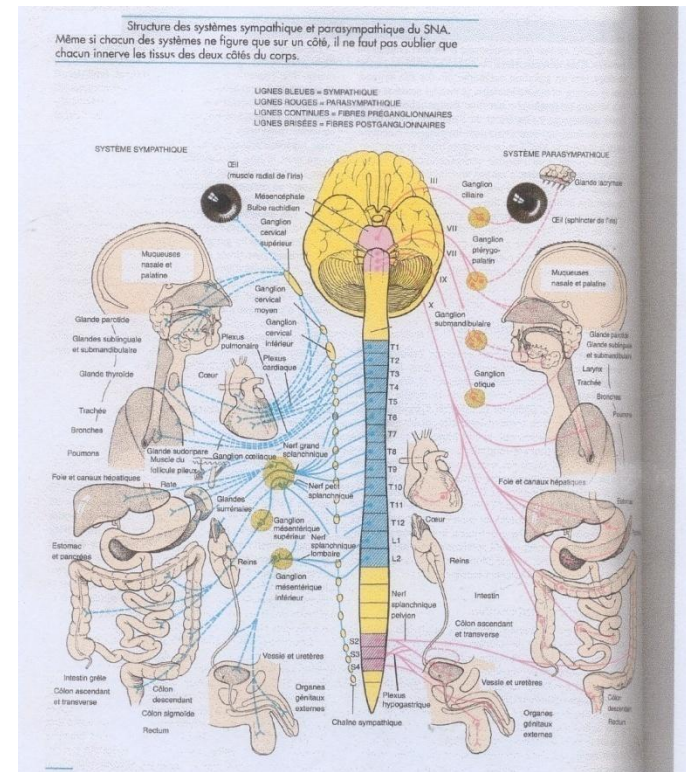
Ces activités sont inconscientes et se font de façon automatique.

Les voies motrices autonomes sont composées de deux neurones moteurs en série.

Le premier neurone a son corps cellulaire dans le SNC et son axone part du SNC jusqu'au ganglion autonome.

Le corps cellulaire du second neurone se trouve dans ce ganglion et son axone part de ce dernier vers l'effecteur.

En revanche un seul neurone part du SNC jusqu'au muscle squelettique.

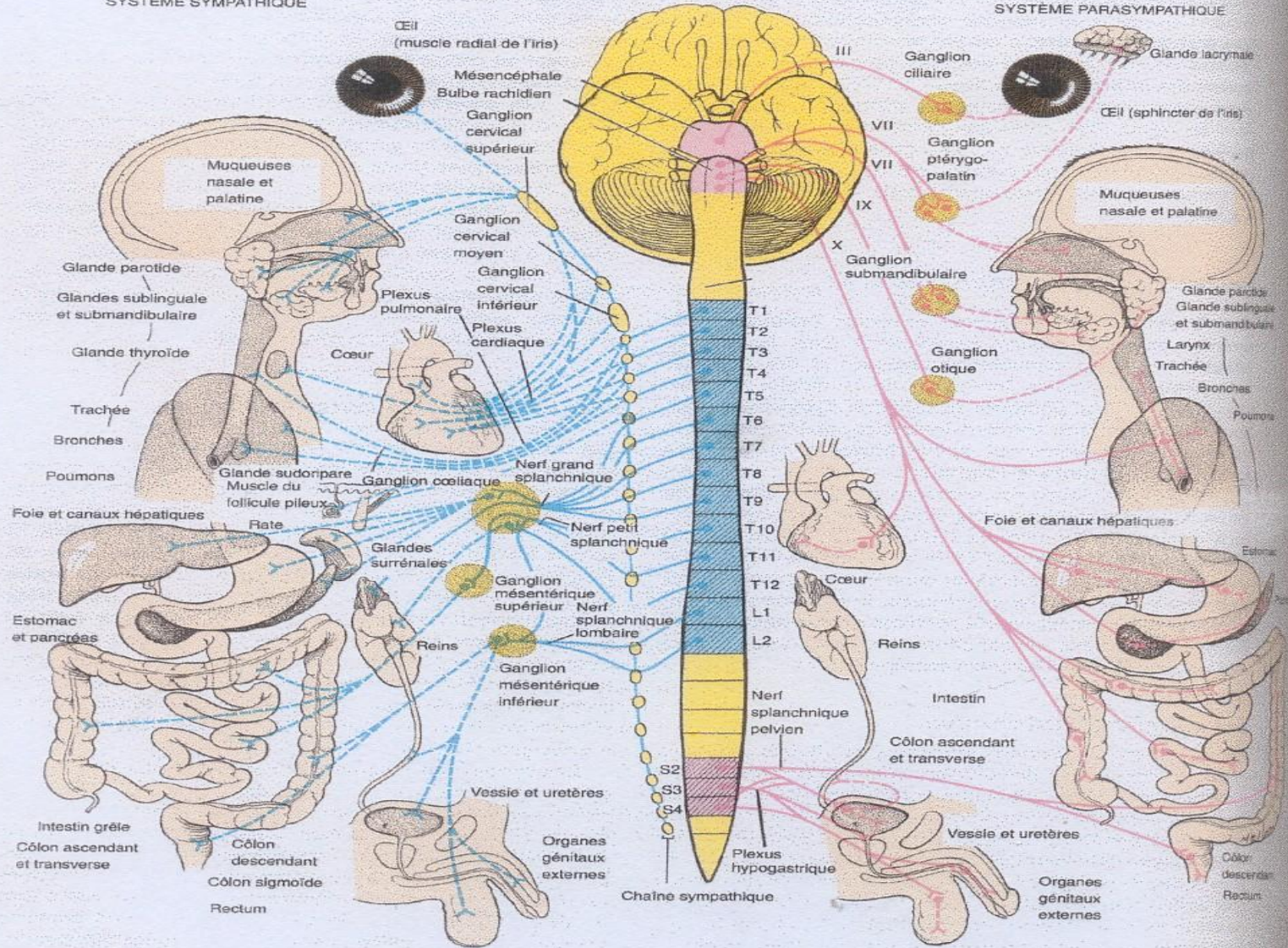


Structure des systèmes sympathique et parasympathique du SNA.
 Même si chacun des systèmes ne figure que sur un côté, il ne faut pas oublier que
 chacun innerve les tissus des deux côtés du corps.

LIGNES BLEUES = SYMPATHIQUE
 LIGNES ROUGES = PARASYMPATHIQUE
 LIGNES CONTINUES = FIBRES PRÉGANGLIONNAIRES
 LIGNES BRISÉES = FIBRES POSTGANGLIONNAIRES

SYSTÈME SYMPATHIQUE

SYSTÈME PARASYMPATHIQUE



En plus, alors que les neurones **moteurs somatiques** libèrent de **l'acétylcholine** qui est leur neurotransmetteur,

les neurones moteurs autonomes libèrent **soit l'acétylcholine ou la noradrénaline.**

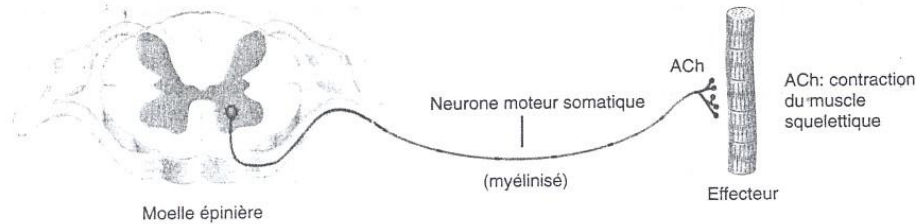
La partie efférente du SNA comporte deux principales divisions : **les systèmes sympathiques et parasymphathiques.**

Anatomie des voies motrices autonomes :

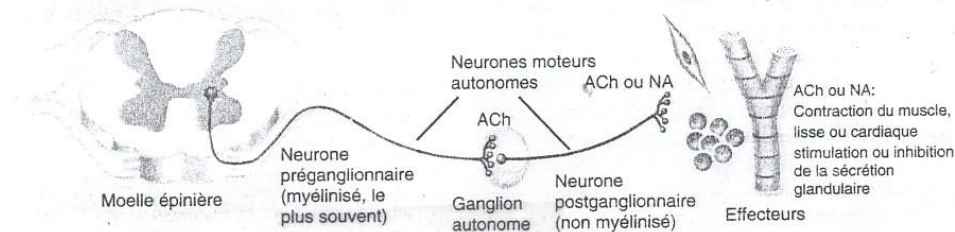
Le premier des deux neurones moteurs est appelé neurone pré-ganglionnaire. Son corps cellulaire est situé dans le SNC. Son axone est myélinisé. Au niveau du ganglion, l'axone fait synapse avec le neurone post-ganglionnaire (deuxième neurone moteur), l'axone de ce neurone n'est pas myélinisé et aboutit à un effecteur viscéral.

COMPARAISON DES SYSTÈMES NERVEUX SOMATIQUE ET AUTONOME

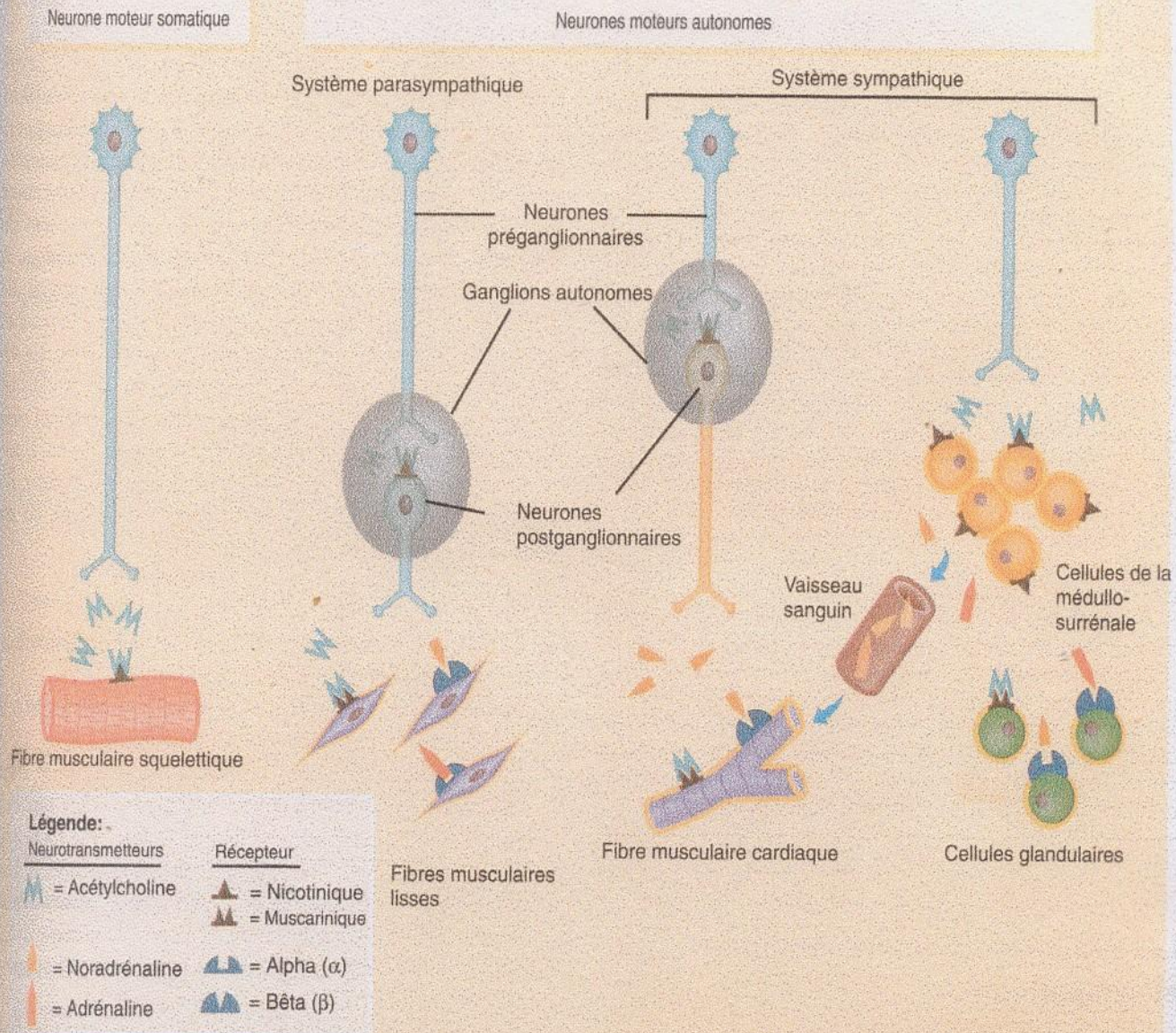
	Information sensorielle (neurones afférents)	Centres du SNC (traitent l'information et déclenchent la réponse)	Réponse motrice (neurones efférents) et neurotransmetteurs	Effecteurs	Réaction de l'effecteur aux neurotransmetteurs
S O M A T I Q U E	Sens spéciaux. Sens somatiques généraux. Propriocepteurs.	Régulation volontaire depuis le cortex cérébral. Les autres régions actives comprennent les noyaux gris centraux, le cervelet, le tronc cérébral et la moelle épinière.	L'axone du neurone moteur somatique s'étend depuis le SNC, fait synapse avec l'effecteur et libère de l'acétylcholine (ACh).	Muscle squelettique.	Excitation.



A U T O N O M E	Sens spéciaux. Sens somatiques généraux. Sens viscéraux généraux (surtout depuis les intérocepteurs).	Régulation involontaire par le système limbique, l'hypothalamus, le bulbe rachidien, la protubérance et la moelle épinière. Contribution du cortex cérébral également.	L'axone du premier neurone moteur autonome (neurone préganglionnaire) s'étend depuis le SNC et fait synapse avec le second (neurone postganglionnaire) dans un ganglion. Le second neurone fait synapse avec un effecteur viscéral. Les fibres préganglionnaires libèrent de l'acétylcholine (ACh). Les fibres postganglionnaires libèrent de l'ACh (système parasympathique) ou de la noradrénaline (NA) (système sympathique).	Muscle cardiaque. Muscle lisse. Glandes.	Excitation ou inhibition.
-----------------	---	--	--	--	---------------------------



Récepteurs cholinergiques et adrénergiques.



Les neurones cholinérgiques libèrent de l'acétylcholine qui diffuse dans la fente synaptique et se lie à des récepteurs spécifiques ce qui provoque la dépolarisation et la cellule est excitée.

Les neurones adrénérgiques libèrent de la noradrénaline ou l'adrénaline.

La plupart des axones postganglionnaires sympathiques sont adrénérgiques.

Les effets de la stimulation sympathique sont plus durables.

Il y'a deux types de récepteurs cholinériques (d'Acétylcholine) :

les récepteurs nicotiniques se trouvent sur les neurones postganglionnaires sympathiques et parasymphathiques. Ils sont stimulants.

Les récepteurs **muscariniques** se trouvent sur tous les effecteurs (muscles et glandes) innervés par des axones postganglionnaires parasympathiques.

L'activation des récepteurs muscariniques provoque soit la dépolarisation (excitation) ou l'hyperpolarisation (inhibition) suivant la cellule qui porte le récepteur en question.

Les effets de l'adrénaline ou la noradrénaline dépend du type de récepteur post synaptique.

Les deux types de récepteurs adrénergiques de la noradrénaline et de l'adrénaline sont appelés **récepteurs α (excitateurs) et récepteurs β (inhibiteurs)**.

Les récepteurs β ne sont pas inhibiteurs dans le cas du muscle cardiaque.

Cette connaissance de ces récepteurs est importante en recherche pharmacologique. Exemple : Les β bloquants qui stoppent l'action adrénérgique au niveau des récepteurs β du muscle cardiaque provoquent une baisse de la fréquence cardiaque et préviennent ainsi les arythmies.

Organisation du SNA

Systeme parasympathique : 4 nerfs crâniens et 3 nerfs sacrés

Systeme sympathique : Thorax-lombaire

l'organisation spatiale des deux systemes est différente. Les systeme sympathique forme la voie efférente thoraco-lombaire . Les ganglions sont près du SNC et loin es effecteurs viscéraux. Les systeme sympathique est distribué dans tout l'organisme.

Organisation du SNA

Le système parasympathique forme la voie **efférente crânio-sacrée**. Les ganglions sont à proximité ou à l'intérieur des effecteurs viscéraux donc la fibre axonique pré-ganglionnaire est très longue. Ce système se trouve surtout au niveau de la tête, des viscères, du thorax, de l'abomen et du bassin.

