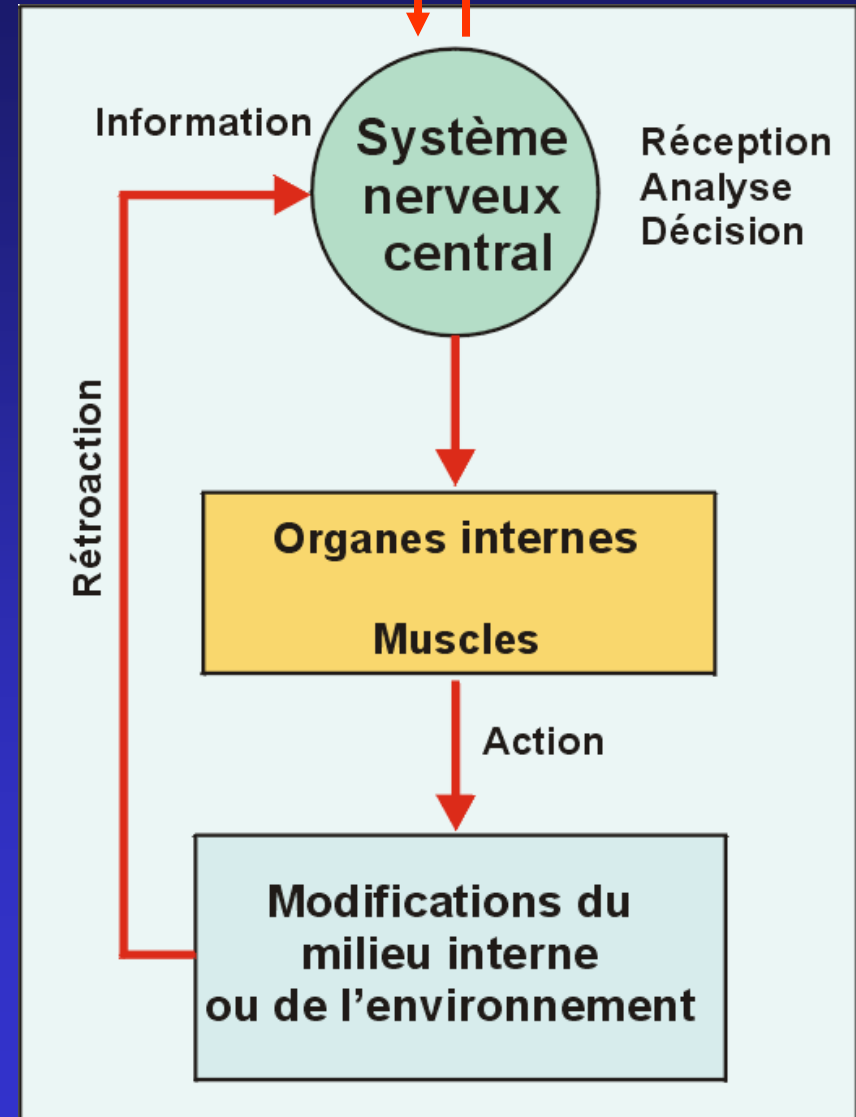
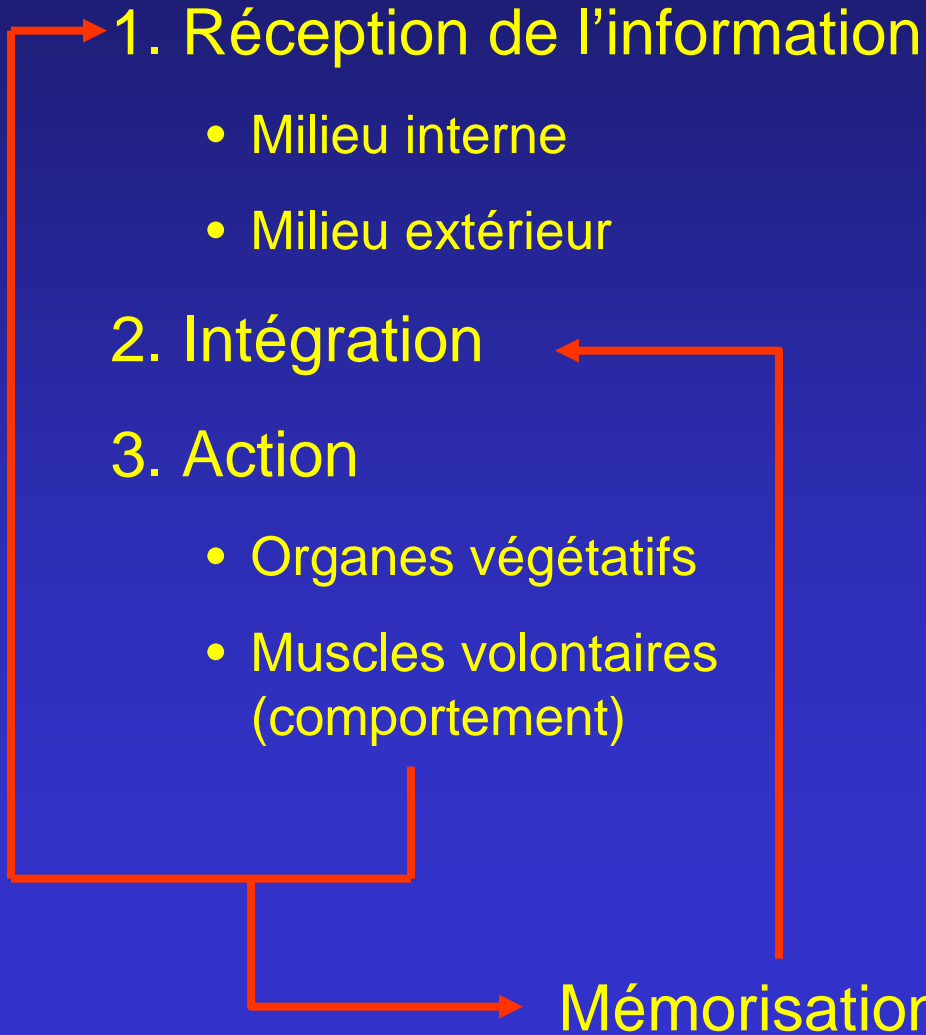


# Le système nerveux : les neurones

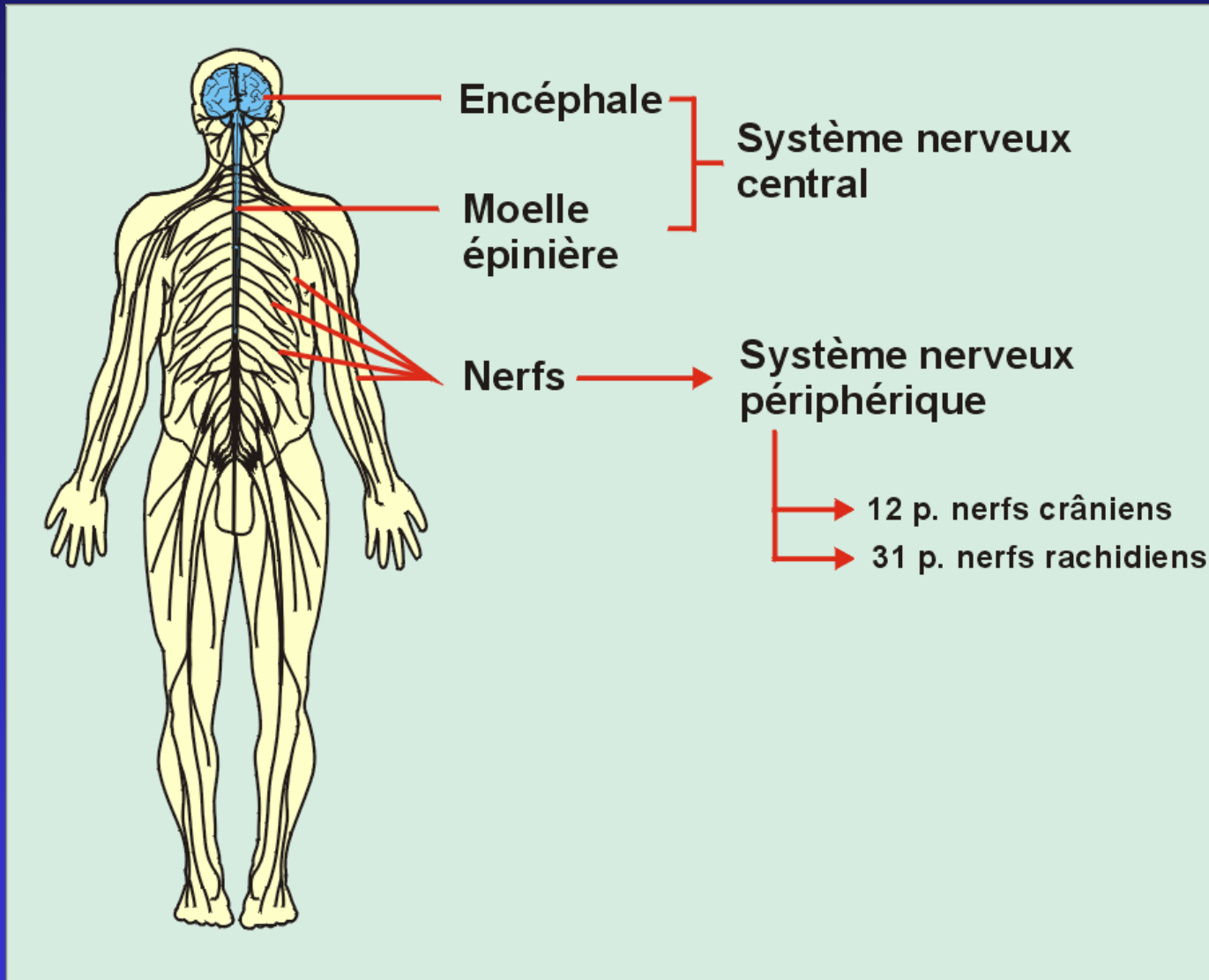


# Mode d'action du système nerveux

Mémoire

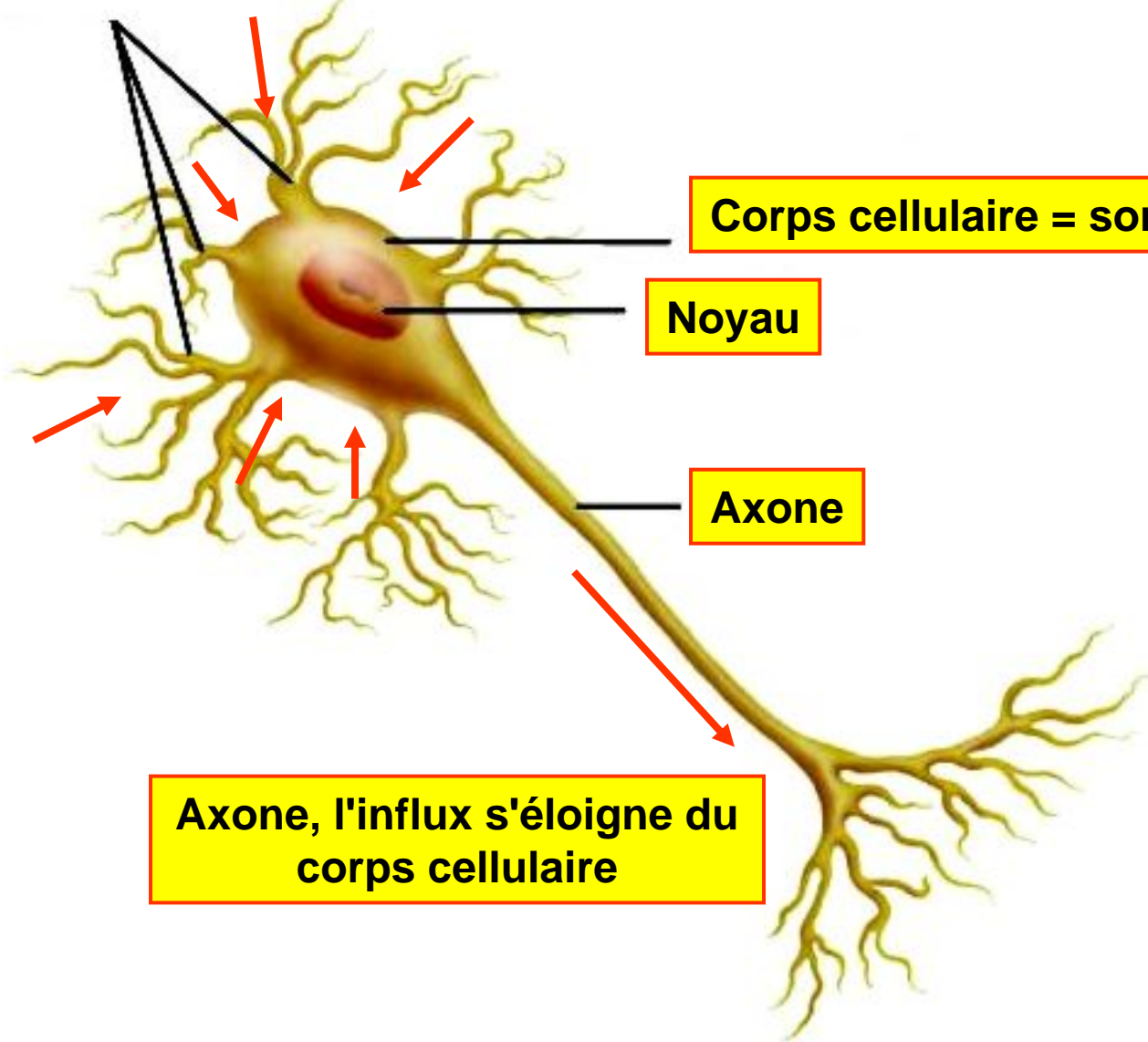


# SNC et SNP



**Dendrites**

**L'influx se dirige vers corps cellulaire**



**Corps cellulaire = soma**

**Noyau**

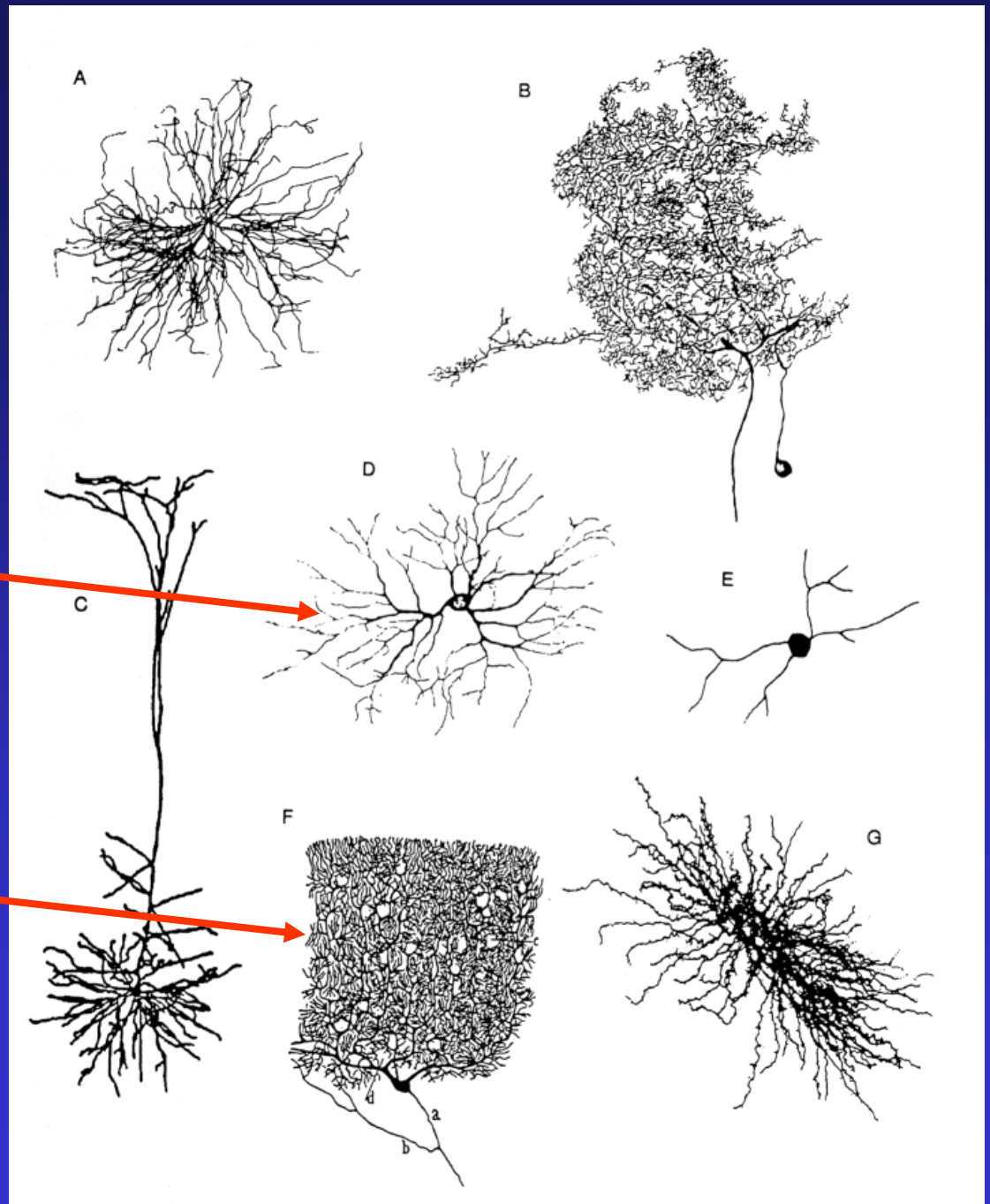
**Axone**

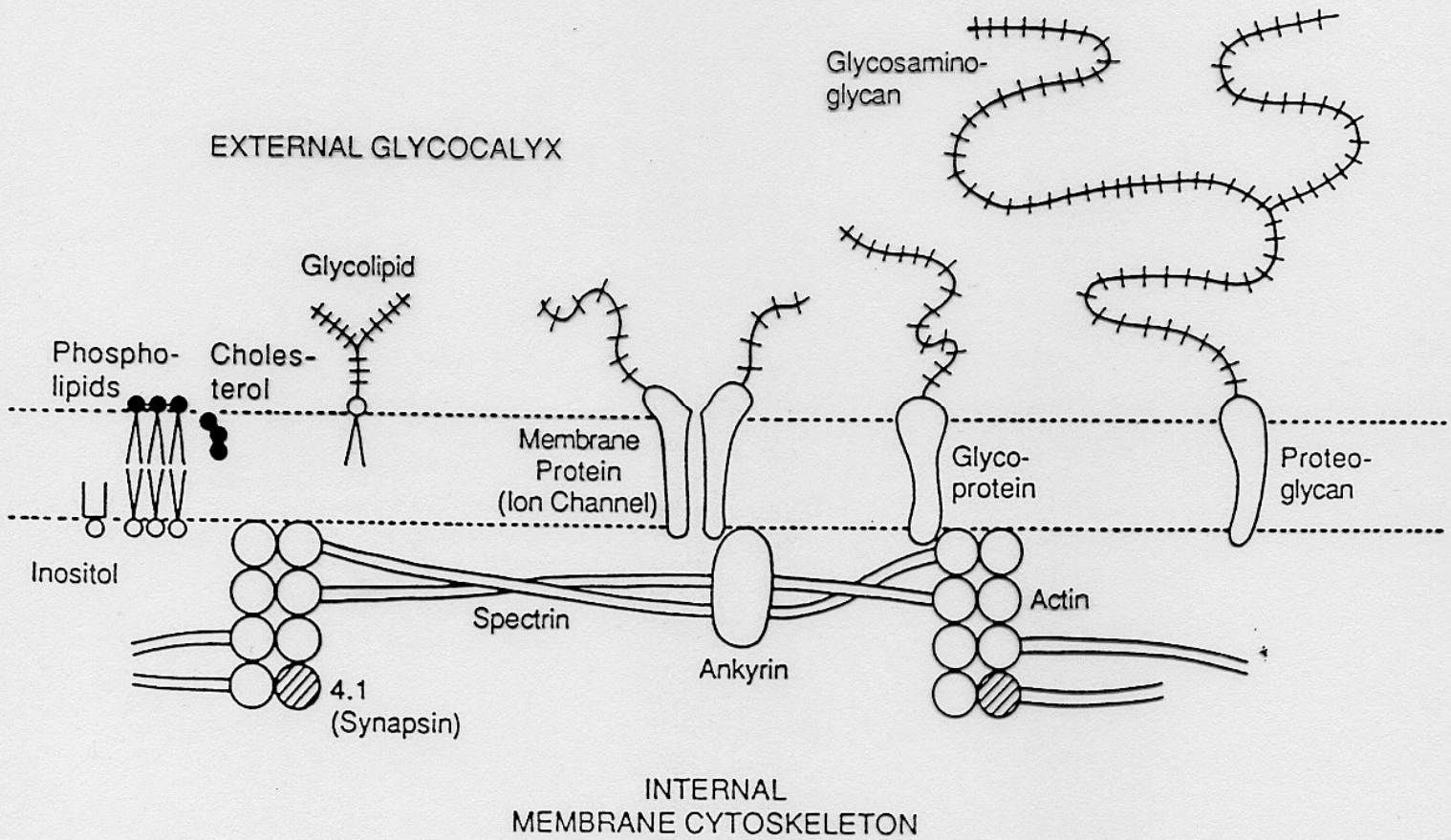
**Axone, l'influx s'éloigne du corps cellulaire**

Prolongements  
peuvent être très  
ramifiés

Neurone des  
OTG de type 2

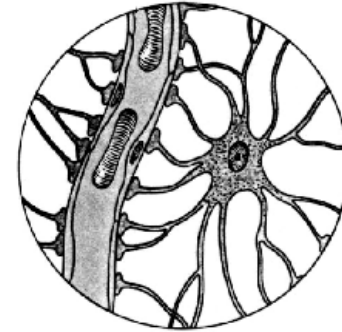
Cellule de Purkinje  
(cortex cérébral)





# Les cellules gliales

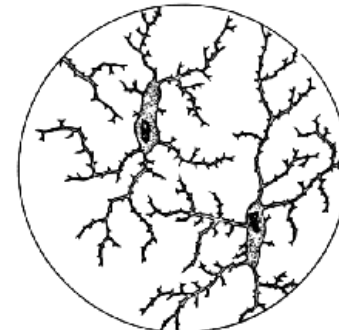
- Soutien (remplissent tous les vides)
- Lien sang-neurone
- Contrôle du milieu interne
- Phagocytose des cellules mortes et des corps étrangers
- Gaine de myéline (oligodendrocytes et cellules de Schwann)



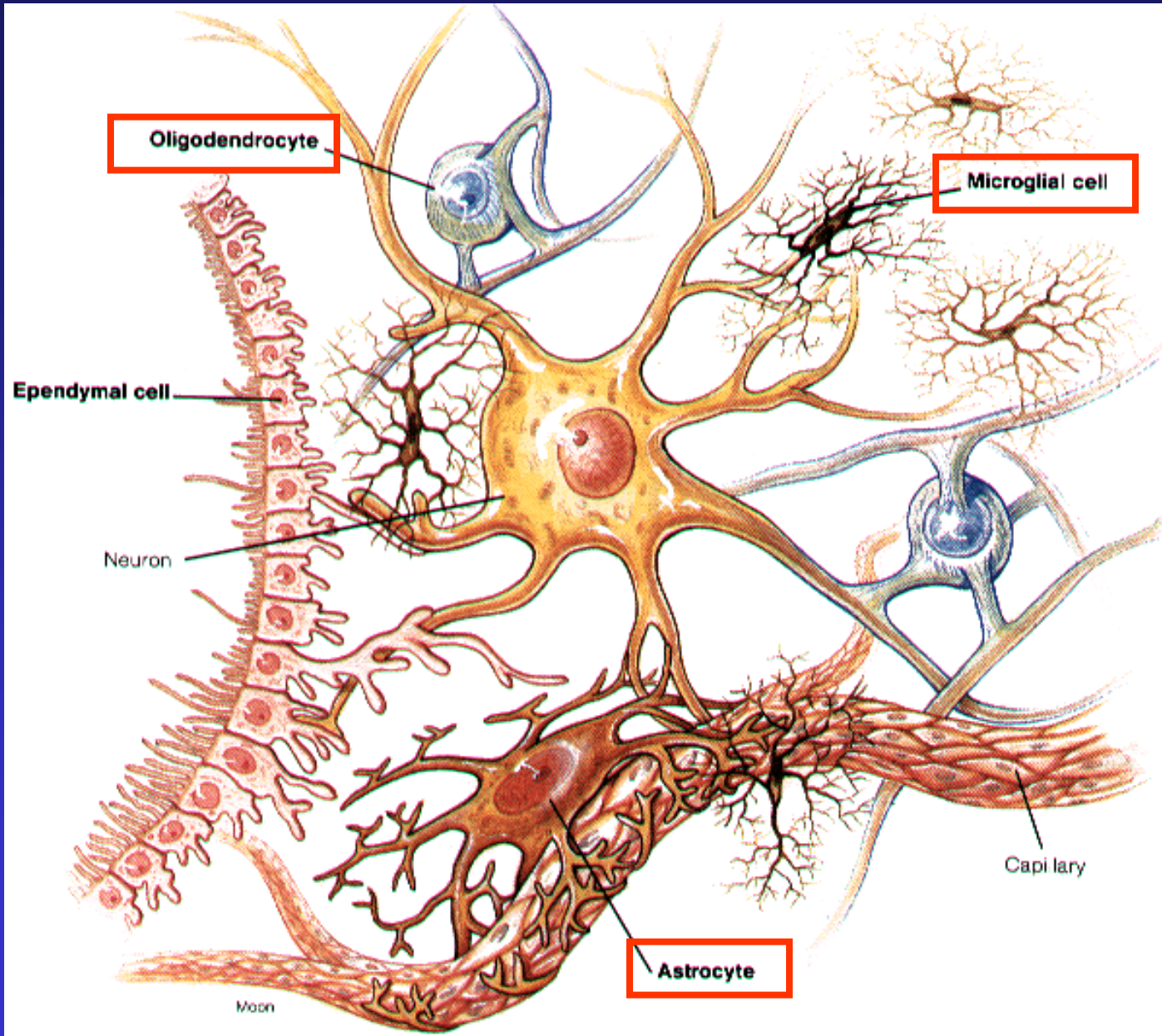
**Astrocytes**



**Oligodendrocytes**

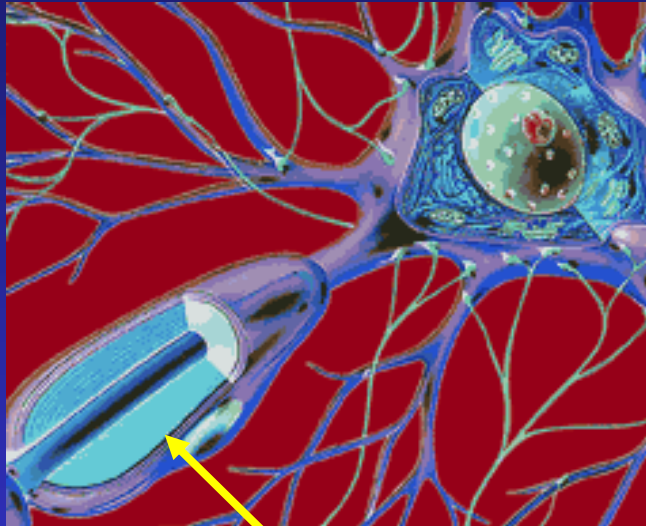


**Microglie**

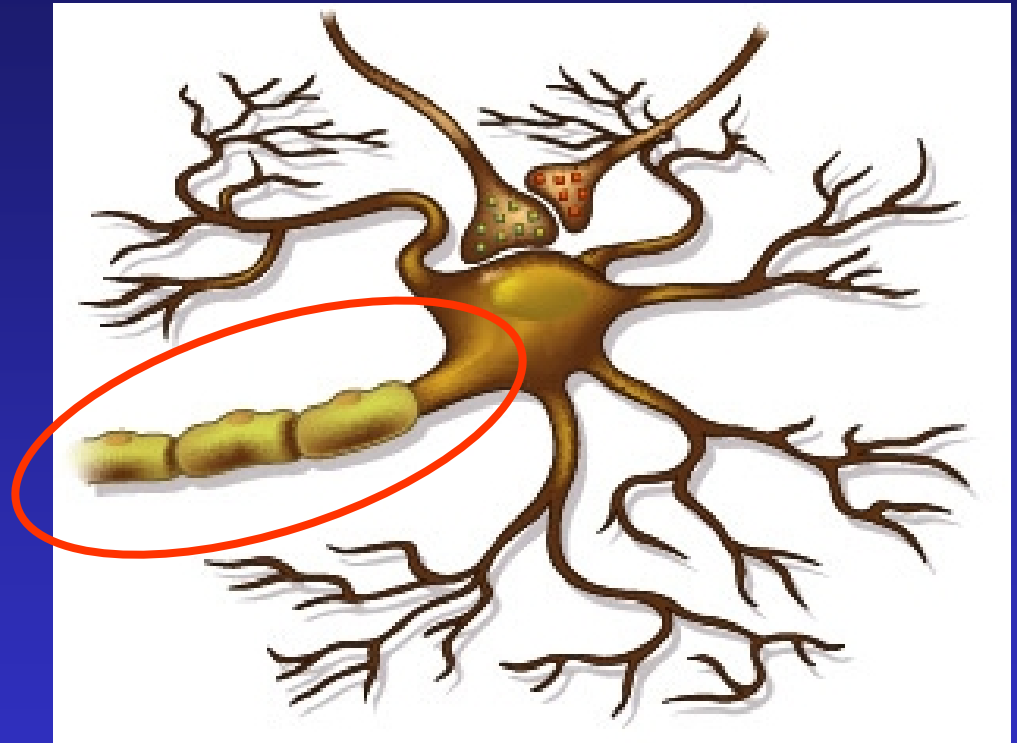




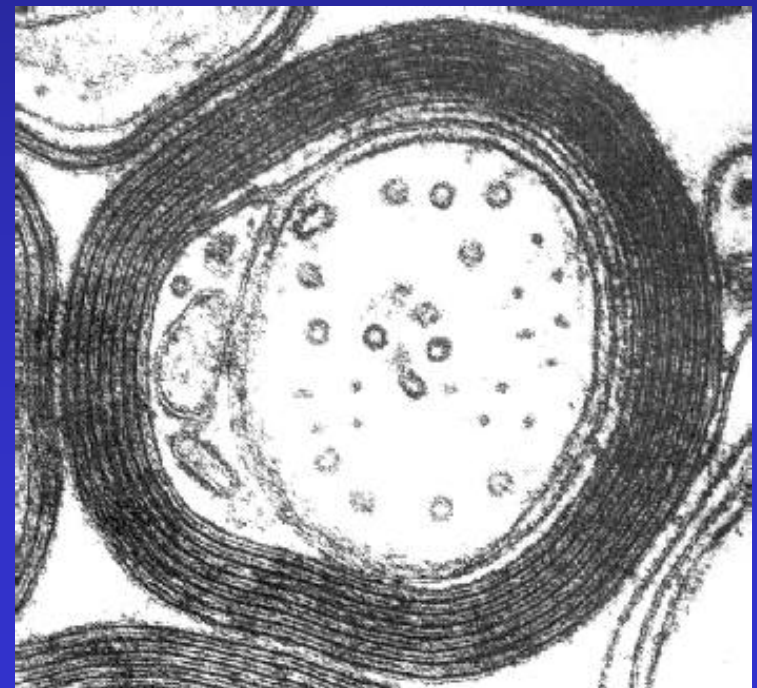
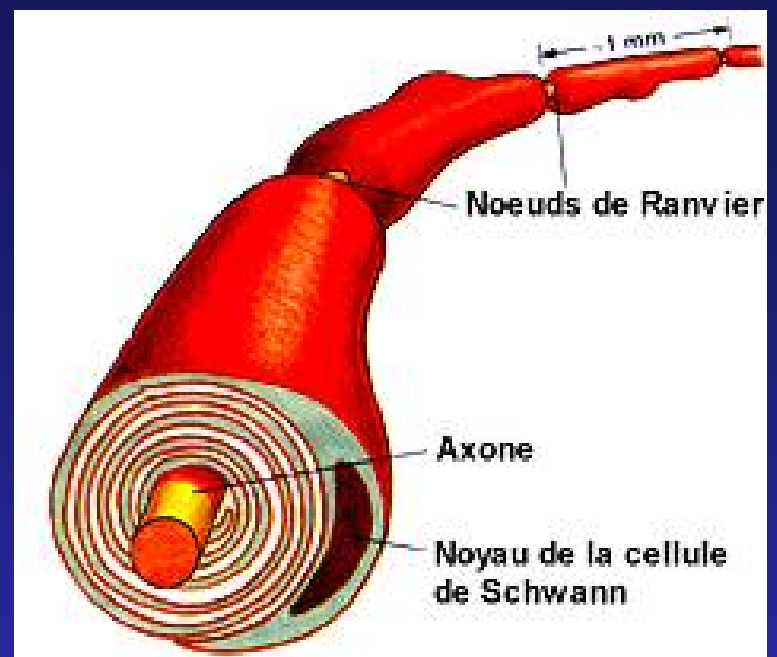
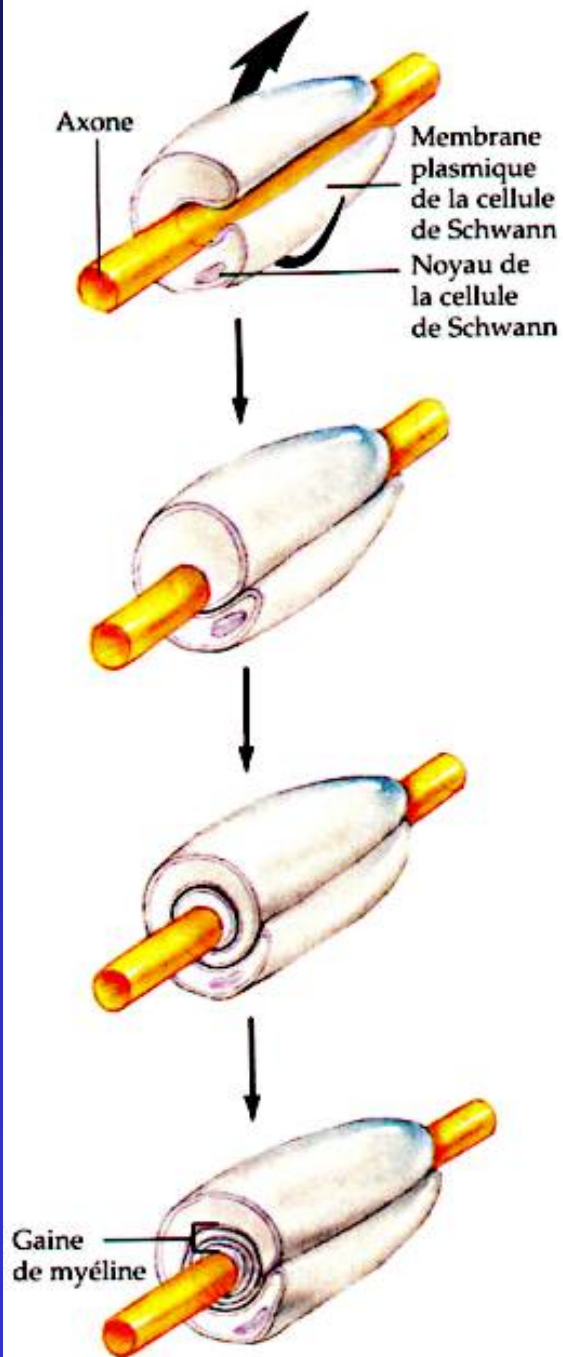
Axones longs souvent recouverts d'une **gaine de myéline**.



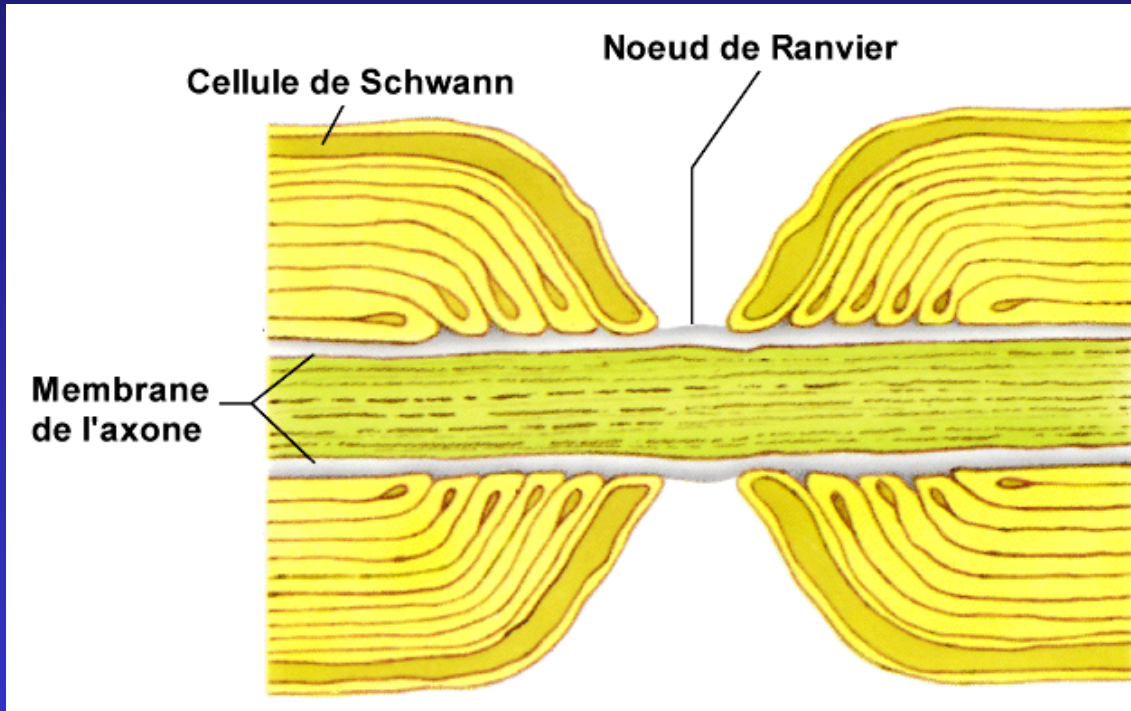
Formée de cellules gliales qui s'enroulent autour de l'axone.



↳ **Myéline = Isolant électrique**



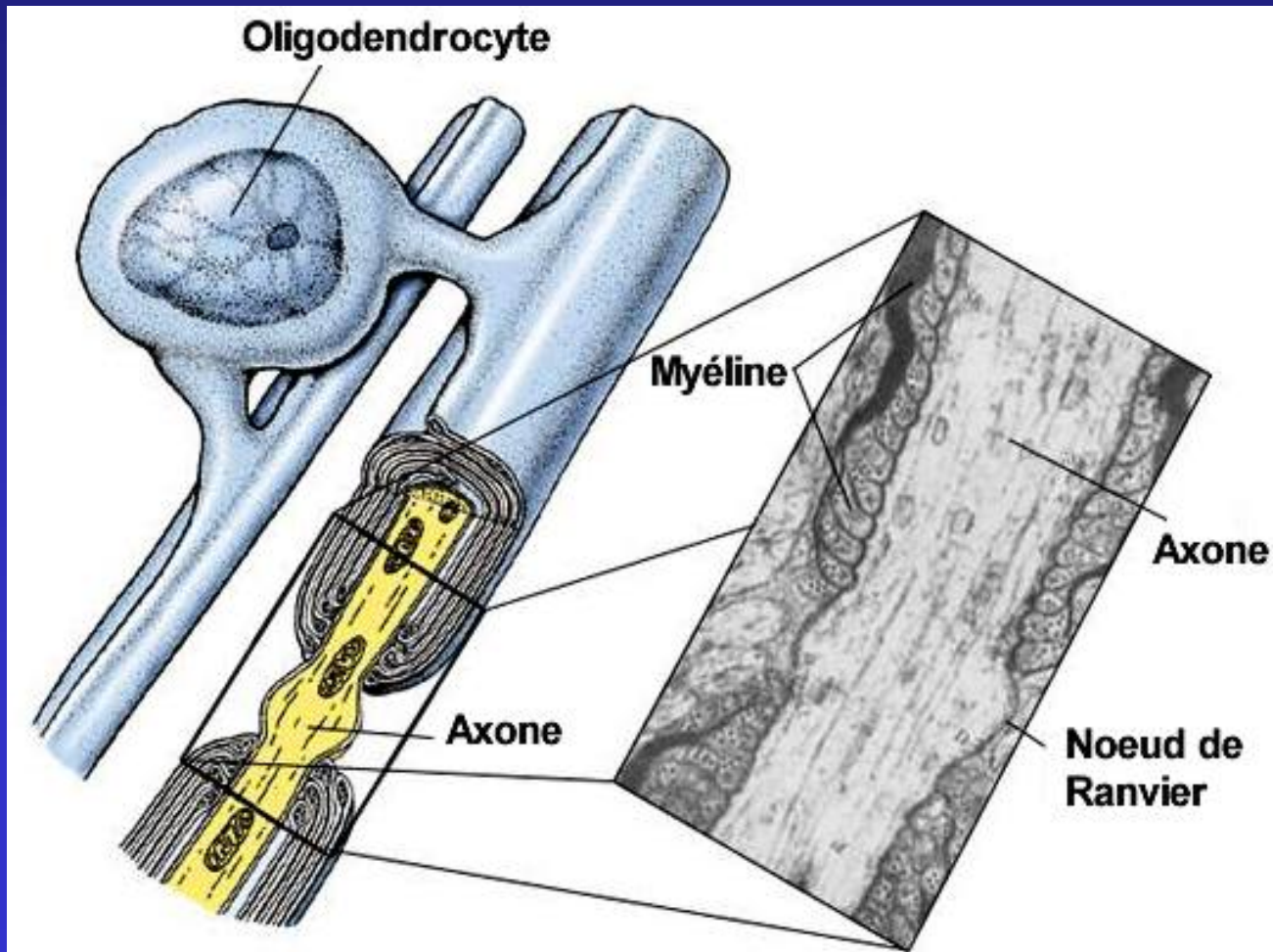
# Espaces entre les cellules de Schwann = nœuds de Ranvier



↳ Nœud de Ranvier = moindre résistance au courant électrique

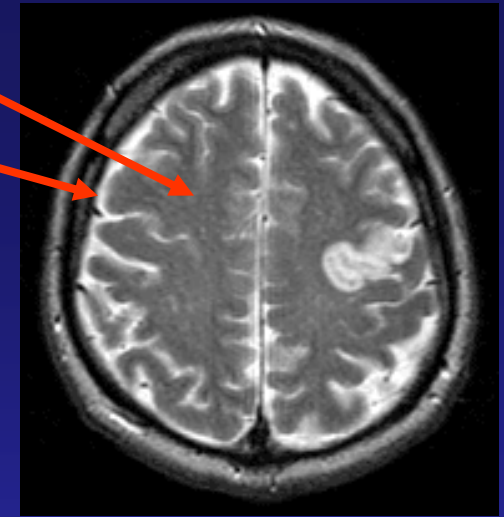
Myéline formée de:

- Cellules de Schwann (système nerveux périphérique)
- Oligodendrocytes (SNC)



Substance blanche

Substance grise

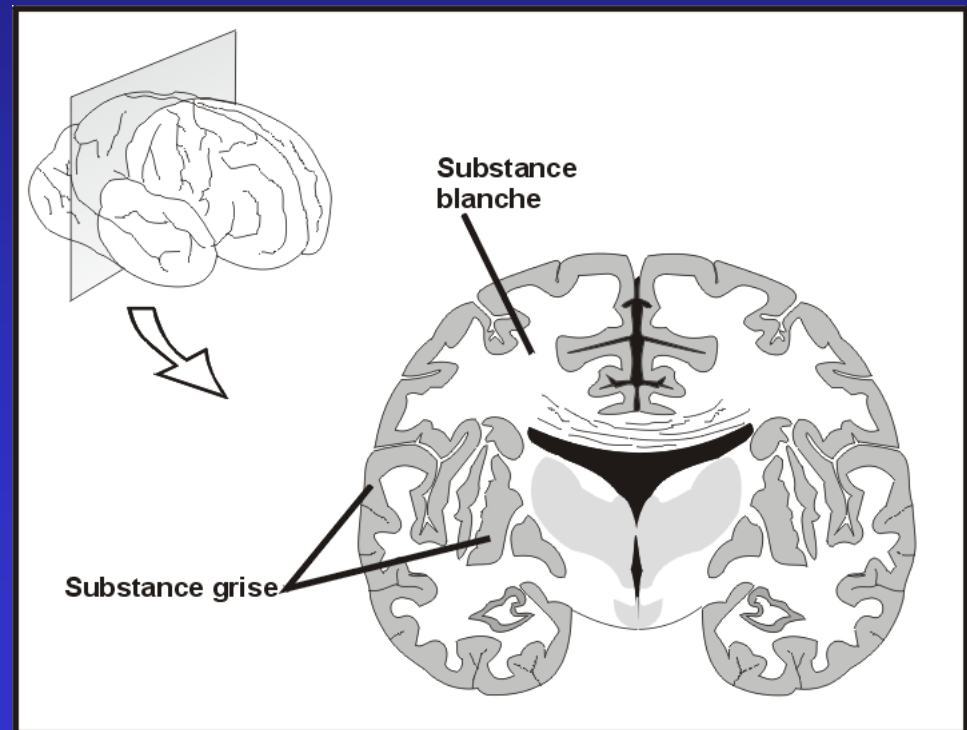


Substance blanche :

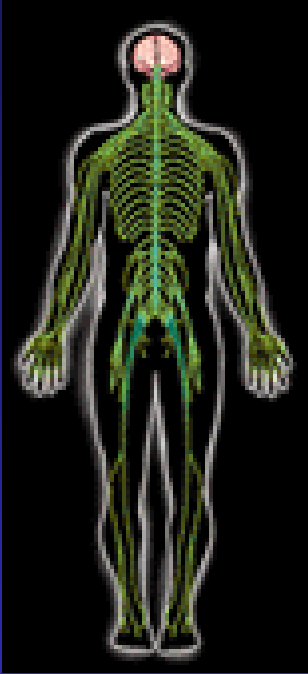
- formée surtout d'axones myélinisés
- permet la liaison nerveuse entre les zones éloignées

Substance grise :

- formée surtout de corps cellulaires et de prolongements courts



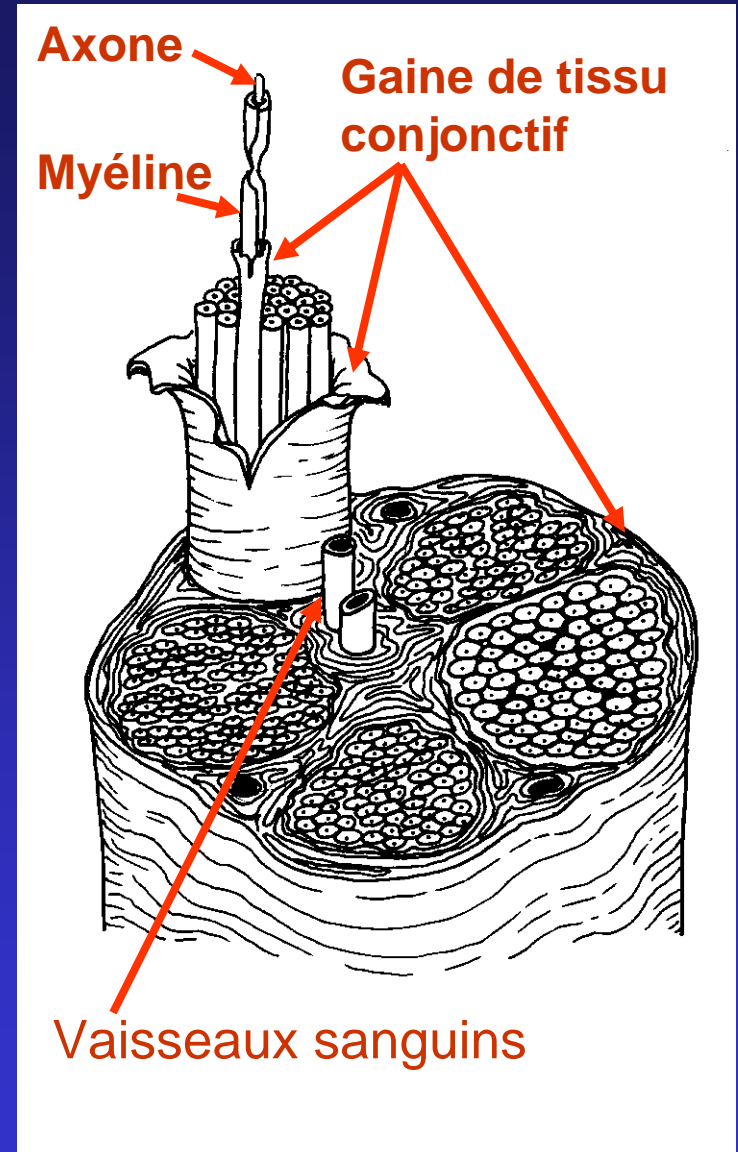
# Structure des nerfs



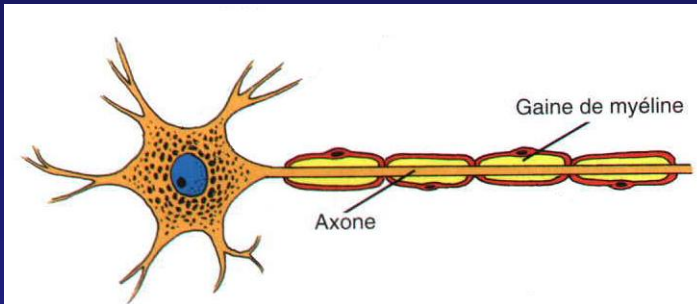
Les nerfs sont formés d'axones de neurones moteurs et de neurones sensitifs (certains ne contiennent que des fibres sensibles).

Nerf rachidien ~ 600 000 fibres nerveuses

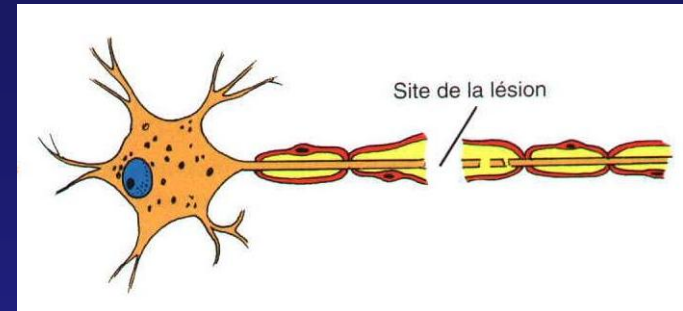
Le corps cellulaire est dans (ou tout près) du SNC.



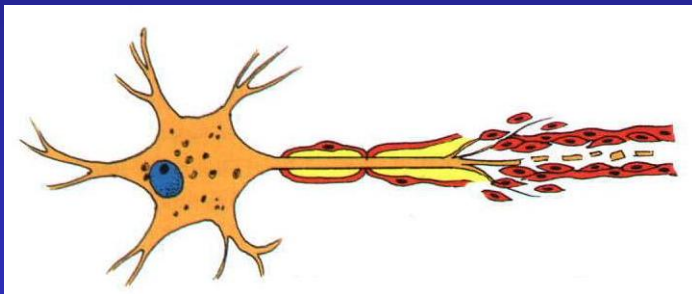
# Régénération nerveuse



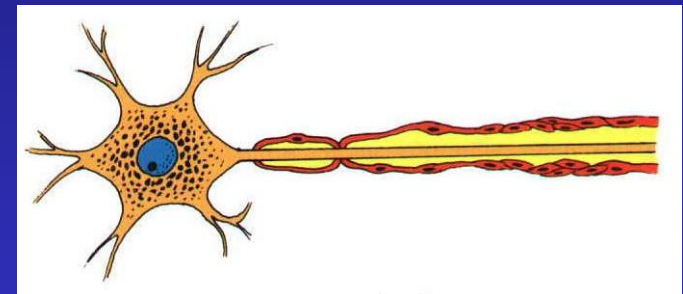
**Neurone intact**



**Neurone sectionné**



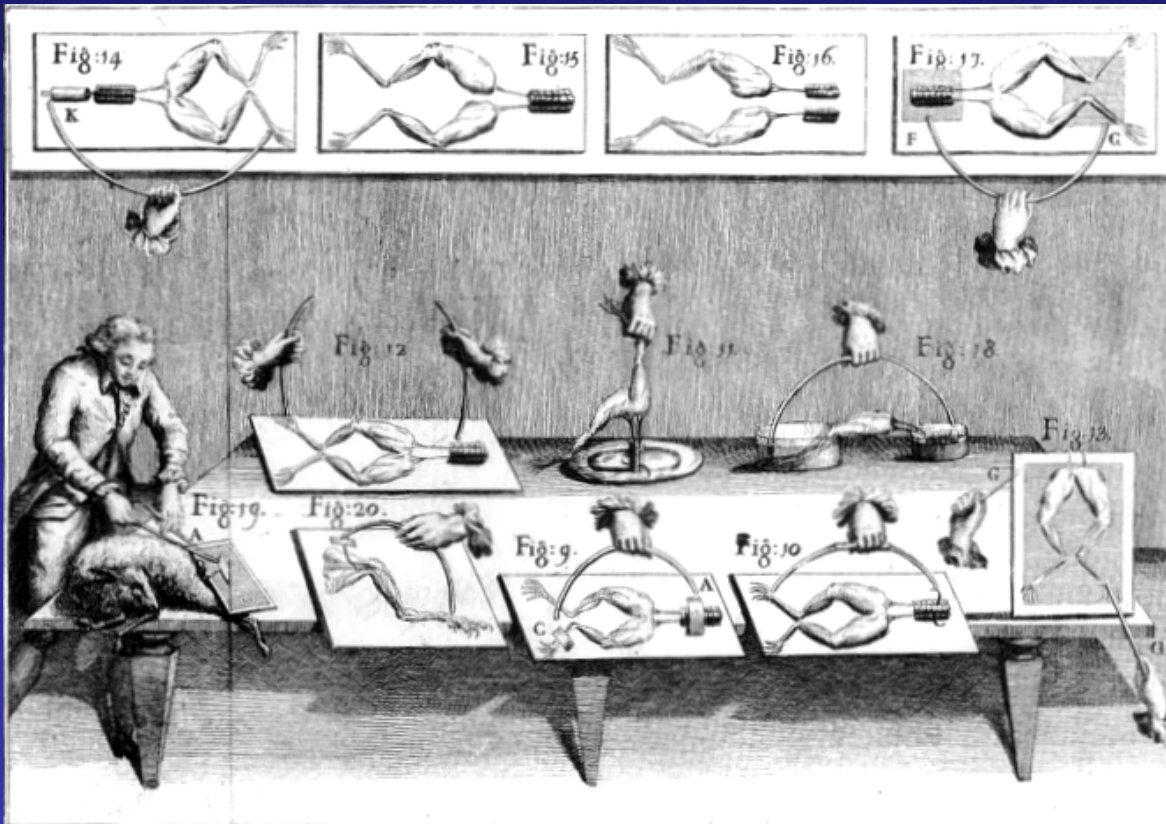
**L'axone et une partie de la gaine de myéline en aval de la section dégènèrent**



**L'axone peut repousser en empruntant le "tunnel" formé par la gaine de myéline et l'endonèvre (1 à 5 mm par jour)**

**Dans un nerf, toutes les fibres ne parviennent à repousser correctement ou à emprunter "le bon chemin".**

# 3- Potentiel de membrane et influx nerveux



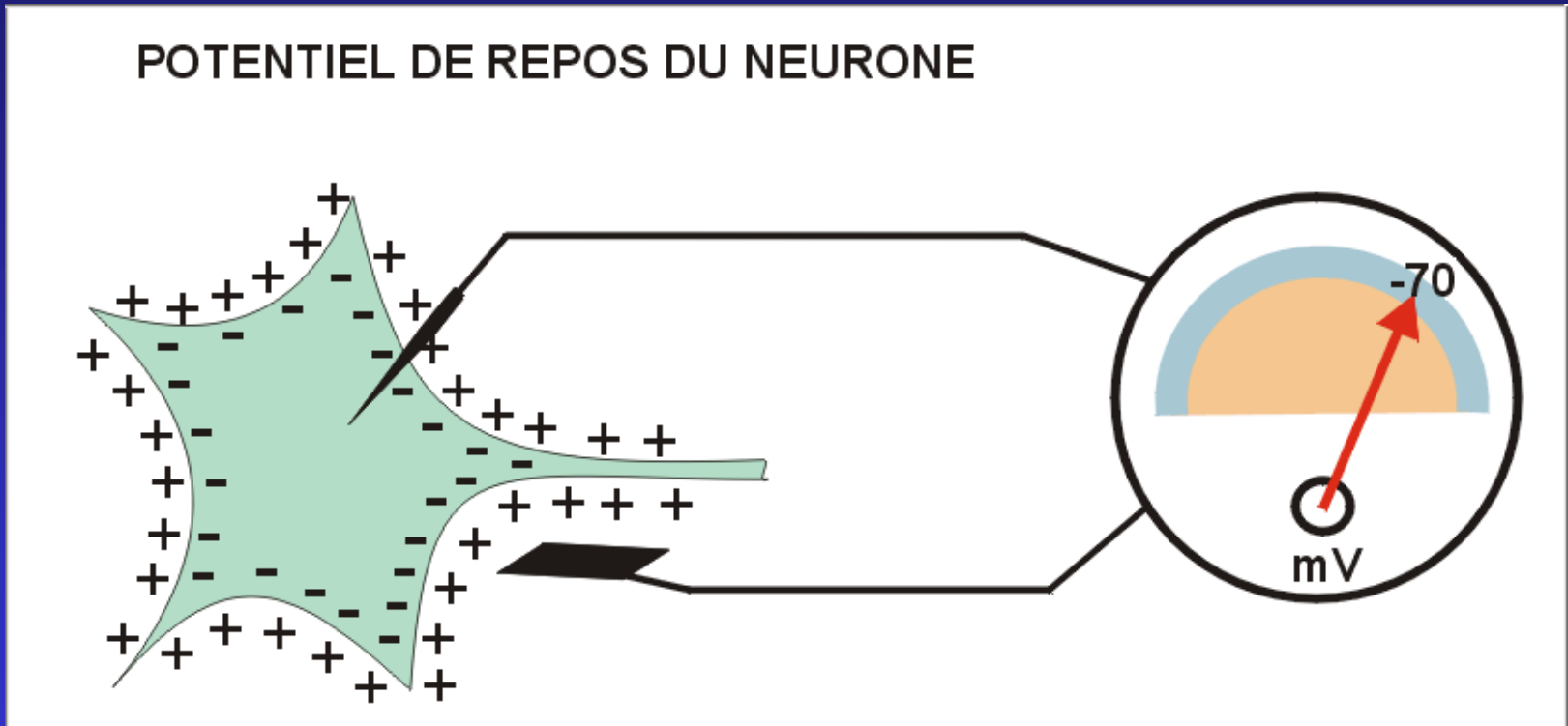
Luigi Galvani (1737-1798).

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.



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

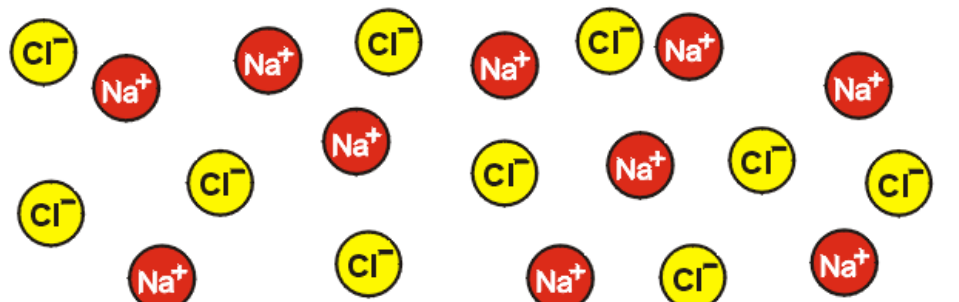


Potentiel de repos : -70 mV (à -90 mV)

Supposons que de part et d'autre d'une membrane on ait autant d'ions positifs que négatifs:

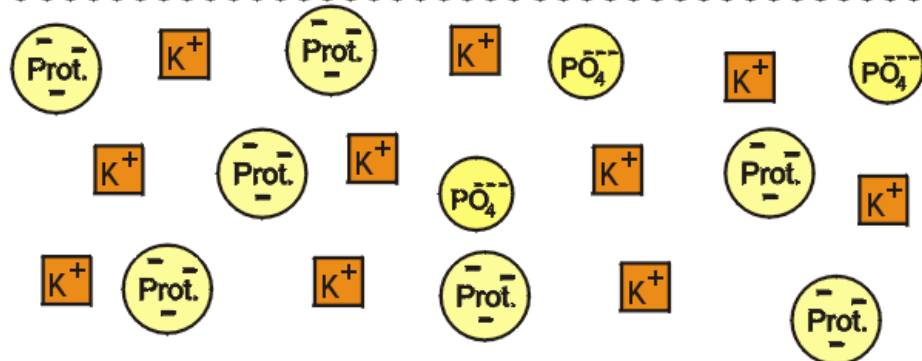
Potentiel nul (autant de + que de -)

10 Cl<sup>-</sup> et 10 Na<sup>+</sup>



Liquide extracellulaire

10 K<sup>+</sup> et 10 ions -



Liquide intracellulaire

Potentiel nul (autant de + que de -)

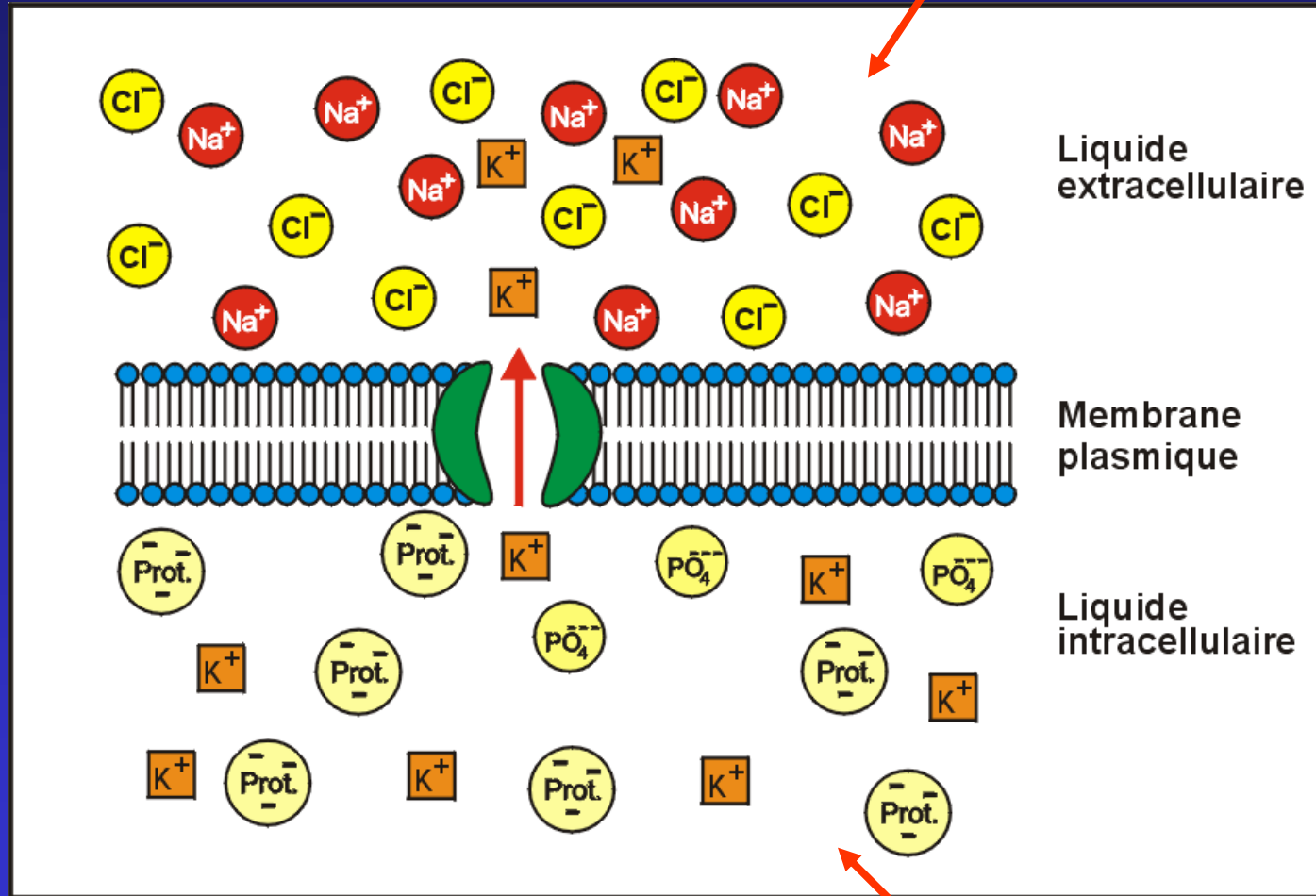
Que se passe-t-il si on ajoute des canaux permettant le passage des  $K^+$ , mais pas des autres ions?

==> diffusion du potassium

13 charges + et 10 - = +3

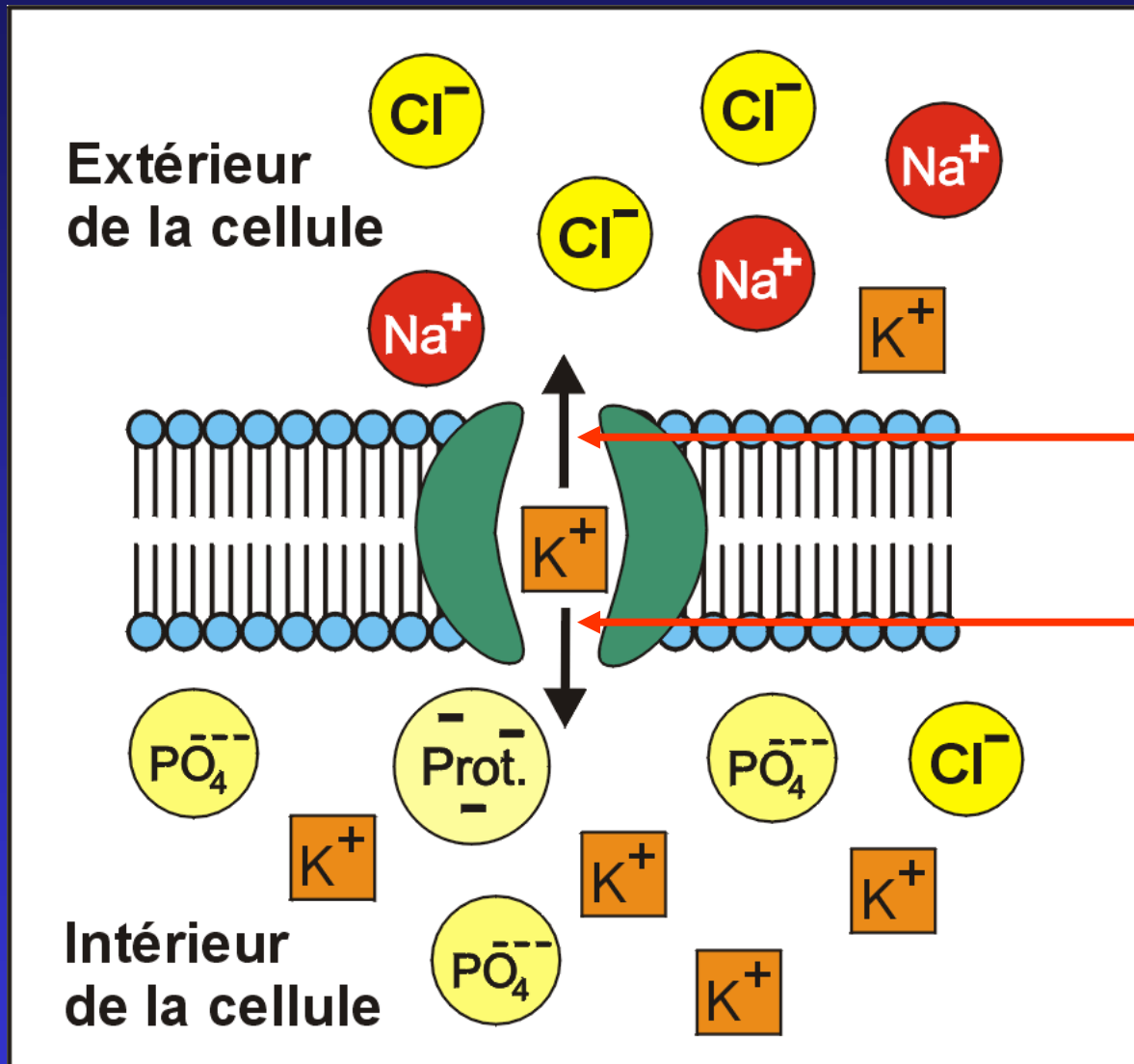
10  $Cl^-$   
10  $Na^+$   
3  $K^+$

10 ions -  
7  $K^+$



7 charges + et 10 - = -3

La diffusion ne se fera pas jusqu'à équilibre des concentrations du  $K^+$

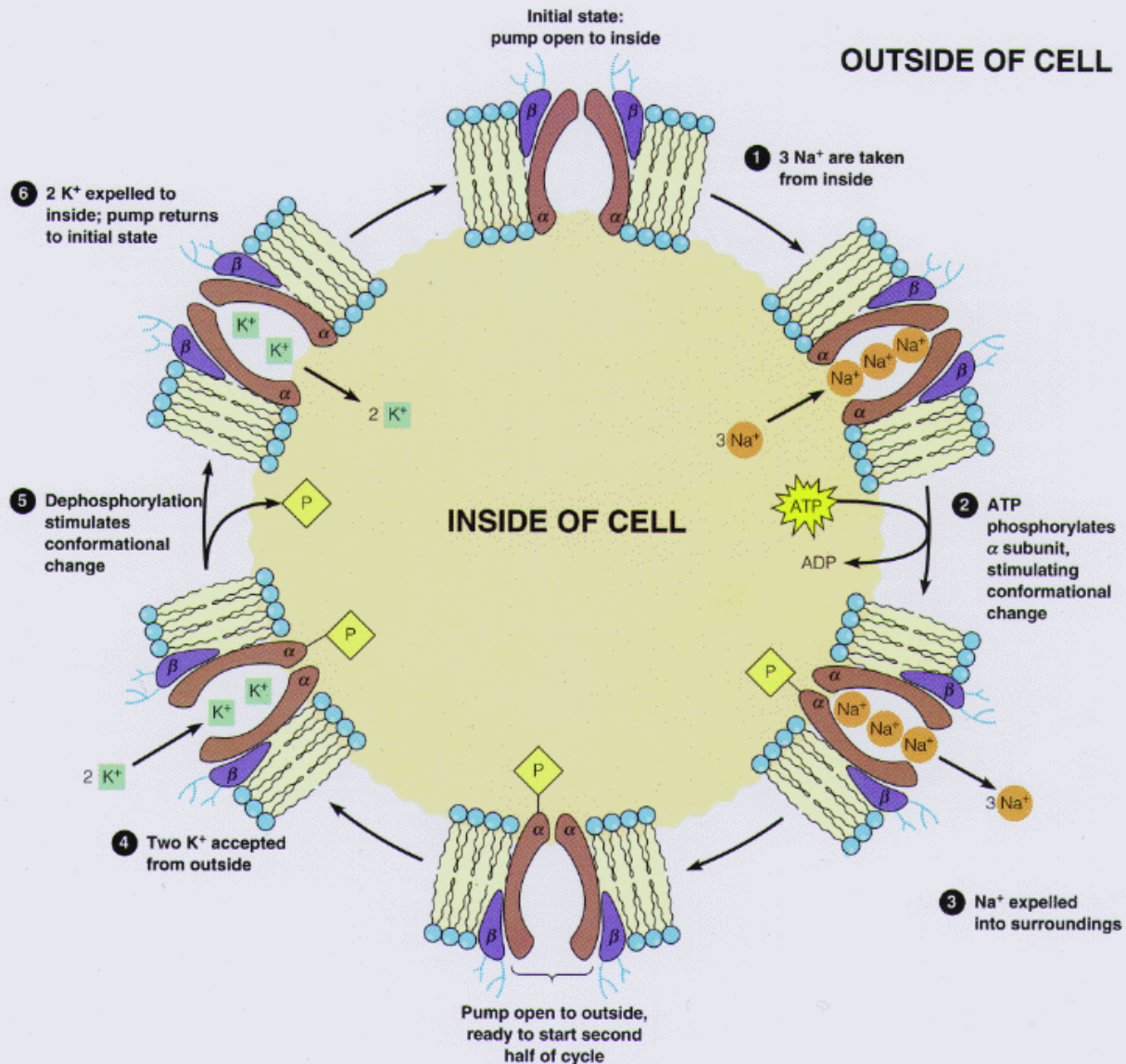


Le  $K^+$  cherche à diffuser en suivant son gradient de concentration

Le  $K^+$  est attiré par les charges - de l'intérieur et repoussé par les charges + de l'extérieur

Le gradient électrique qui se forme arrête la diffusion.

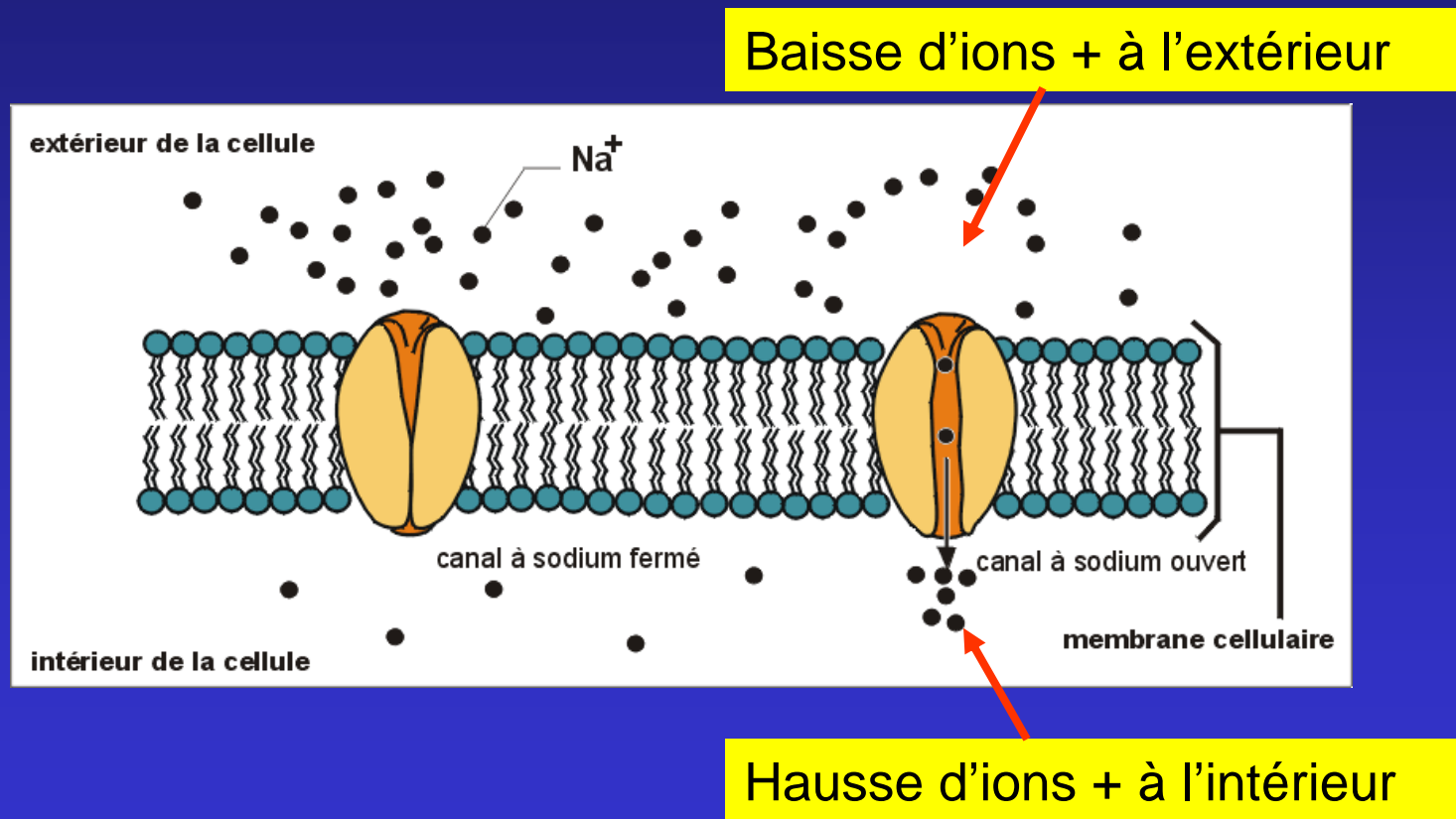
**Figure 10.25 Schematic model of the sodium-potassium pump in operation**



# Le potentiel d'action

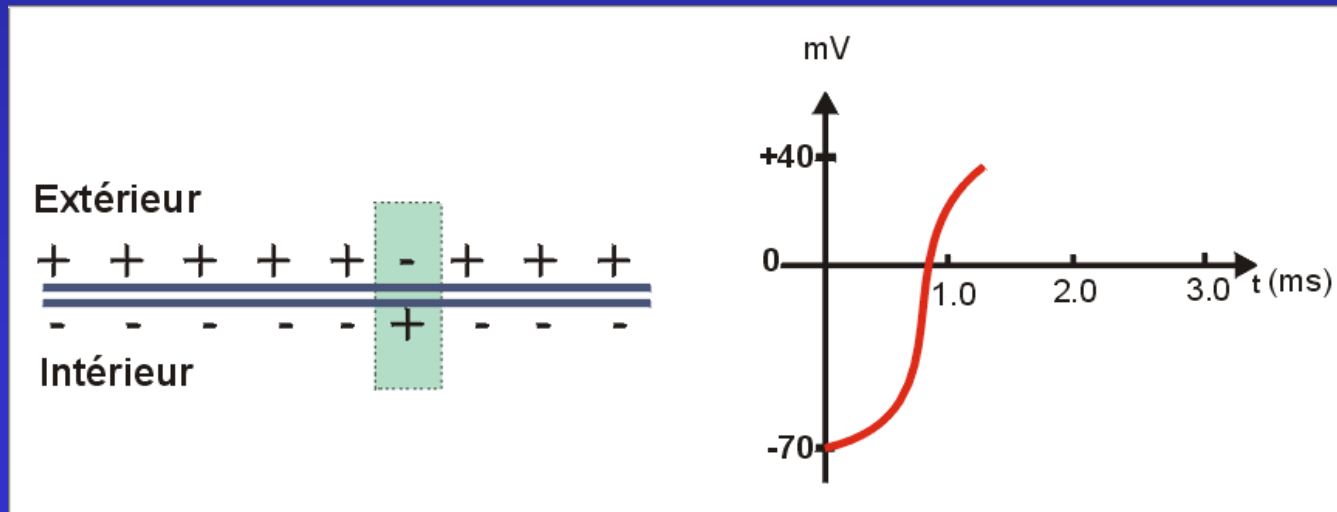
Les neurones peuvent réagir à un stimulus (excitabilité).

Réaction = ouverture de canaux à sodium de la membrane



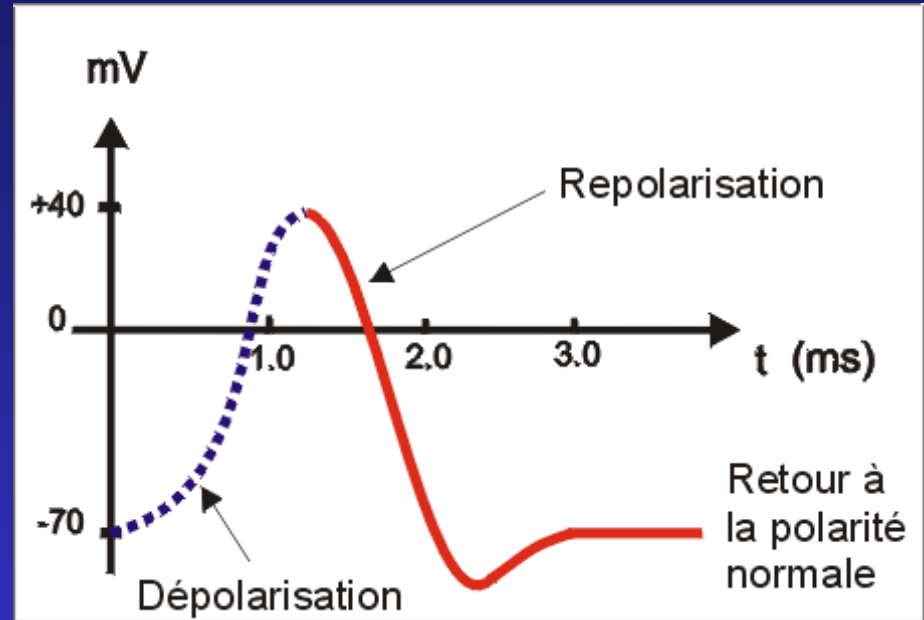
Si la polarité atteint un certain seuil (  $\sim -50$  mV )  
=> le phénomène s 'amplifie : d'autres canaux à sodium  
s'ouvrent soudainement (canaux *tensiodépendants* ou  
*voltagedépendants*).

La dépolarisation va atteindre une valeur limite  
=  $\sim +40$  mV au point de la membrane où les canaux se  
sont ouverts.



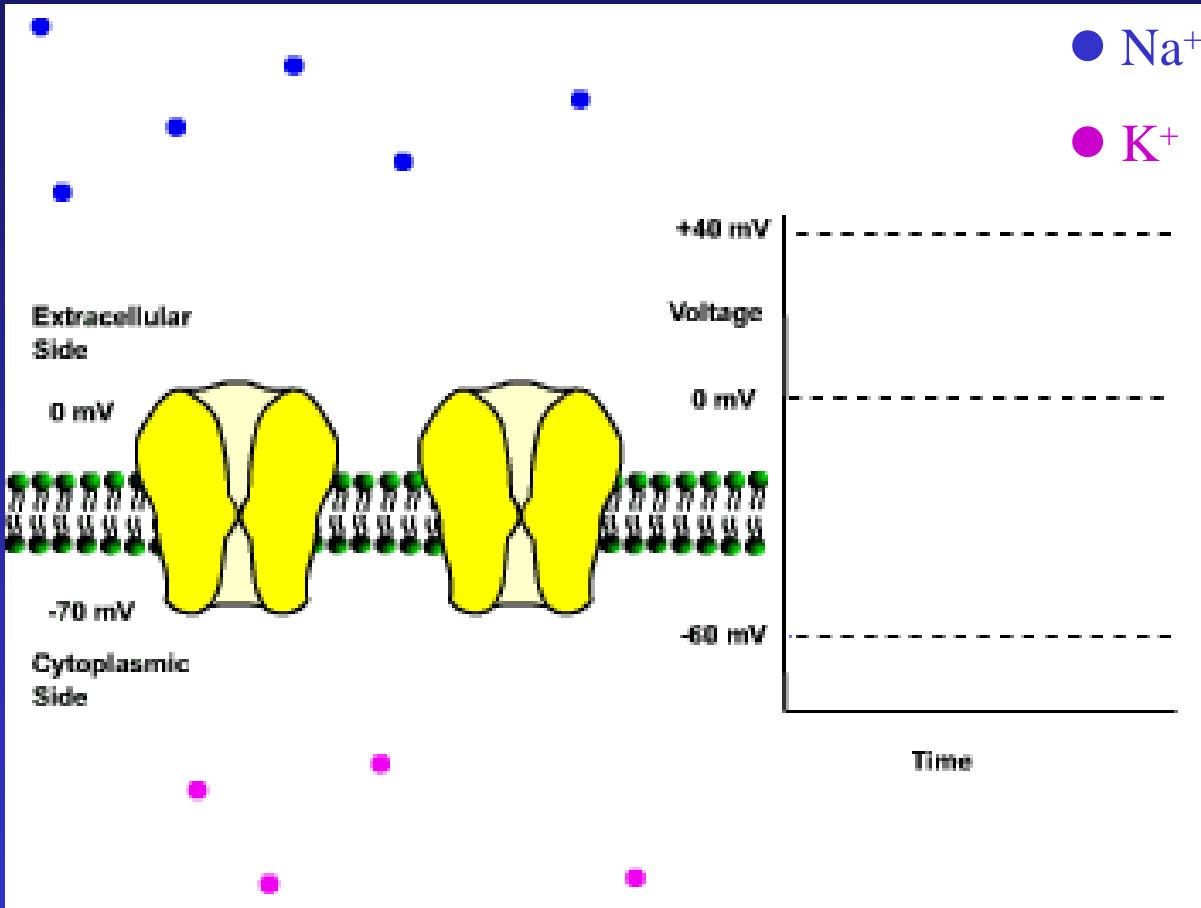
Le point dépolarisé reprend rapidement sa polarité:

- Fermeture des canaux à sodium.
- Ouverture de canaux à  $K^+$  qui étaient fermés  
==>  $\uparrow$  perméabilité au  $K^+$   
==>  $\uparrow$  sortie de  $K^+$



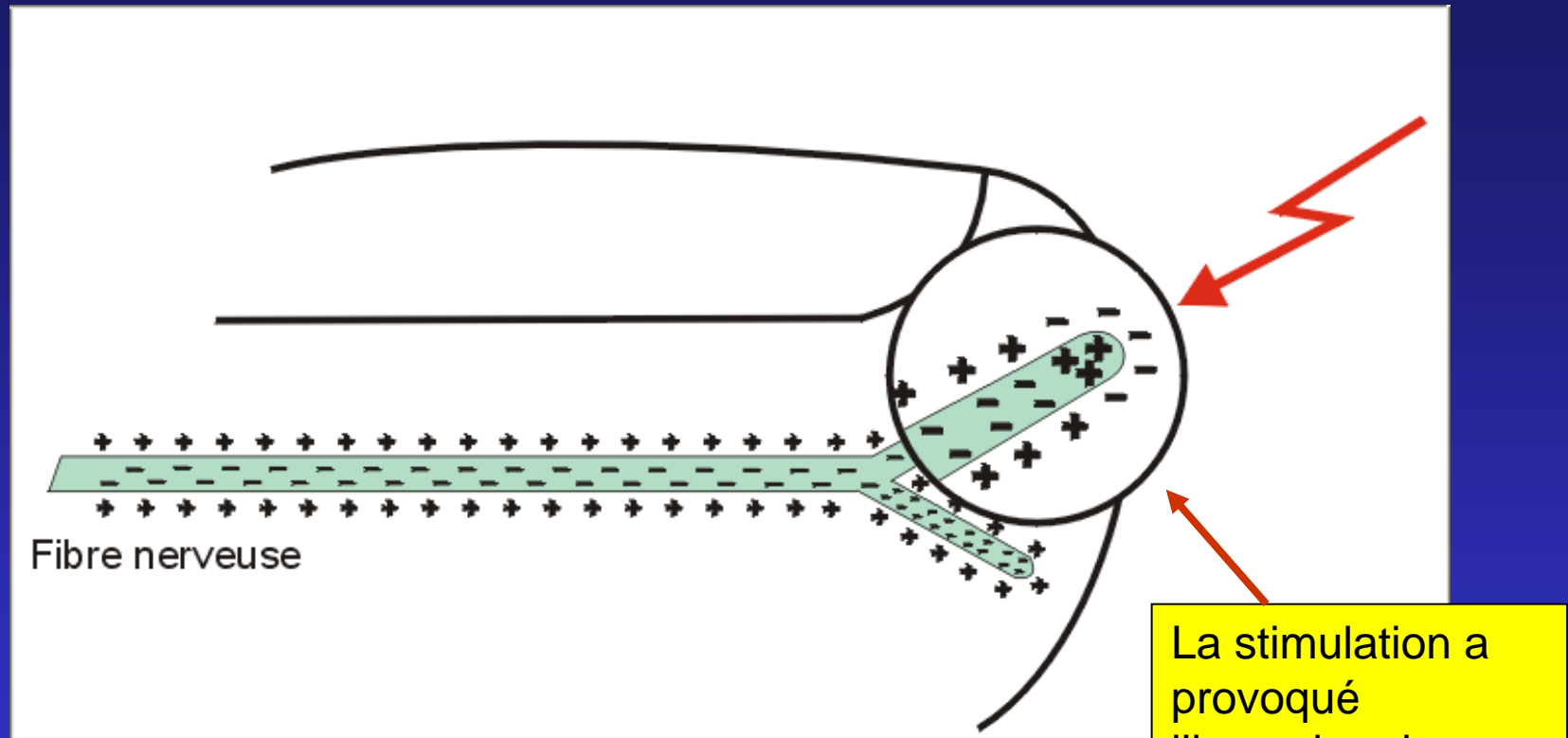
= potentiel d'action





⇒ Puis pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> : rétablit les concentrations en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> initiales

Un neurone réagit toujours par un potentiel d'action.

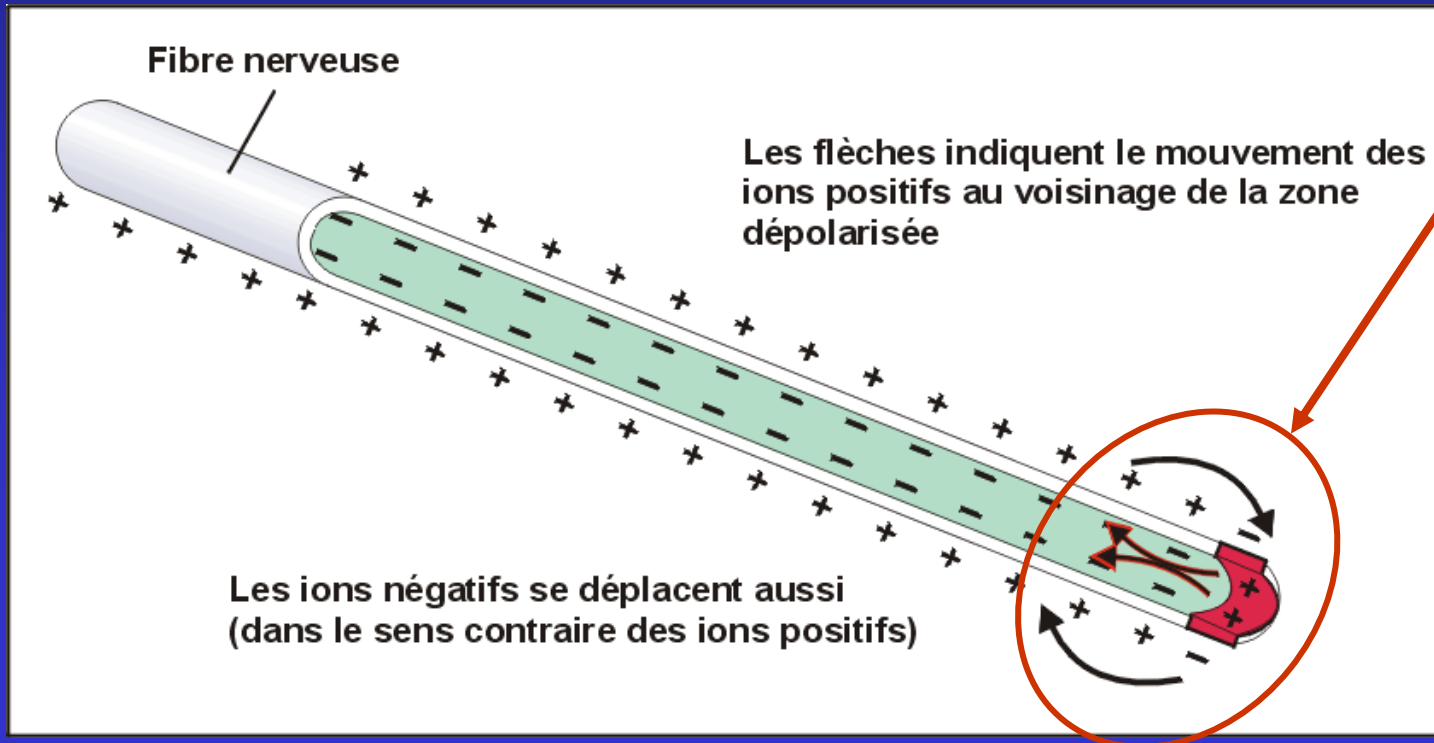


Après la repolarisation, la membrane demeure inerte un certain temps (les canaux à sodium ne peuvent pas s'ouvrir) = période réfractaire.

## L'influx nerveux

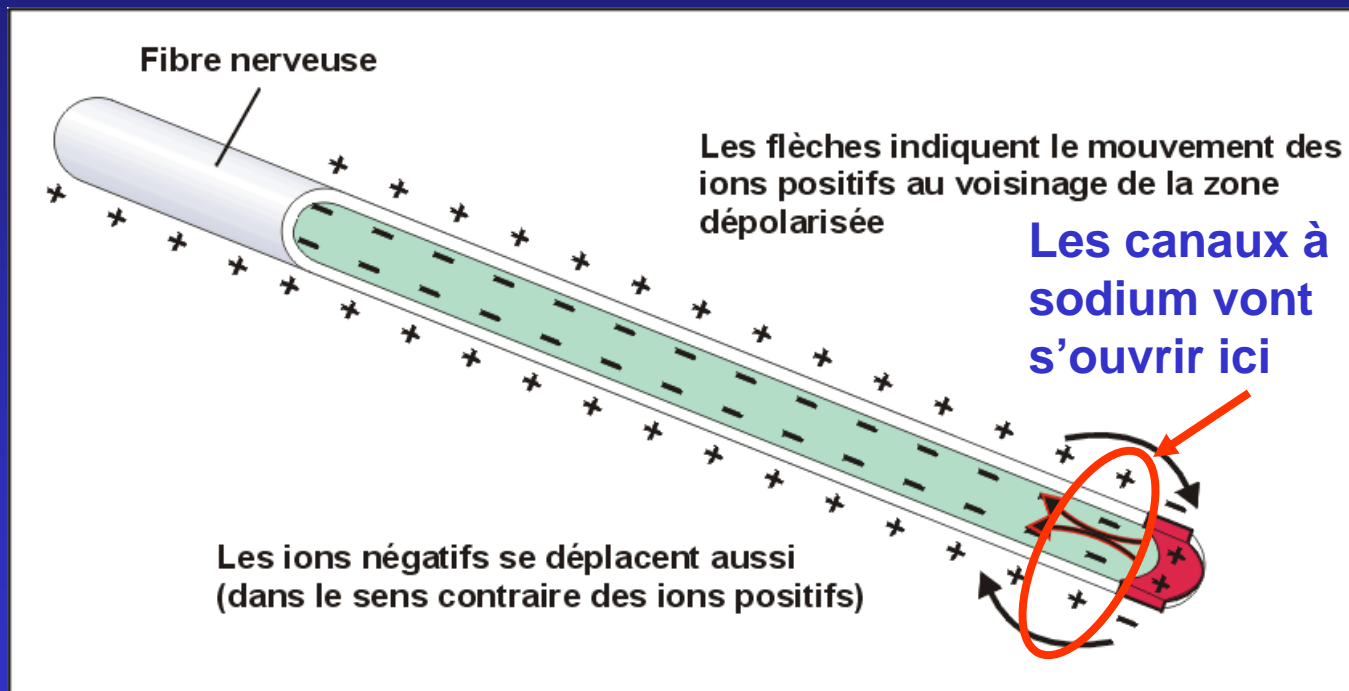
### Potentiel d'action en un point de la membrane

==> déplacement d'ions au voisinage de la zone dépolarisée = courants électriques



Des courants électriques (ions qui se déplacent) sont engendrés dans cette zone

Les faibles courants électriques engendrés par les ions qui se déplacent provoquent l'ouverture de canaux à sodium **TENSIODÉPENDANTS** au voisinage de la zone qui s'est dépolarisée ce qui provoque la dépolarisation de la zone voisine.



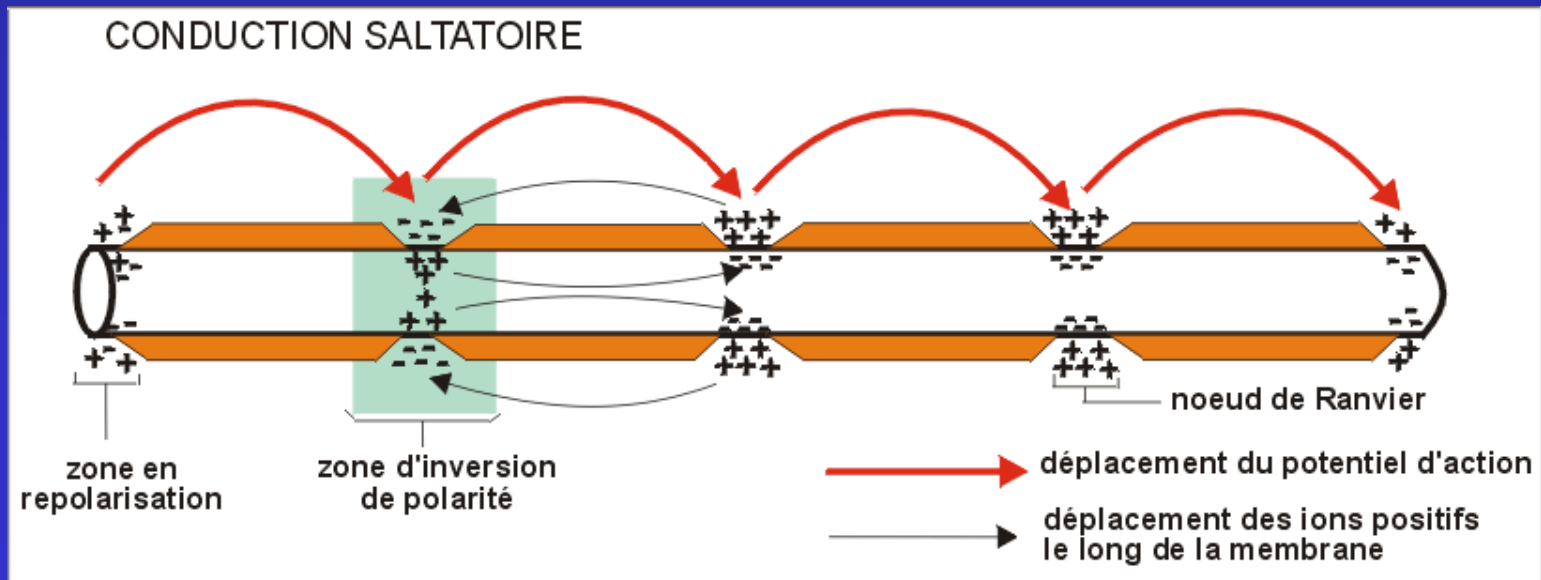
**Influx nerveux** = déplacement d'un potentiel d'action le long de la membrane du neurone

# Vitesse de déplacement de l'influx

↪ ~ 3 Km / heure à ~ 300 Km / heure

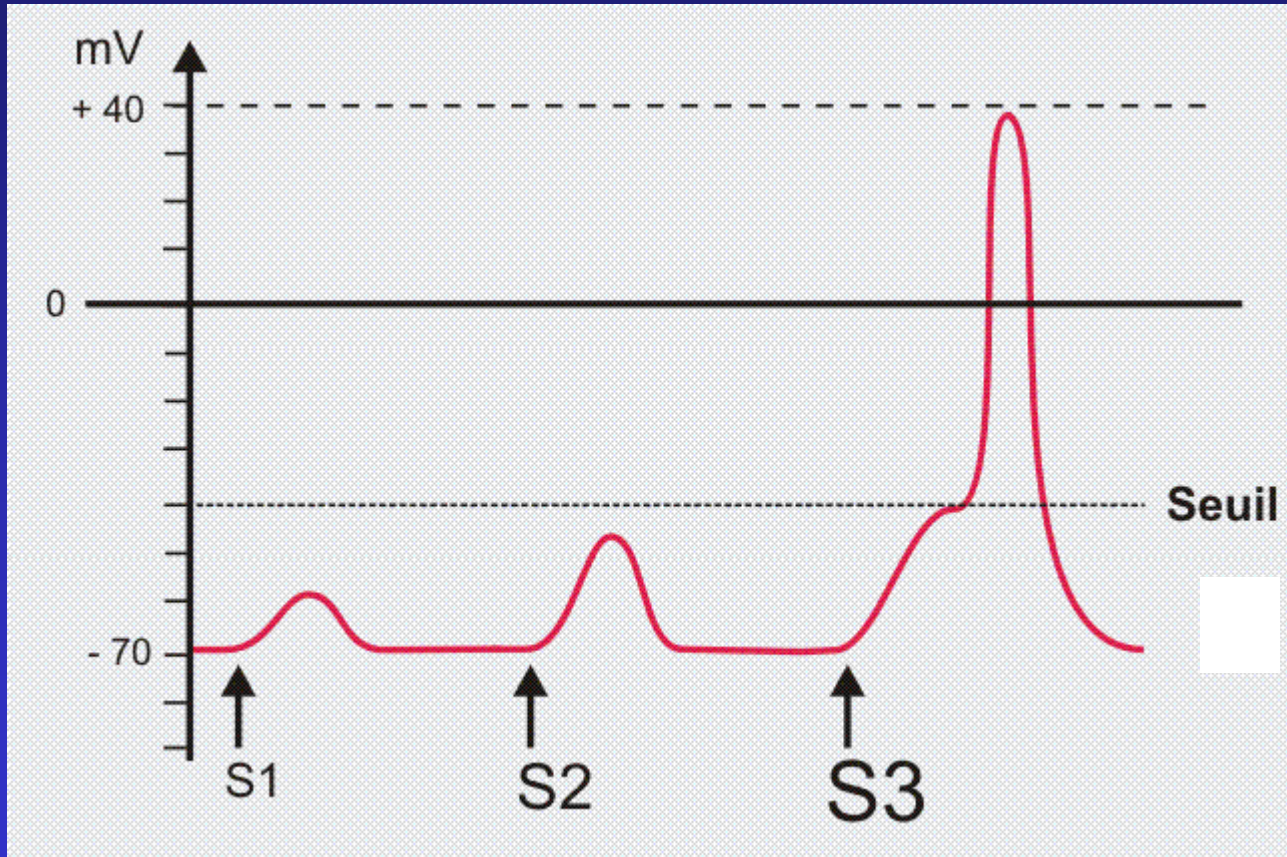
## Vitesse dépend:

- Diamètre de la fibre nerveuse :  $\uparrow$  diamètre  $\implies$   $\uparrow$  vitesse
- Présence de myéline  $\implies$   $\uparrow$  vitesse  
conduction saltatoire



## Loi du tout ou rien

Pour qu'il y ait potentiel d'action, la dépolarisation au point stimulé doit dépasser un certain seuil ( $\sim -40$  à  $\sim -50$  mV).

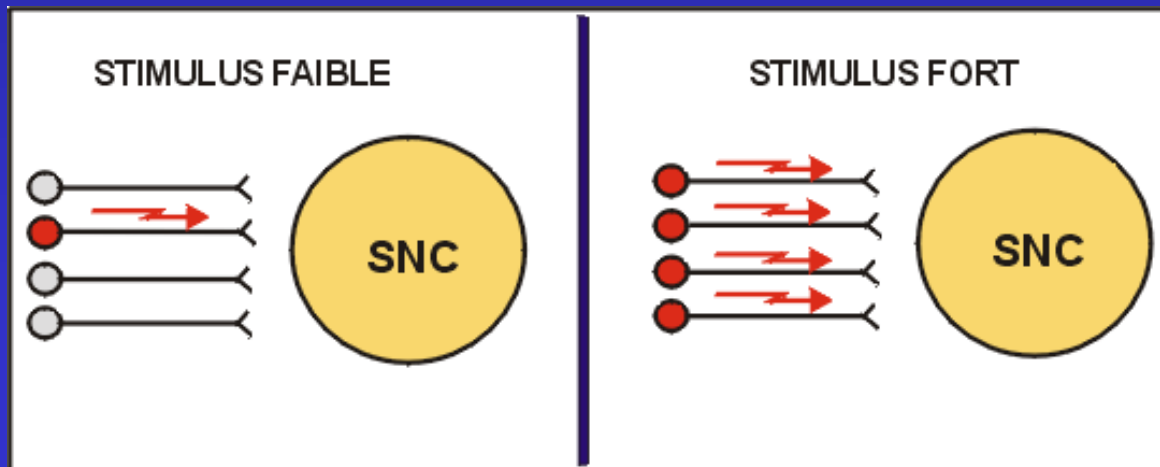


Le stimulus 1 (S1) est plus petit que S2 qui est plus petit que S3. Seul S3 provoque une dépolarisation qui atteint le seuil du neurone.

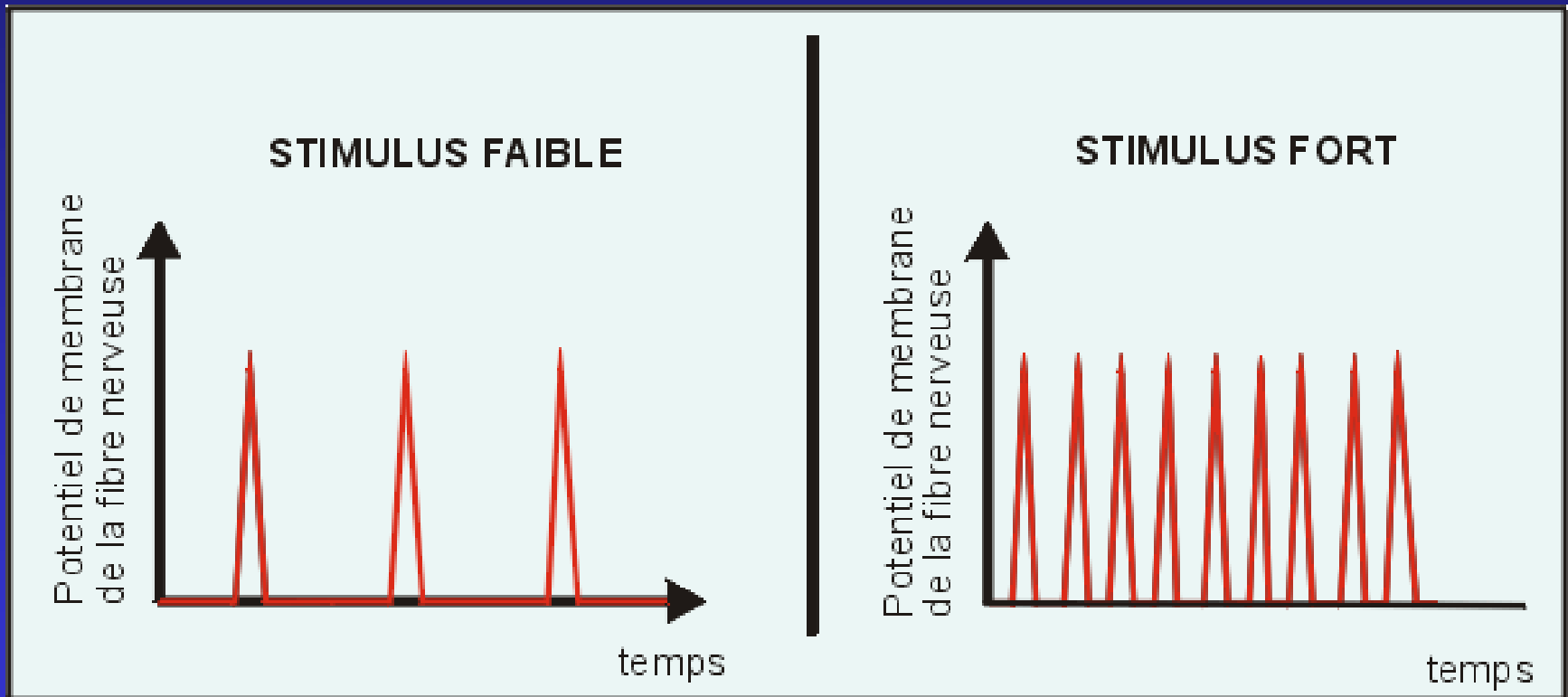
## Perception de l'intensité du stimulus

Le SNC peut faire la différence entre un stimulus faible et un stimulus fort même si le potentiel d'action est le même dans les deux cas:

1. Un stimulus fort fait réagir plus de neurones qu'un stimulus faible



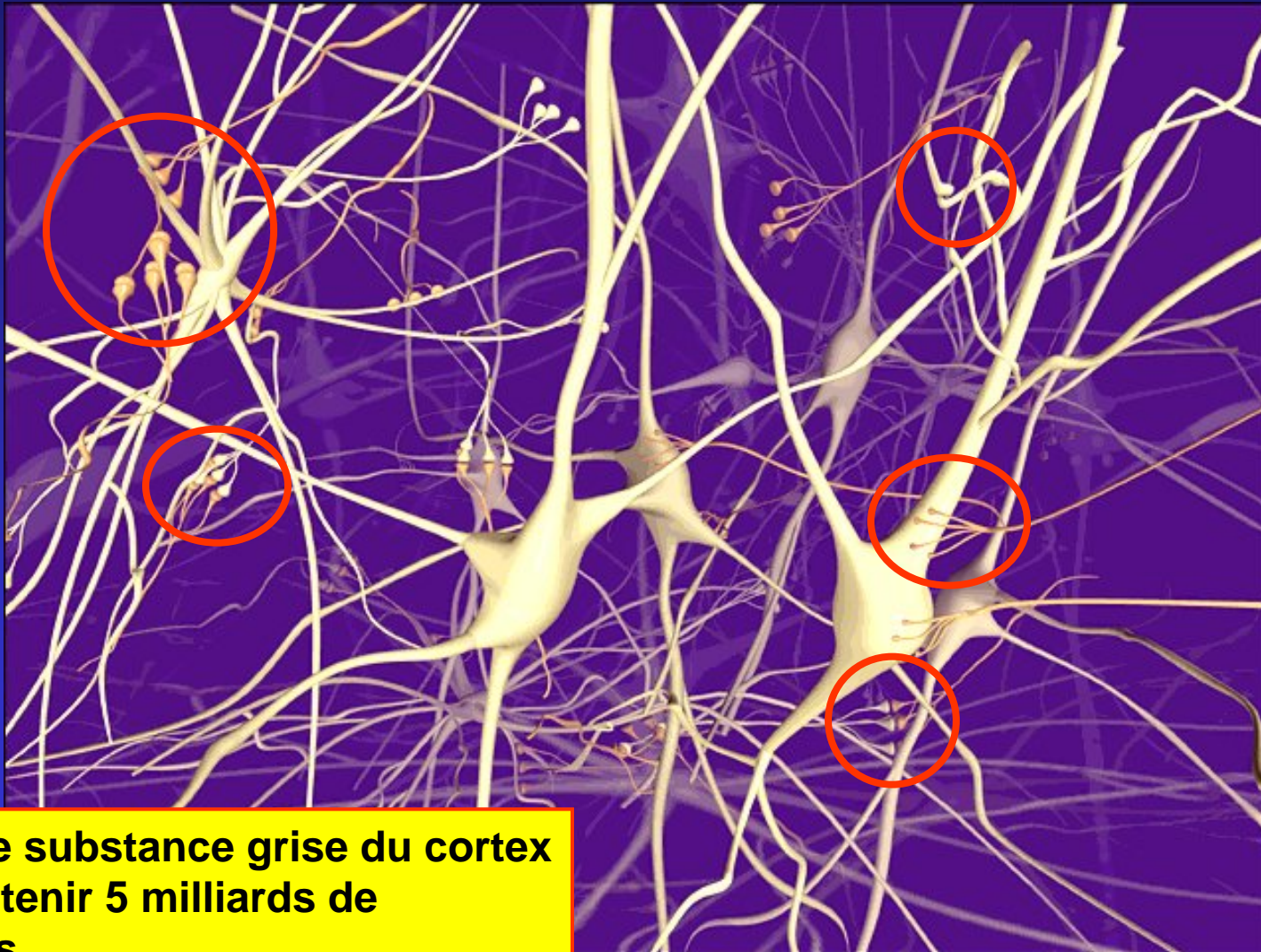
2. La fréquence des potentiels produits est plus grande si le stimulus est fort.





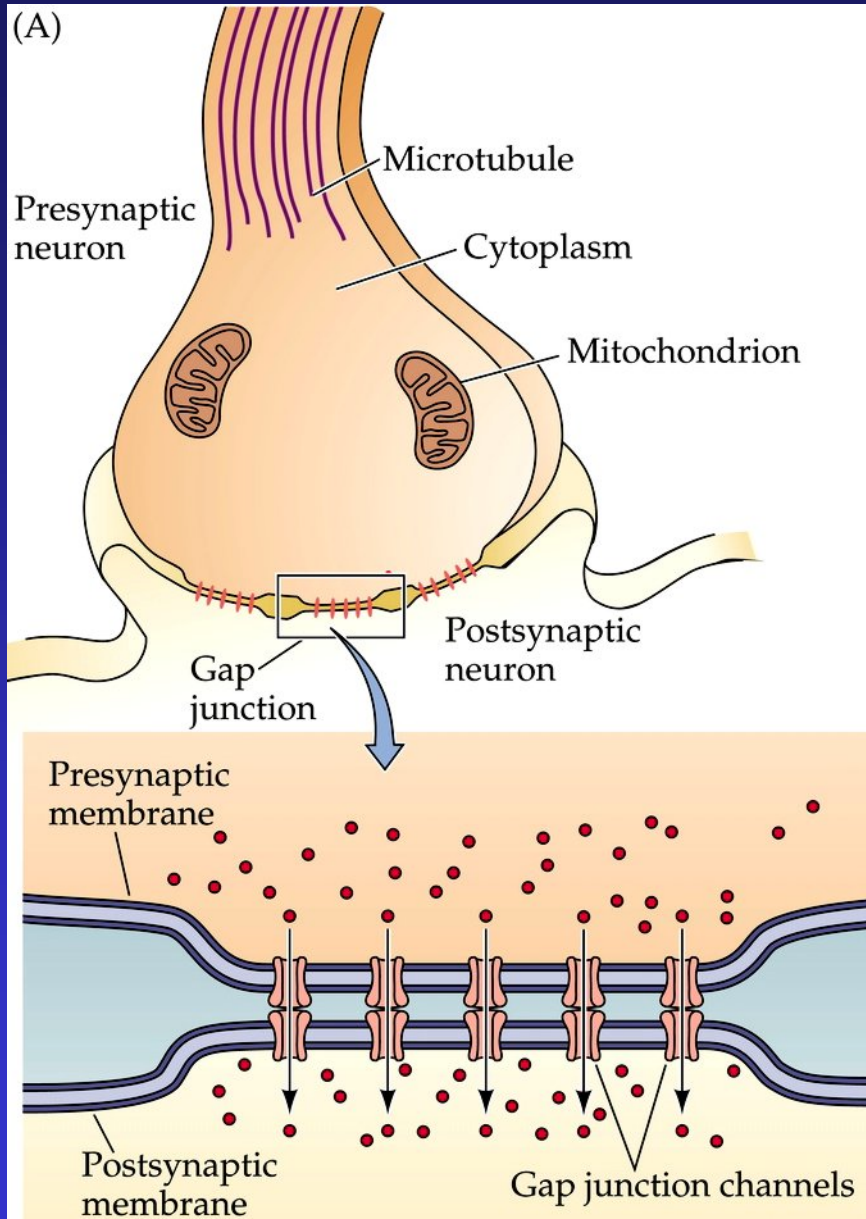
## 4. Synapse et neurotransmetteurs

Synapse = point de « connexion » entre deux neurones

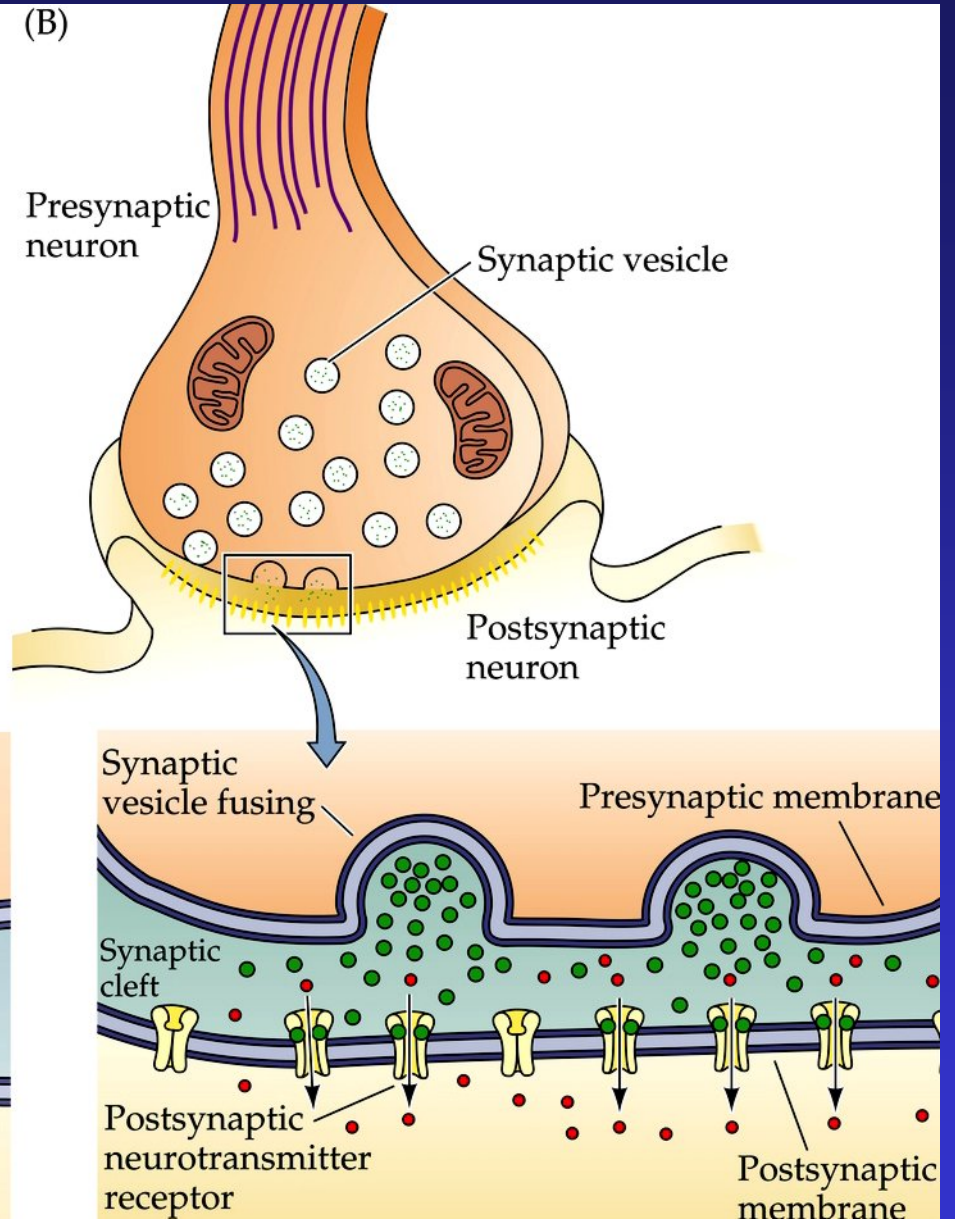


1 mm<sup>3</sup> de substance grise du cortex peut contenir 5 milliards de synapses.

# Deux types de synapses:

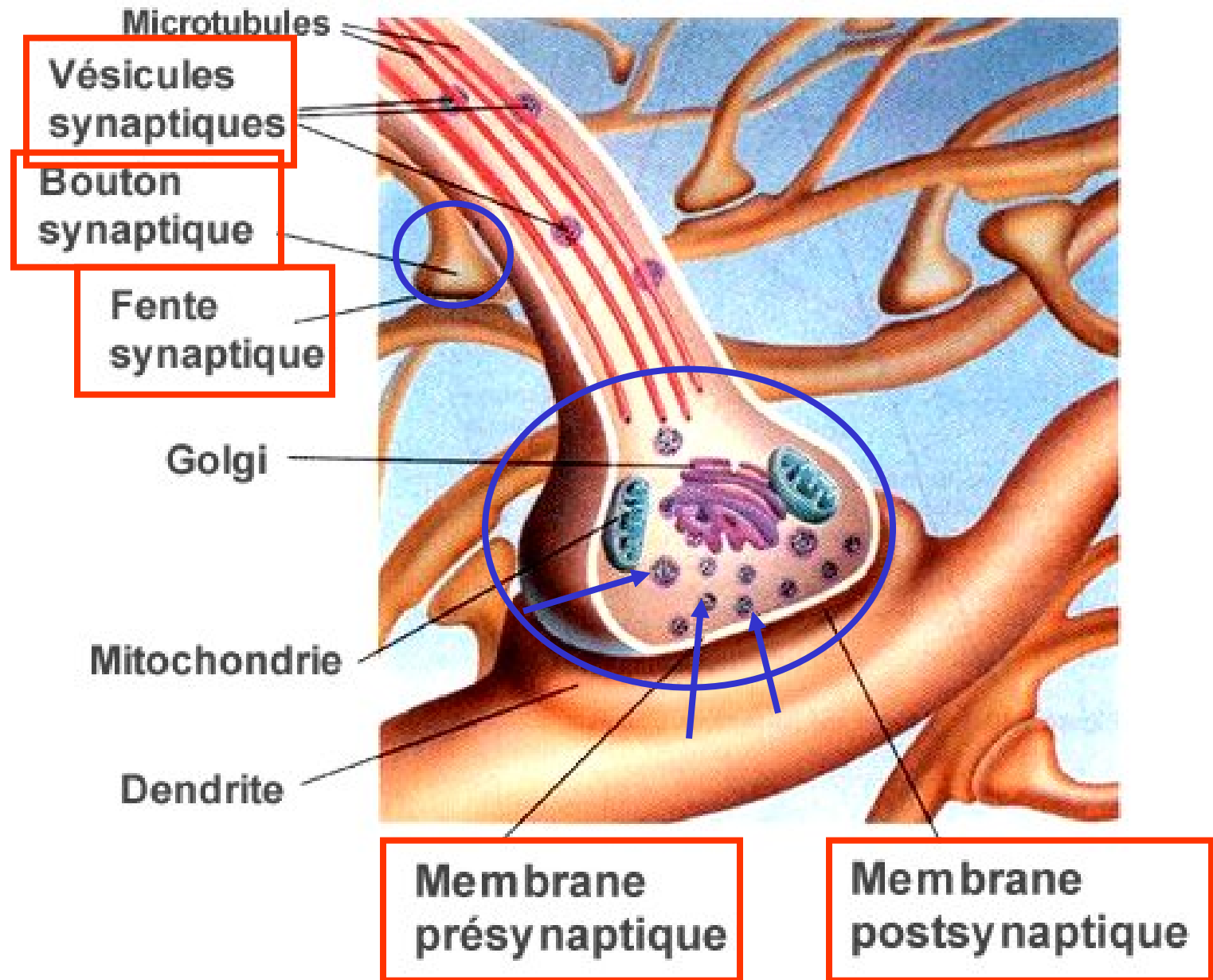


Synapse électrique (gap junction)

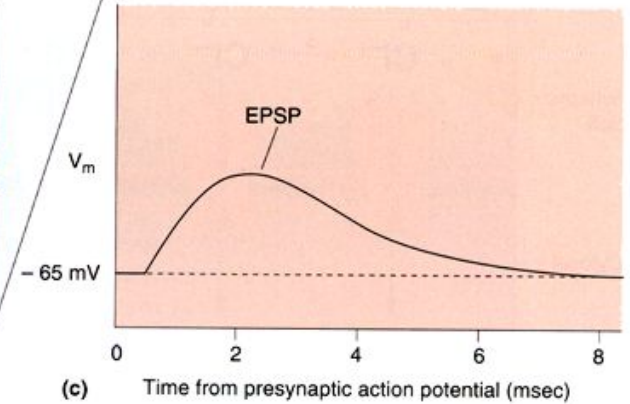
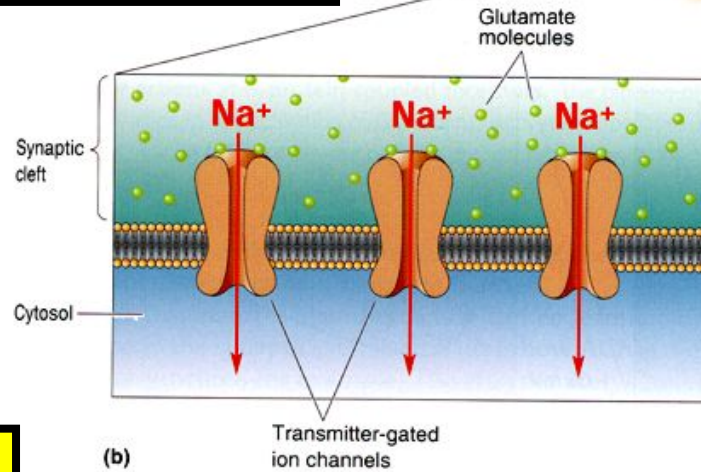
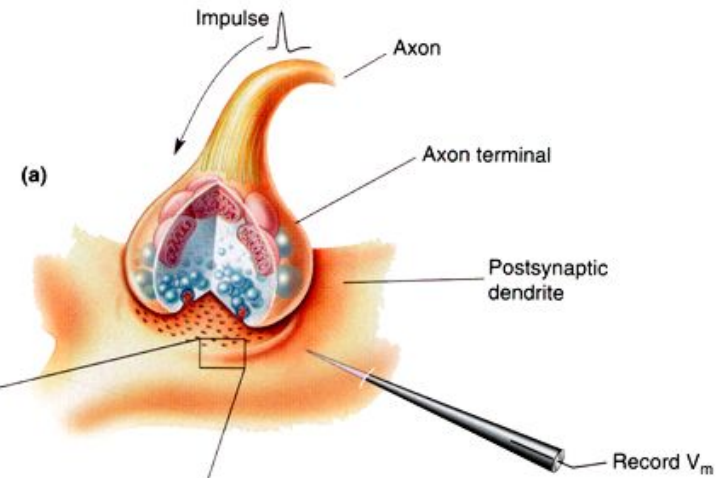


Synapse chimique

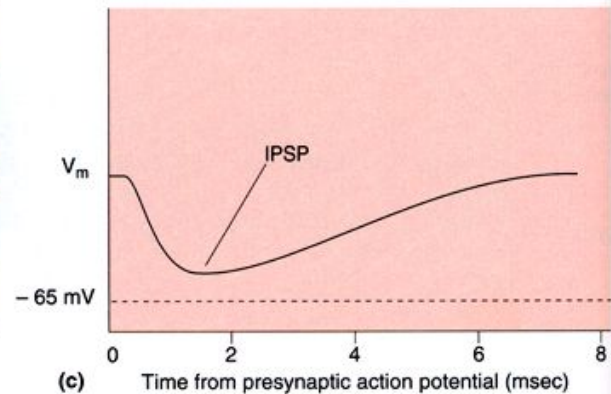
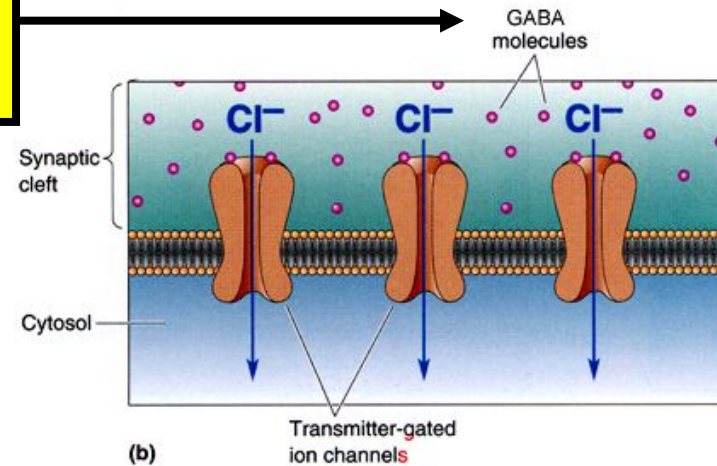
# Anatomie de la synapse



**Le glutamate est un neurotransmetteur excitateur**



**Le GABA est un neurotransmetteur inhibiteur**



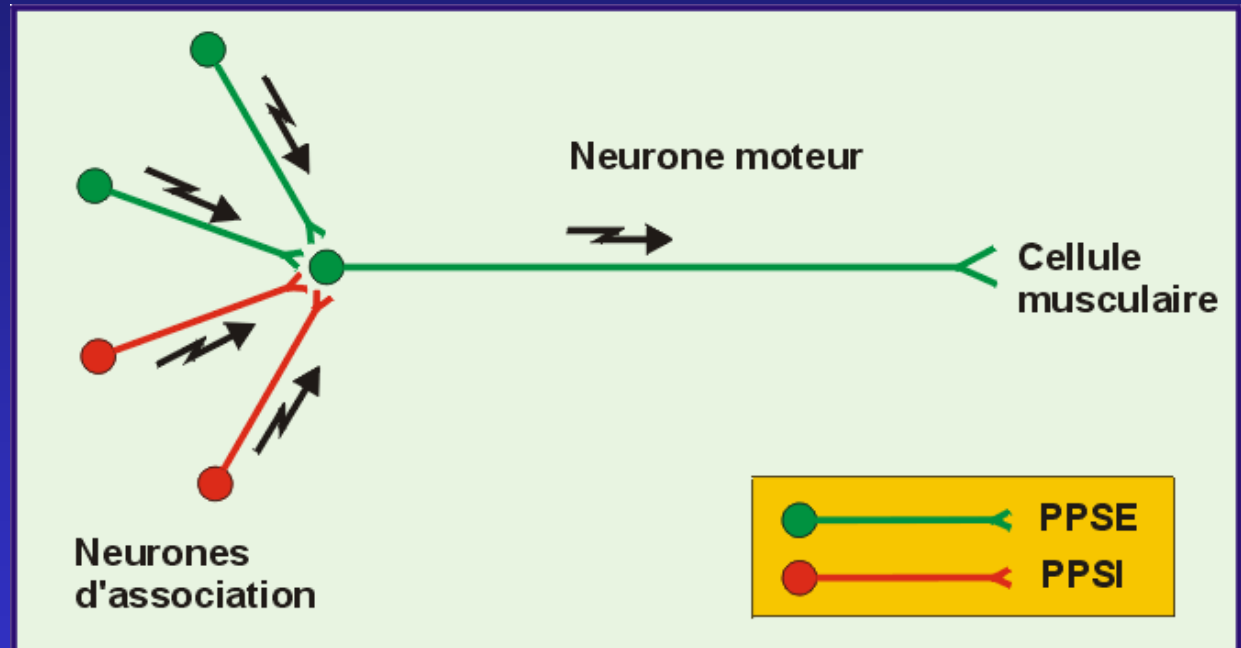
(acide gamma amino-butyrique)

Chaque neurone reçoit des terminaisons PPSE et des terminaisons PPSI

Ex. neurone moteur

S'il y a plus de PPSE que de PPSI le neurone moteur peut être dépolarisé au-delà du seuil

=> Influx nerveux



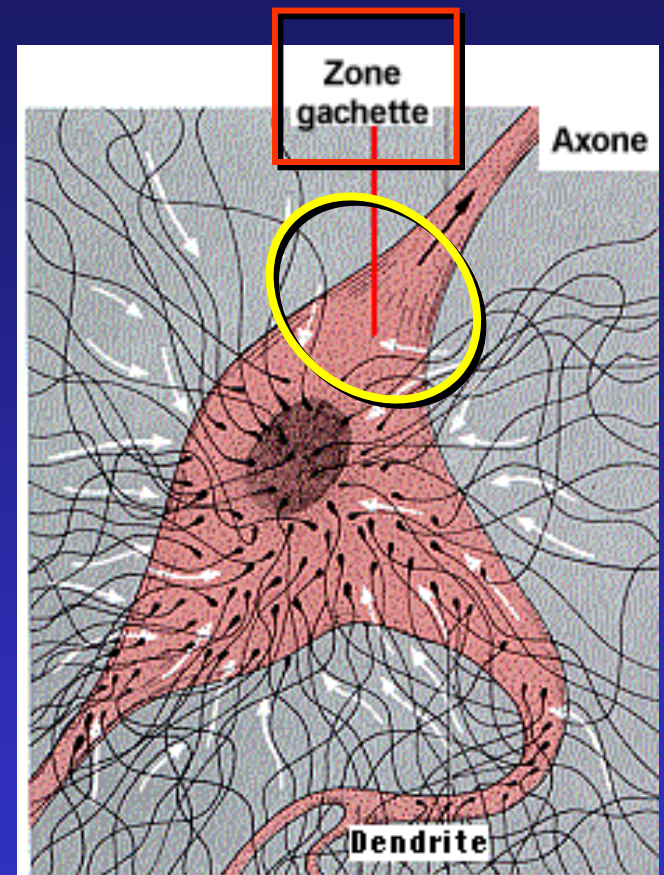
S'il y a plus de PPSI que de PPSE le neurone moteur ne se dépolarise pas jusqu'au seuil => pas d'influx nerveux

# Zone gâchette

Seuls les axones peuvent former des potentiels d'action.

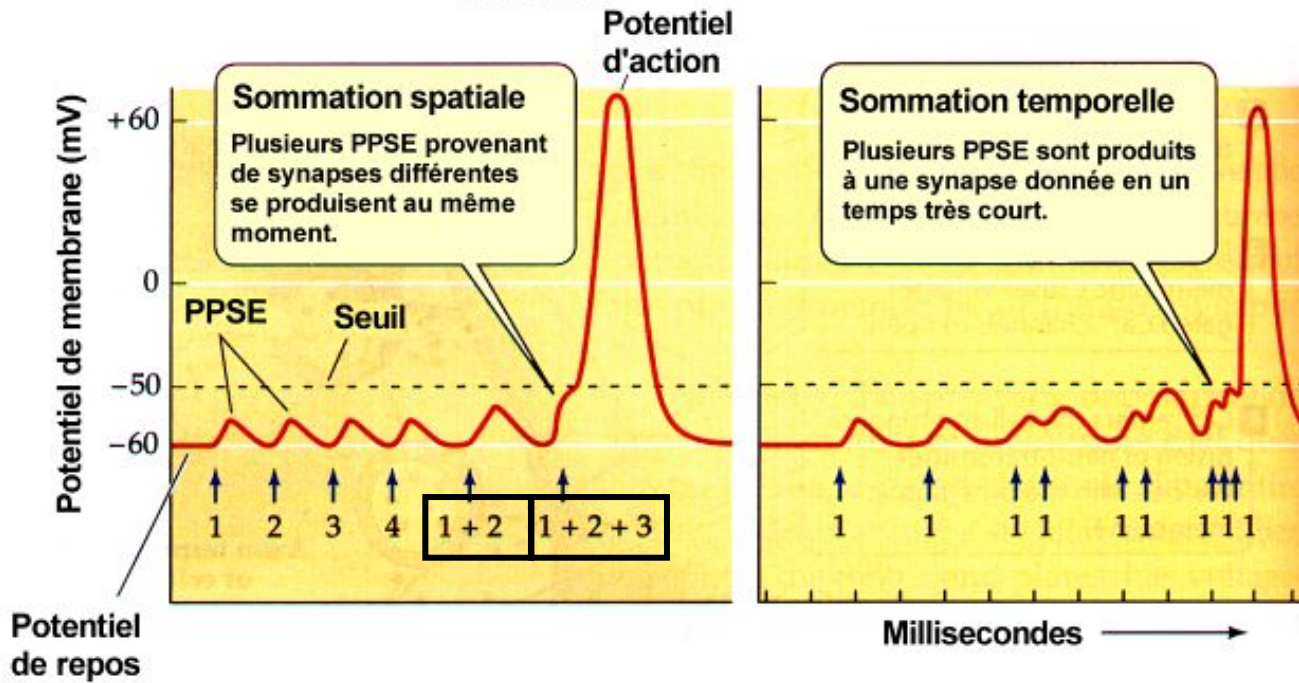
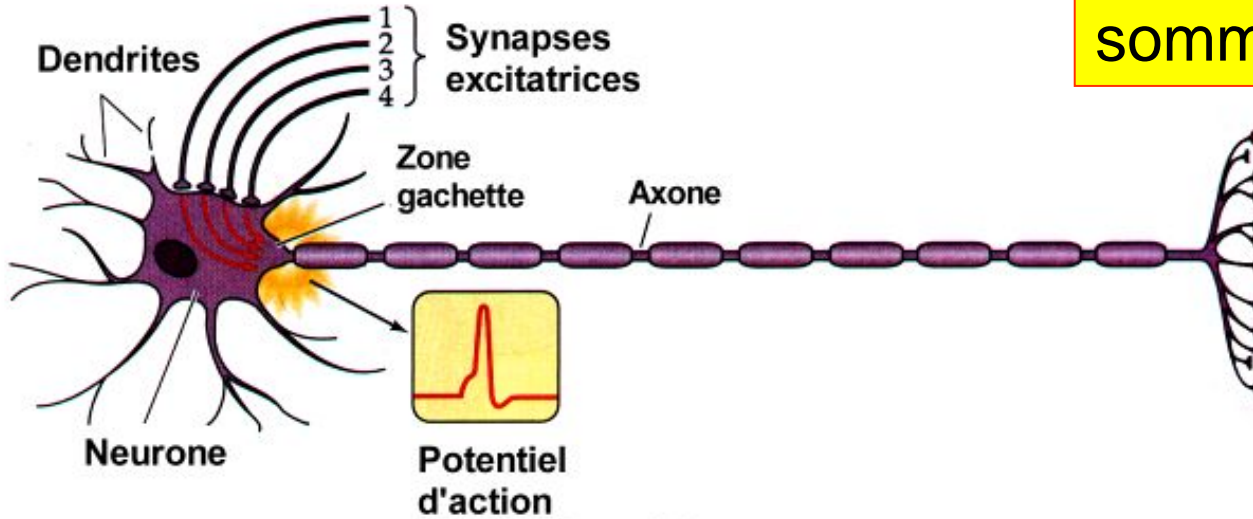
Les potentiels d'action prennent toujours naissance en un point de l'axone appelé zone gâchette.

La zone gâchette est généralement située à la racine de l'axone, près du corps cellulaire.



Si la polarité de la membrane du corps cellulaire dépasse le seuil, alors la zone gâchette déclenche un potentiel d'action qui se transmettra dans l'axone.

# Sommation spatiale et sommation temporelle

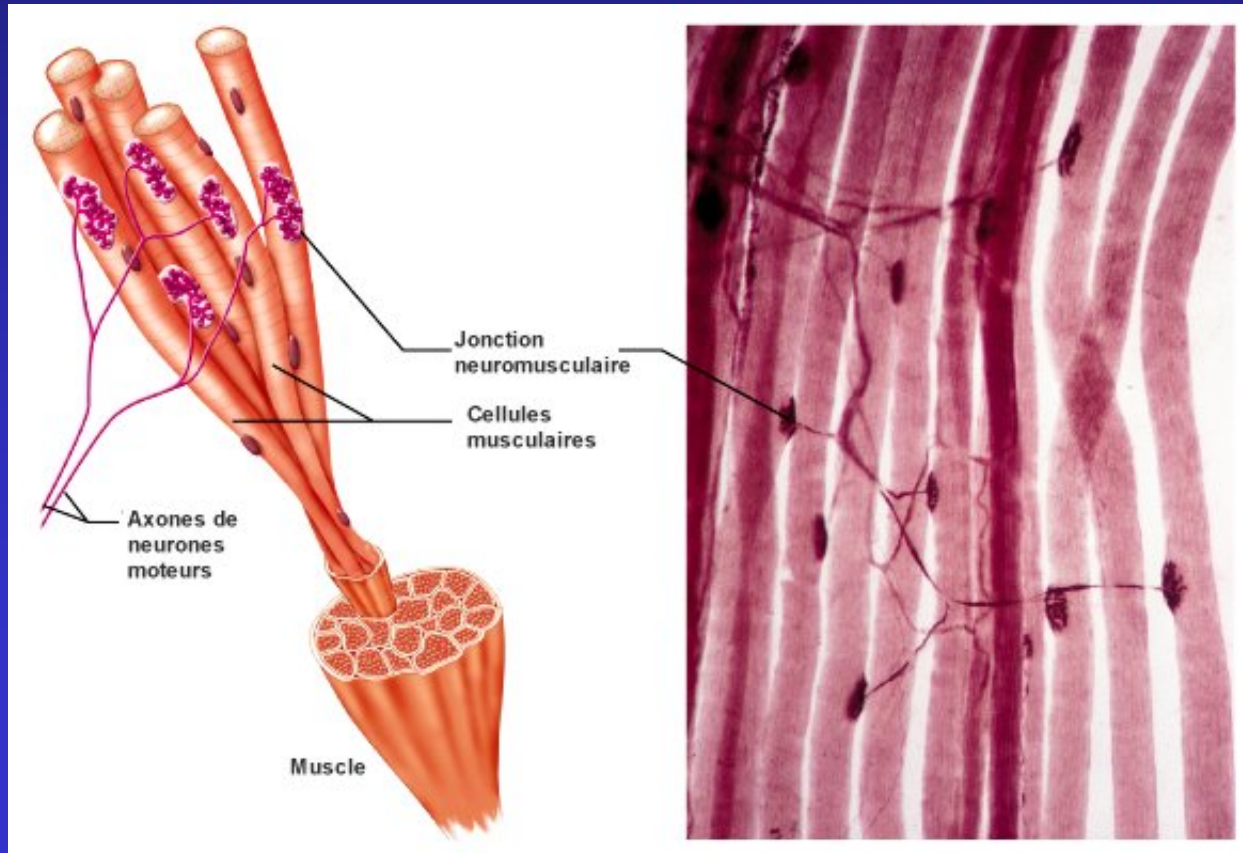


# Quelques neurotransmetteurs

- Acétylcholine

Neurotransmetteur de nombreux neurones dans le SNC.

Neurotransmetteur des jonctions neuromusculaires.





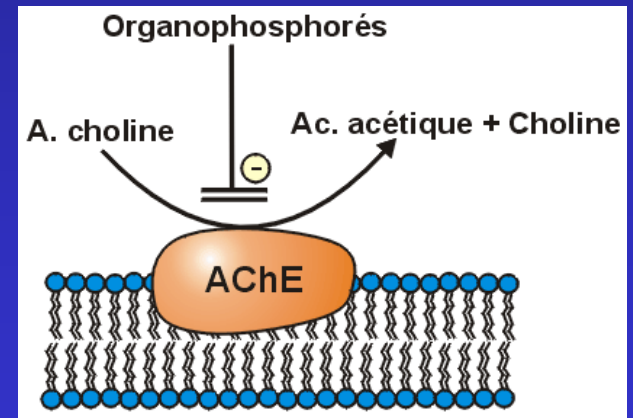
## Ex. Élimination de l'acétylcholine

- Diffusion hors de la fente (peu)
- Dégradation par la cholinestérase (ou *acétylcholinestérase, AChE*)



= enzyme qui se fixe à des glycolipides (phospholipides liés à des glucides) du bouton synaptique et du neurone postsynaptique.

Près de 50% de l'acétylcholine est détruit sans même avoir pu se fixer à un récepteur.



Les organophosphorés (insecticides, gaz de combat) sont des inhibiteurs de l'AChE