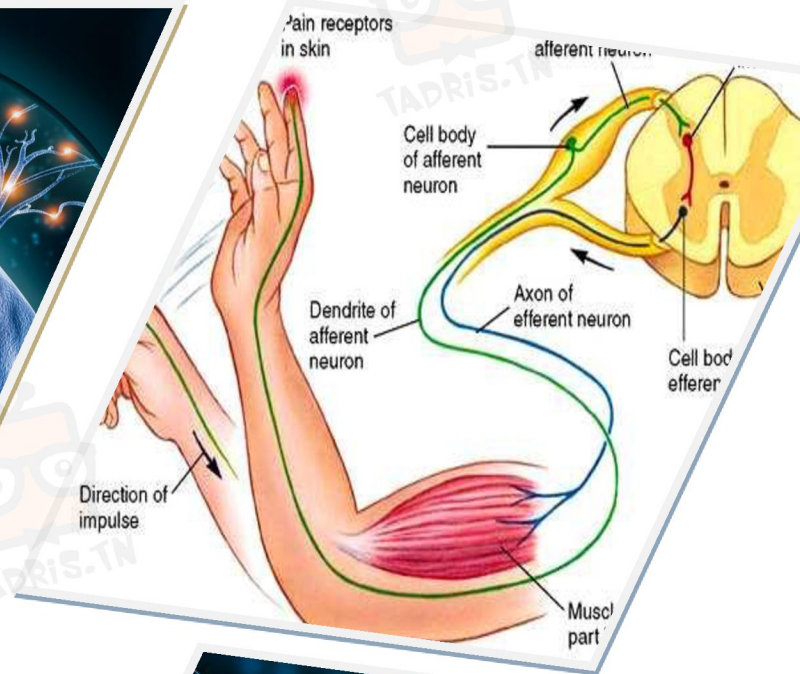
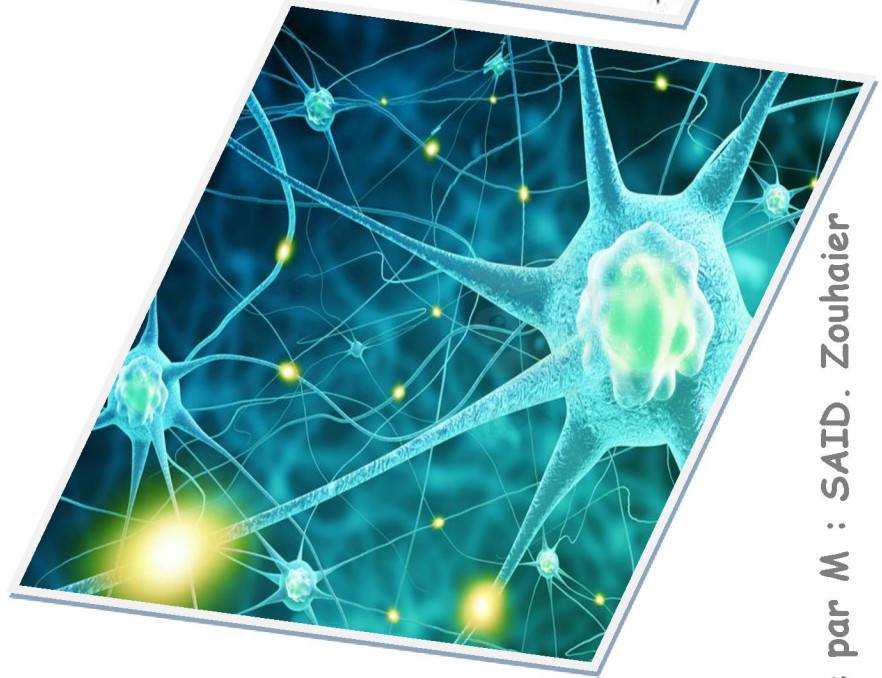


Etude d'un réflexe à point de départ



**SVT -4-
Mathématiques**



Section : Mathématiques

Document élaboré par M : SAID.Z

Document réalisé par M : SAID. Zouhaier



Tissu Nerveux

I- Organisation générale du système nerveux de la fonction de relation :

Chez l'homme le système nerveux cérébro-spinal comprend le système nerveux central et le système nerveux périphérique

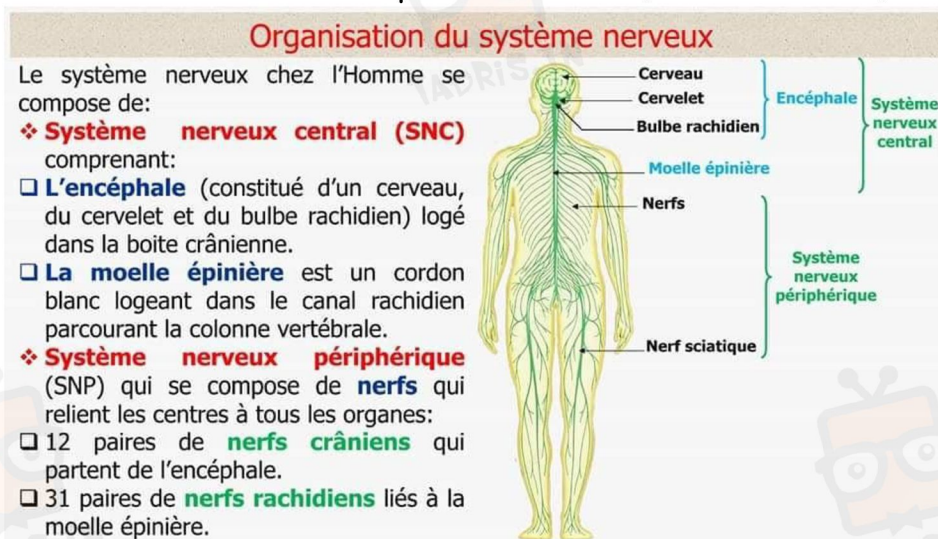
✚ Le système nerveux central est formé de l'encéphale logé dans le crâne et de la moelle épinière logée dans le canal rachidien. Il est entouré par trois enveloppes protectrices : les méninges.

Encéphale et moelle épinière renferment les centres nerveux : centres de la sensibilité et centres de la motricité, de l'émotion...

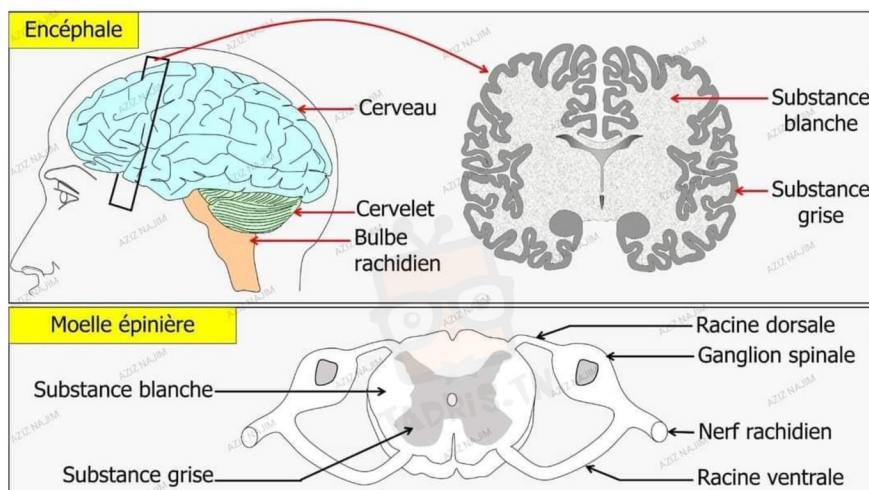
✚ Le système nerveux périphérique est constitué par les nerfs qui relient tous les organes du corps aux centres nerveux : les nerfs crâniens attachés à l'encéphale et les nerfs rachidiens attachés à la moelle épinière par deux racines : l'une dorsale ou postérieure portant un ganglion spinal, l'autre ventrale ou antérieure.

Il existe :

- 12 paires de nerfs crâniens, exemple : les nerfs olfactifs, les nerfs optiques, les nerfs auditifs, les nerfs pneumogastriques ou nerfs X ...)
- 31 paires de nerfs rachidiens exemple : nerf brachial, nerf intercostal, nerf sciatique ...



Les centres nerveux sont formés de deux substances, une substance grise et une substance blanche.



La substance grise est constituée de corps cellulaires et de cellules gliales.

La substance blanche est constituée de fibres nerveuses.

Chacune est constituée d'un axone entouré par une gaine de myéline produite par les cellules gliales. Les nerfs sont constitués des fibres nerveuses, certaines fibres sont entourées d'une gaine de myéline doublée d'une gaine de Schwann. Ce sont les **fibres myélinisées**, d'autres sont entourées seulement d'une gaine de Schwann : Ce sont les fibres sans myéline ou **fibres amyélinisées**

II- Le tissu nerveux .

1. Notion de neurone :

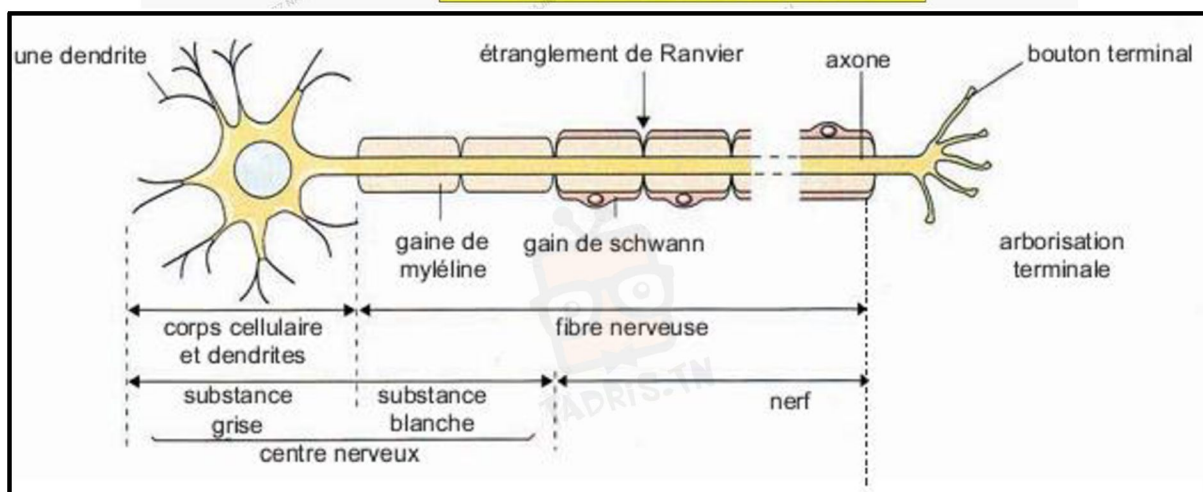
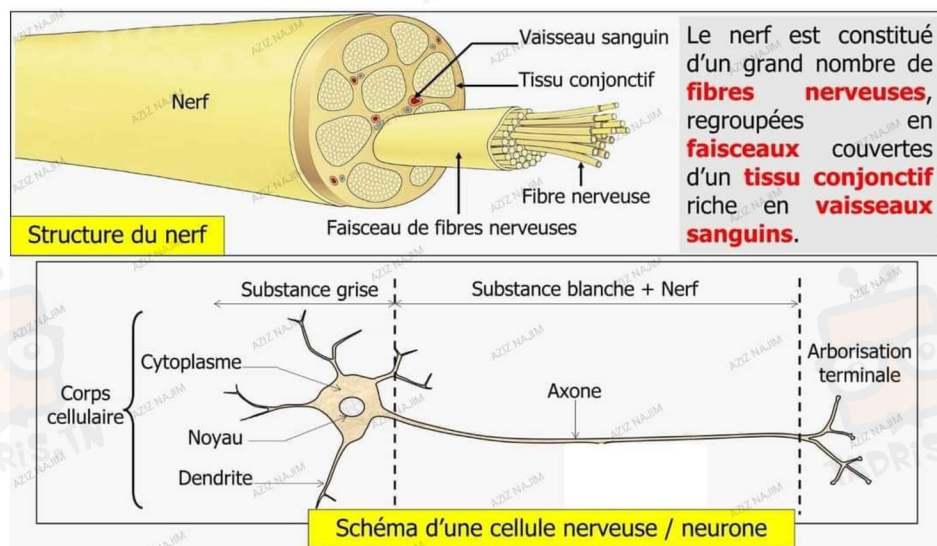
Le tissu nerveux est constitué de deux types de cellules : les **neurones spécialisés** dans la production, la propagation et la transmission du message nerveux et les **cellules gliales** (ou de la névroglie) ayant des rôles de soutien, de nutrition, de défense et d'isolant électrique.

Le neurone est l'unité de base du tissu nerveux, il est formé d'un corps cellulaire contenant le noyau, et est situé dans la substance grise.

Le corps cellulaire présente des prolongements ramifiés, les dendrites et un prolongement long : l'axone qui peut se prolonger dans la substance blanche et dans un nerf. Il se termine par des ramifications qui forment l'arborisation terminale.

Dans la substance grise l'axone est entouré d'une gaine de myéline (de nature lipidique).

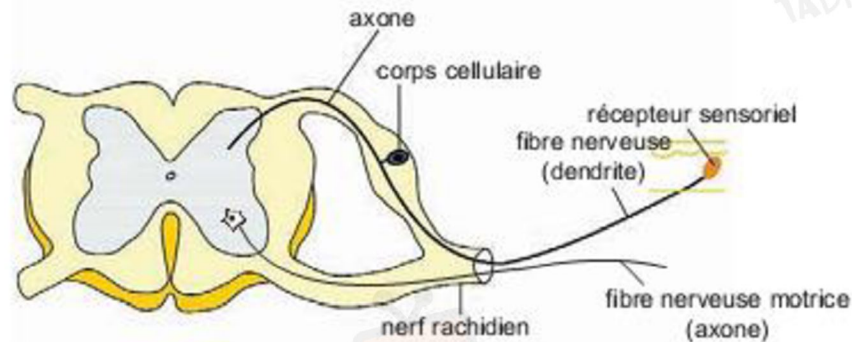
Dans la substance blanche l'axone est entouré d'une gaine de myéline et d'une gaine de Schwann constituée de plusieurs cellules nucléées



Remarque :

Pour le neurone unipolaire sensitif dont le corps cellulaire est situé dans le ganglion spinal, la dendrite dont les terminaisons sont attachées à des récepteurs sensoriels, est très allongée et constitue une fibre sensitive contenue dans le nerf rachidien et une partie de la racine postérieure de ce nerf, alors que l'axone pénètre dans la moelle épinière.

La racine antérieure du nerf rachidien est formée de fibres motrices ayant leur corps cellulaire dans la corne antérieure de la substance grise. Ainsi le nerf rachidien est un nerf mixte = sensitif et moteur.



2- Relation entre les neurones :

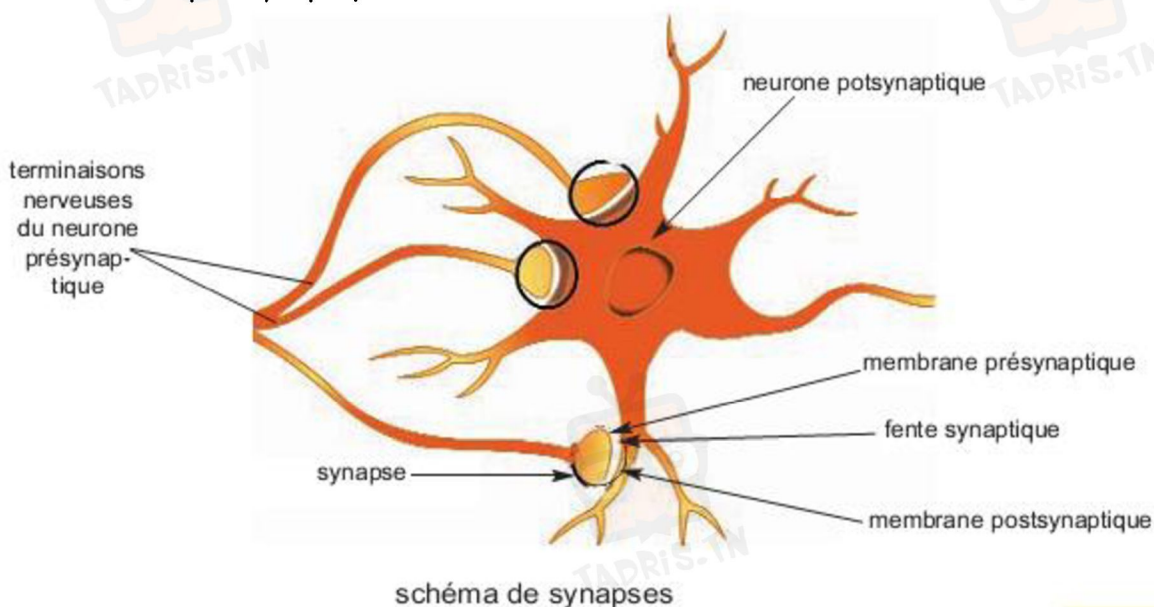
Les neurones sont reliés entre eux au niveau des synapses. La synapse est un simple contact entre une terminaison nerveuse de l'axone et le dendrite ou le corps cellulaire du neurone voisin.

Chaque neurone peut établir des milliers de synapses avec d'autres neurones.

Il en résulte des réseaux neuroniques très complexes. La jonction entre un neurone moteur et un muscle est une synapse neuromusculaire ou plaque motrice

Une synapse comprend :

- une membrane présynaptique
- un espace ou fente synaptique
- une membrane postsynaptique





Etude d'un réflexe à point de départ cutané

I/ Le réflexe de retrait de la main = un réflexe à point de départ cutané

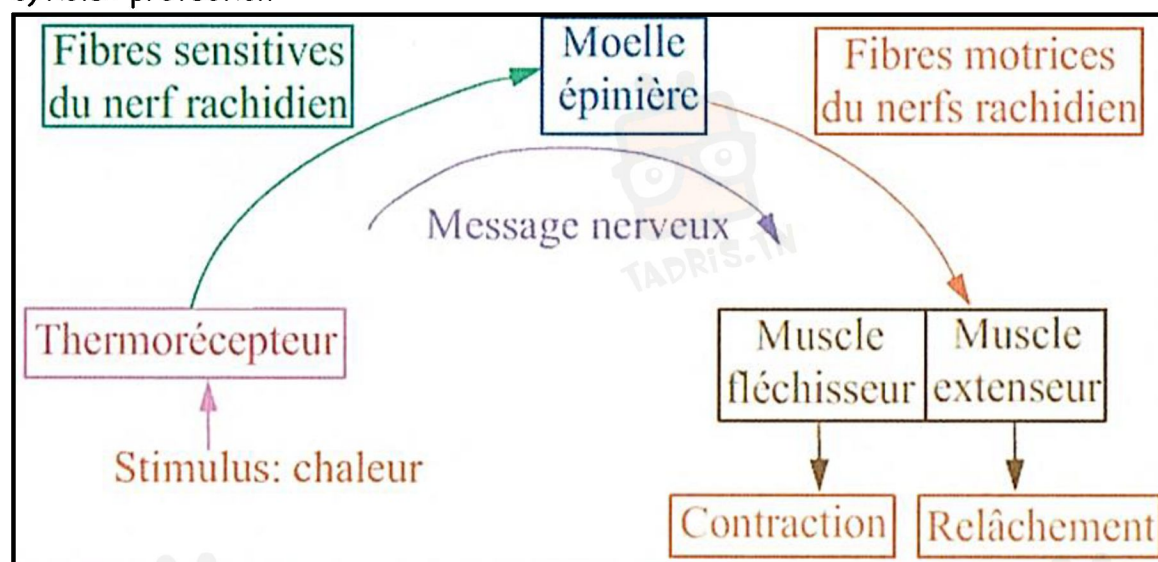
a) Définition

C'est une réaction motrice involontaire déclenchée par l'excitation d'un récepteur cutané

b) Caractéristiques

- Réaction involontaire
- Réaction innée
- Réponse à stimulation
- Stéréotypée
- Ne nécessite pas apprentissage

c) Rôle : protection



d) Les effecteurs impliqués dans ce réflexe

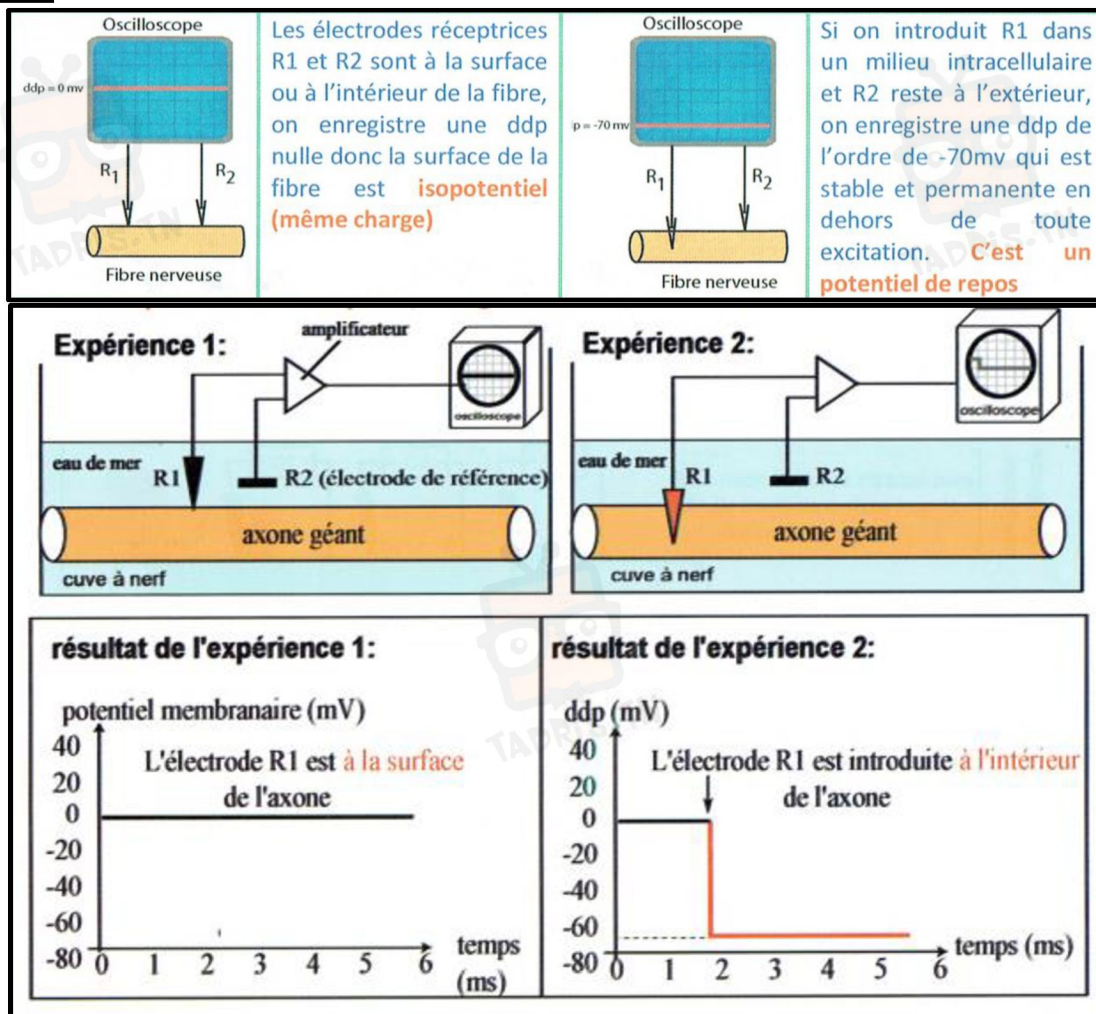
| | | |
|--|--|---------------------------|
| Type de récepteur | Thermorécepteur ou récepteur sensible à la chaleur | |
| Conducteur sensitif | Fibres nerveuses du nerf rachidien | |
| Centre nerveux | Moelle épinière | |
| Conducteur moteur | Fibres nerveuses du nerf rachidien | |
| Réaction du muscle fléchisseur (effecteur) | Contraction | Deux muscles antagonistes |
| Réaction du muscle extenseur | Relâchement | |
| Caractéristique du circuit neuronique | Circuit poly synaptique | |



II/ La nature du message nerveux et la naissance du message nerveux

Potentiel de repos

a) Définition



Le potentiel de repos est la ddp transmembranaire. Cette ddp est constante et de l'ordre de 70 mV.

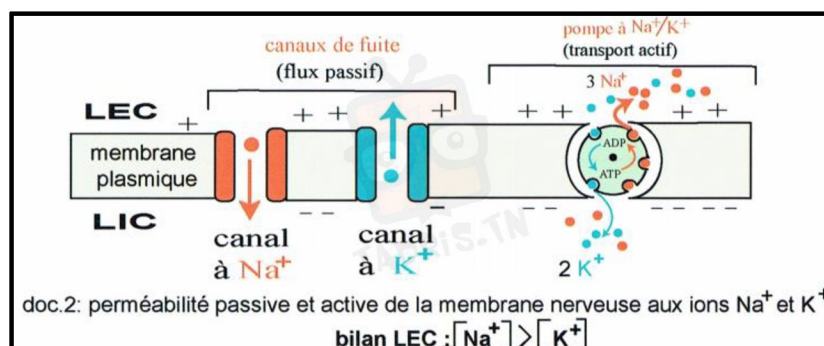
La fibre est chargée négativement à l'intérieur et positivement à la surface

b) Origine ionique

PR est dû à une répartition inégale de ions Na^+ et K^+ de part et d'autre de la membrane.

Cette répartition inégale des ions est expliquée par :

- Transport passif ou diffusion : les ions Na^+ et K^+ diffusent à travers des canaux de fuite selon leur gradient de concentration ($[+] \rightarrow [-]$)
- Transport actif (pompe Na^+/K^+) : les ions passent contre le gradient de concentration ($[-] \rightarrow [+]$)





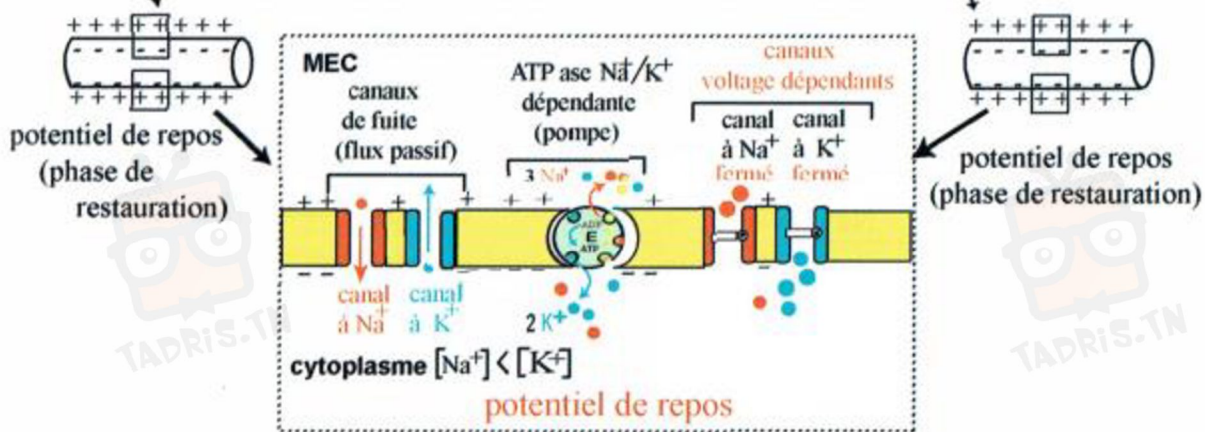
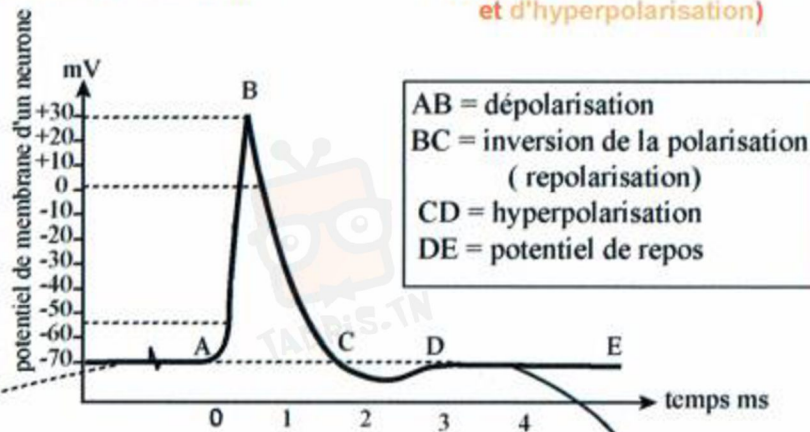
Potentiel d'action

a) Définition

Le potentiel d'action, signal électrique de la fibre nerveuse excitée, est une variation brève et passagère du PR au cours de laquelle le ddp passe brusquement de -70 à +30 mv et revient à sa valeur initiale.

b) Condition de naissance

Le PA ne prend naissance qu'à partir d'une intensité seuil pour laquelle le potentiel local atteint le seuil de potentiel (-50 mV)

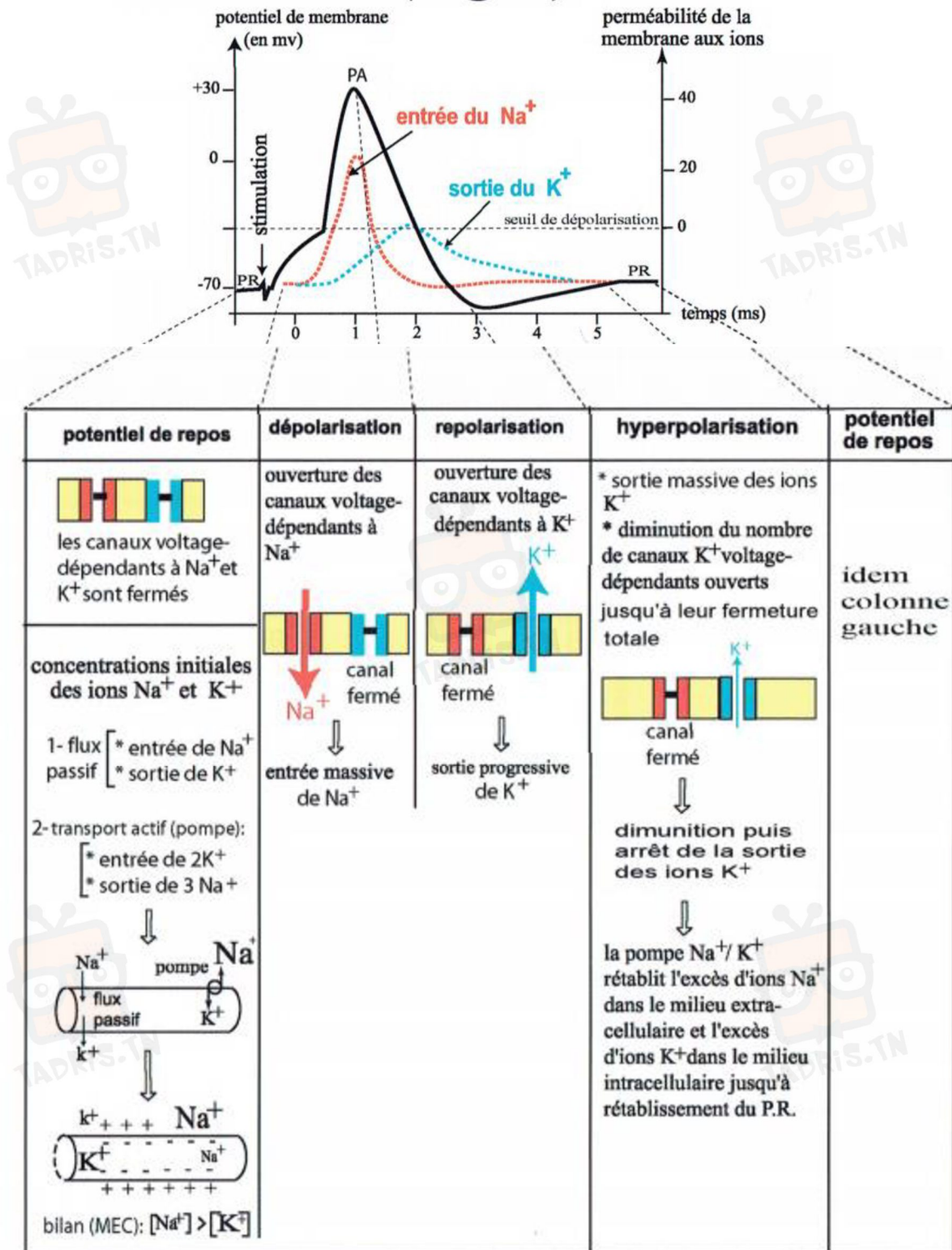


| Courbe de potentiel d'action | Analyse de PA |
|--|---|
| | O : artéfact de stimulation OA : temps de latence ABC : (-70mv \Rightarrow +30mv) : c'est la phase de dépolarisation : CDE : (+30mv \Rightarrow -70mv) : c'est la phase de repolarisation EF : (-70mv \Rightarrow -75mv \Rightarrow -70mv) : c'est la d'hyperpolarisation |
| Un potentiel d'action, Amplitude 100 mv (de -70mv à 30mv) 3 Phases ❖ Dépolarisation ❖ Repolarisation ❖ Hyperpolarisation Durée : 1 ms | |



c) Origine ionique

Le PA est expliqué par l'intervention de 2 types de CVD (CVD Na^+ et CVD K^+) :



- Les CVD Na^+ s'ouvrent lorsque le potentiel atteint -50mv
- Les CVD K^+ s'ouvrent lorsque le potentiel atteint $+30\text{mv}$.

Pendant et juste après un potentiel d'action (PA), la fibre est inexcitable quel que soit l'intensité de la stimulation, cette durée est appelée période réfractaire.

- ✓ Intensité infraliminare donne un potentiel local de ddp $< -50\text{mv}$
- ✓ Intensité lumineuse (ou seuil) donne un potentiel local de ddp $= -50\text{mv}$ naissance d'un PA
- ✓ Intensité supraliminare donne un potentiel local de ddp $= -50\text{mv}$ naissance d'un PA



La propagation du message nerveux

a) Calcul de la vitesse de propagation

$V = d / t$ exprimé en m/s

b) Facteurs de variation de la vitesse

La vitesse dépend de la température, du diamètre et de la nature des fibres.

c) La conduction du PA

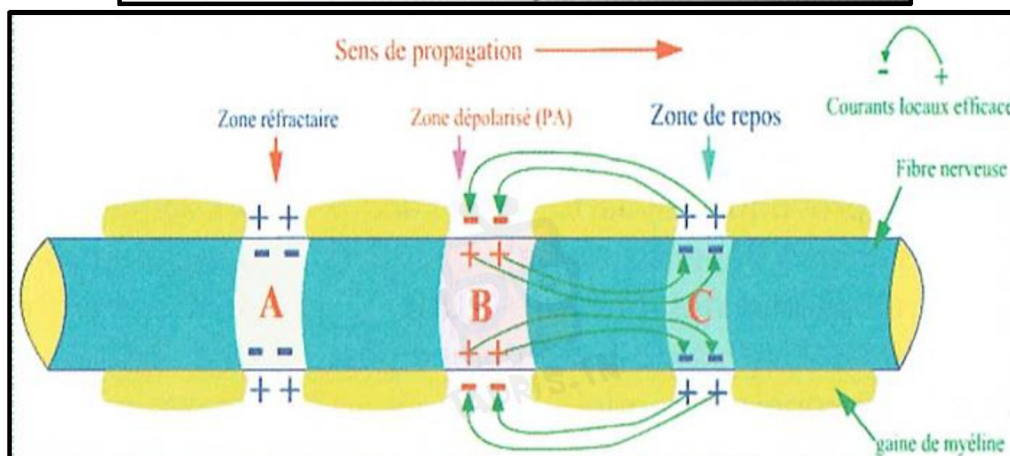
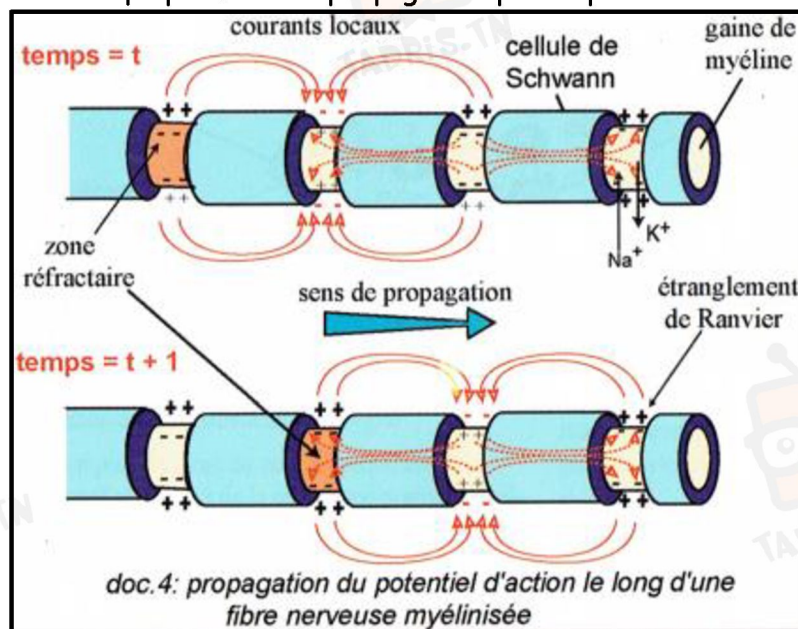
✚ Mécanisme de propagation

La propagation (la conduction) dans une fibre nerveuse se fait par l'établissement des courants locaux : les charges positives intracellulaires de la zone dépolarisée sont attirés par les charges négatives de la zone voisine polarisée ce qui provoque la dépoléarisation de cette zone.

✚ Modes de propagation

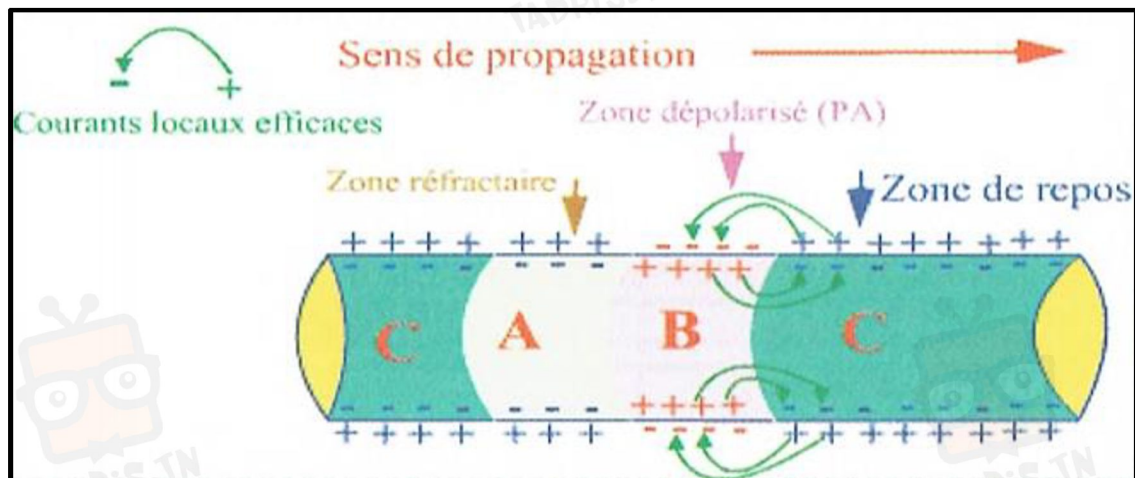
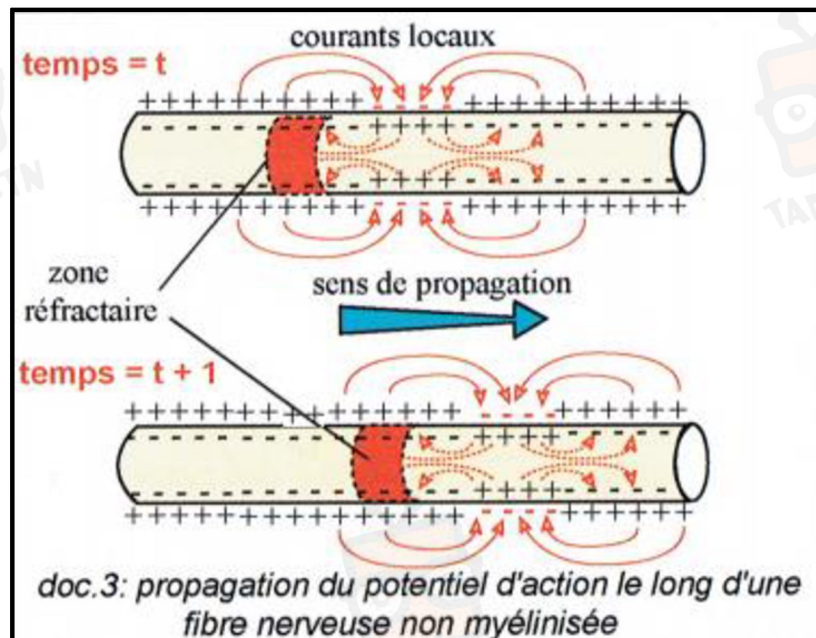
◆◆◆ Propagation saltatoire

Dans le cas d'une fibre myélinisée, les CVD Na^+ et K^+ n'existent qu'au niveau des nœuds de Ranvier, la conduction se fait d'un nœud de Ranvier à un autre en sautant les segments myélinisés, la conduction est saltatoire ce qui permet une propagation plus rapide



◆◆◆ Propagation proche en proche

Dans le cas d'une fibre amyélinisée, la conduction se fait de point en point, elle est dite continue ou de proche en proche vu que les CVD sont répartis sur toute la fibre nerveuse



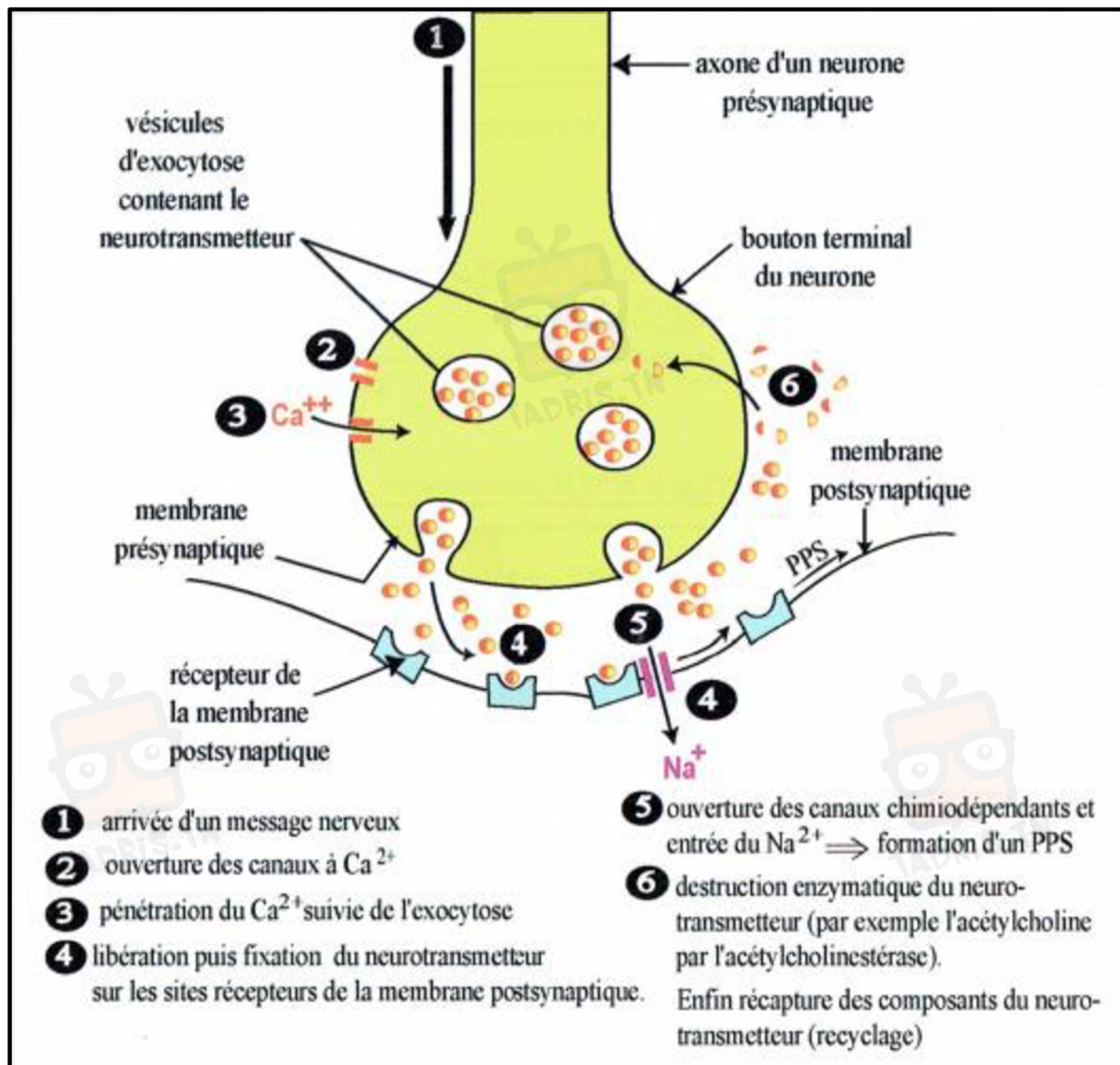
- La propagation est unidirectionnelle
- La zone réfractaire empêche PA de retourner vers l'arrière, d'où la propagation du PA est Unidirectionnelle

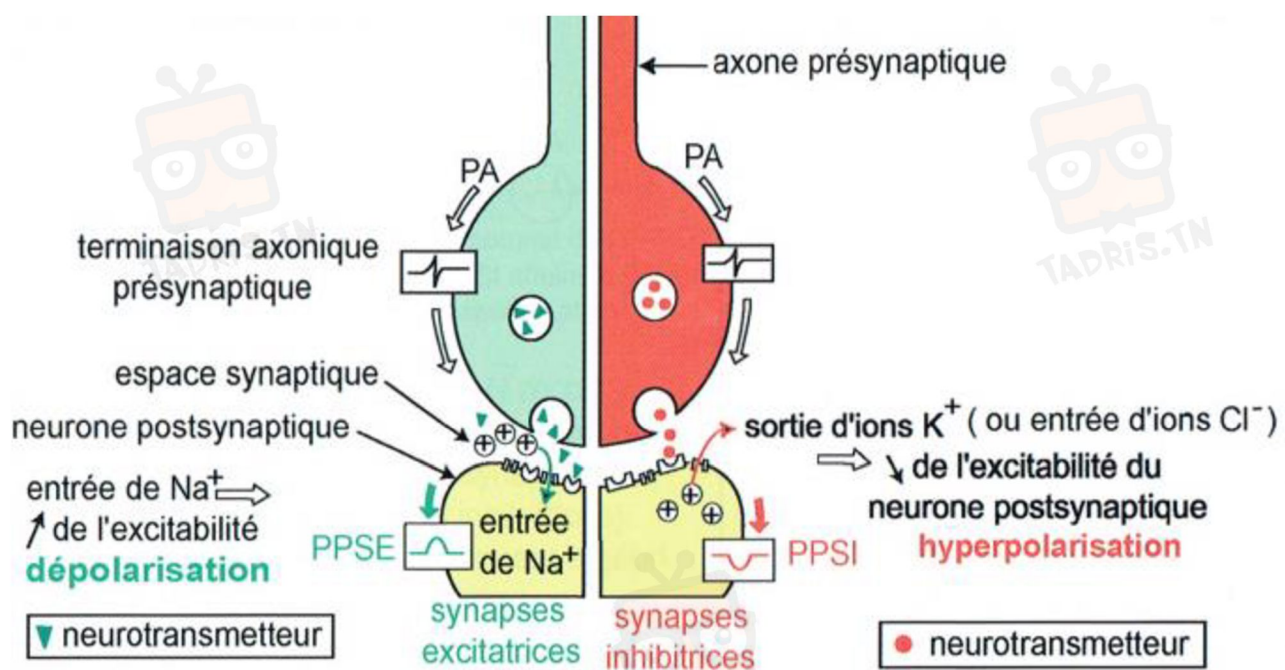
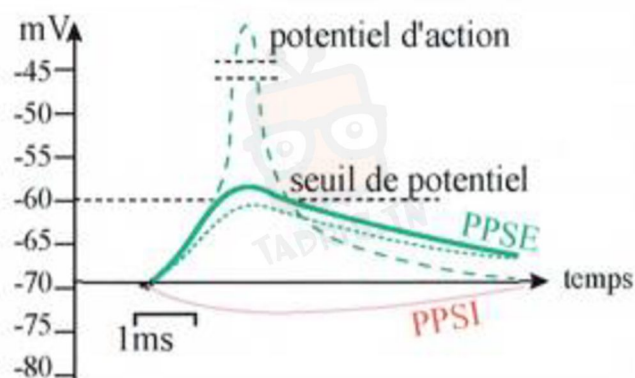
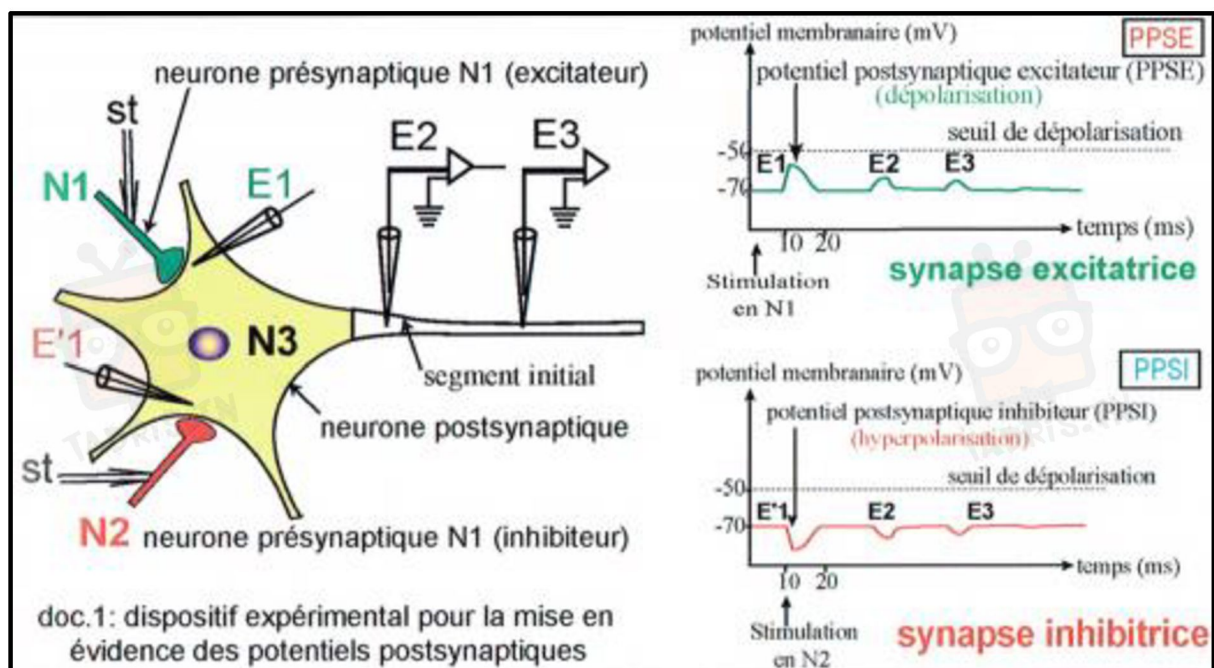


La transmission synaptique et le circuit neuronique du réflexe myotatique

La transmission synaptique se fait par intermédiaire du neurotransmetteur (= substance chimique) : c'est une transmission chimique.

- ✓ Le sens de la transmission synaptique est unidirectionnel (du neurone pré synaptique vers neurone post synaptique). Ce sens est imposé par la structure de la synapse :
- ✓ Présence du neurotransmetteur dans le bouton présynaptique
- ✓ Présence des récepteurs au niveau de la membrane postsynaptique.





Les étapes de transmission dans chaque type de synapse.

| Synapse excitatrice | Synapse inhibitrice |
|---|---|
| <p>1/ Arrivé d'un (PA) au niveau du bouton pré synaptique</p> <p>2/ Ouverture de CVD Ca^{2+}, \Rightarrow l'entrée de Ca^{2+} dans le bouton pré synaptique</p> <p>3/ Ces ions Ca^{2+} déclenchent l'exocytose des vésicules pré synaptiques</p> <p>4/ Le neurotransmetteur libéré dans la fente synaptique se fixe sur des récepteurs spécifiques de la membrane post synaptique.</p> | <p>5/ La liaison neurotransmetteur inhibiteur - récepteur provoque l'ouverture des canaux ioniques chimio dépendants K^+ et Cl^- (CCD K^+ et CCD Cl^-) \Rightarrow la sortie de K^+ et l'entrée de Cl^-</p> <p>Une légère hyperpolarisation de la membrane post synaptique appelé Potentiel Post Synaptique Inhibitrice (PPSI)</p> |
| <p>5/ La liaison neurotransmetteur excitateur - récepteur provoque l'ouverture des canaux ioniques chimio dépendants Na^+ (CCD Na^+) \Rightarrow l'entrée passive des ions Na^+ \Rightarrow Une légère dépolarisation de la membrane post synaptique appelé Potentiel Post Synaptique Excitateur (PPSE)</p> | |
| <p>6/ Le neurotransmetteur est rapidement éliminé soit par</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Recapture par neurone pré synaptique. ➤ Dégradation par une enzyme spécifique se trouvant dans l'espace synaptique. | |

❖ Synapse excitatrice et synapse inhibitrice

| | Synapse excitatrice | Synapse inhibitrice |
|-------------------|--|---|
| Neurotransmetteur | Excitateur : Acétylcholine | Inhibiteur : GABA |
| CCD | CCD Na^+ | CCD K^+ et CCD Cl^- |
| Perméabilité | Entrée passive de Na^+ | Entrée passive de Cl^- et sortie passive de K^+ |
| Signal électrique | Légère dépolarisation \Rightarrow PPSE | Légère hyperpolarisation \Rightarrow PPSI |

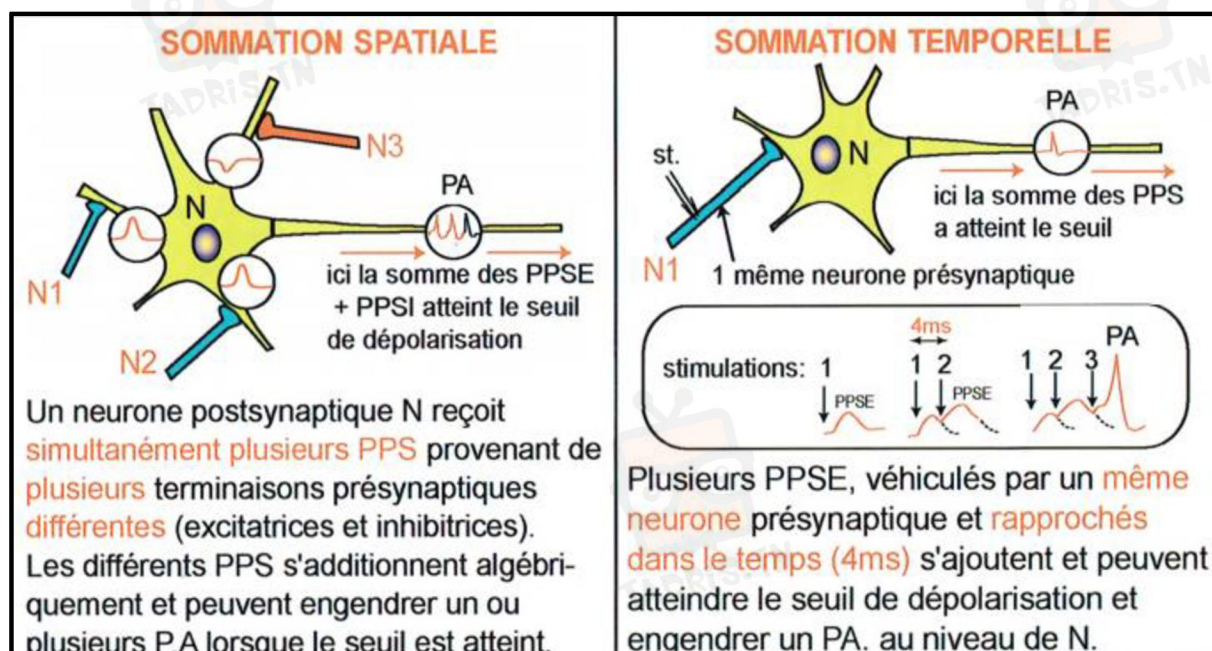
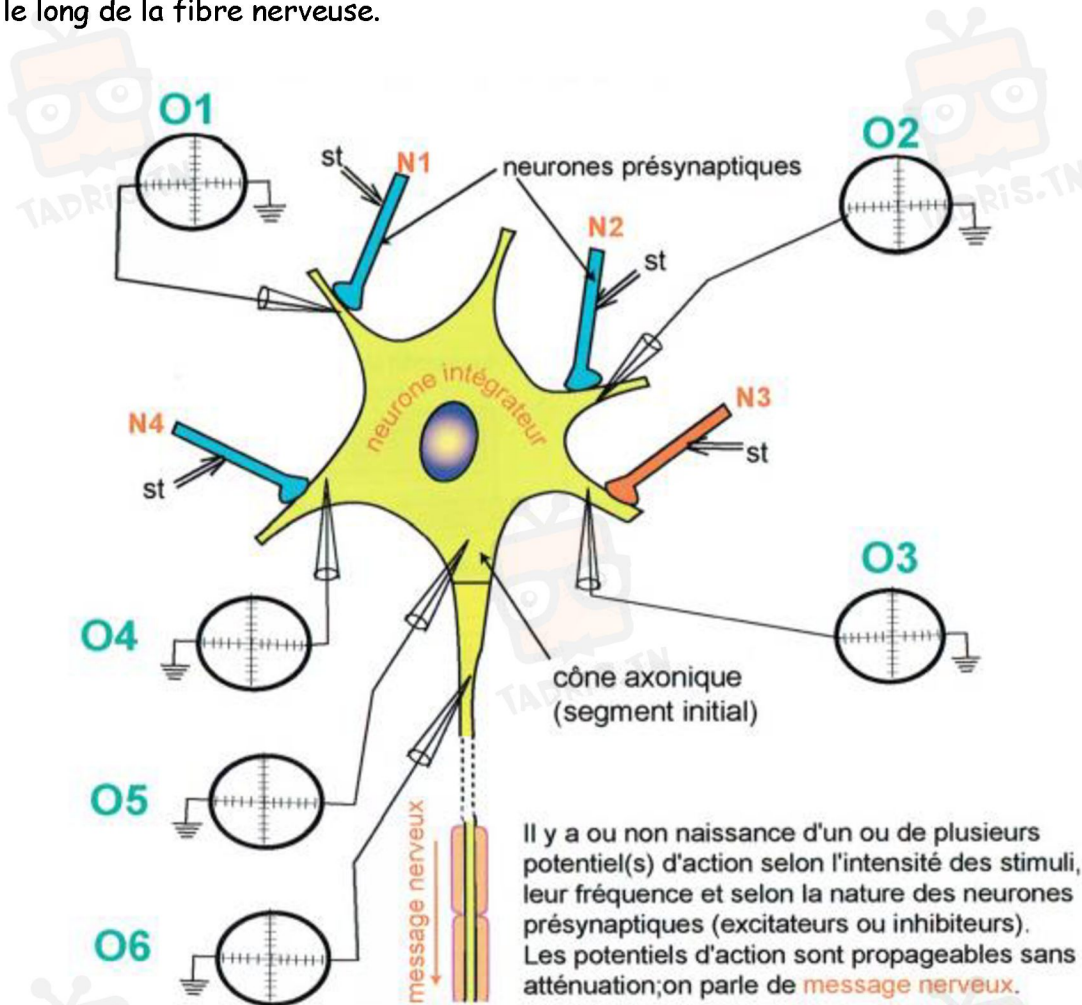
Un neurone pré synaptique ne synthétise qu'un seul type de neurotransmetteur.



Intégration des messages au niveau du neurone postsynaptique

Le neurone post-synaptique a un rôle intégrateur, il intègre les PPS (E et/ou I) en donnant un PPS global.

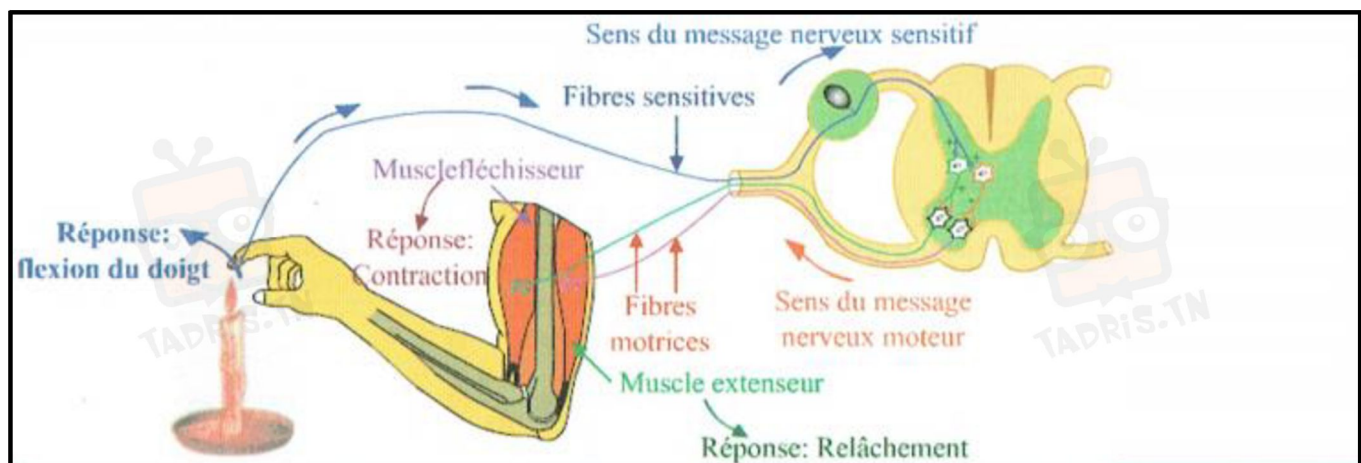
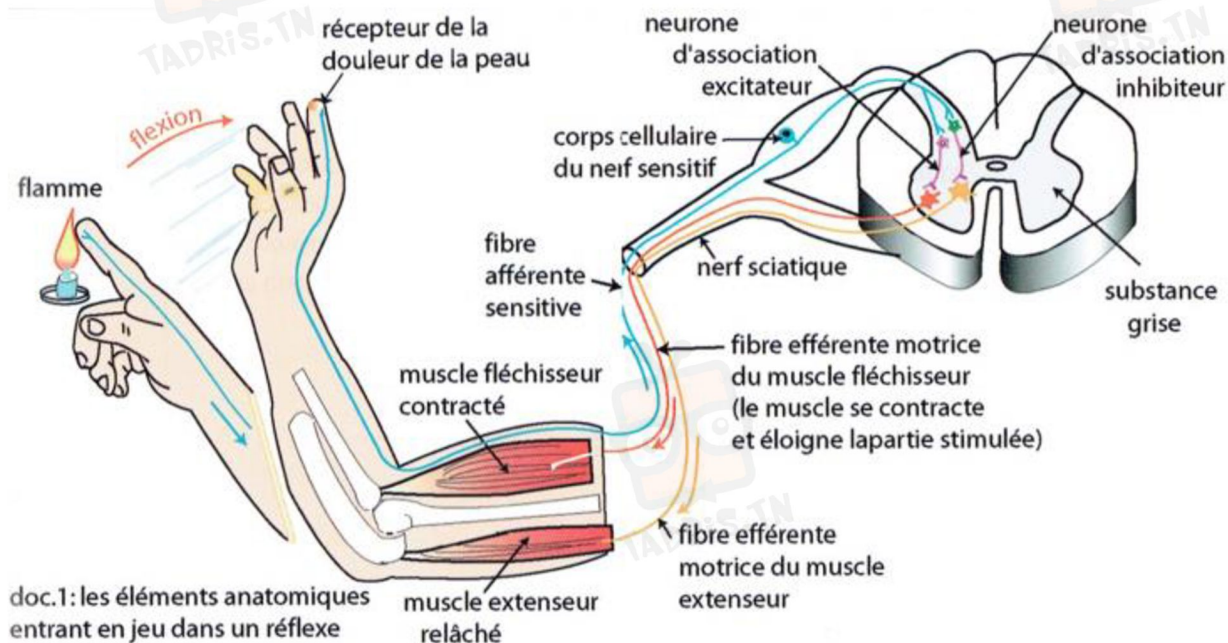
Si le PPSE global atteint le seuil de potentiel au niveau du cône, il y a naissance d'un PA qui se propage le long de la fibre nerveuse.



Comparaison

| Cas d'une sommation spatiale | Cas d'une sommation temporelle |
|--|--|
| Lorsque plusieurs boutons sont excités en même temps. | Lorsqu' un seul bouton est excité de façon répétitive |
| Les PPSE et/ou PPSI s'additionnent en donnant un PPS global | les PPSE ou PPSI successifs s'additionnent en donnant un PPS global |

Conclusion

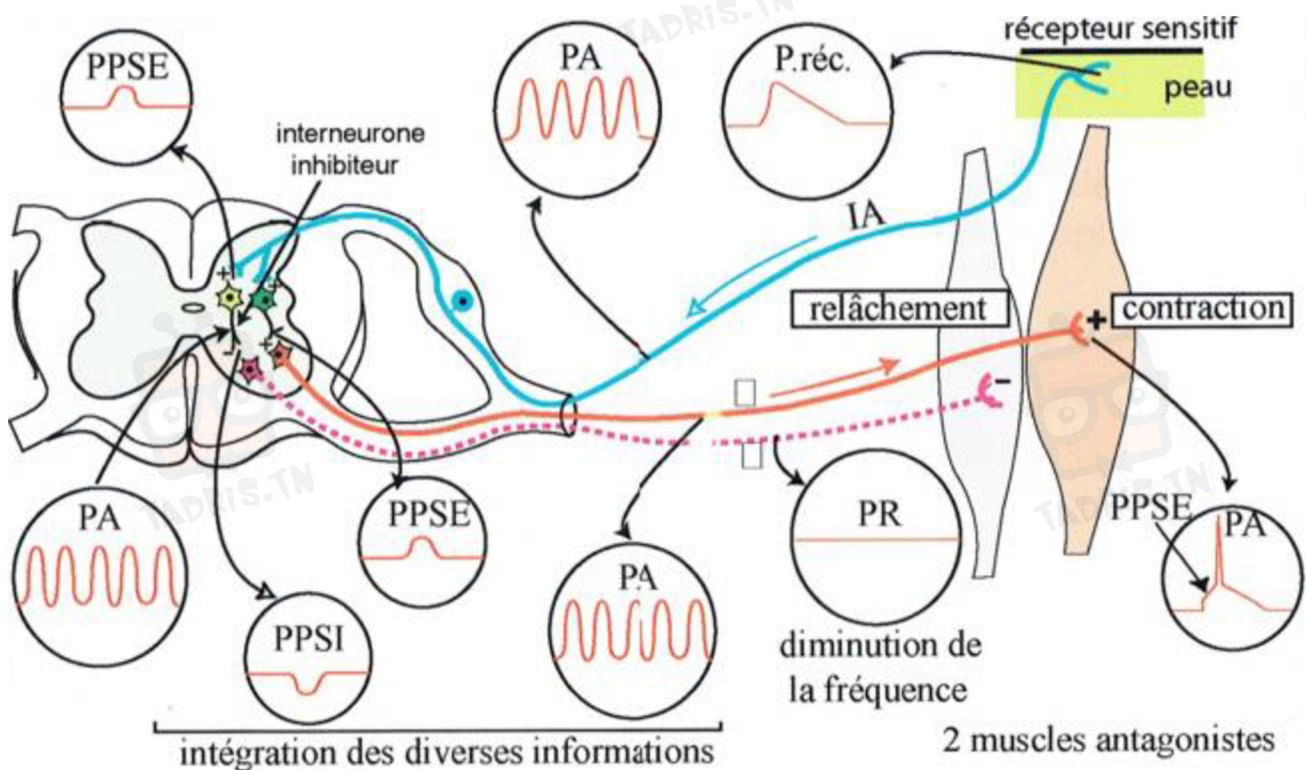
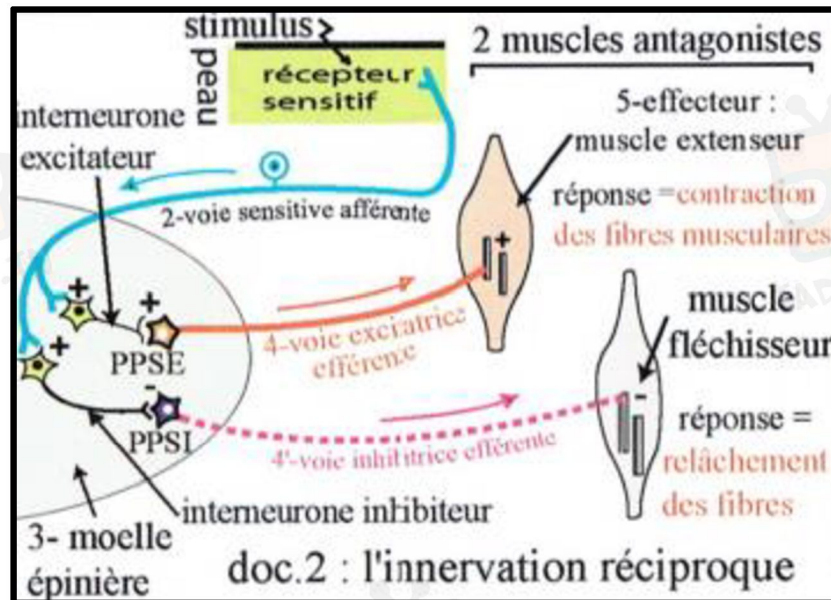


Le circuit neuronique du réflexe à point de départ cutané est polysynaptique.

Au cours d'un réflexe de retrait de la main, la coordination de l'activité des muscles antagonistes s'explique par l'innervation réciproque. En effet, les messages nerveux sensitifs provenant des récepteurs cutanés ont une double action :

- Ils activent les motoneurones (neurones moteurs) du muscle fléchisseur par l'intermédiaire d'interneurones médullaires excitateurs (synapses excitatrices) et entraîne sa contraction
- Ils inhibent les motoneurones du muscle antagoniste (muscle extenseur) par l'intermédiaire d'interneurones médullaires inhibiteurs (synapses inhibitrices) ce qui entraîne le relâchement de ce muscle.





doc.3 : les phénomènes électriques enregistrés lors d'une innervation réciproque



Les différents types de potentiels

| | Potentiel de repos | Potentiel local | Potentiel post synaptique (I/E) | Potentiel d'action PA | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|--|---|---|
| Propriétés | Stable ddp = -70mv | Graduable | | Non graduable ⇨ Obéit à la loi du tout ou rien | |
| | | Non propageable | | Propageable | |
| | | Absence de période réfractaire | | Existence d'une période réfractaire | |
| | | N'exige pas un seuil (-50mv) | | Exige un seuil (-50mv) | |
| | | Possibilité de sommation | | Non sommable | |
| Niveau d'apparition | Le long de la membrane de la fibre nerveuse | Fibre isolée | 1/ Membrane postsynaptique 2/ Cône axonique | 1/ Nœud de Ranvier pour la fibre myélinisée 2/ Le long de la fibre amyélinisée 3/ Cône axonique 4/ Site générateur | |
| Canaux ioniques mis en jeu | Canaux de fuite de Na ⁺ et K ⁺ | | CCD Na ⁺ | CCD K ⁺ CCD Cl ⁺ | CVD Na ⁺ et CVD K ⁺ |
| Sens de mouvement des ions impliqués | Entrée passive de Na ⁺ Sortie passive de K ⁺ | | Entré passive de Na ⁺ | Entrée passive de Cl ⁻ Sortie passive de K ⁺ | Entrée massive et passive de Na ⁺ Sortie massive et passive de K ⁺ |

Les potentiels

| | Potentiel local | Potentiel d'action PA | Potentiel post synaptique PPS (E ou I) |
|------------------------|--------------------------------|---|---|
| Nature électrique | Légère dépolarisation locale | Forte dépolarisation + inversion de polarité | Légère dépolarisation ou hyperpolarisation locale |
| Lieu de naissance | Fibre isolée | 1/ Site générateur du récepteur sensoriel 2/Cône axonique du neurone post synaptique | Membranes post synaptiques des synapses neuro-neuroniques |
| Condition de naissance | Stimulation de la fibre isolée | Dépolarisation qui atteint le seuil du potentiel au niveau du site générateur | Ouverture de CCD suite à la fixation du neurotransmetteur sur les récepteurs spécifiques de la membrane post synaptique |
| Codage | Amplitude | Fréquence | Amplitude |





| Types de canaux | Lieu (x) d'existence | Condition d'ouverture | Conséquence d'ouverture |
|---------------------------------|--|---|--|
| Canaux de fuite à Na^+ | Le long de la membrane de la fibre nerveuse | Toujours ouvert | Entrée passive de Na^+ |
| Canaux de fuite à K^+ | | | Sortie passive de K^+ |
| CVD Na^+ | 1/ Nœud de Ranvier pour la fibre myélinisée | Potentiel de la membrane atteint -50mv | Entrée massive et passive de Na^+ |
| CVD K^+ | 2/ Le long de la fibre amyélinisée 3/ Cône axonique | Potentiel de la membrane atteint +30mv | Sortie massive et passive de K^+ |
| CVD Ca^{2+} | Bouton terminal | Arrivé d'un PA au niveau d'un bouton terminal | Exocytose des vésicules synaptiques |
| CCD Na^+ | À la surface de la membrane postsynaptique | Fixation de neurotransmetteur excitateur sur des récepteurs | Entrée passive de Na^+ |
| CCD K^+ | | Fixation de neurotransmetteur inhibiteur sur des récepteurs | Sortie passive de K^+ |
| CCD Cl^- | | | Entrée passive de Cl^- |

