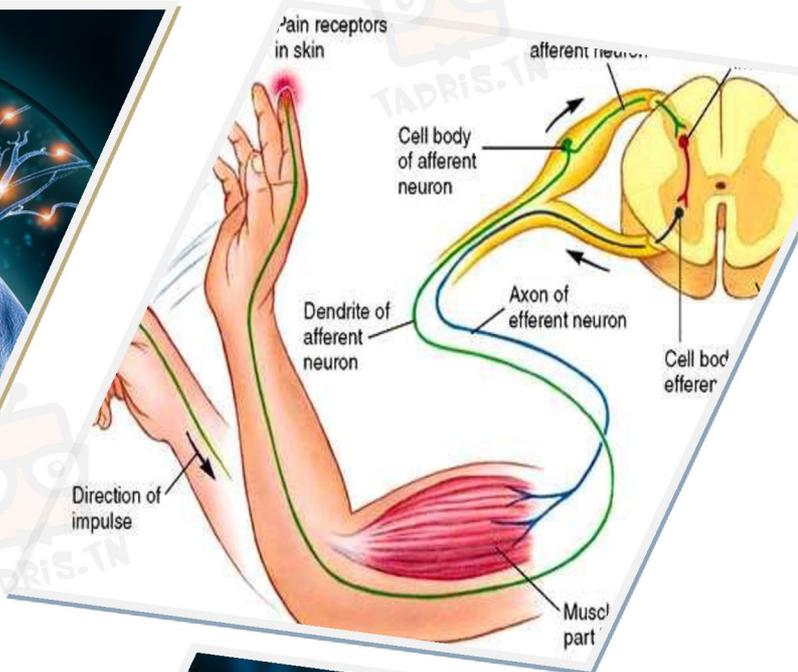
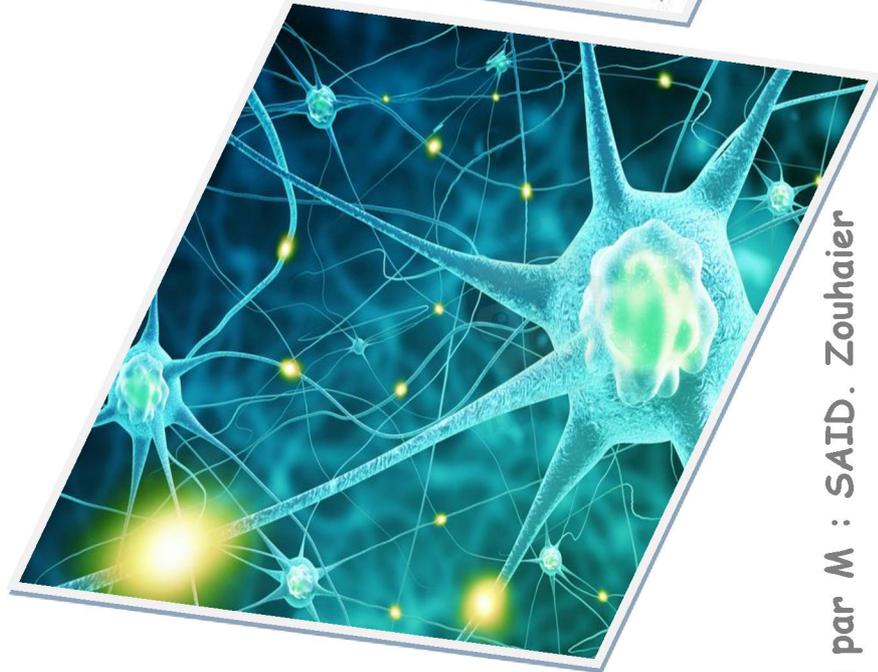




# Etude d'un réflexe à point de départ



**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

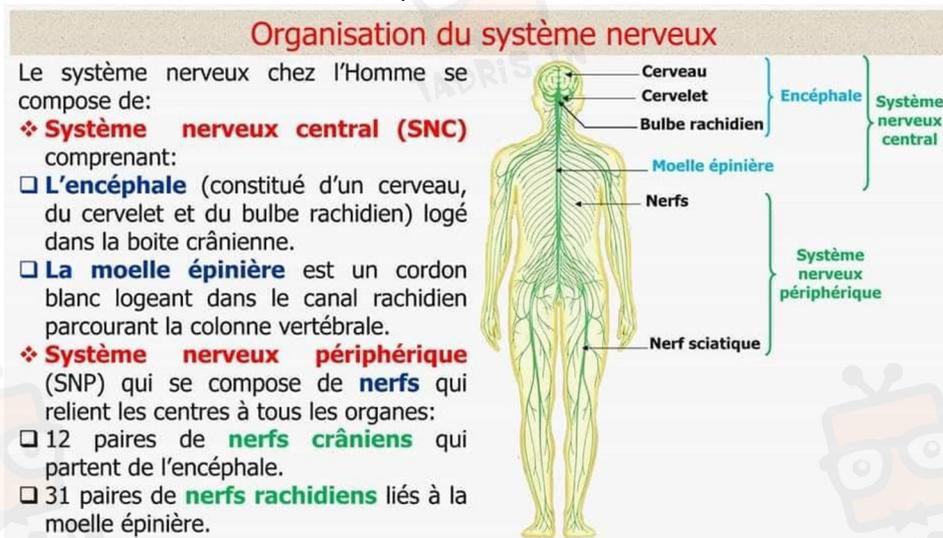
✚ Le système nerveux central est formé de l'encéphale logé dans le crâne et de la moelle épinière logée dans le canal rachidien. Il est entouré par trois enveloppes protectrices : les méninges.

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

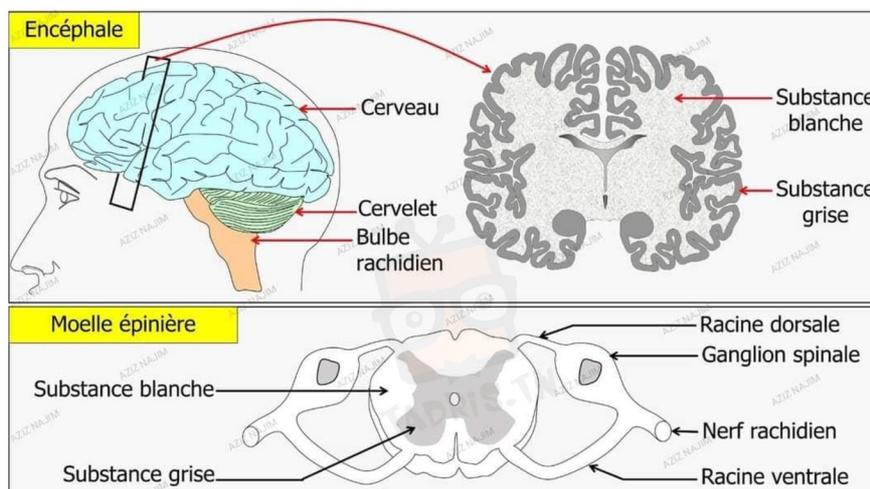
✚ Le système nerveux périphérique est constitué par les nerfs qui relient tous les organes du corps aux centres nerveux : les nerfs crâniens attachés à l'encéphale et les nerfs rachidiens attachés à la moelle épinière par deux racines : l'une dorsale ou postérieure portant un ganglion spinal, l'autre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

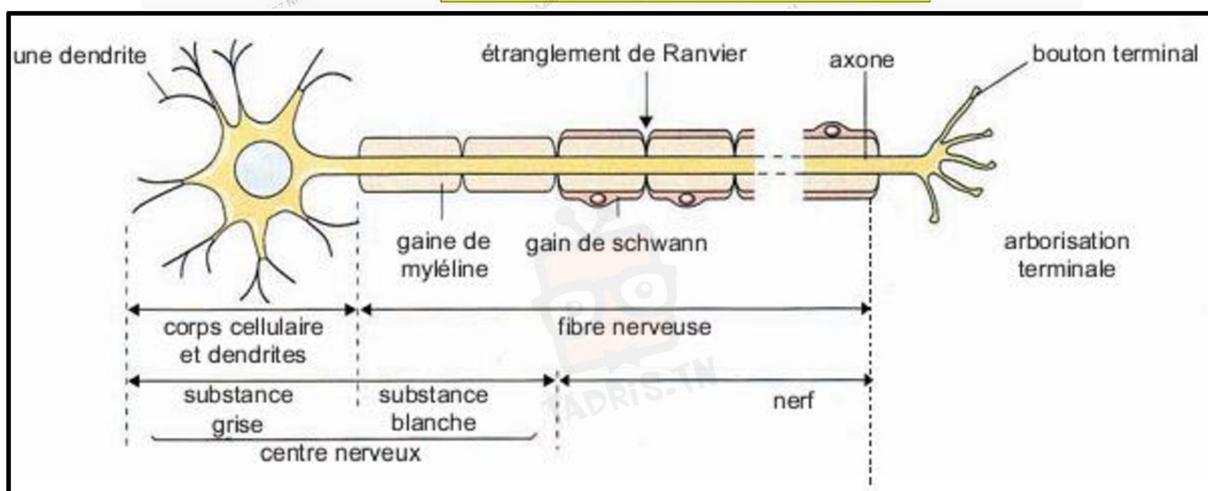
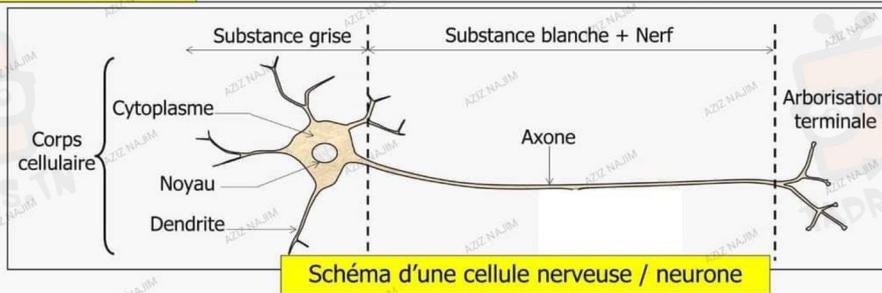
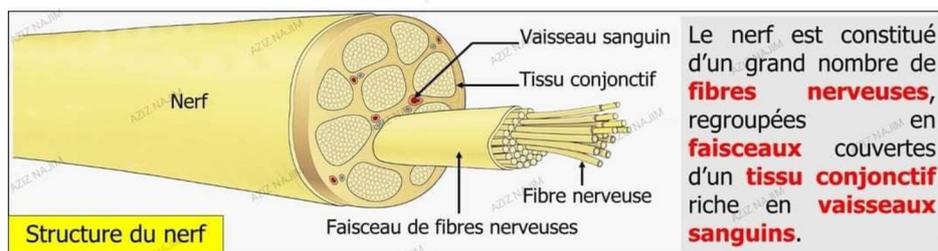
Le tissu nerveux est constitué de deux types de cellules : les **neurones spécialisés** dans la production, la propagation et la transmission du message nerveux et les **cellules gliales** (ou de la névroglie) ayant des rôles de soutien, de nutrition, de défense et d'isolant électrique.

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).

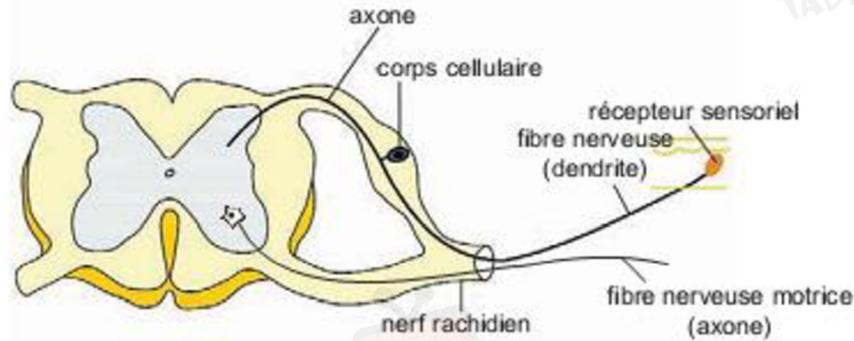
Dans la substance blanche l'axone est entouré d'une gaine de myéline et d'une gaine de Schwann constituée de plusieurs cellules nucléées



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 corne antérieure de la substance grise. Ainsi le nerf rachidien est un nerf mixte = sensitif et moteur.



## 2- Relation entre les neurones :

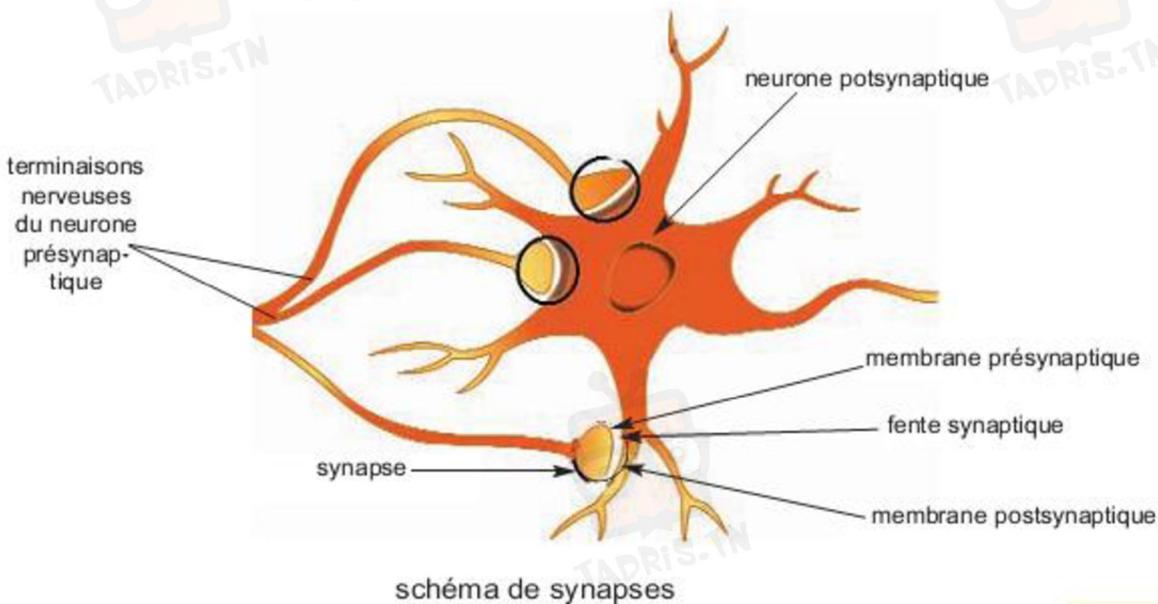
Les neurones sont reliés entre eux au niveau des synapses. La synapse est un simple contact entre une terminaison nerveuse de l'axone et le dendrite ou le corps cellulaire du neurone voisin.

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

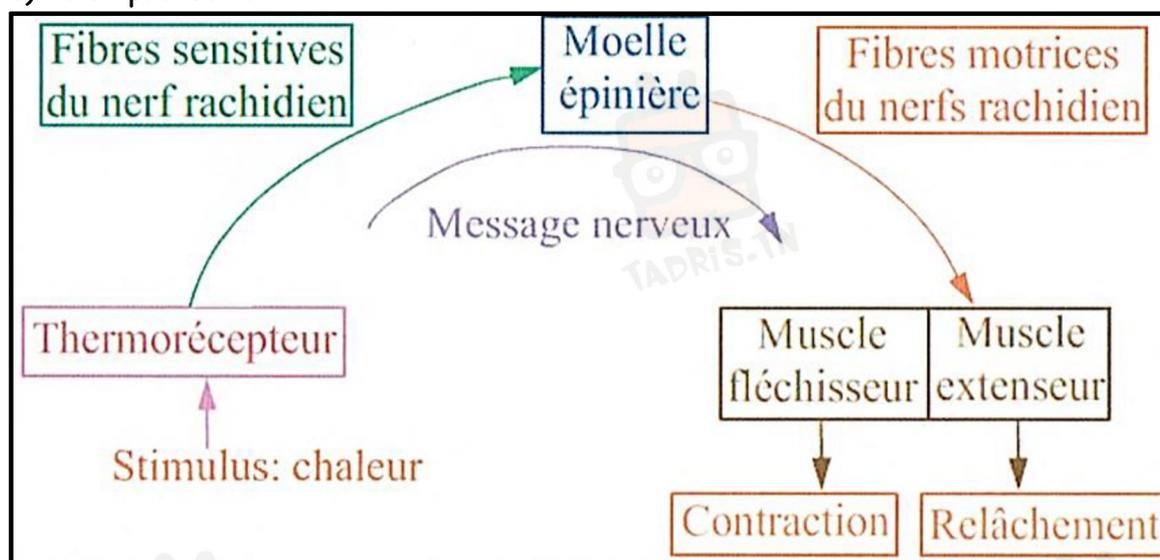
## a) Définition

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

	<p>Les électrodes réceptrices R1 et R2 sont à la surface ou à l'intérieur de la fibre, on enregistre une ddp nulle donc la surface de la fibre est <b>isopotentielle (même charge)</b></p>		<p>Si on introduit R1 dans un milieu intracellulaire et R2 reste à l'extérieur, on enregistre une ddp de l'ordre de -70mv qui est stable et permanente en dehors de toute excitation. <b>C'est un potentiel de repos</b></p>
--	--	--	--

<p><b>Expérience 1:</b></p>	<p><b>Expérience 2:</b></p>
<p><b>résultat de l'expérience 1:</b></p>	<p><b>résultat de l'expérience 2:</b></p>

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

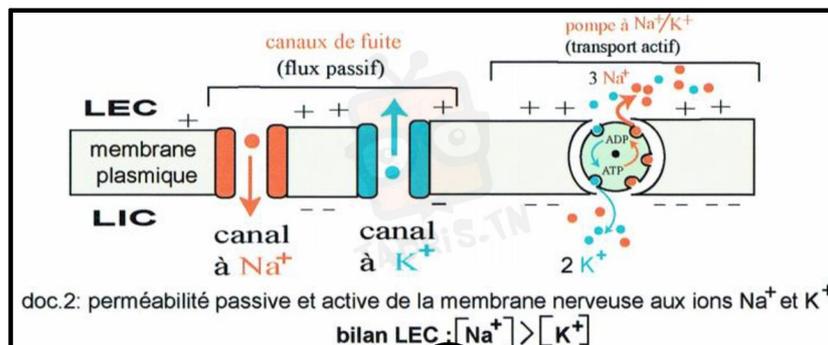
La fibre est chargée négativement à l'intérieur et positivement à la surface

#### b) Origine ionique

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

Cette répartition inégale des ions est expliquée par :

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





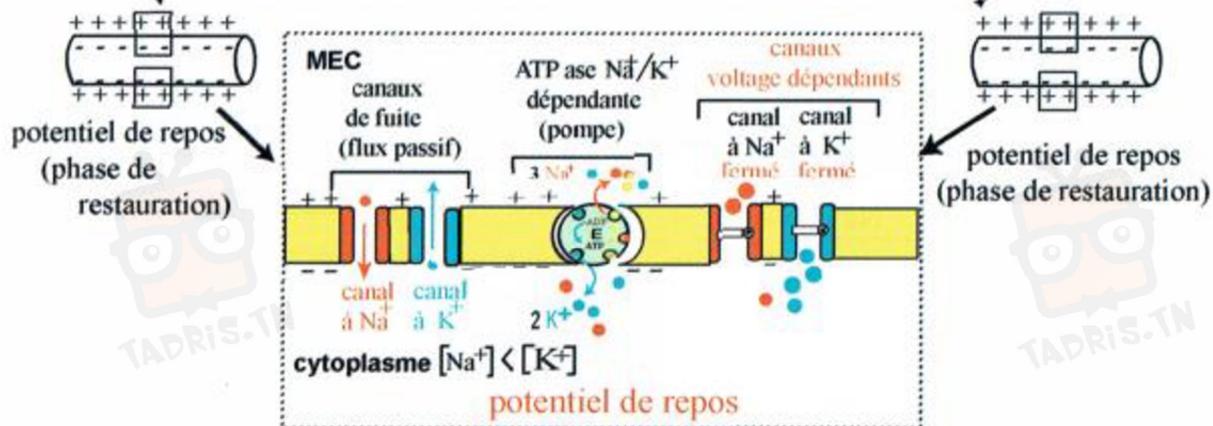
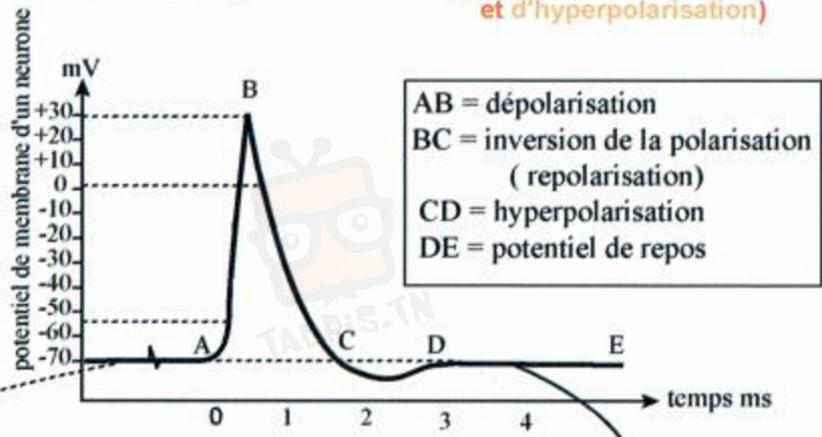
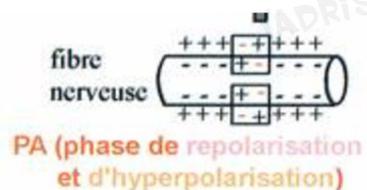
# Potentiel d'action

## 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)



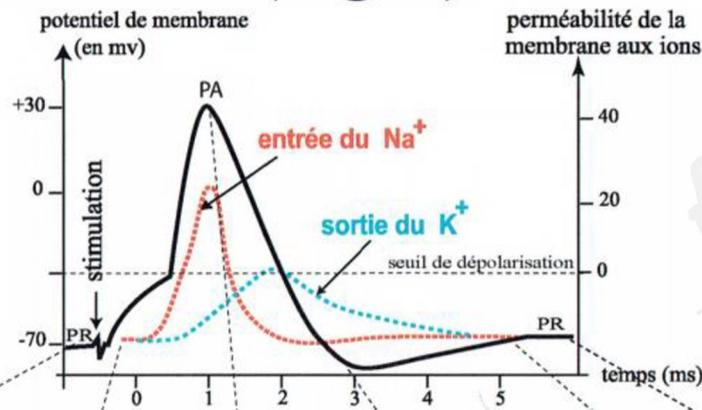
Courbe de potentiel d'action	Analyse de PA
	<p>O : artéfact de stimulation</p> <p>OA : temps de latence</p> <p>ABC : (-70mv ⇨ +30mv) : c'est la phase de dépolarisation :</p> <p>CDE : (+30mv ⇨ -70mv) : c'est la phase de repolarisation</p> <p>EF : (-70mv ⇨ -75mv ⇨ -70mv) : c'est la d'hyperpolarisation</p>
<p>Un potentiel d'action, Amplitude 100 mv (de -70mv à 30mv)</p> <p>3 Phases</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Dépolarisation</li> <li>❖ Repolarisation</li> <li>❖ Hyperpolarisation</li> </ul> <p>Durée : 1 ms</p>	

Document réalisé par M : SAID. Zouhaier



### c) Origine ionique

Le PA est expliqué par l'intervention de 2 types de CVD (CVD Na<sup>+</sup> et CVD K<sup>+</sup>) :



potentiel de repos	dépolarisation	repolarisation	hyperpolarisation	potentiel de repos
<p>les canaux voltage-dépendants à Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> sont fermés</p>	<p>ouverture des canaux voltage-dépendants à Na<sup>+</sup></p>	<p>ouverture des canaux voltage-dépendants à K<sup>+</sup></p>	<p>* sortie massive des ions K<sup>+</sup> * diminution du nombre de canaux K<sup>+</sup> voltage-dépendants ouverts jusqu'à leur fermeture totale</p>	idem colonne gauche
<p>concentrations initiales des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup></p> <p>1- flux [* entrée de Na<sup>+</sup> passif * sortie de K<sup>+</sup></p> <p>2- transport actif (pompe): [* entrée de 2K<sup>+</sup> * sortie de 3 Na<sup>+</sup></p> <p>bilan (MEC): [Na<sup>+</sup>] &gt; [K<sup>+</sup>]</p>	<p>entrée massive de Na<sup>+</sup></p>	<p>sortie progressive de K<sup>+</sup></p>	<p>diminution puis arrêt de la sortie des ions K<sup>+</sup></p> <p>la pompe Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> rétablit l'excès d'ions Na<sup>+</sup> dans le milieu extracellulaire et l'excès d'ions K<sup>+</sup> dans le milieu intracellulaire jusqu'à rétablissement du P.R.</p>	

- Les CVD Na<sup>+</sup> s'ouvrent lorsque le potentiel atteint -50mv
- Les CVD K<sup>+</sup> s'ouvrent lorsque le potentiel atteint +30mv.

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 infraliminaire donne un potentiel local de ddp < à -50 mv
- ✓ Intensité lumineuse (ou seuil) donne un potentiel local de ddp = à -50 mv naissance d'un PA
- ✓ Intensité supraliminaire donne un potentiel local de ddp = à -50 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

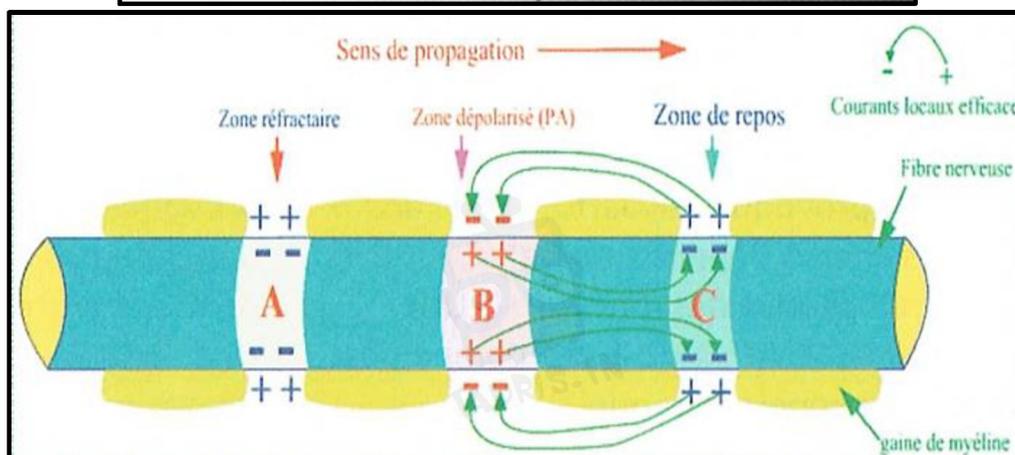
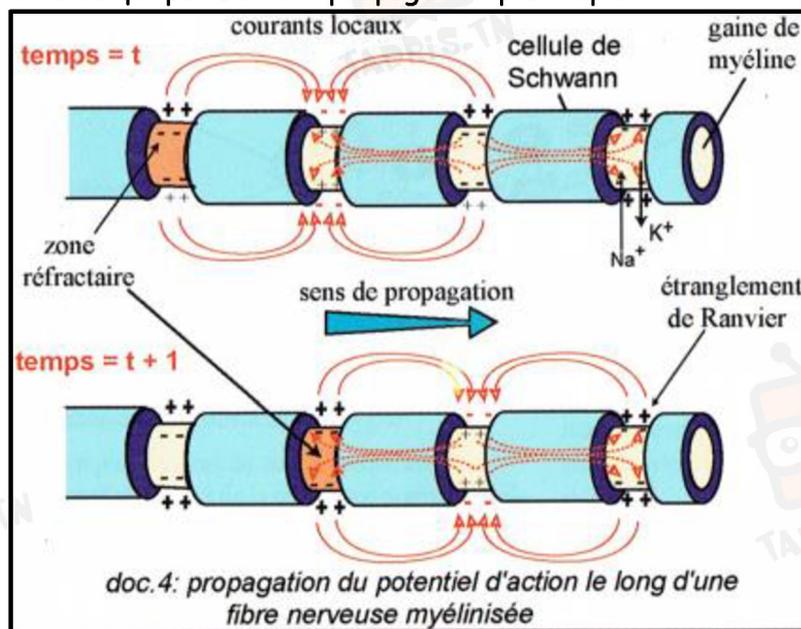
## ✚ Mécanisme de propagation

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 dépoliarisation de cette zone.

## ✚ Modes de propagation

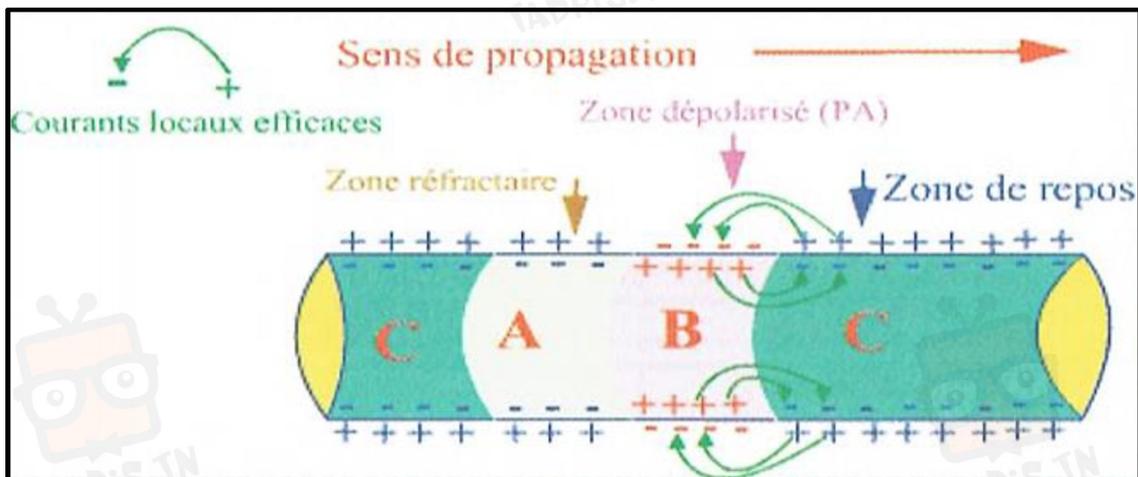
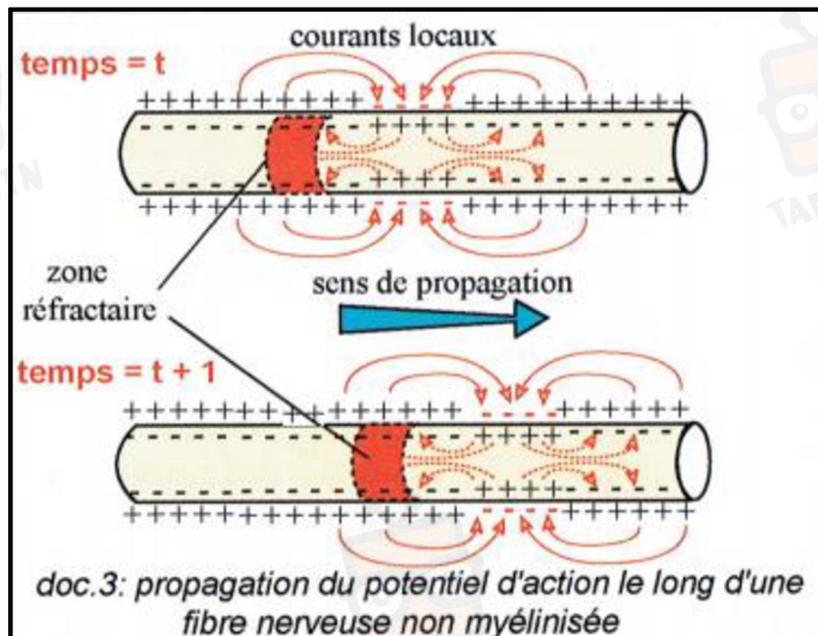
### ◆◆◆ Propagation saltatoire

Dans le cas d'une fibre myélinisée, les CVD  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  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



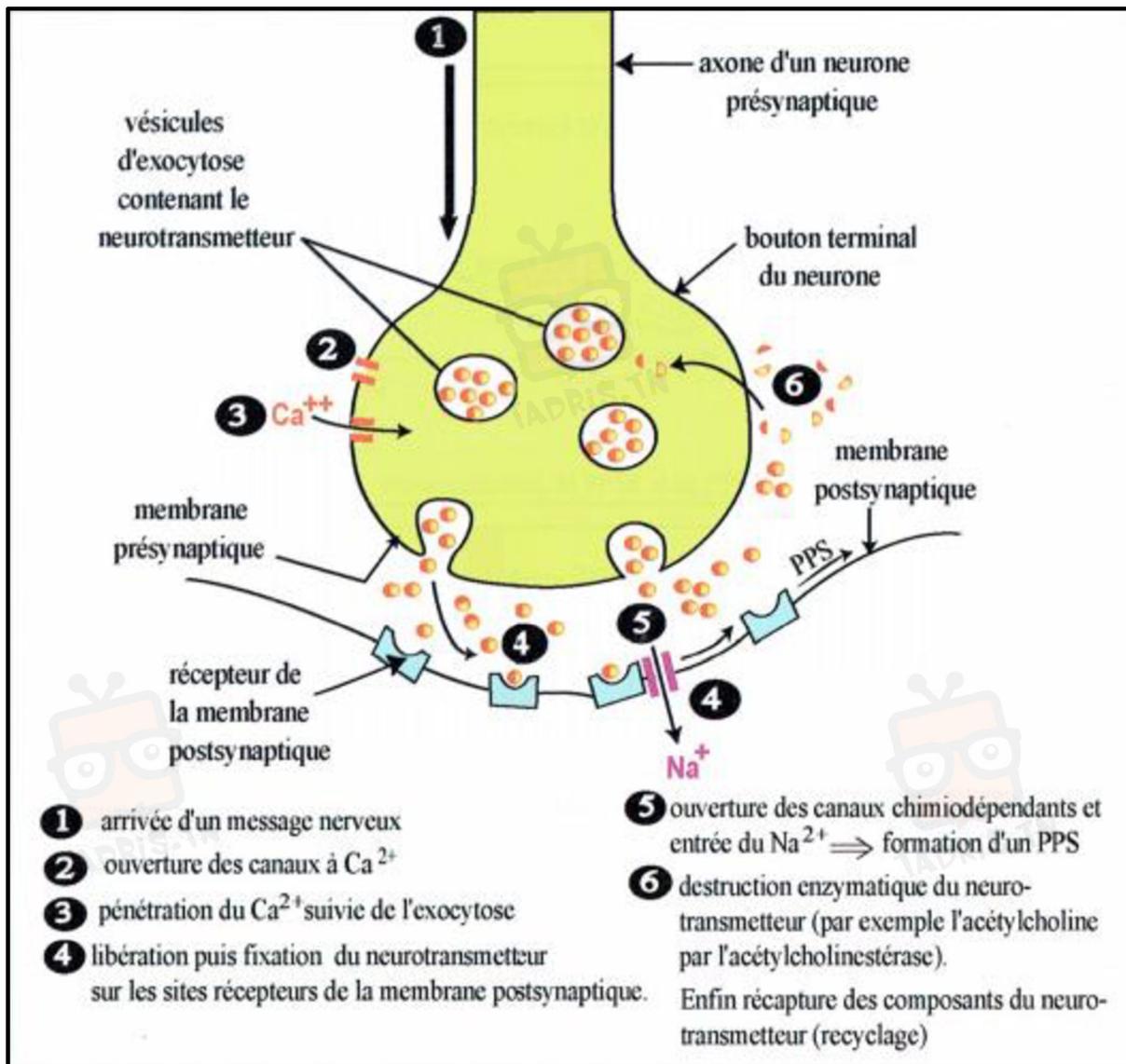
- La propagation est unidirectionnelle
- La zone réfractaire empêche PA de retourner vers l'arrière, d'où la propagation du PA est Unidirectionnelle

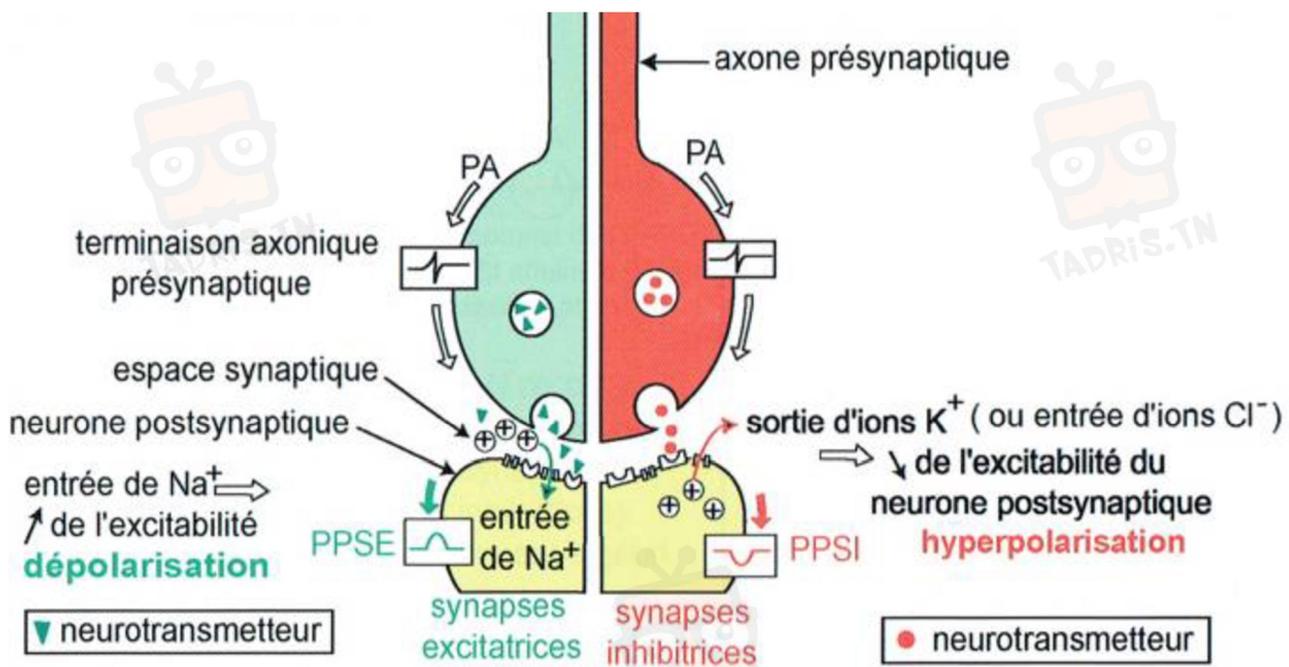
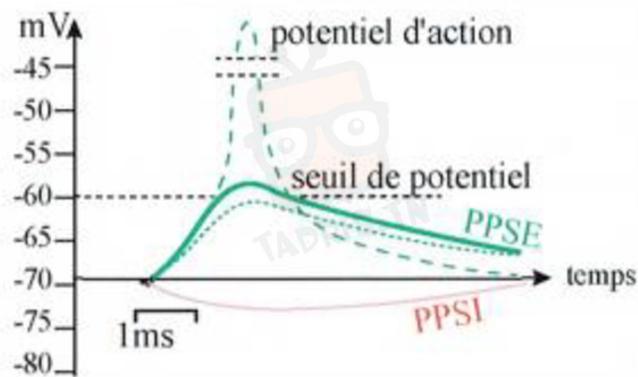
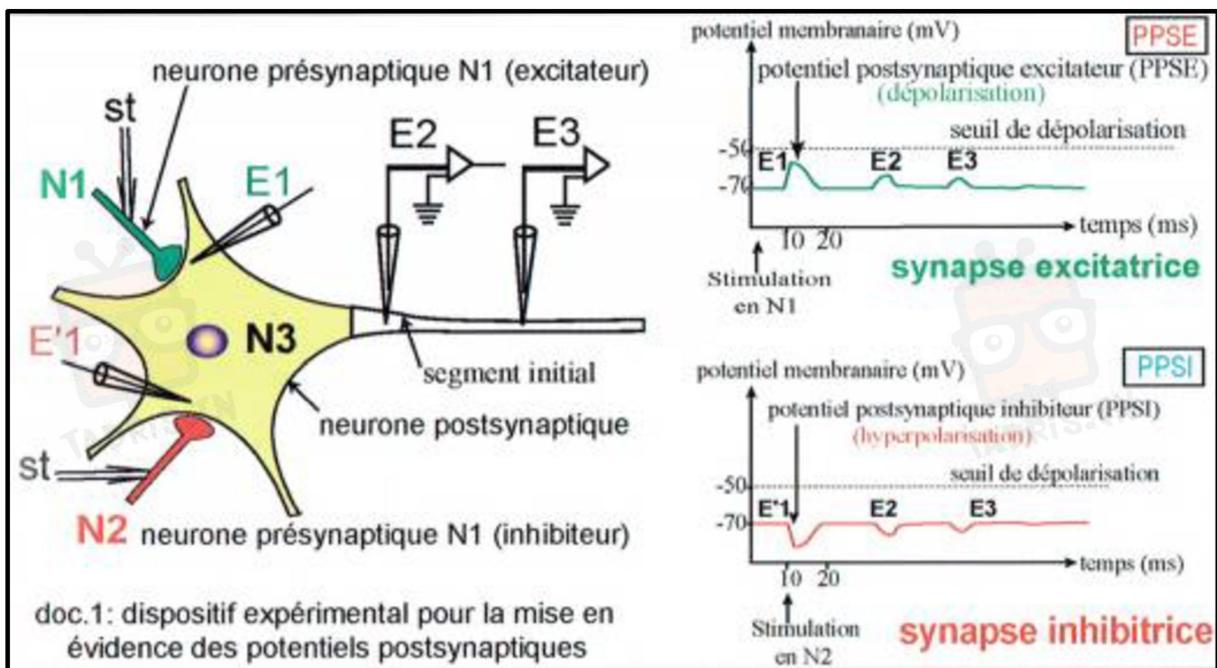


# La transmission synaptique et le circuit neuronique du réflexe myotatique

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 <math>Ca^{2+}</math>, <math>\Rightarrow</math> l'entrée de <math>Ca^{2+}</math> dans le bouton pré synaptique</p> <p>3/ Ces ions <math>Ca^{2+}</math> 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 <math>K^+</math> et <math>Cl^-</math> (CCD <math>K^+</math> et CCD <math>Cl^-</math>) <math>\Rightarrow</math> la sortie de <math>K^+</math> et l'entrée de <math>Cl^-</math></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 <math>Na^+</math> (CCD <math>Na^+</math>) <math>\Rightarrow</math> l'entrée passive des ions <math>Na^+</math> <math>\Rightarrow</math> 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"> <li><math>\triangleright</math> Recapture par neurone pré synaptique.</li> <li><math>\triangleright</math> Dégradation par une enzyme spécifique se trouvant dans l'espace synaptique.</li> </ul>

### ❖ Synapse excitatrice et synapse inhibitrice

	Synapse excitatrice	Synapse inhibitrice
<b>Neurotransmetteur</b>	Excitateur : Acétylcholine	Inhibiteur : GABA
<b>CCD</b>	CCD $Na^+$	CCD $K^+$ et CCD $Cl^-$
<b>Perméabilité</b>	Entré passive de $Na^+$	Entré passive de $Cl^-$ et sortie passive de $K^+$
<b>Signal électrique</b>	Légère dépolarisation $\Rightarrow$ PPSE	Légère hyperpolarisation $\Rightarrow$ PPSI

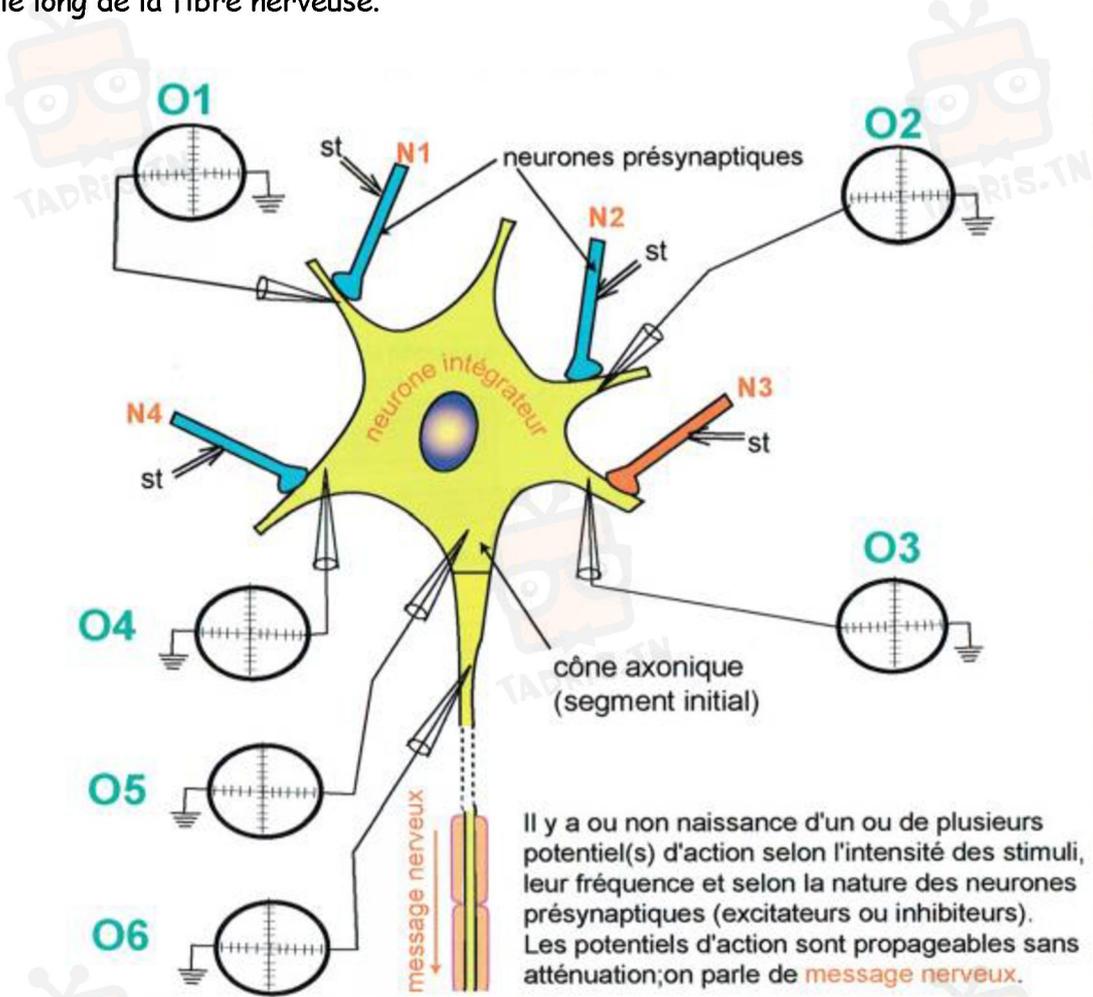
Un neurone pré synaptique ne synthétise qu'un seul type de neurotransmetteur.



# 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.



Il y a ou non naissance d'un ou de plusieurs potentiel(s) d'action selon l'intensité des stimuli, leur fréquence et selon la nature des neurones présynaptiques (excitateurs ou inhibiteurs). Les potentiels d'action sont propageables sans atténuation; on parle de message nerveux.

### SOMMATION SPATIALE

ici la somme des PPSE + PPSI atteint le seuil de dépolarisation

Un neurone postsynaptique N reçoit **simultanément plusieurs PPS** provenant de **plusieurs terminaisons présynaptiques différentes** (excitatrices et inhibitrices). Les différents PPS s'additionnent algébriquement et peuvent engendrer un ou plusieurs P.A lorsque le seuil est atteint.

### SOMMATION TEMPORELLE

ici la somme des PPS a atteint le seuil

1 même neurone présynaptique

stimulations: 1 1 2 1 2 3

4ms

↓ PPSE ↓ PPSE ↓ PA

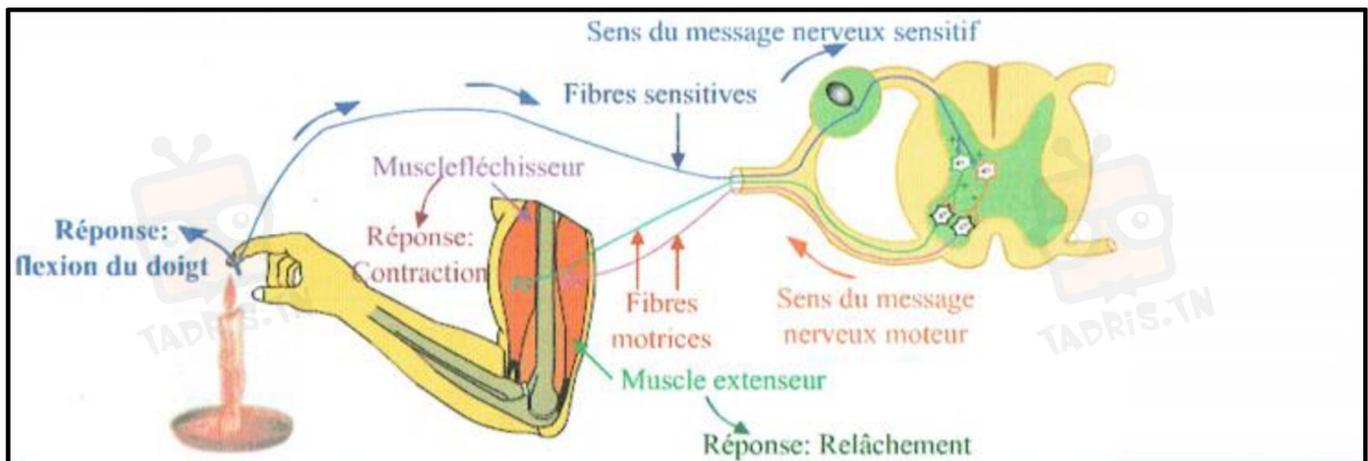
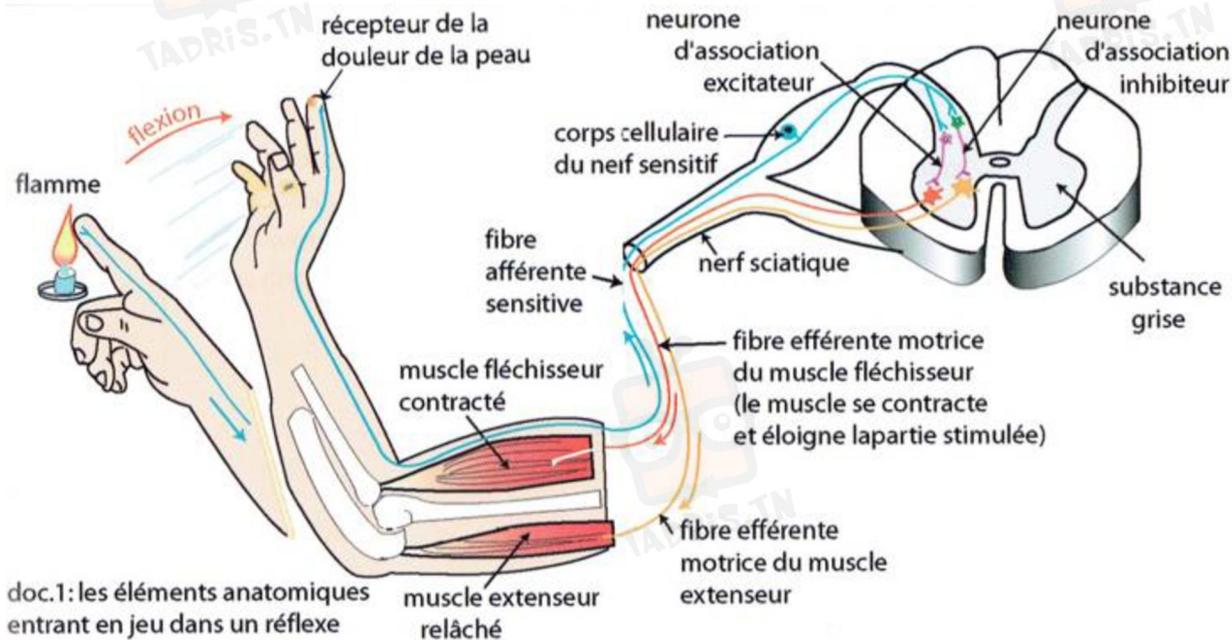
Plusieurs PPSE, véhiculés par un **même neurone** présynaptique et **rapprochés dans le temps (4ms)** s'ajoutent et peuvent atteindre le seuil de dépolarisation et engendrer un PA. au niveau de N.



## Comparaison

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

## Conclusion

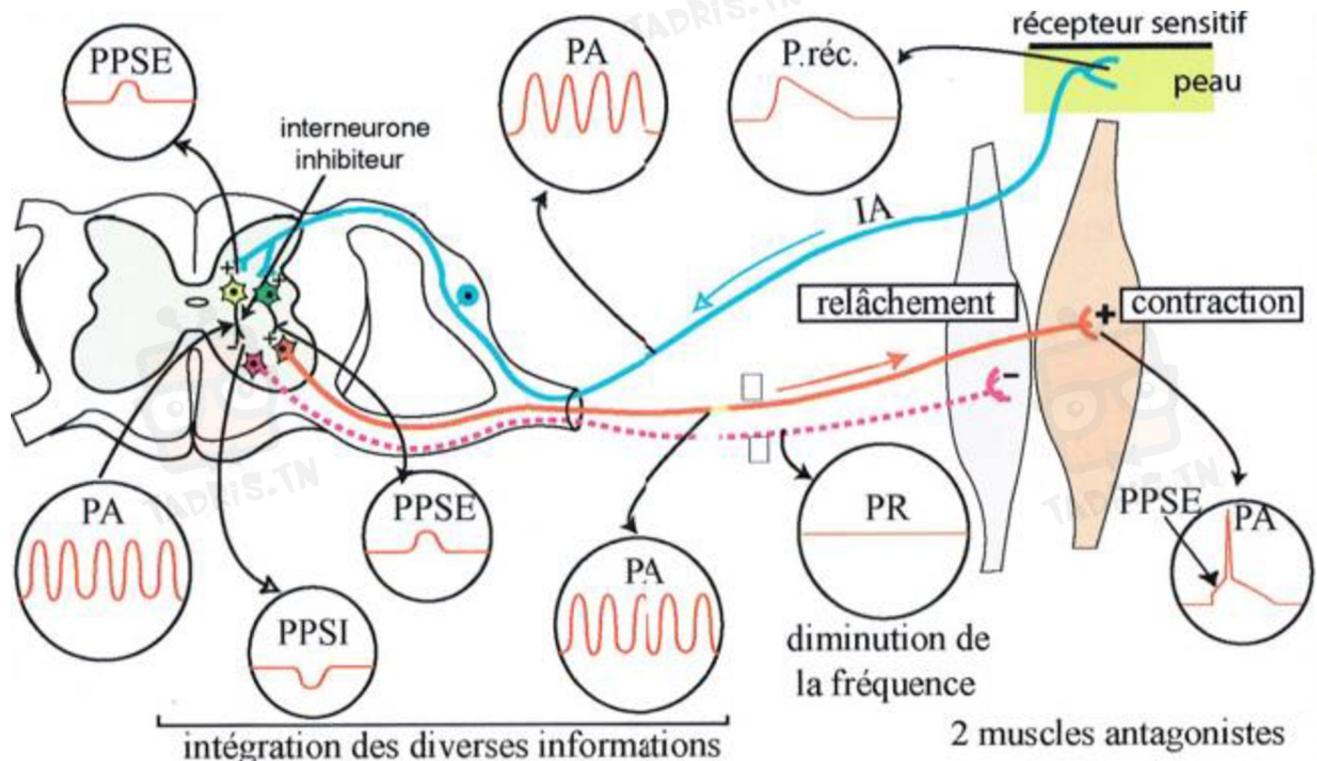
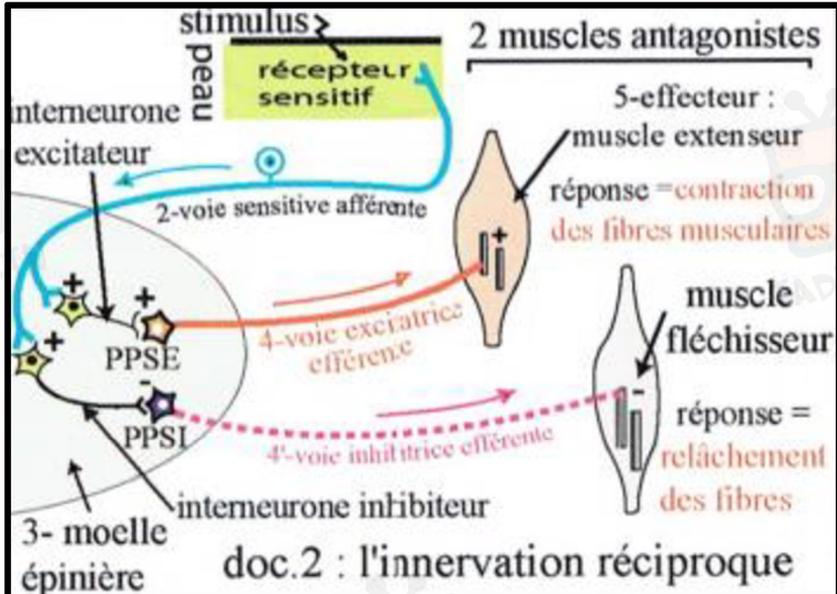


Le circuit neuronique du réflexe à point de départ cutané est polysynaptique.

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

Document réalisé par M : SAID. Zouhaier



## Les différents types de potentiels

	Potentiel de repos	Potentiel local	Potentiel post synaptique (I/E)	Potentiel d'action PA
<b>Propriétés</b>	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
<b>Niveau d'apparition</b>	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
<b>Canaux ioniques mis en jeu</b>	Canaux de fuite de Na <sup>+</sup> et K <sup>+</sup>	<del> </del>	CCD Na <sup>+</sup> CCD K <sup>+</sup> CCD Cl <sup>-</sup>	CVD Na <sup>+</sup> et CVD K <sup>+</sup>
<b>Sens de mouvement des ions impliqués</b>	Entrée passive de Na <sup>+</sup> Sortie passive de K <sup>+</sup>	<del> </del>	Entrée passive de Na <sup>+</sup> Sortie passive de K <sup>+</sup>	Entrée massive et passive de Na <sup>+</sup> Sortie massive et passive de K <sup>+</sup>

## Les potentiels

	Potentiel local	Potentiel d'action PA	Potentiel post synaptique PPS (E ou I)
<b>Nature électrique</b>	Légère dépolarisation locale	Forte dépolarisation + inversion de polarité	Légère dépolarisation ou hyperpolarisation locale
<b>Lieu de naissance</b>	Fibre isolée	1/ Site générateur du récepteur sensoriel 2/Cône axonique du neurone post synaptique	Membranes post synaptiques des synapses neuro-neuroniques
<b>Condition de naissance</b>	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
<b>Codage</b>	Amplitude	Fréquence	Amplitude





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

