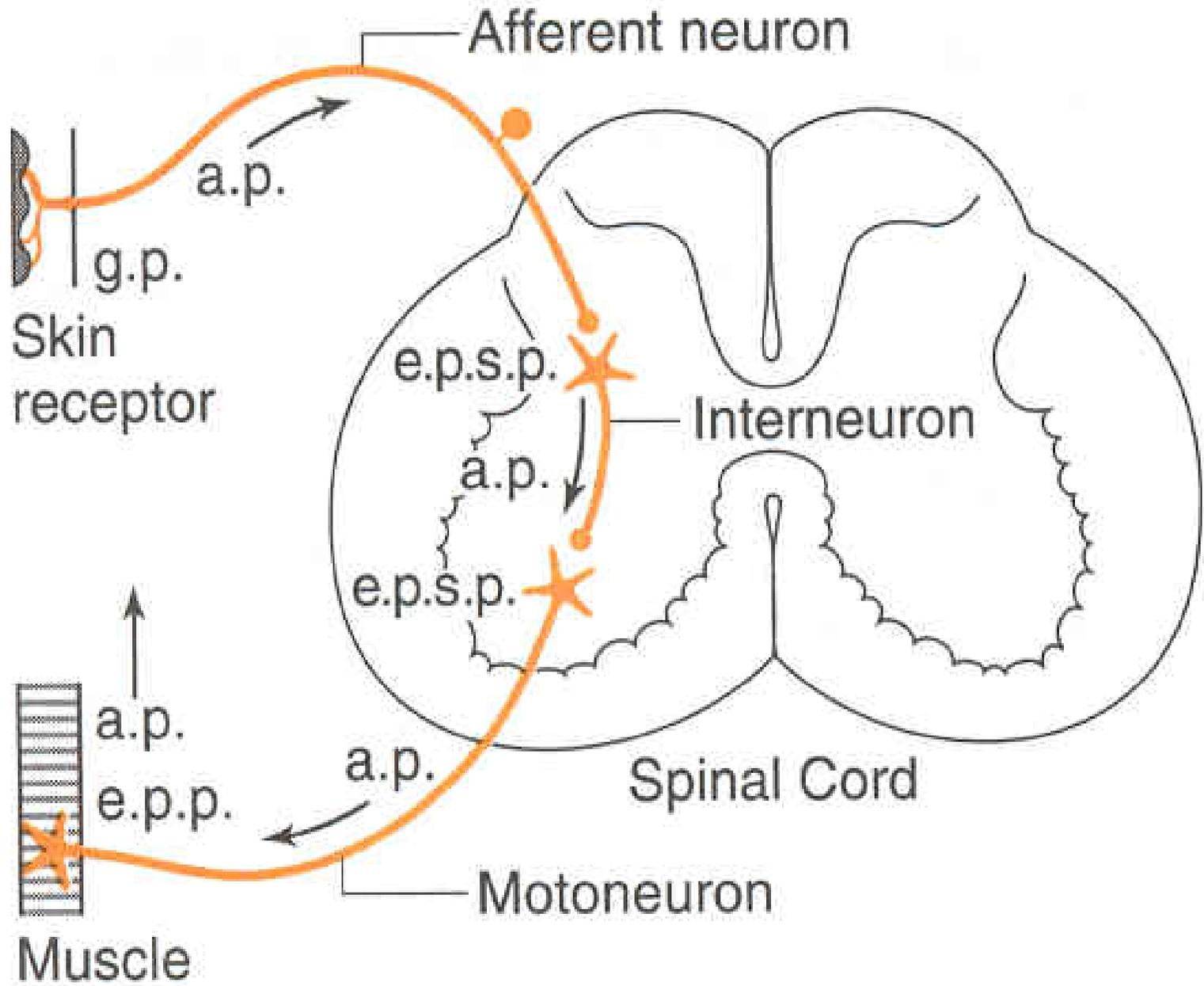
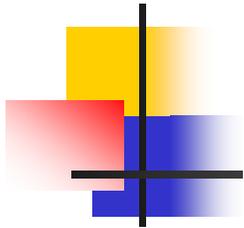
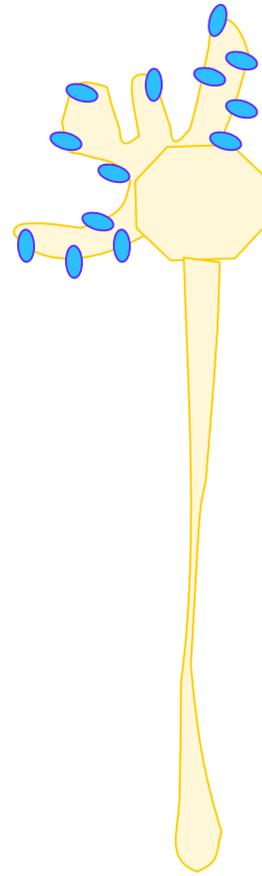
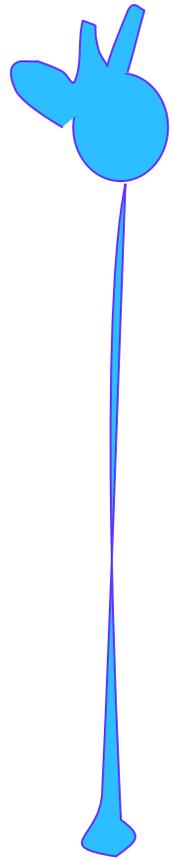


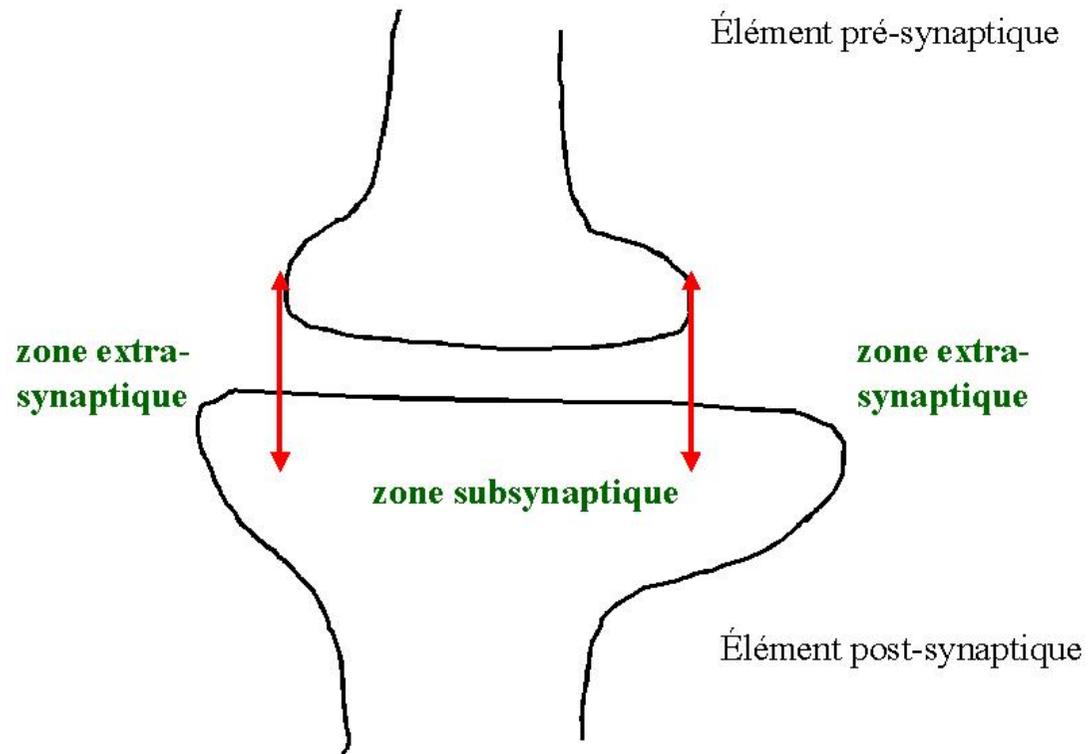
# Les potentiels membranaires



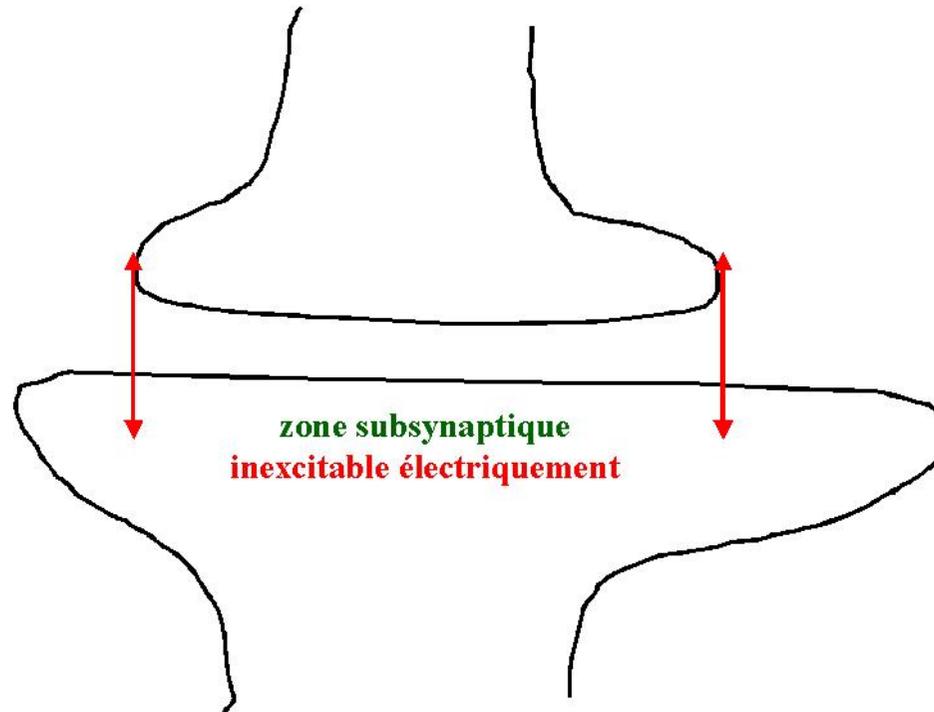
# "Recepteur"

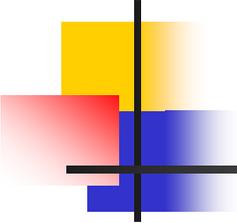


# synapses chimiques



La région subsynaptique est inexcitable électriquement, elle n'est excitable que chimiquement.

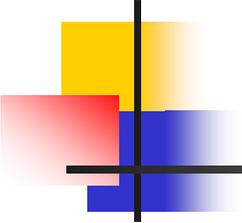




## POTENTIEL POST-SYNAPTIQUE EXCITATEUR P.P.S.E

---

- apparaît après un temps de latence
- dépolarisation de membrane
- phénomène
  - local
  - progressif
  - non propagé
  - sans période réfractaire donc sommable



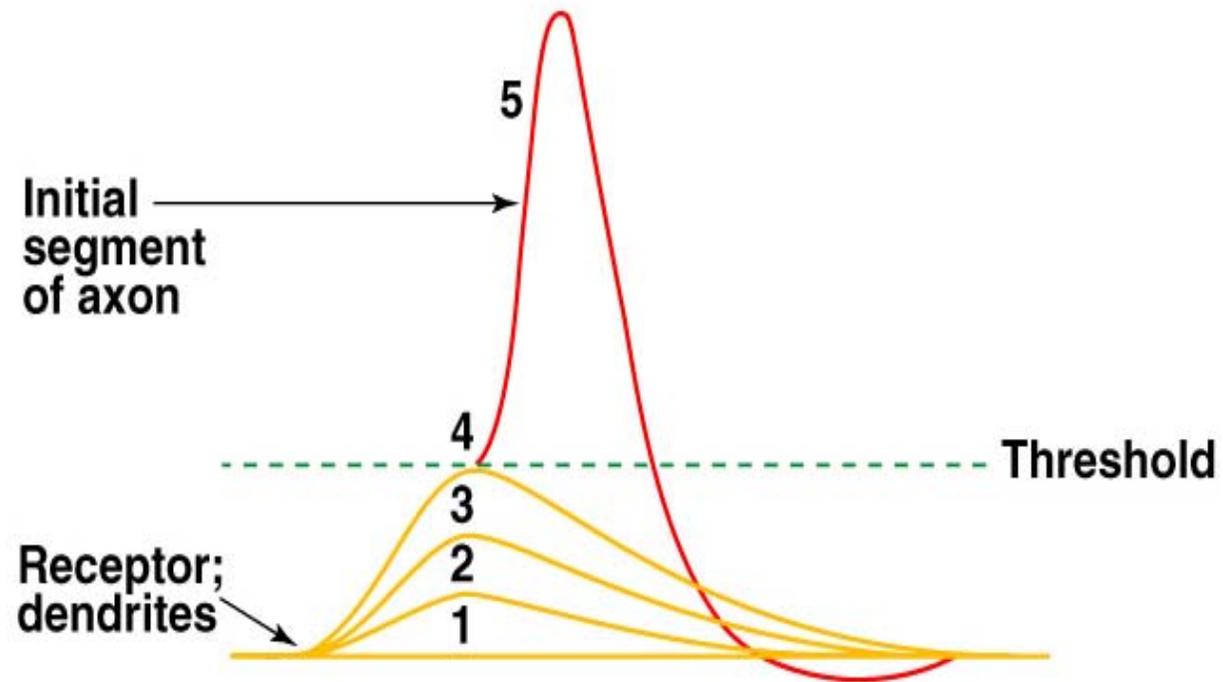
# Potentiel post-synaptique inhibiteur

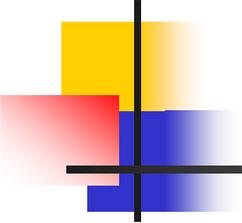
## P.P.S.I.

---

- apparaît après un temps de latence,
- hyperpolarisation de membrane,
- phénomène
  - local,
  - progressif,
  - non propagé,
  - sans période réfractaire donc sommable.

# Potentiels membranaires

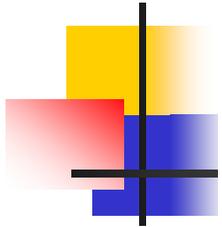




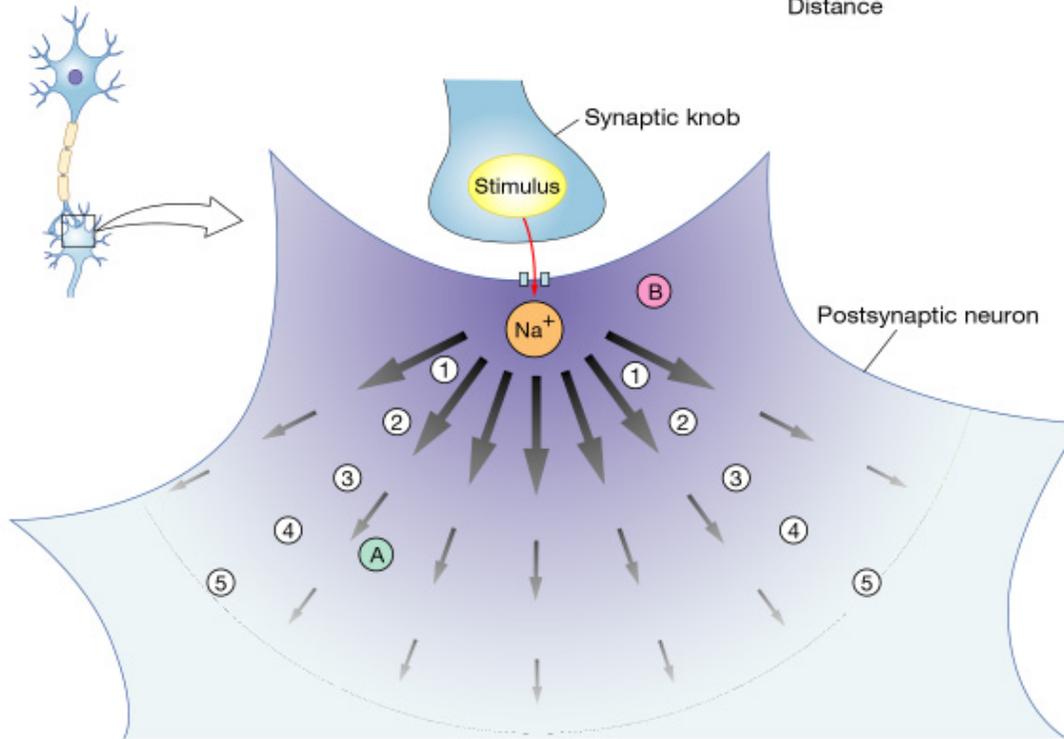
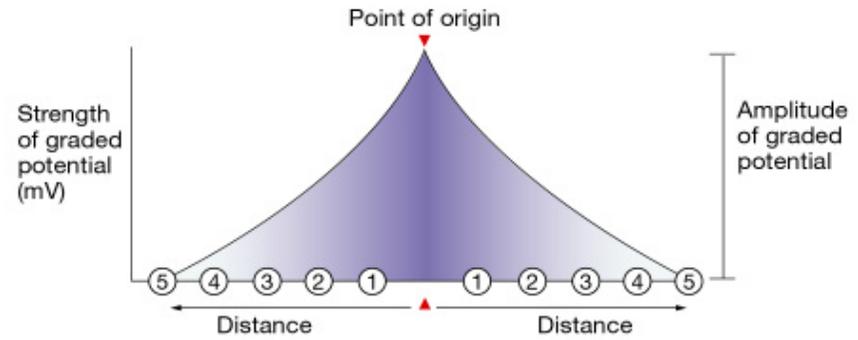
## Potentiels de récepteurs (potentiels gradués)

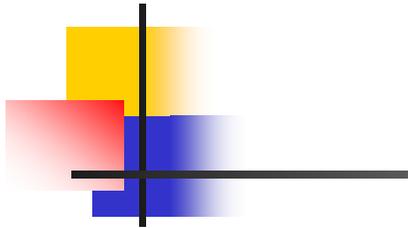
---

- Si le récepteur est un neurone:  
potential récepteur = potential generateur
- Si le récepteur est une cellule épithéliale:  
potential récepteur --> potential générateur dans le neurone sensoriel
- Potential générateur --> potential d'action dans l'axone (du neurone récepteur, ou neurone sensoriel)

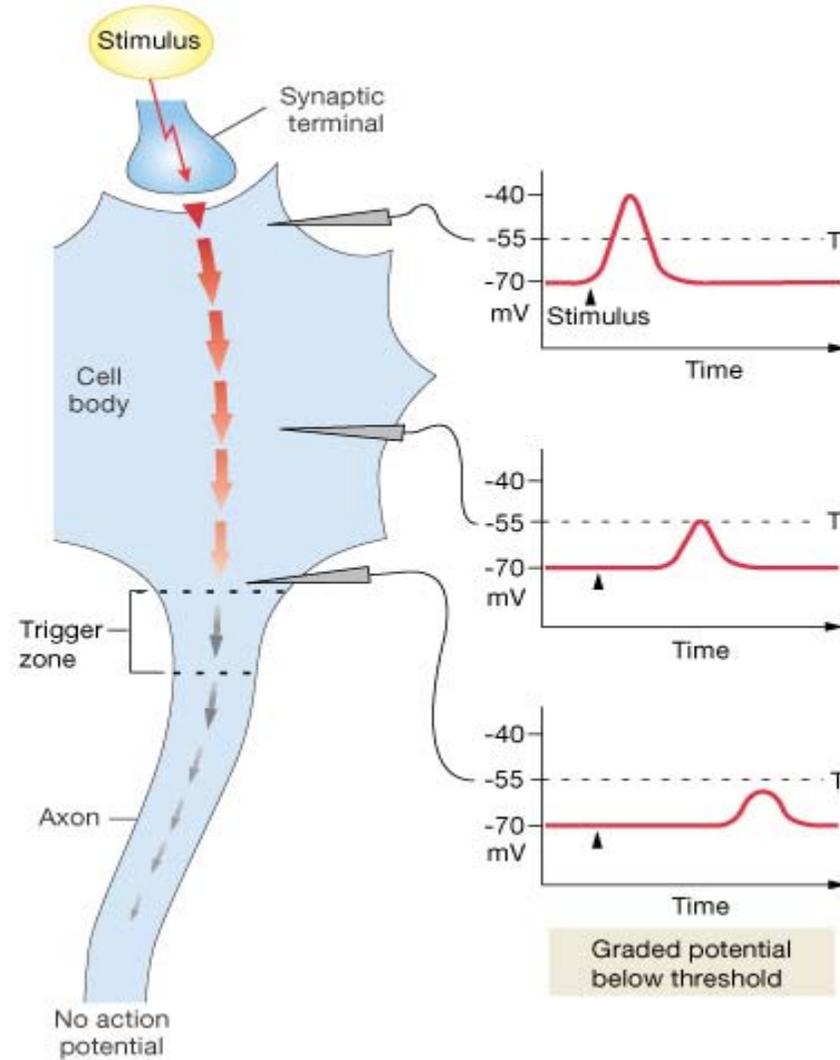


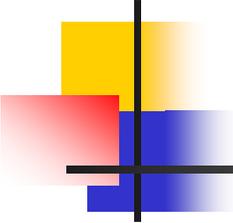
# Potentiels gradués





**(a)** A graded potential starts above threshold (T) at its initiation point, but decreases in strength as it travels through the cell body. At the trigger zone it is below threshold and therefore does not initiate an action potential.

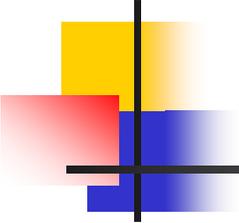




# Communication neuronale

---

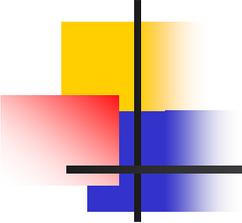
- Démarre avec la stimulation d'un neurone.
  - Un neurone peut être stimulé par un/des autre(s) neurone(s), par une cellule réceptrice, ou même par un évènement physique (eg, la pression).
  - Une fois stimulé, le neurone communiquera de l'information sur l'évènement déclencheur de son activité.
  - Si le neurone est un neurone sensoriel, il fournit de l'information sur l'environnement interne et/ou externe.
  - Les **neurones sensoriels** (**neurones afférents**) transmettent l'information à des neurones dans la moelle épinière ou le cerveau.
  - Dans la moelle et le cerveau, de **neurones d'association** (**interneurones**) intègrent l'information avant de relayer une commande vers les motoneurones (neurones efférents) ayant des synapses avec des muscles ou des glandes.



# Communication neuronale

---

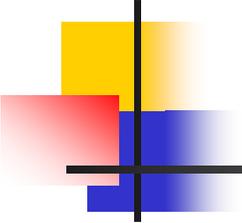
- Ainsi les neurones doivent être en mesure de transmettre l'information à deux niveaux:
  1. D'un bout du neurone à l'autre (**via les potentiels d'action**).
  2. A travers la fente synaptique séparant deux neurones (**via les neurotransmetteurs**)



# Communication neuronale

---

- Théoriquement, un stimulus pourrait provoquer l'ouverture des canaux au niveau du dendrite, entraînant une dépolarization.
- MAIS, les dendrites et corps cellulaires sont généralement dépourvus de canaux voltage-dépendants, qui sont abondamment présents à la base de l'axone et sur tout son étendu.

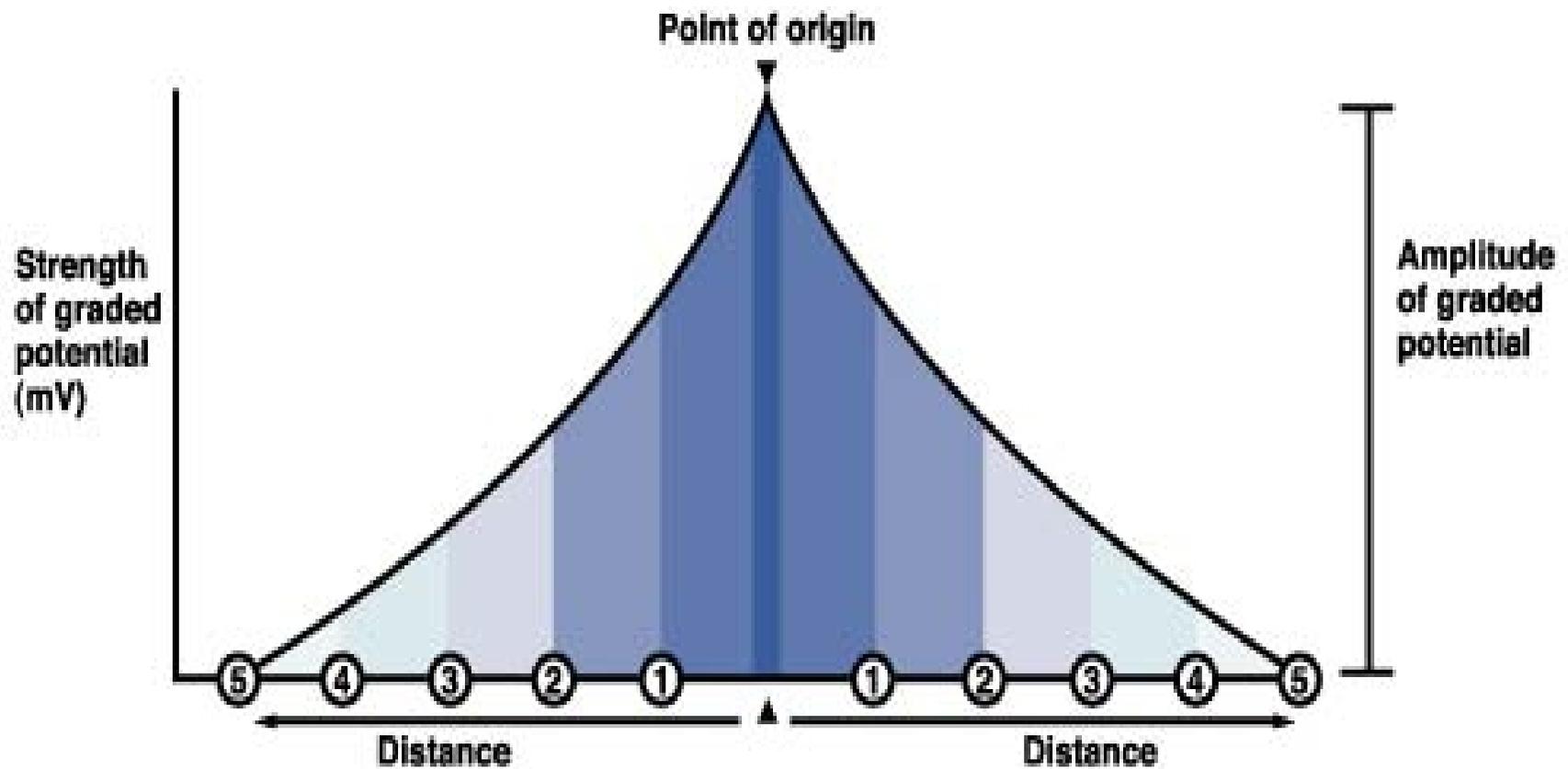


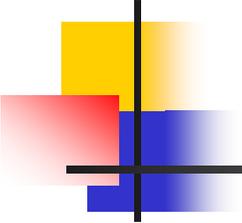
## Communication neuronale

---

- La charge positive des ions  $\text{Na}^+$  se propage à travers le cytoplasme sous forme d'onde de dépolarisation.
- Puisque la quantité de  $\text{Na}^+$  est généralement faible et se diffuse à l'intérieur de la cellule, la dépolarisation qu'elle génère diminuera progressivement en s'éloignant de la source.

# Communication neuronale



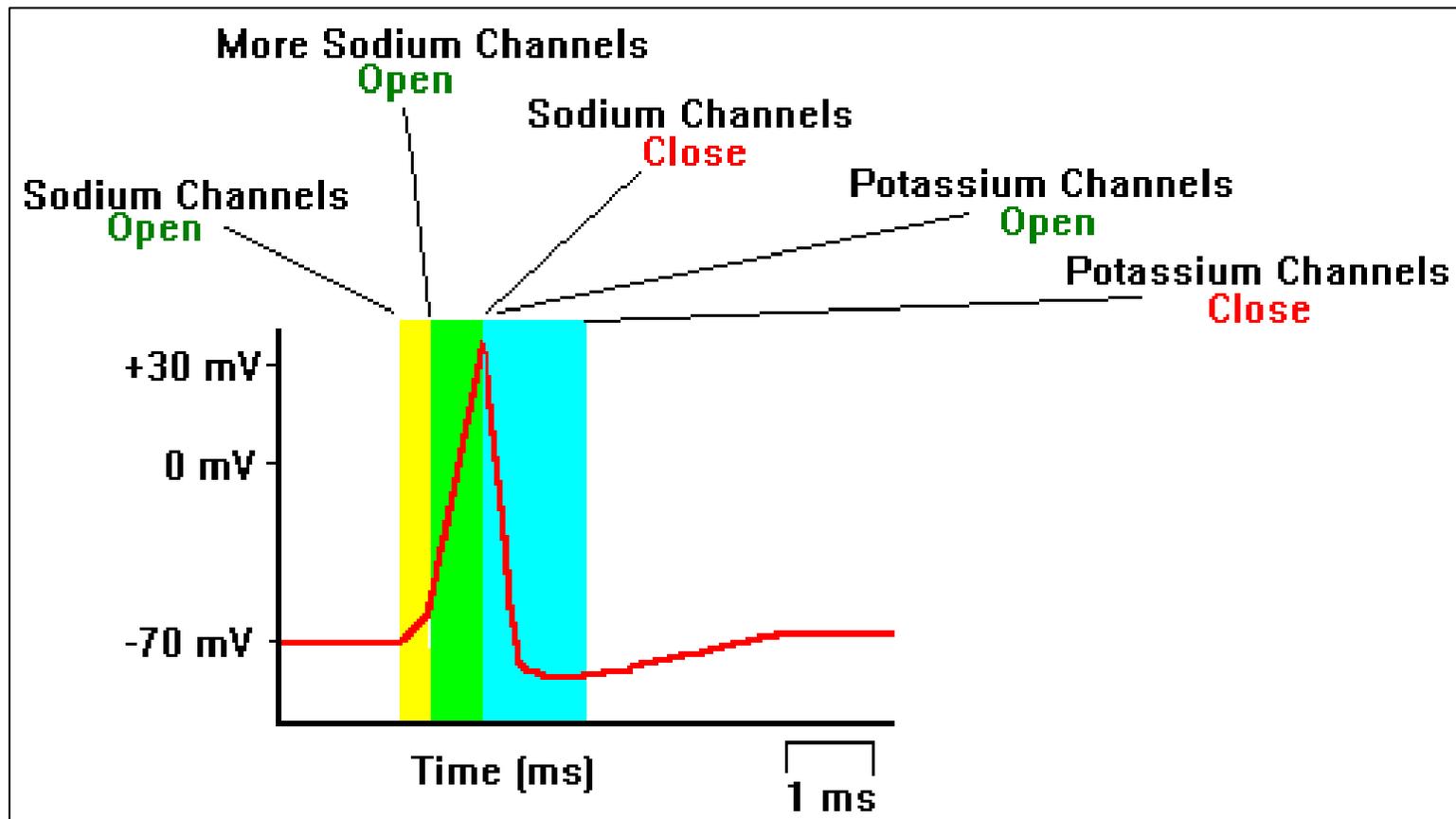


# Communication neuronale

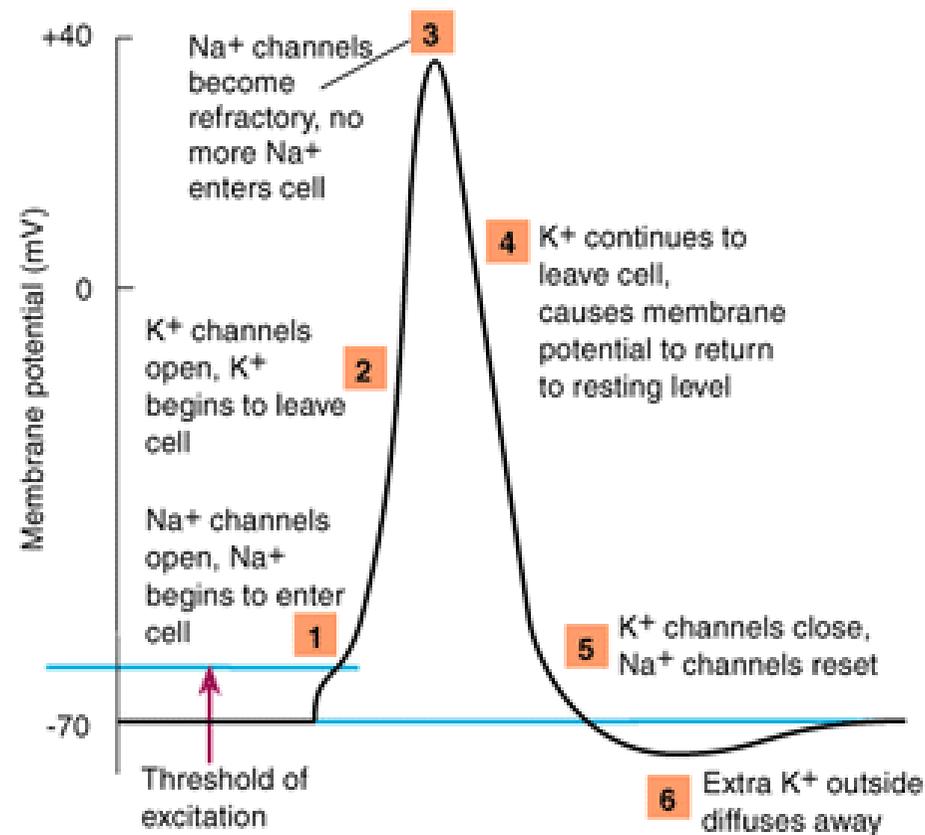
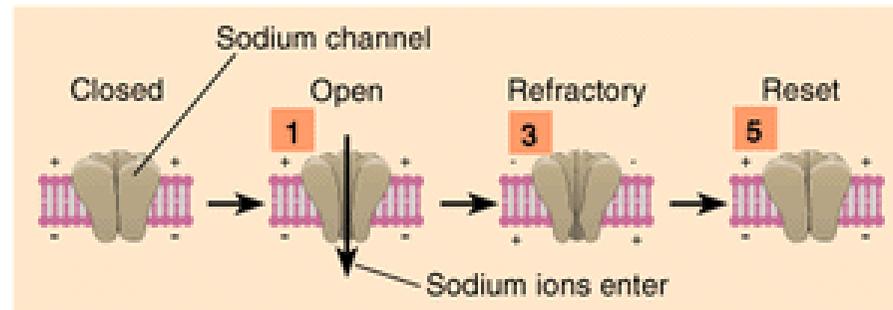
---

- L'amplitude initiale dépend de la quantité de  $\text{Na}^+$  qui entre dans la cellule.
- Si l'amplitude initiale du potentiel générateur est suffisante, la dépolarisation atteindra **la base de l'axone** où se trouvent les canaux voltage-dépendants.
- Si la dépolarisation qui arrive atteint le seuil, un potentiel d'action naîtra à la base de l'axone et se propagera vers la terminaison synaptique pour entraîner l'exocytose de neurotransmetteur. Si la dépolarisation est inférieure au seuil, le potentiel d'action et donc l'exocytose, n'auront pas lieu.

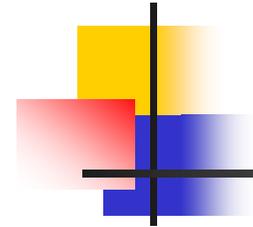
# Le potentiel d'action



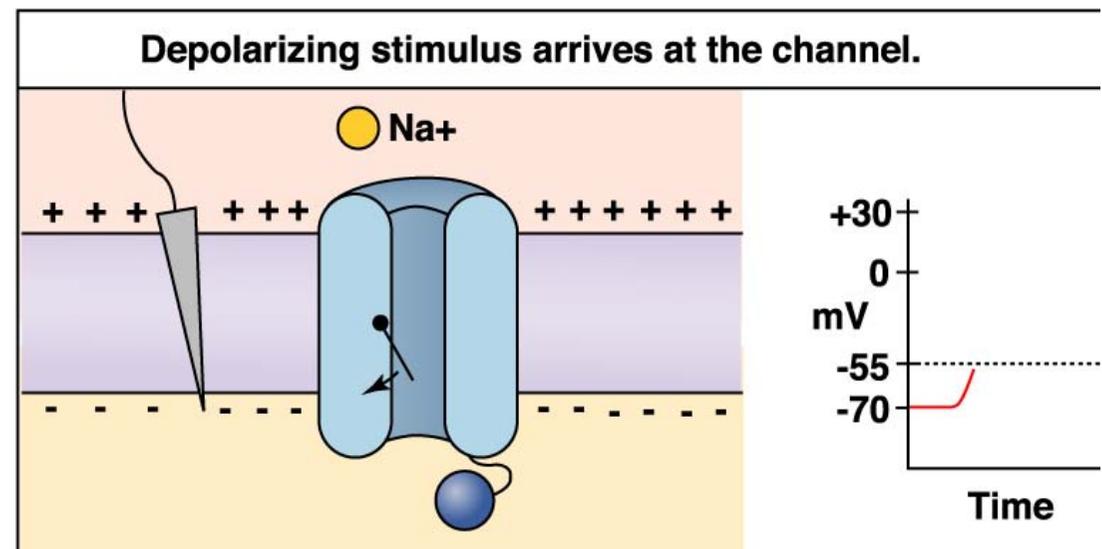
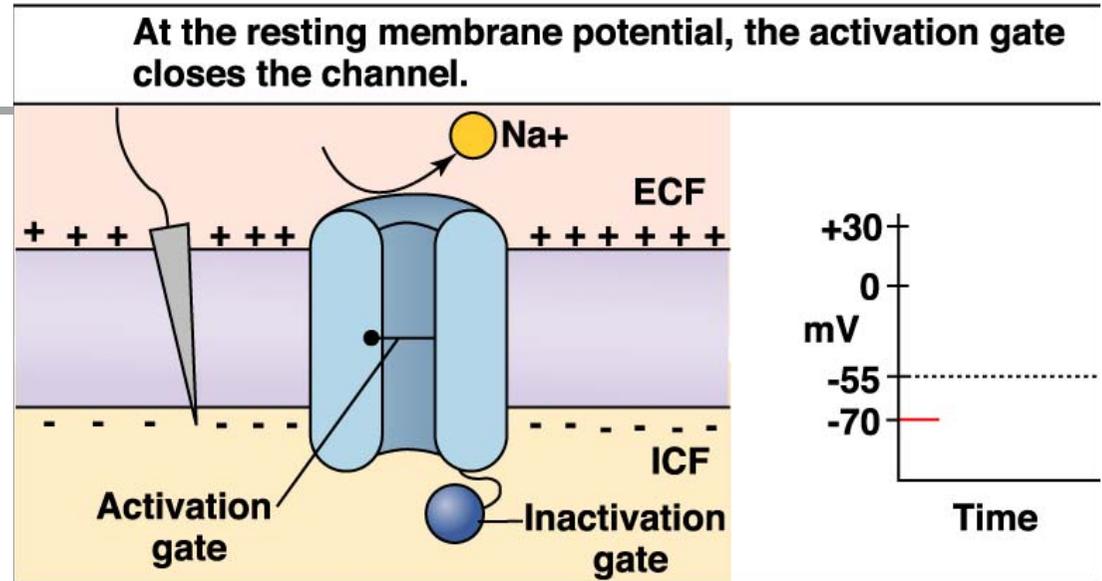
## ► The Movements of Ions During the Action Potential

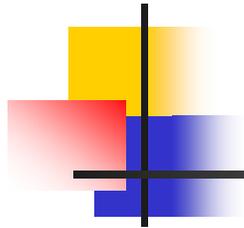


# Canaux Na<sup>+</sup>

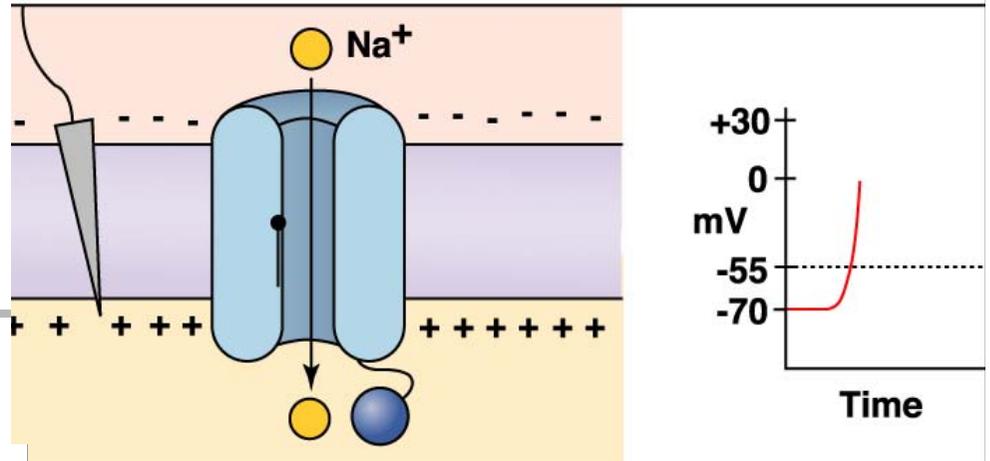


Canaux à deux portes.  
Au repos, une est fermée (la porte d'activation) et l'autre est ouverte (la porte d'inactivation).  
La dépolarisation qui dépasse le seuil affectera les deux.

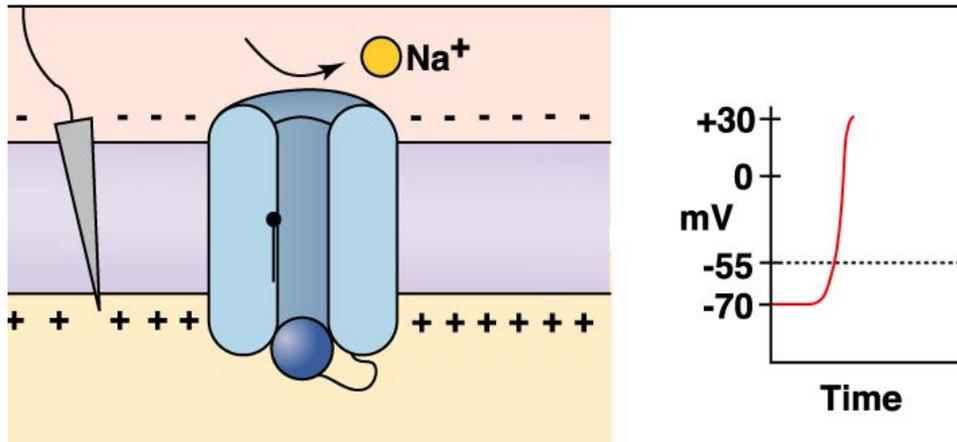




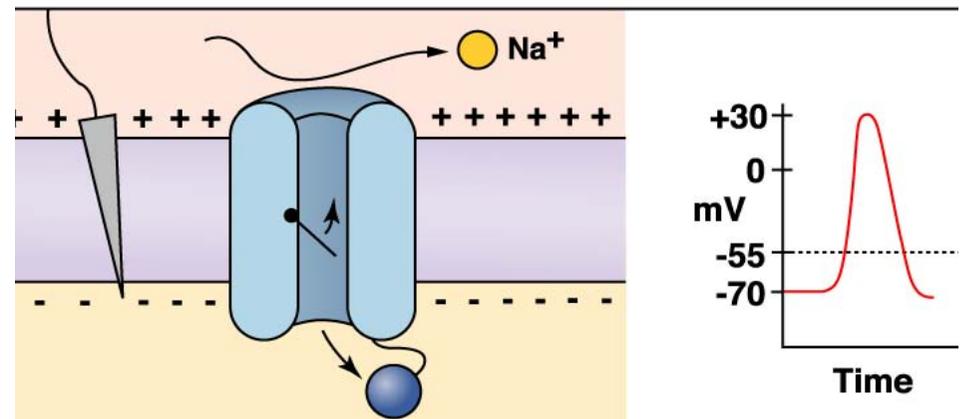
With activation gate open,  $\text{Na}^+$  enters the cell.

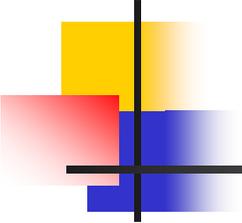


Inactivation gate closes and  $\text{Na}^+$  entry stops.



During repolarization caused by  $\text{K}^+$  leaving the cell, the two gates reset to their original positions.

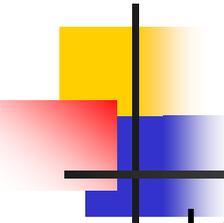




## Canaux Na<sup>+</sup>

---

- Durant l'intervalle de temps entre l'ouverture de la porte d'activation du canal Na<sup>+</sup> et l'ouverture de la porte d'inactivation, le canal NE PEUT PAS être stimulé.
  - Ceci est la **PERIODE REFRACTAIRE ABSOLUE**.
  - Un canal Na<sup>+</sup> ne peut pas participer à un nouveau potentiel d'action avant que la porte d'inactivation n'ait retrouvé sa position initiale (ouverte).
  - Ainsi le potentiel d'action est en faite **UNIDIRECTIONNEL**.



---

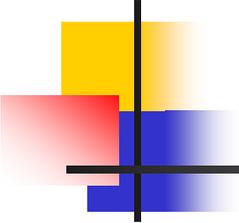
Les canaux  $K^+$  s'ouvrent et se ferment lentement, avec l'activité de la pompe  $Na^+/K^+$  c'est la cause principale du dépassement (hyperpolarisation) à la fin du PA.

Un potentiel d'action peut-il être généré pendant la période de dépassement ?

Oui, mais l'amplitude du stimulus initial doit être plus importante que dans le cas normal.

*POURQUOI?*

Cette période est connue comme **PERIODE REFRACTAIRE RELATIVE.**



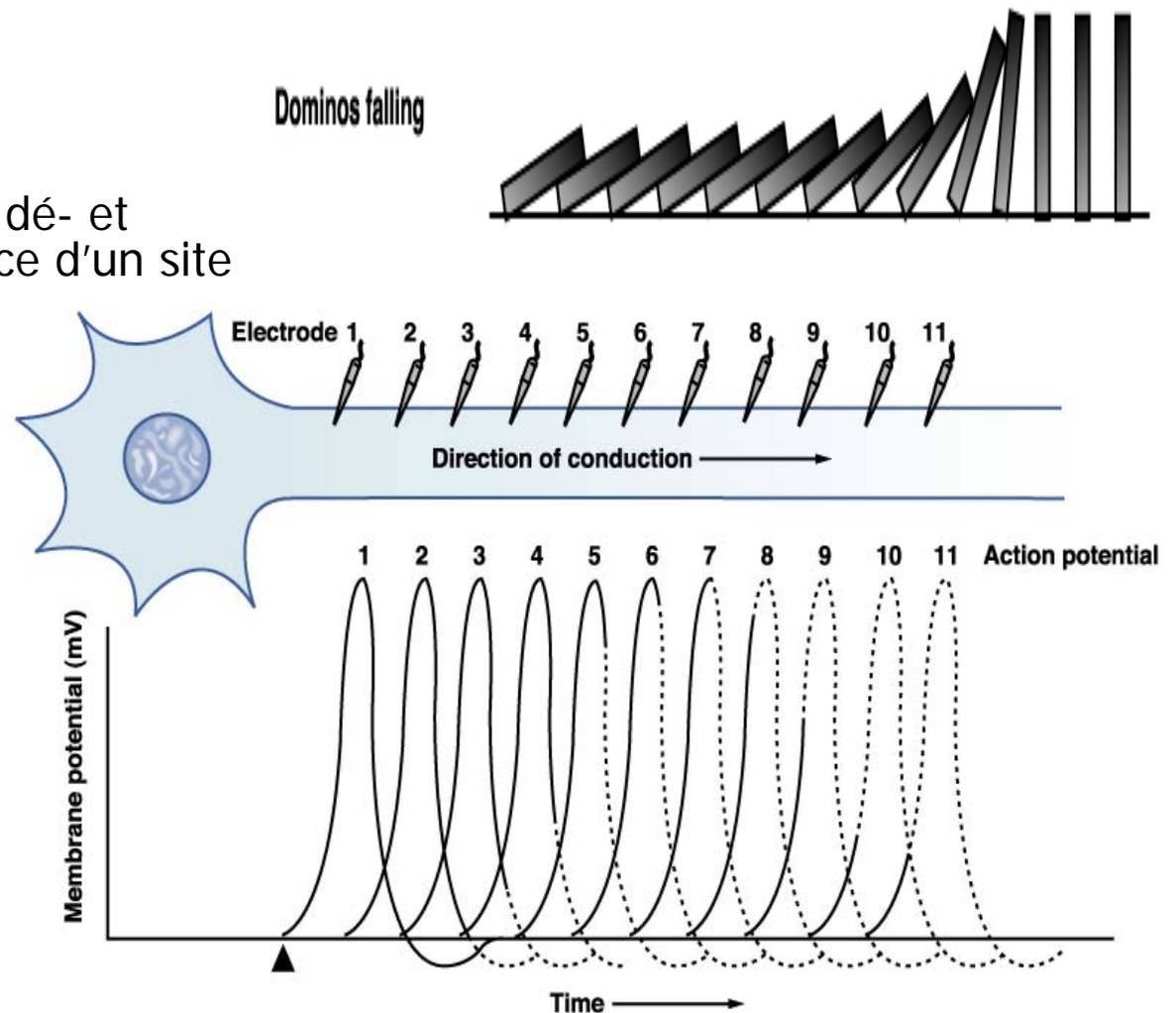
## La conduction

---

- Un PA généré à la base de l'axone se propagera jusqu'à la terminaison axonale pour atteindre la synapse.
- Le mécanisme de propagation sera différent dans les axones myélinisés et nonmyélinisés.
- Les neurones nonmyélinisés présentent une *conduction continue* du potentiel d'action, tandis que les neurones myélinisés ont une *conduction saltatoire* de l'action potentiel.

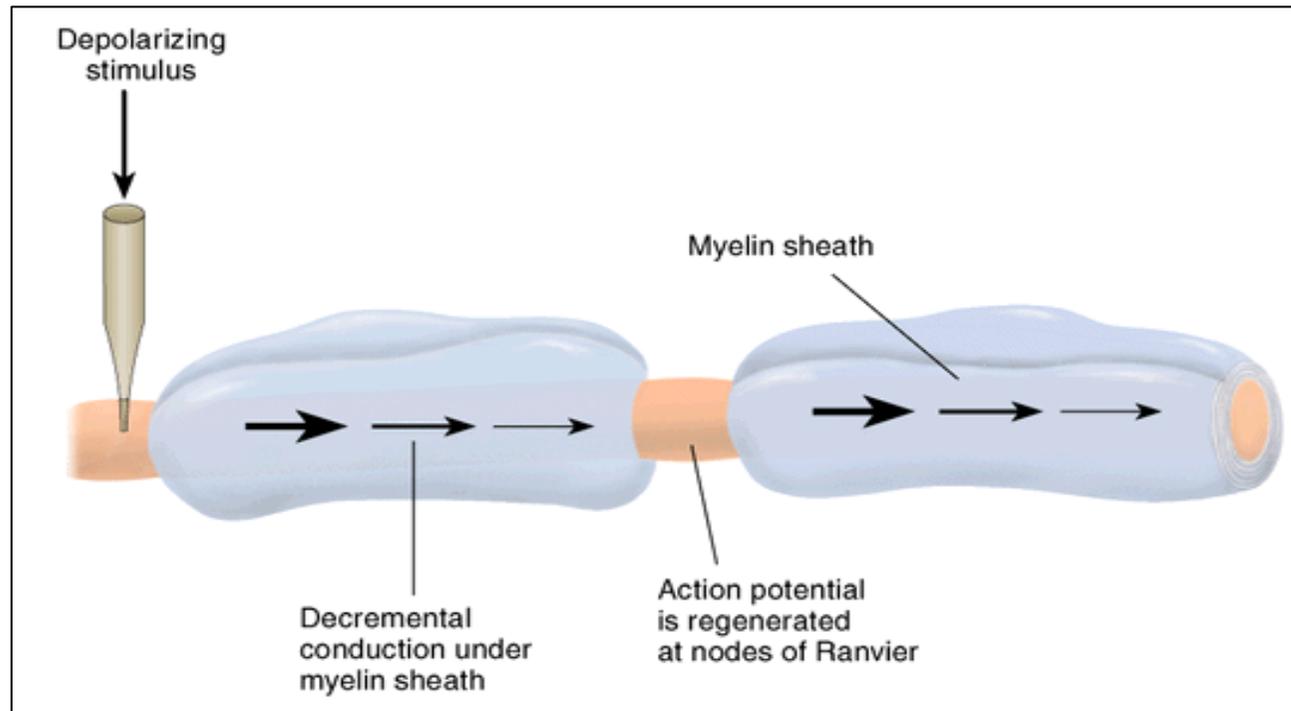
# La conduction continue

- A lieu dans les axones nonmyélinisés.
- Dans ce cas, l'onde de dé- et répolarisation se déplace d'un site membranaire au site adjacent
- L'analogie des dominos

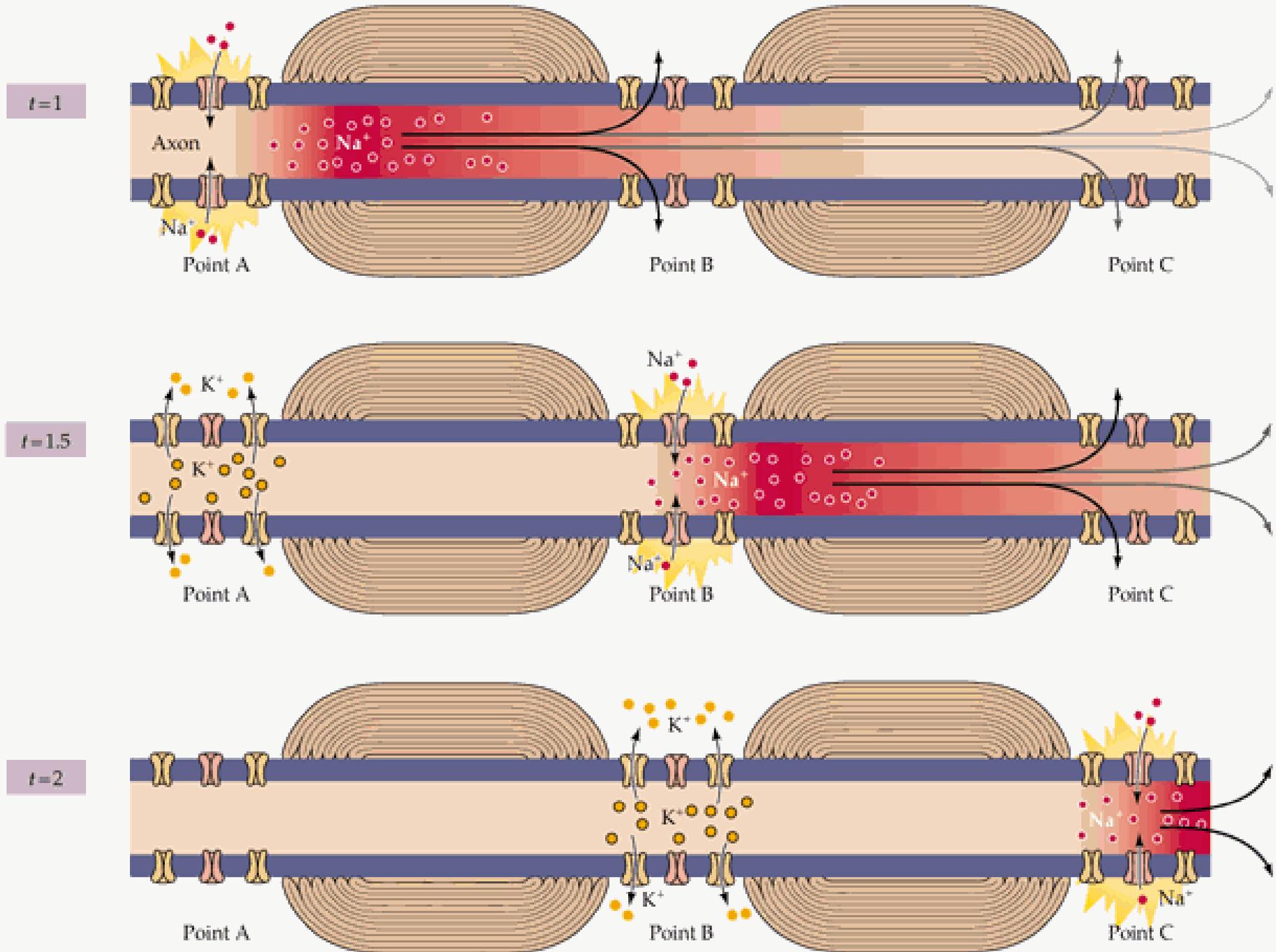


## La conduction saltatoire

- A lieu dans les axones myélinisés.
- *Saltare* en latin: "sauter."
- Rappel la couche de myéline est périodiquement interrompue par des zones nonmyélinisées, les noeuds de Ranvier.

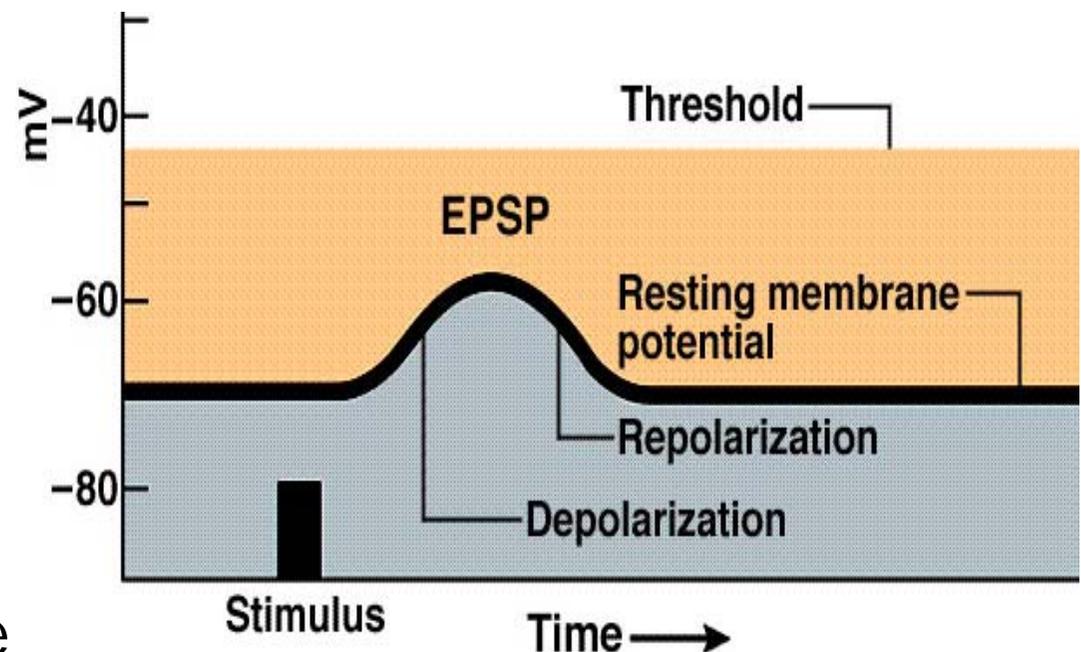


(B) Action potential propagation



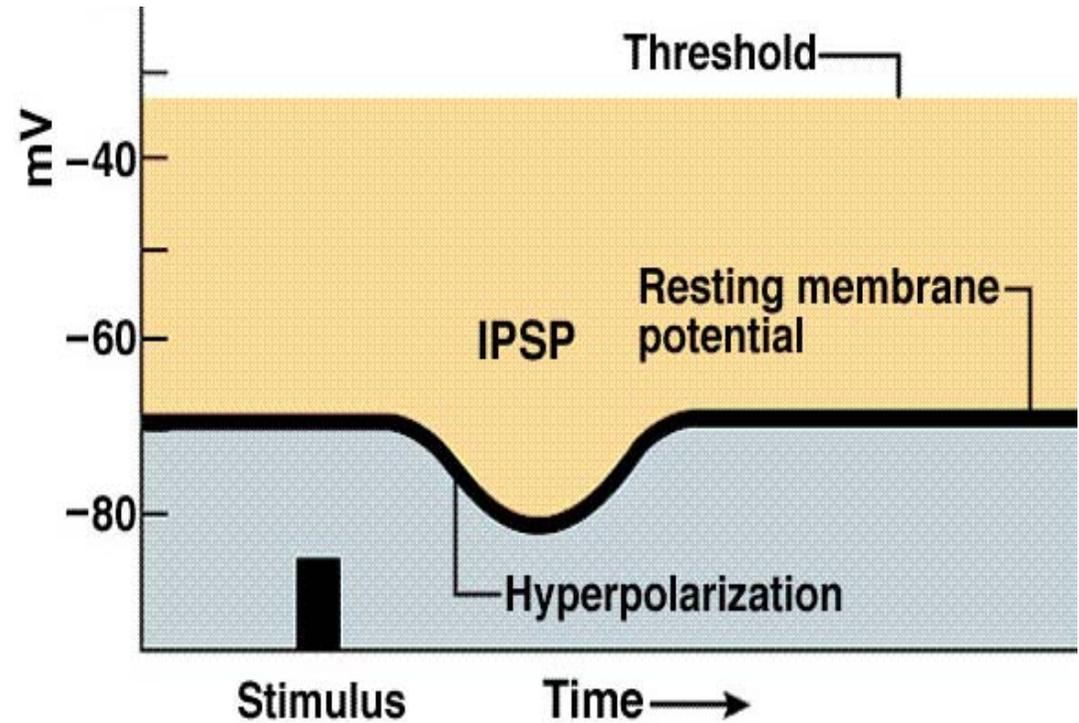
## PPSE

- Un seul PPSE ne suffit généralement pas pour déclencher une onde de dépolarisation capable d'atteindre la terminaison axonale afin de déclencher un PA.
  - Néanmoins, elle rapproche le voltage transmembranaire de la valeur seuil.



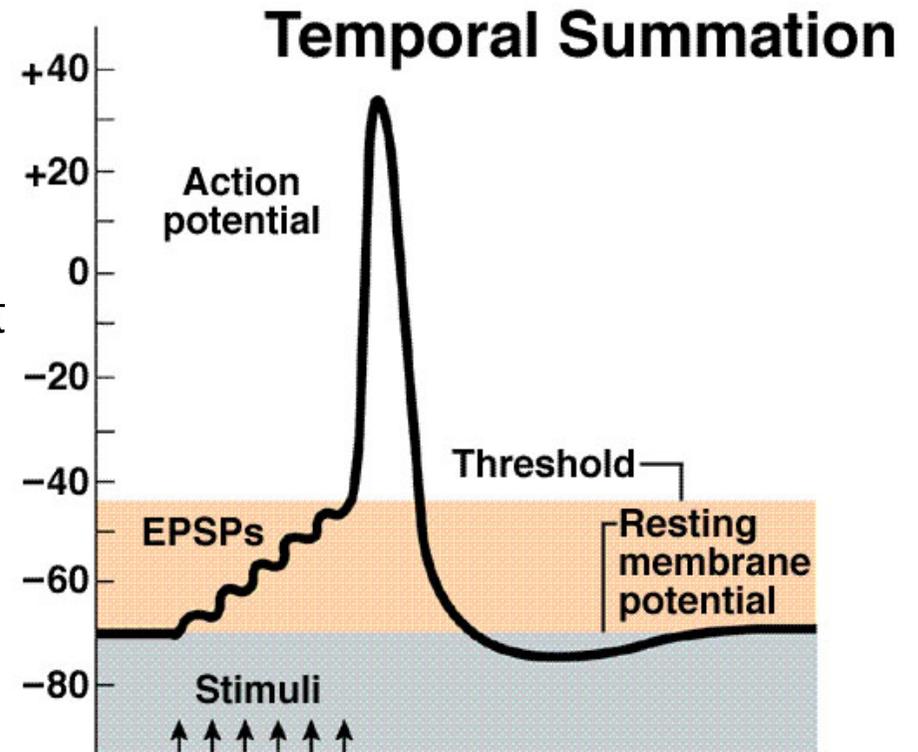
## PPSI

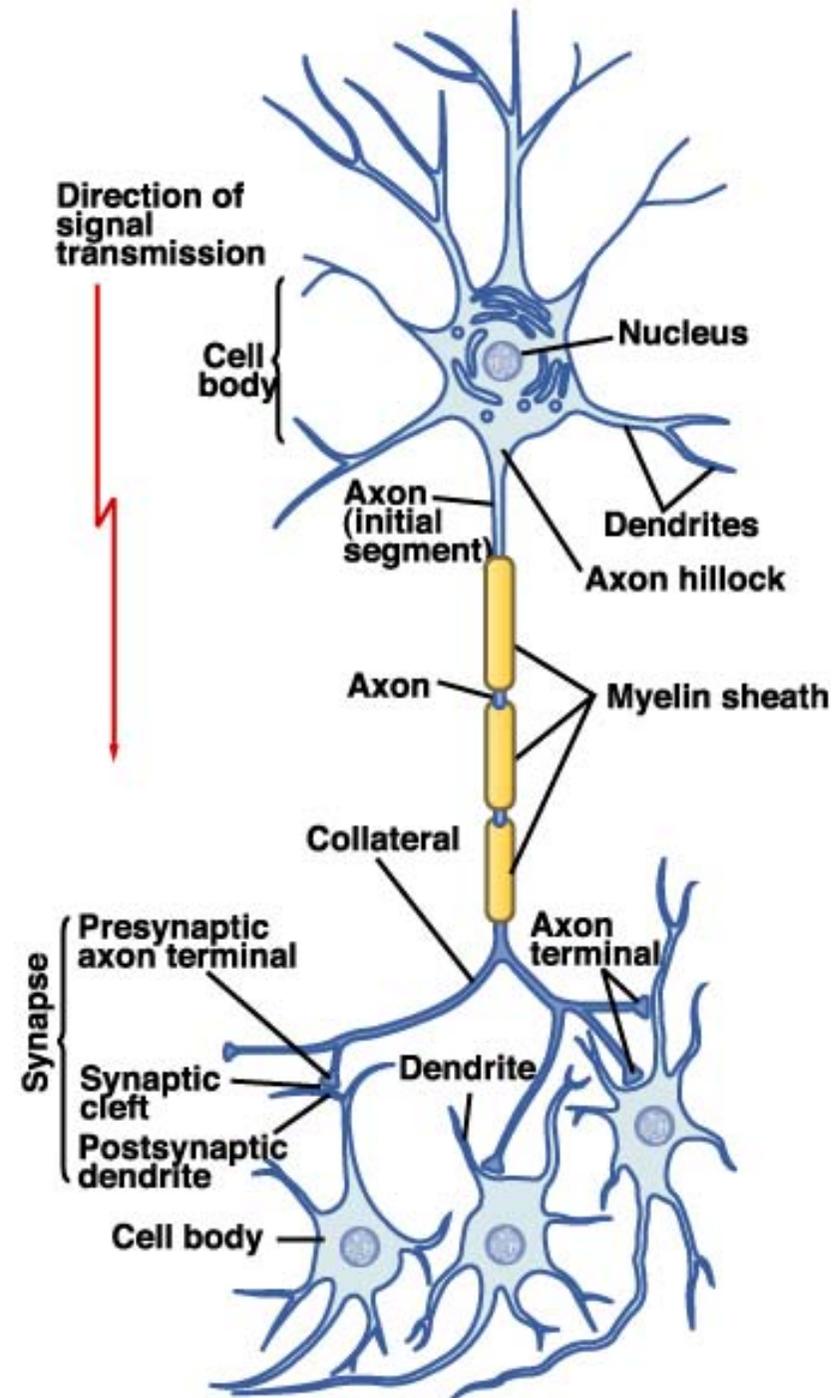
- Les hyperpolarisations gradués éloignent le potentiel transmembranaire du seuil et sont donc des **PPSI**



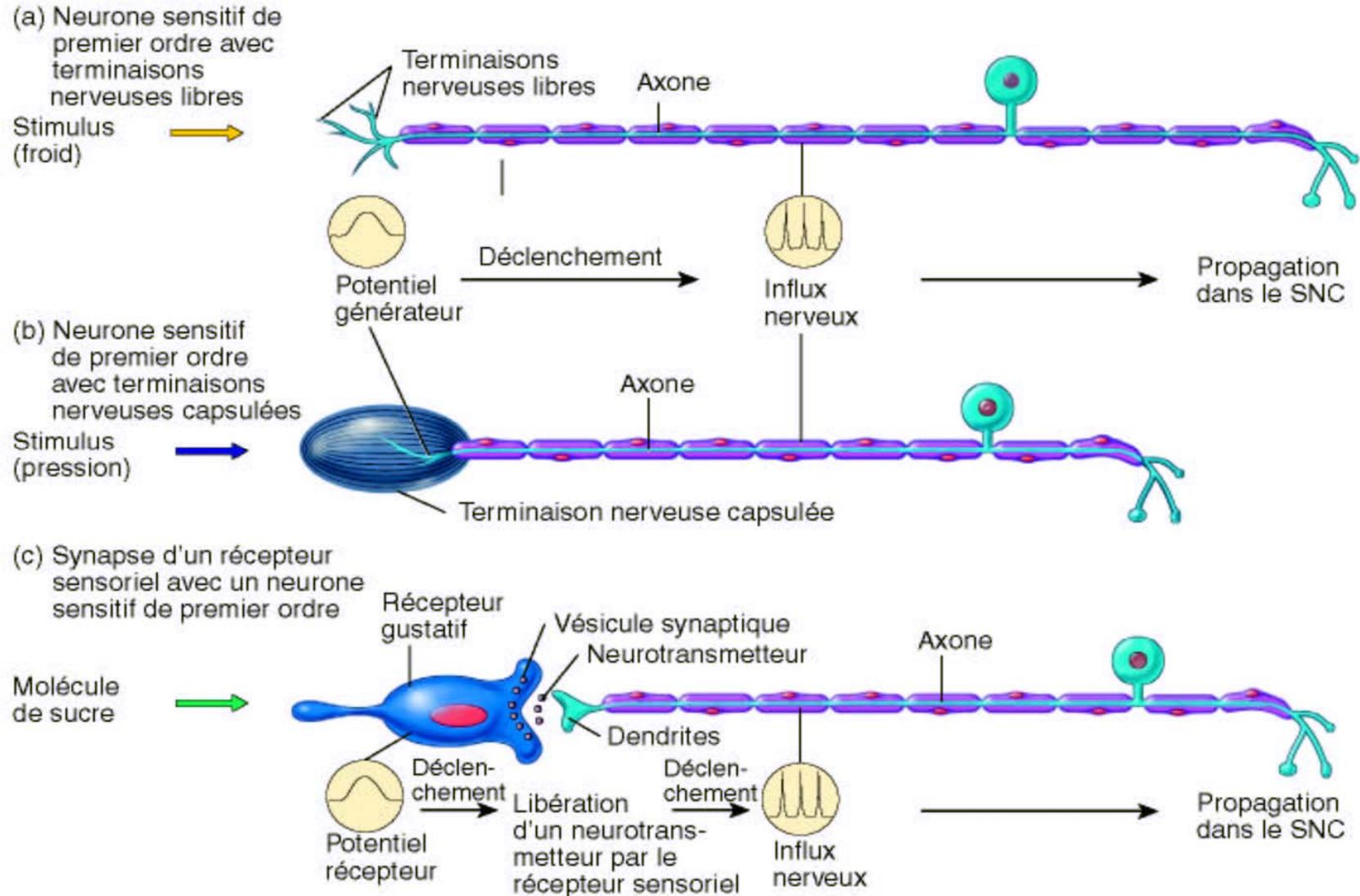
# La sommation

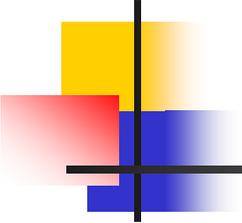
- Un seul PPSE ne suffit généralement pas pour déclencher un PA.
- Mais on peut avoir une sommation des PPSE
- **Sommation temporelle**
  - Le même neurone présynaptique stimule le neurone postsynaptique de manière répétitive dans un court laps de temps. La dépolarisation résultante de l'ensemble de ces PPSE pourrait entraîner un PA.
- **Sommation spatiale**
  - Plusieurs neurones stimule le même neurone postsynaptique simultanément, l'ensemble des PPSE pourrait donner naissance à un PA.





## Types de récepteurs sensoriels et rapports avec les neurones sensitifs de premier ordre (Figure 15.1)



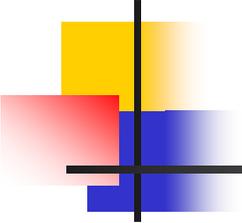


# La fonction somesthésique

---

## a) Potentiel récepteur

- La cellule va présenter une variation de son potentiel de repos = dépolarisation (-68 mv) = **potentiel récepteur**
- Potentiel gradué engendré au niveau de la réception du stimulus (au *site transducteur*) par la dépolarisation de la membrane

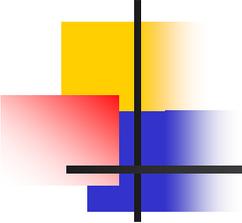


# La fonction somesthésique

---

## b) Potentiel générateur

- Le passage PR – PA n'est pas direct.
- Dépolarisation secondaire (variation du potentiel post-synaptique) = *potentiel générateur* à un site  $\pm$  éloigné du site de réception du stimulus
- L'endroit où le PG est créé est nommé *site générateur*.
- Les sites transducteur et générateur peuvent être situés sur une même cellule nerveuse (neurone sensitif), ou sur des cellules distinctes
  - Site transducteur au niveau de la cellule spécialisée
  - Site générateur au niveau de la synapse.



# La fonction somesthésique

---

## c) Codage de l'intensité du stimulus

- Plus le stimulus est intense, plus le potentiel récepteur sera grand (codé en intensité) et plus il y aura de récepteurs qui sont stimulés (codage numérique)
- Plus le PR est grand, plus la fréquence des potentiels d'action sera grande (message codé en fréquence)
- L'organisme peut faire la différence entre un coup à la main et un contact délicat par exemple.

# POTENTIEL POST-SYNAPTIQUE EXCITATEUR

## P.P.S.E.

- apparaît après un temps de latence

