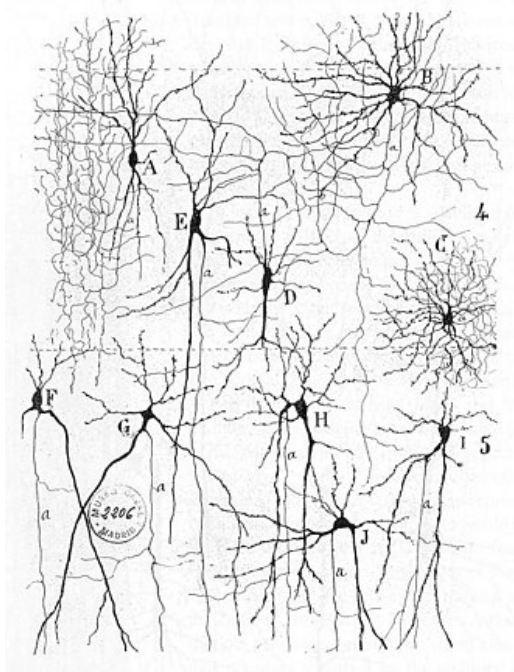


Master systèmes biologiques et concepts physiques

Biophysique du neurone



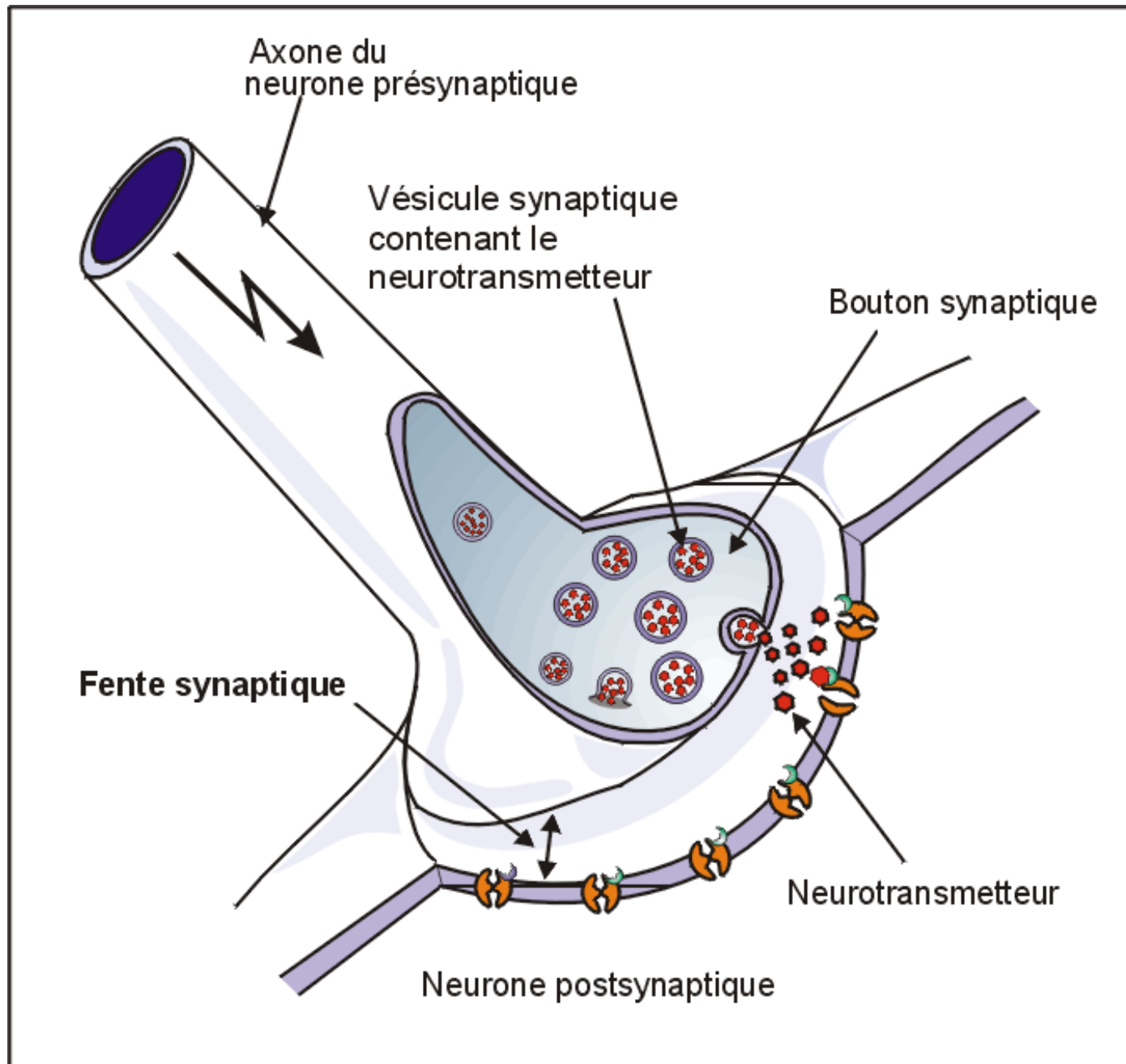
Jacques Bourg

jacques.bourg@cnr.fr

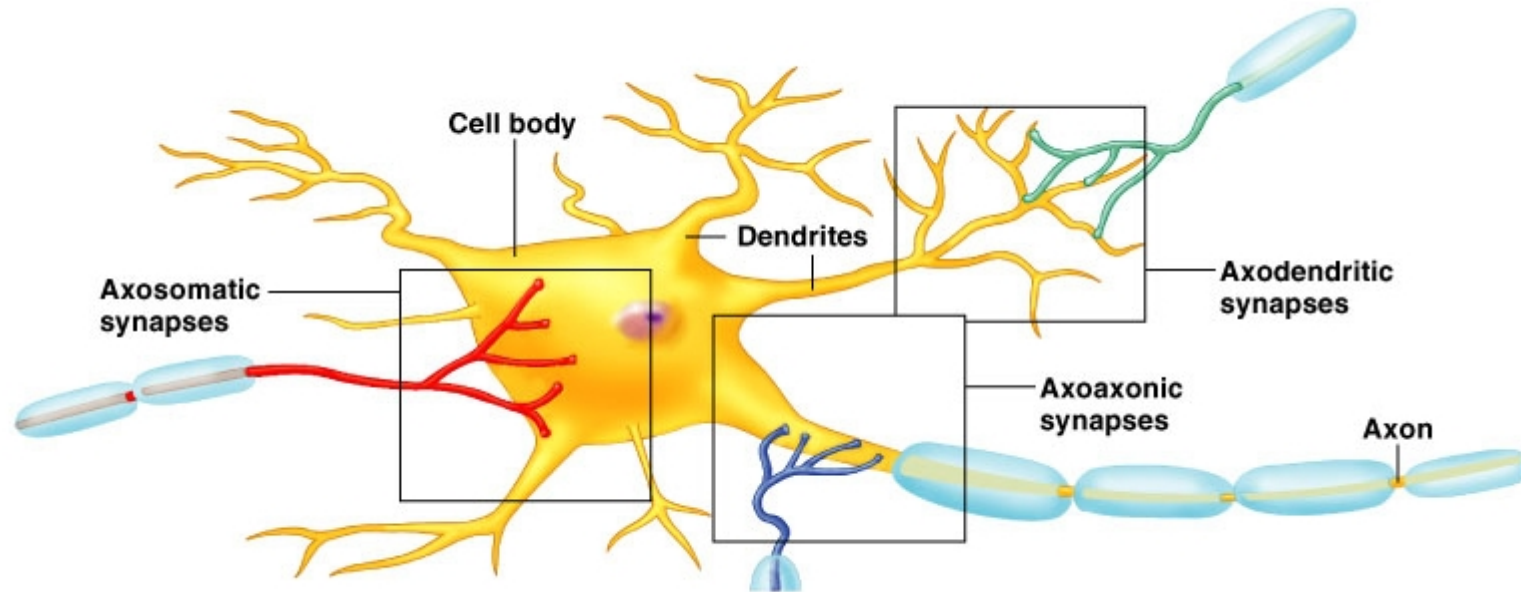


Post-doctorant, laboratoire de dynamique corticale et
intégration multisensorielle.

Cinquième partie: la transmission synaptique



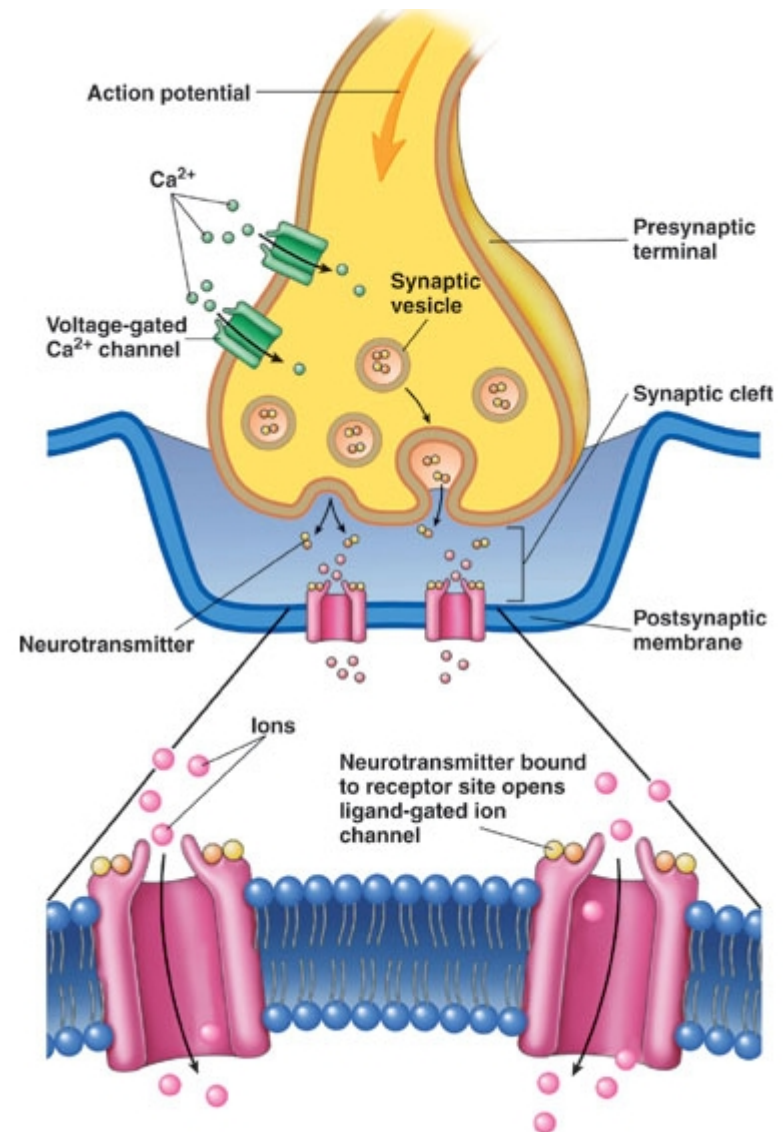
Plusieurs types de synapses



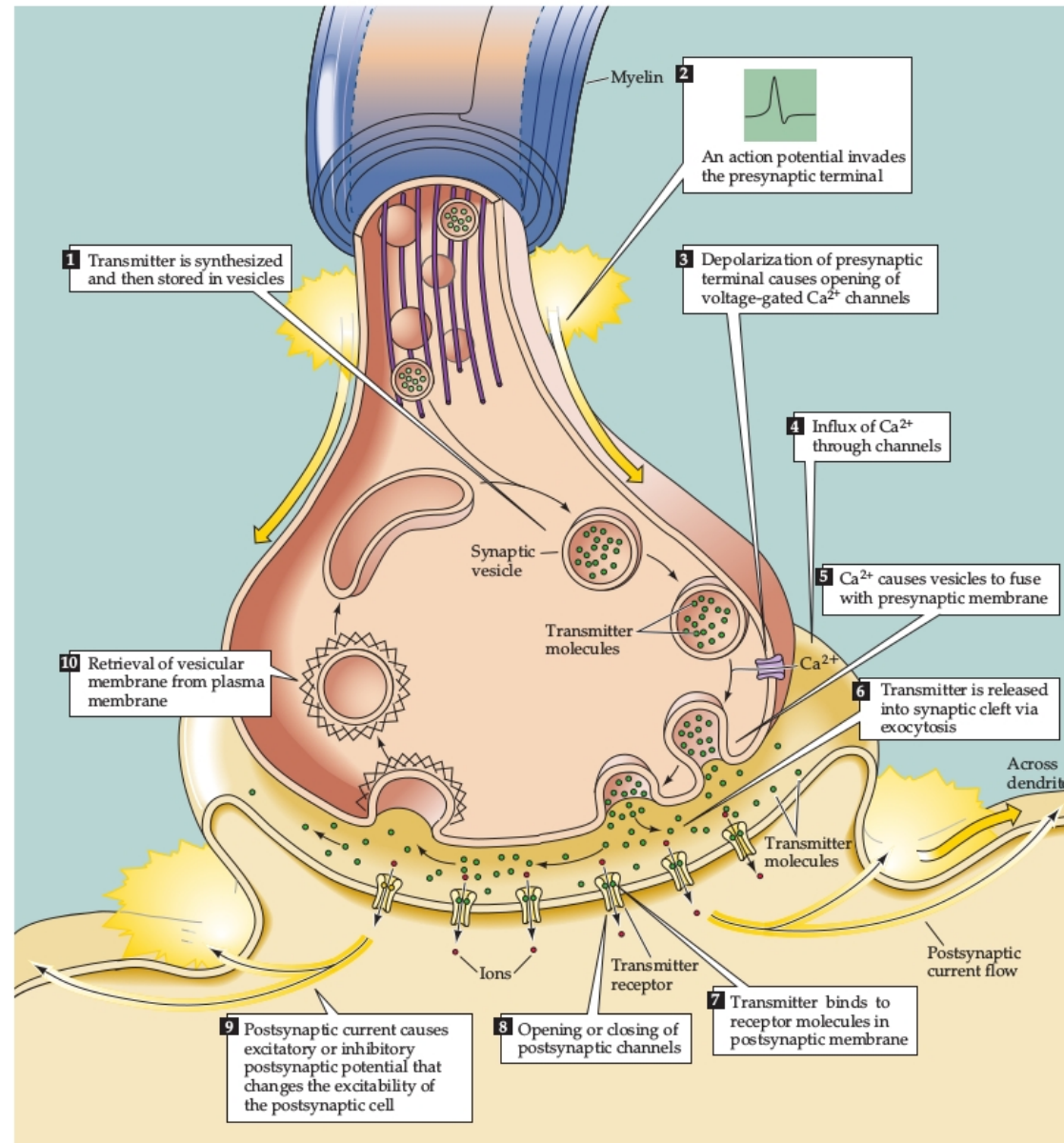
Axo-somatiques, axo-dendritiques et axo-axoniques

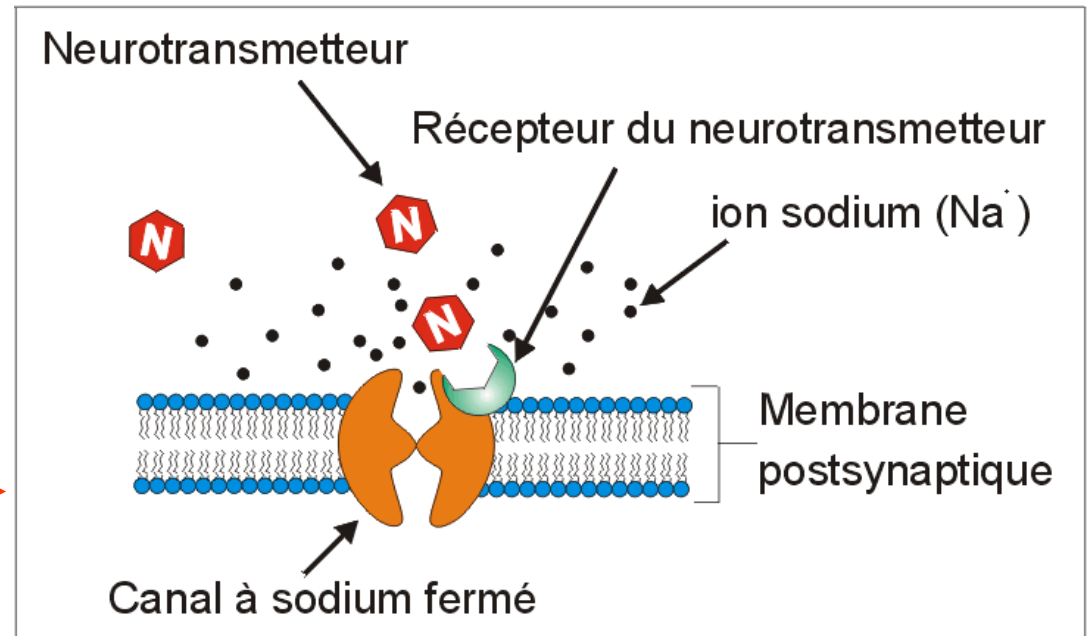
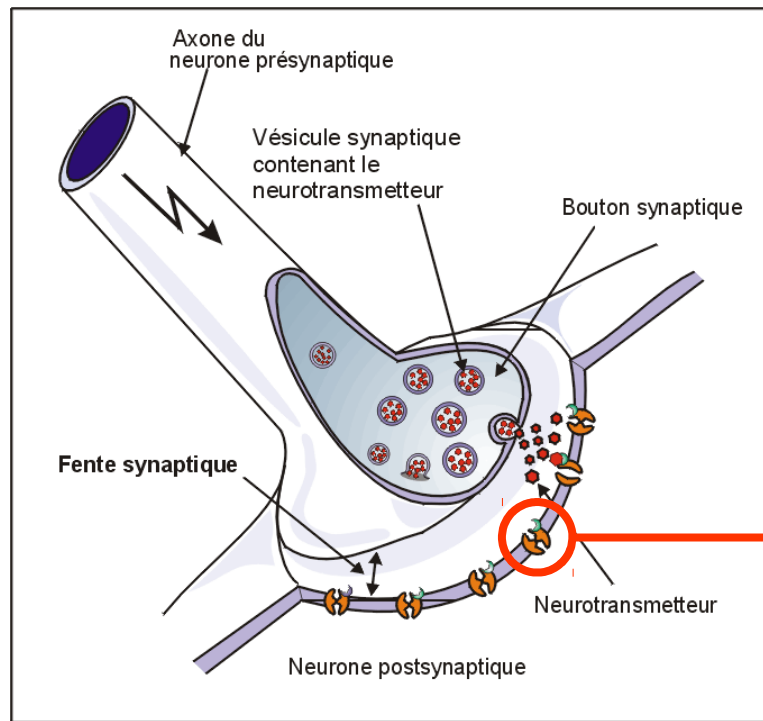
La synapse chimique

- 1- L'arrivée du potentiel d'action dans le neurone présynaptique déclenche l'ouverture de canaux ioniques (voltage dépendants) selectifs au **calcium** Ca^{++} .
- 2- Le Ca^{++} entre dans le cytoplasme du neurone présynaptique.
- 3- Le Ca^{++} agit comme un messenger intracellulaire stimulant la **fusion** de vesicules synaptiques avec la membrane et libérer le neurotransmetteur spécifique de la cellule dans la fente synaptique lors de l'**exocytose**.
- 4- Le Ca^{++} est retiré du cytoplasme par les mitochondries et les pompes de calcium.
- 5- Le neuro-transmetteur diffuse le long de la fente synaptique et se colle à un canal ionique de la membrane post-synaptique.
- 6- Le canal ionique change de conformation en présence du neurotransmetteur et s'ouvre, laissant passer les ions auxquels l'angle est sélectif.
- 7- Le neurotransmetteur est rapidement détruit par des enzymes ou repris par les astrocytes ou par la membrane présynaptique.

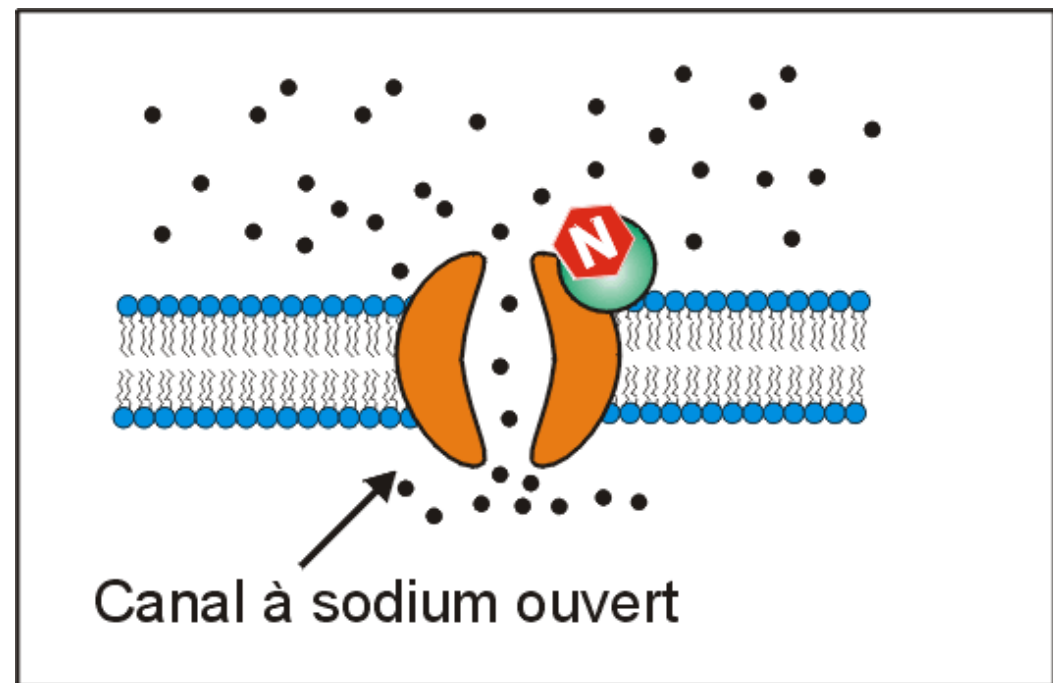


La synapse chimique





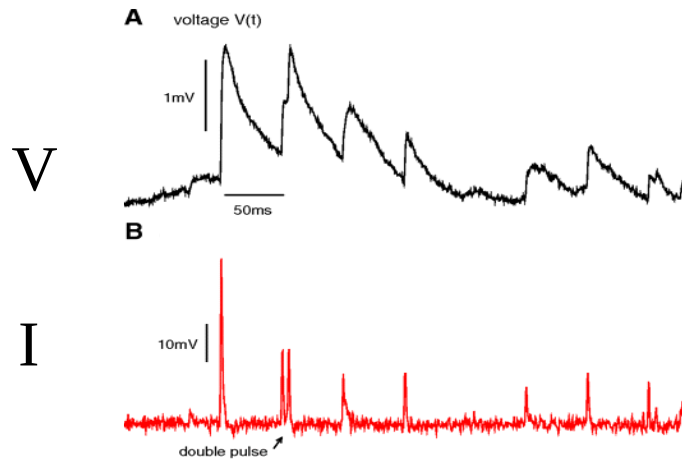
Le canal à sodium s'ouvre lorsque le neurotransmetteur se fixe sur le récepteur.



Potentiels postsynaptiques

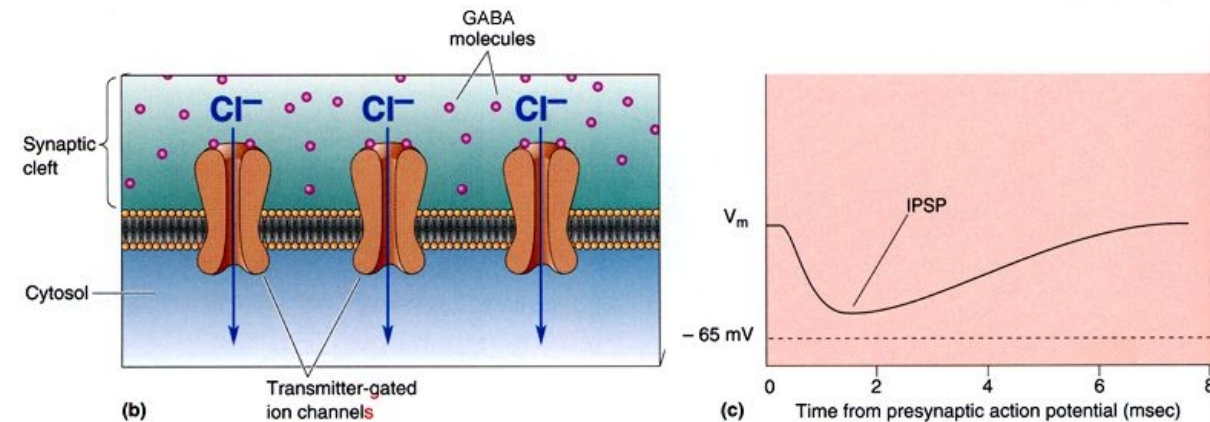
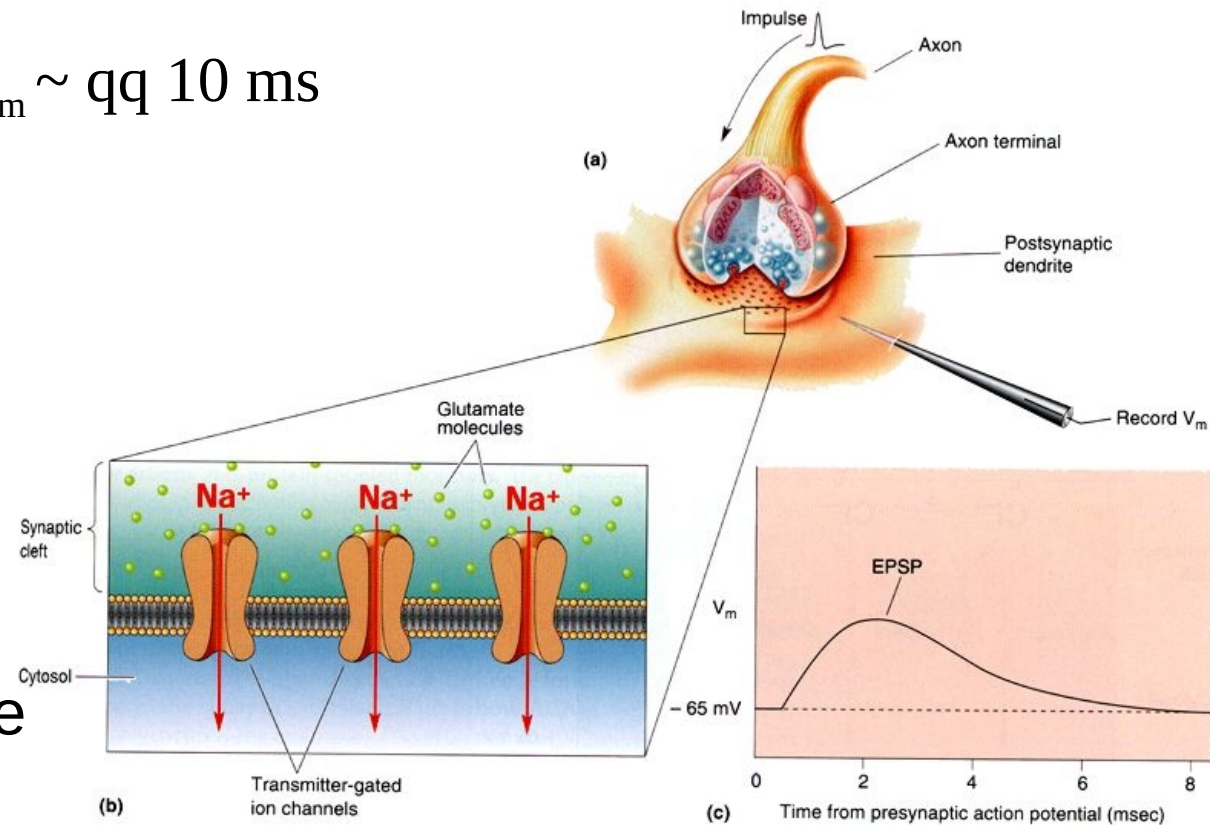
$$C_m dV/dt = -g_L(V - E_L) - g(t)(V - E_{Ion})$$

$$\sim \tau_m dV/dt = -V + I_{syn}(t), \quad \tau_m \sim 10 \text{ ms}$$



Glutamate
=> EPSP

GABA
=> IPSP

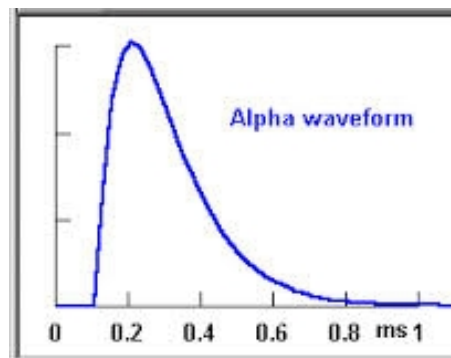


Conductances et courants postsynaptiques

$$I_{\text{synapse}}(t) = g(t) (V_m - E_{\text{Ion}})$$

Potentiel d'inversion

Conductance du récepteur synaptique



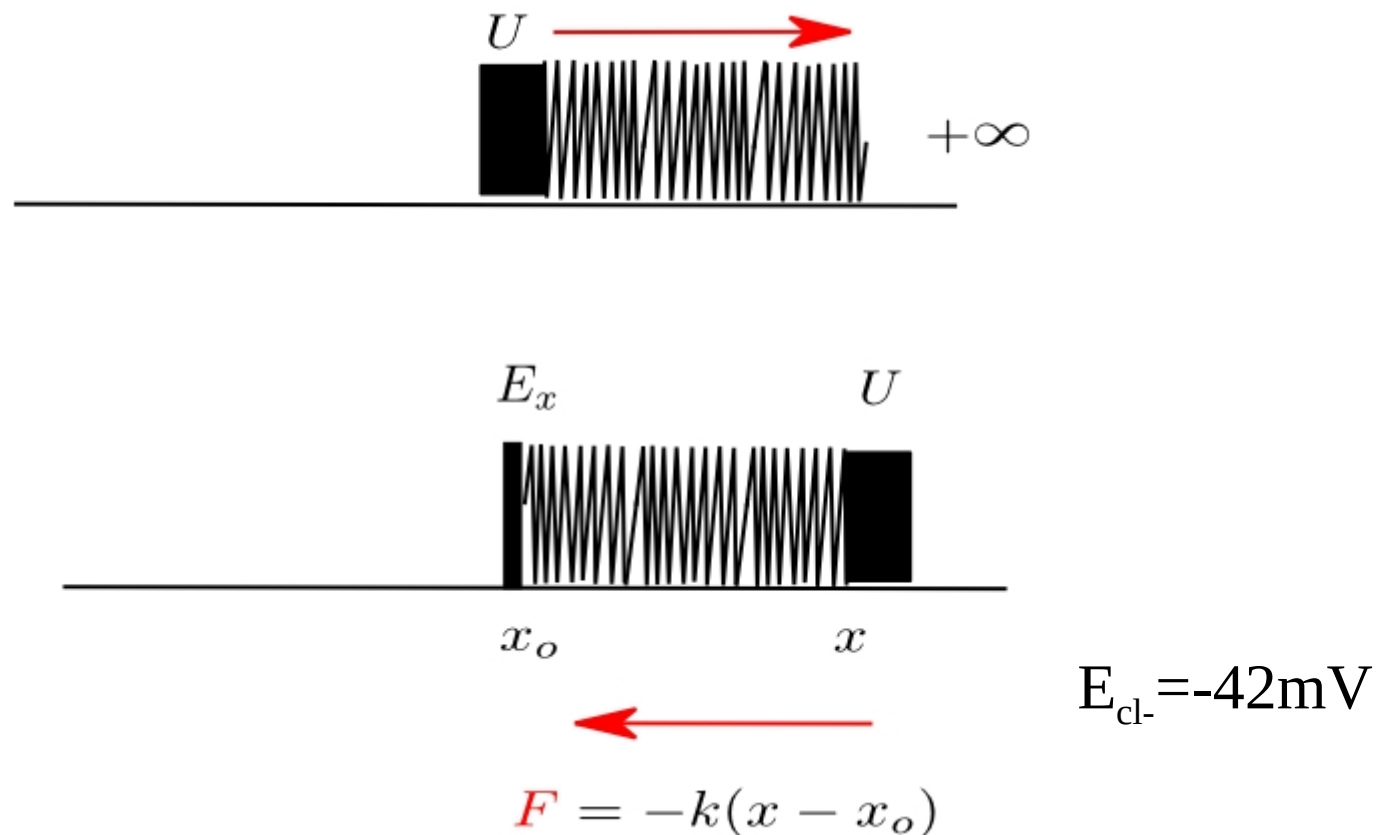
Durée: 1 à qq ms

Les différents neurotransmetteurs et leurs fonctions

- **Glutamate**: ouvre des canaux sodium :
« **excitation** ».
- **GABA**: ouvre des canaux chlore:
« **inhibition** ».
- **Acetylcholine**: plusieurs fonctions (excitateur sur la plaque neuromusculaire)
- **Glycine**: plutôt inhibiteur mais plusieurs fonctions.

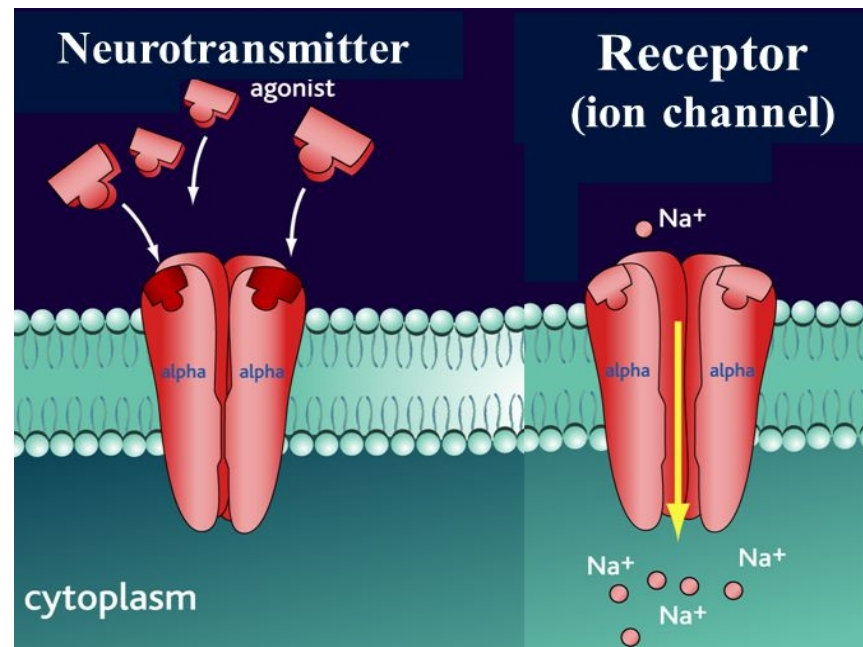
Les différents neurotransmetteurs et leurs « fonctions »

GABA: ouvre des canaux chlore: « inhibition »



Précisions concernant les récepteurs ioniques et les neurotransmetteurs

Un neurotransmetteur s'emboîte dans dans un seul type de récepteur.



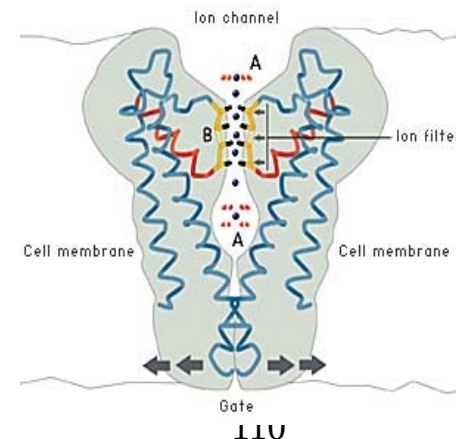
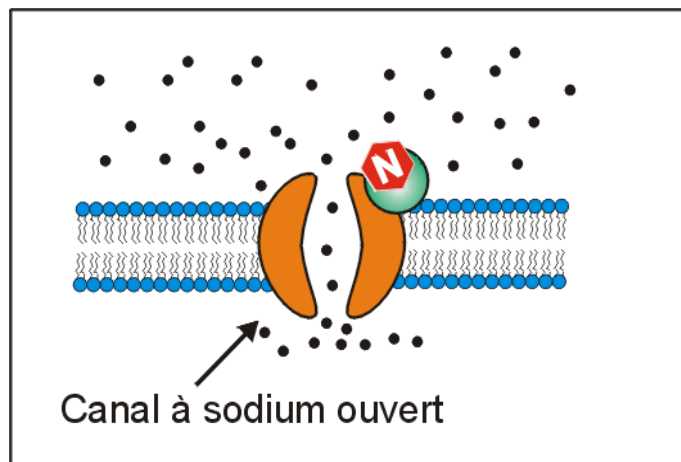
Précisions concernant les récepteurs ioniques et les neurotransmetteurs

- Pas tous les neurones ont des récepteurs.

Précisions concernant les récepteurs ioniques et les neurotransmetteurs

L'on parle communément de neurotransmetteurs comme étant « excitateurs » ou « inhibiteurs ». **Cependant l'effet du neurotransmetteur dépend surtout du type de récepteur, et non de la nature du neurotransmetteur:**

l'acétylcholine (Ach) est excitatrice au niveau des jonctions neuromusculaires squelettiques et inhibitrice au niveau des jonctions neuromusculaires du coeur.



Précisions concernant les récepteurs ioniques et les neurotransmetteurs

Un neurone diffuse **un seul type** de neurotransmetteur.



Henry Dale 1936

Précisions concernant les récepteurs ioniques et les neurotransmetteurs

Certains neurotransmetteurs tels la **norépinéphrine** s'attachent aux terminaux presynaptiques et postsynaptiques et inhibent la diffusion de d'avantage de neurotransmetteur.

Délai synaptique

Le délai synaptique est de l'ordre de **0.2-0.5 ms** depuis l'arrivée du potentiel d'action au bouton synaptique et jusqu'à ce qu'il y ait un effet au niveau de la membrane postsynaptique.

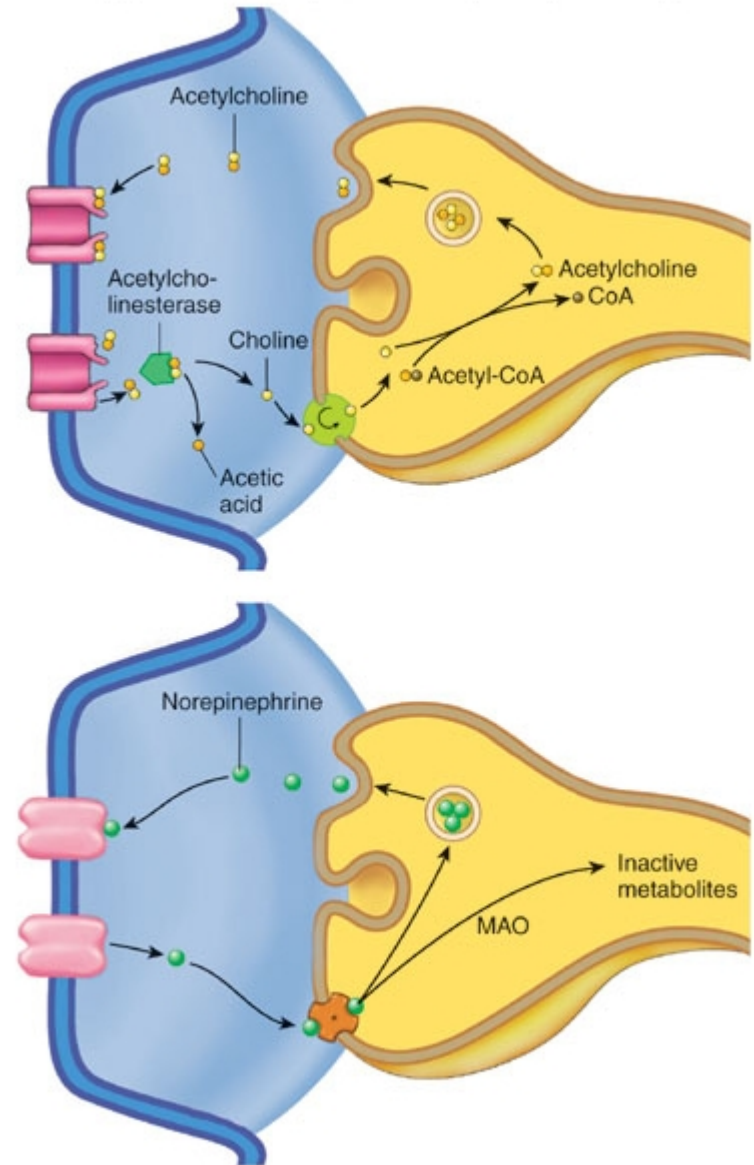
Ce délai reflète l'influx de calcium Ca^{++} et la libération de neurotransmetteur. Même si le délai n'est pas très long, l'effet cumulatif sur une chaîne de neurones peut être important.

Ainsi, les réflexes importants pour la survie n'impliquent que quelques synapses.

L'évacuation des neurotransmetteurs de la fente synaptique

La modalité d'évacuation dépend du type de neurotransmetteur:

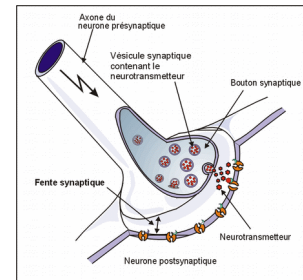
- ACh: acetylcholinesterase dégrade ACh en acide acétique et choline. La choline est réutilisée par le neurone présynaptique.
- Norépinéphrine: recyclée par le neurone présynaptique ou diffuse hors de la synapse



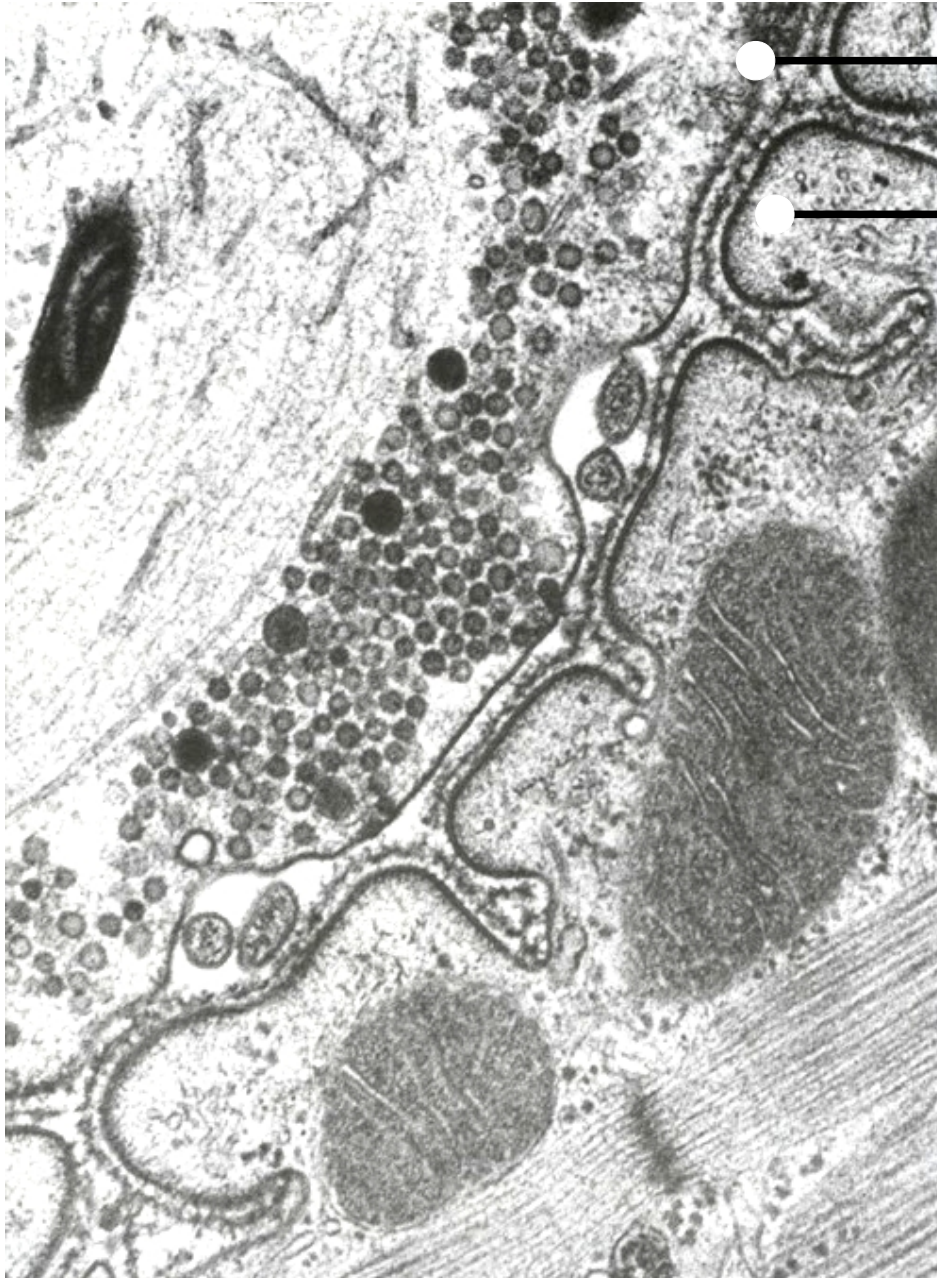
Jonction neuro-musculaire



Fente synaptique

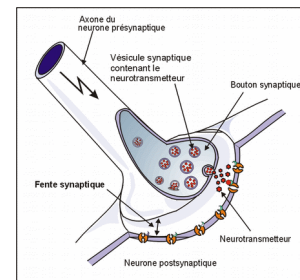


Jonction neuro-musculaire

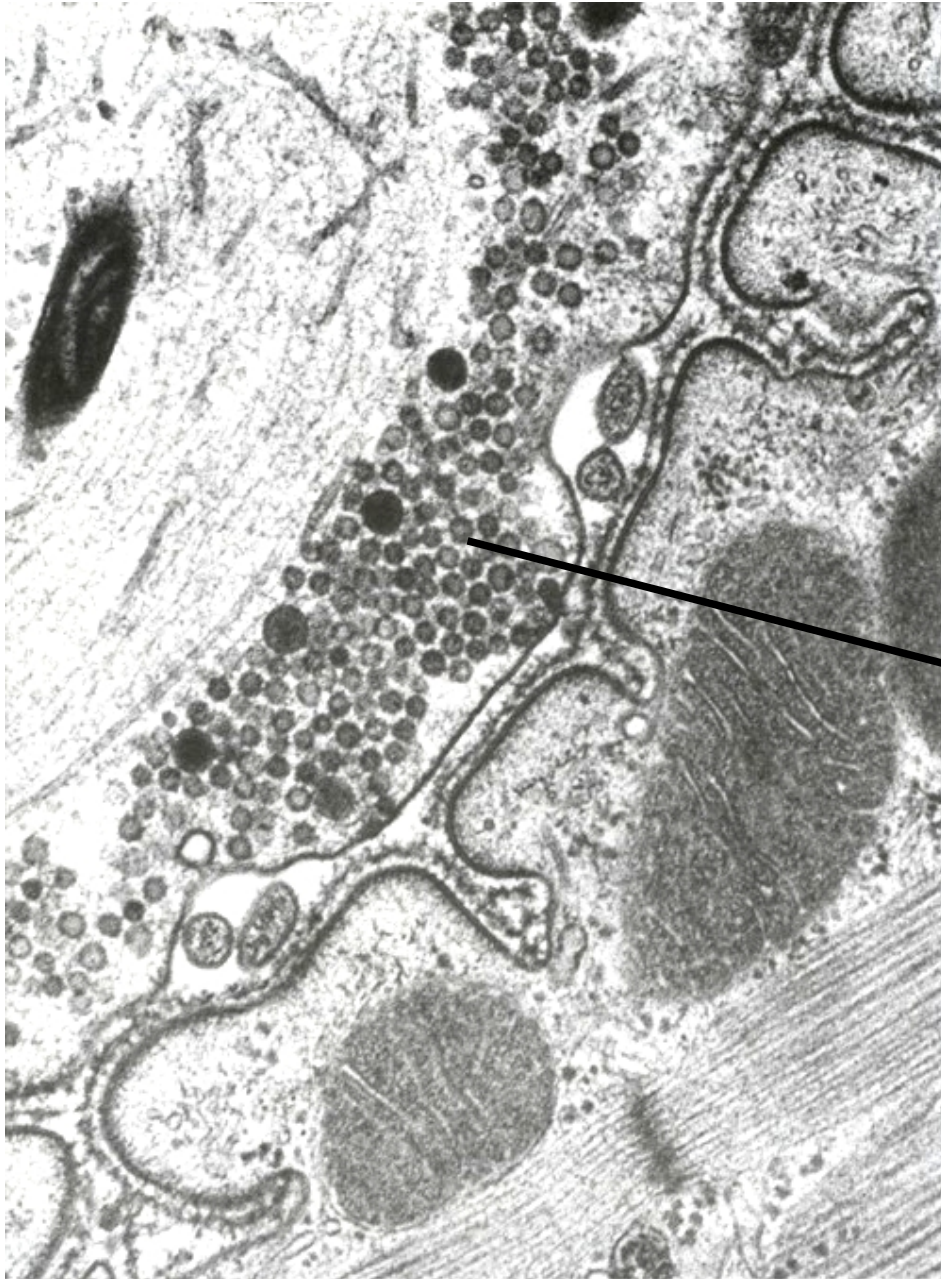


Membrane du bouton synaptique du neurone moteur

Membrane de la cellule musculaire



Jonction neuro-musculaire



Vésicules synaptiques
contenant l'acétylcholine

Jonction neuro-musculaire



Fibres contractiles