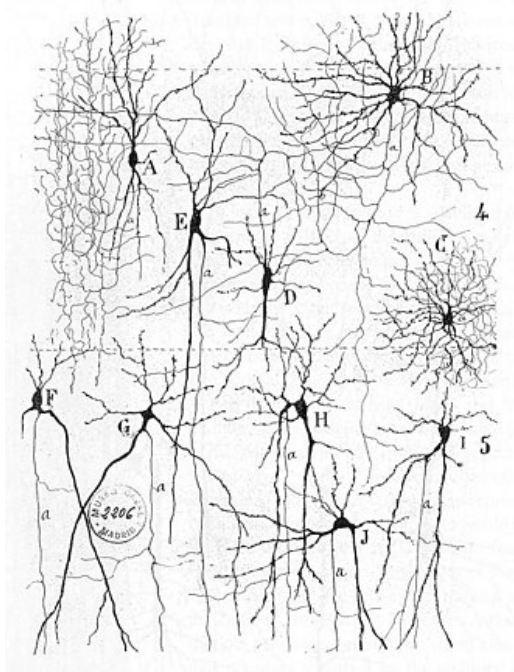


Master systèmes biologiques et concepts physiques

Biophysique du neurone



Jacques Bourg

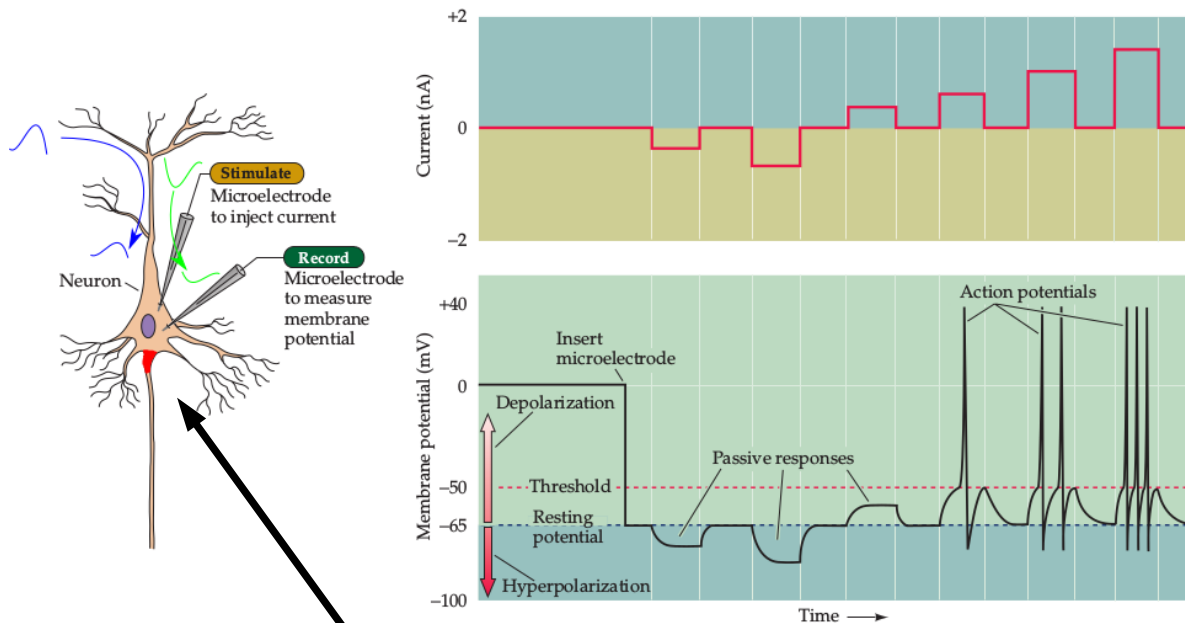
jacques.bourg@cnrs.fr

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



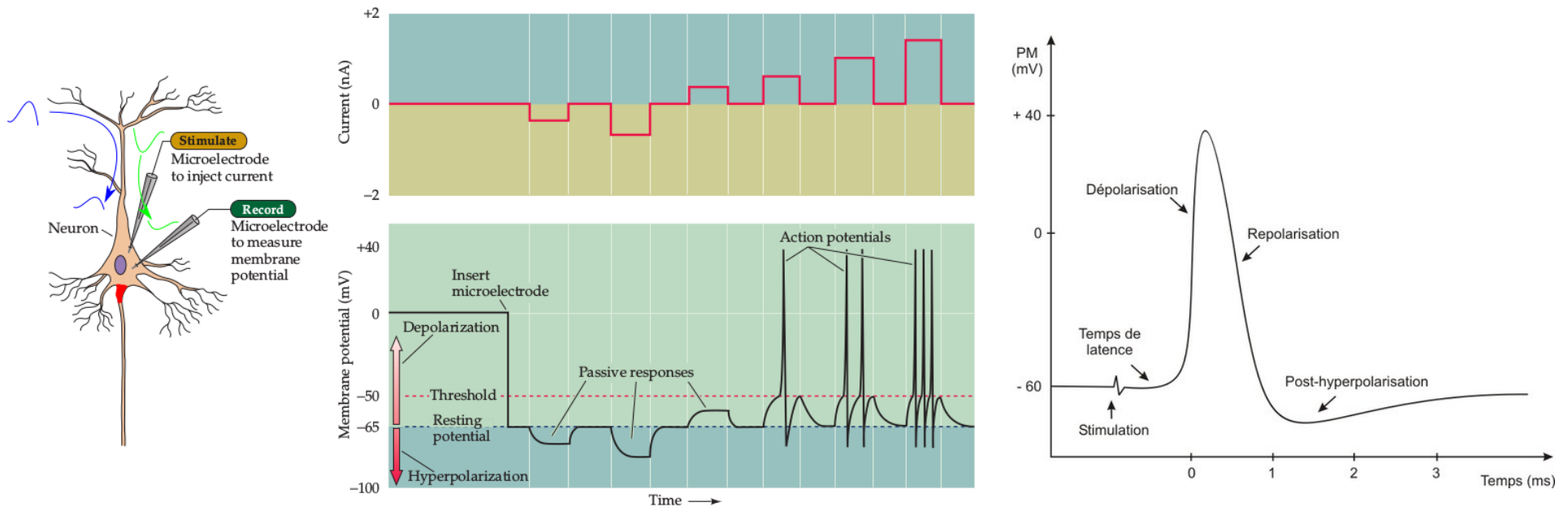
Troisième partie: principes du potentiel d'action

Le potentiel d'action



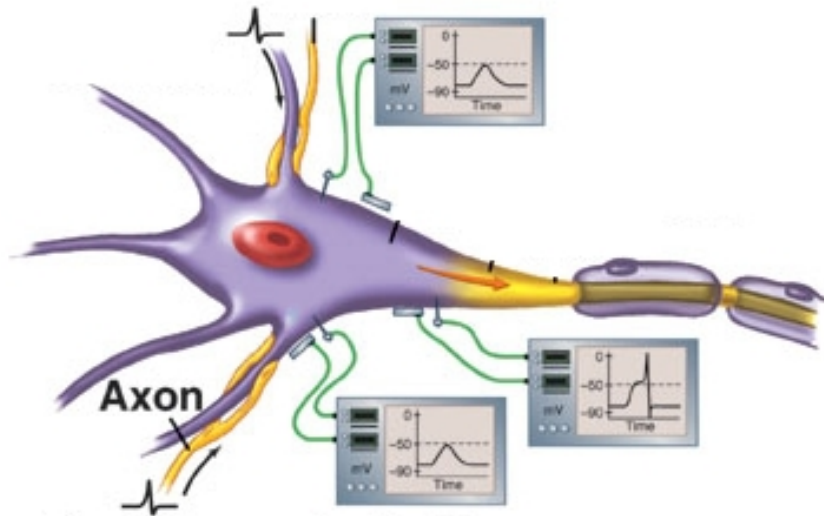
Les neurones afférents provoquent des dépolarisations et des hyperpolarisations au niveau des dendrites et du soma. Ces variations temporelles du potentiel de membrane se propagent passivement le long de la membrane (et s'atténuent avec le temps et l'espace). Au niveau du **segment initial de l'axone**, lorsque la dépolarisation résultante atteint un seuil, un potentiel d'action est émis.

Le potentiel d'action

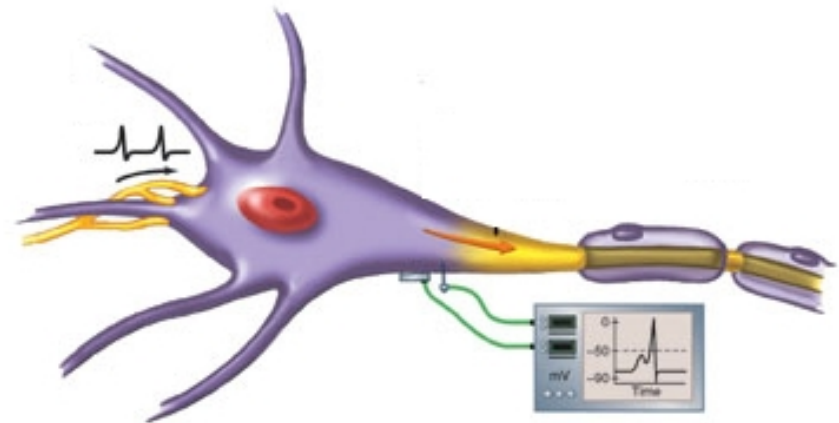


Les neurones afférents provoquent des dépolarisations et des hyperpolarisations au niveau des dendrites et du soma. Ces variations temporelles du potentiel de membrane se propagent passivement le long de la membrane (et s'atténuent avec le temps et l'espace). Au niveau du **segment initial de l'axone**, lorsque la dépolarisation résultante atteint un seuil, un potentiel d'action est émis.

Le potentiel d'action résulte d'une intégration spatiale et temporelle

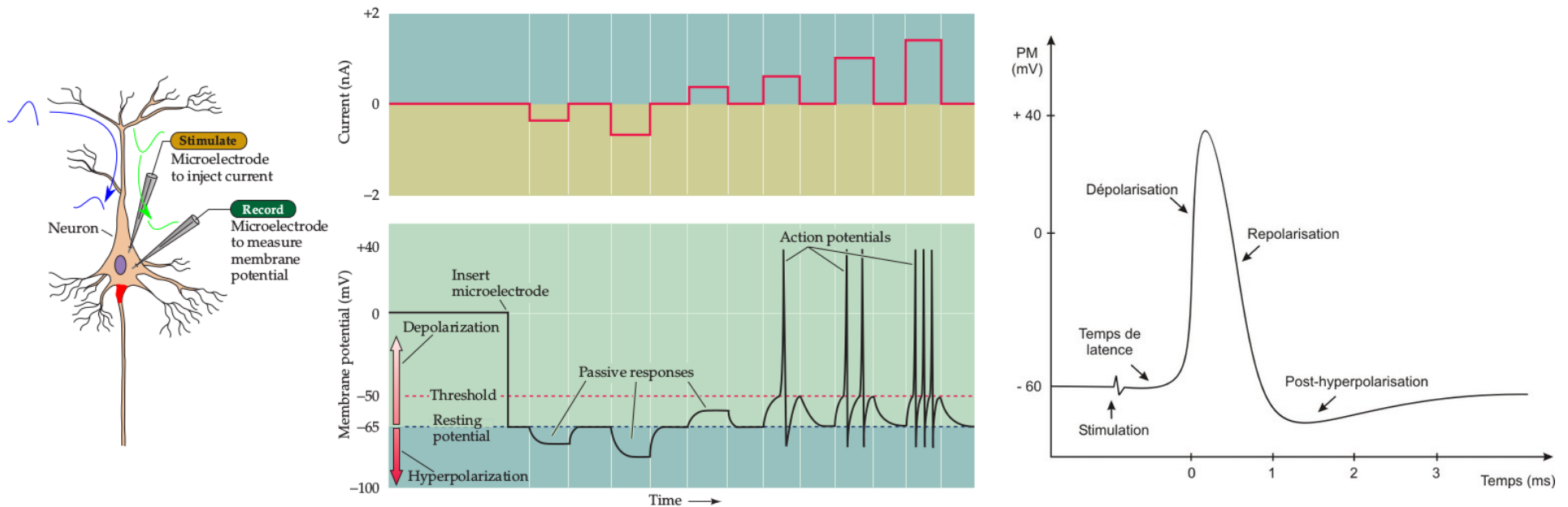


Sommation spatiale



Sommation temporelle

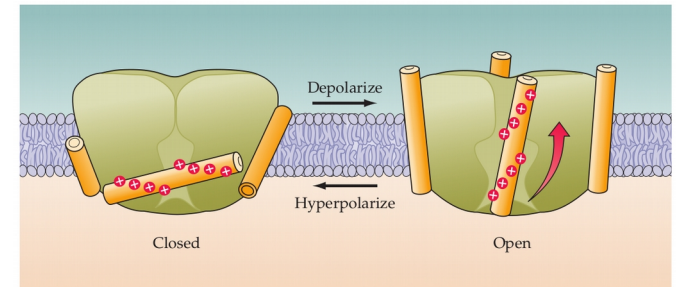
Le potentiel d'action



Le potentiel d'action se **propage** le long de l'axone jusqu'aux synapses des boutons axoniques. L'information est ensuite transmise à d'autres neurones par un nouveau processus, la transmission synaptique.

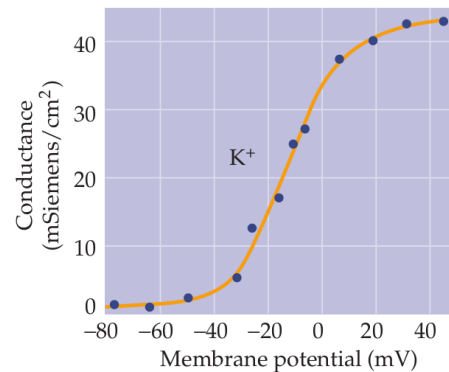
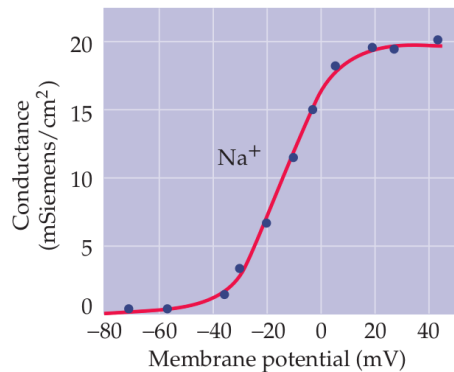
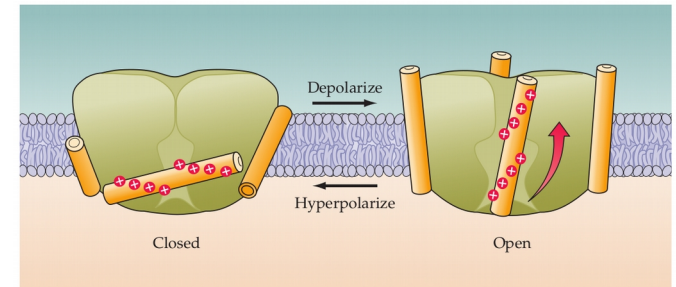
Le potentiel d'action est dû à l'action conjointe des ions sodium et potassium

Au niveau du segment initial de l'axone, il y a une forte concentration de canaux ioniques (Na^+ et K^+) **voltage dépendants**.



Le potentiel d'action est dû à l'action conjointe des ions sodium et potassium

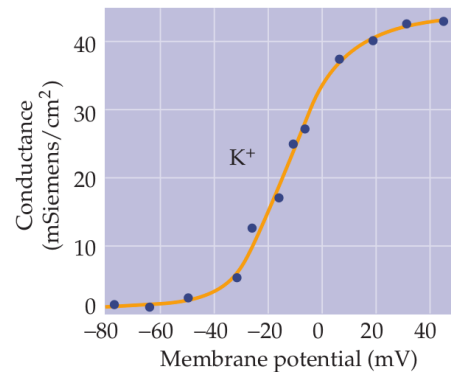
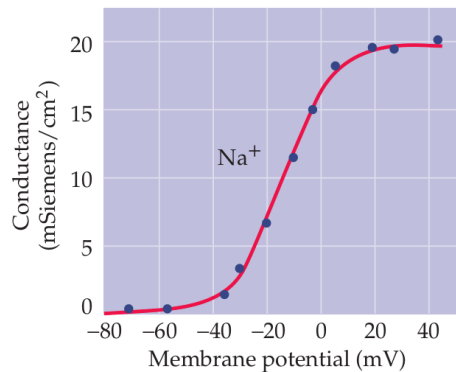
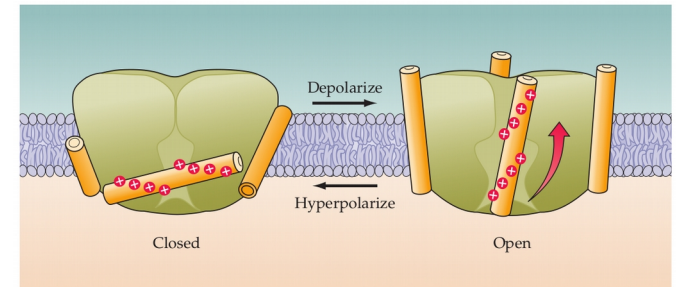
Au niveau du segment initial de l'axone, il y a une forte concentration de canaux ioniques (Na^+ et K^+) **voltage dépendants**.



La dépolarisation provoque l'ouverture des canaux sodium et potassium: leur conductance s'accroît.

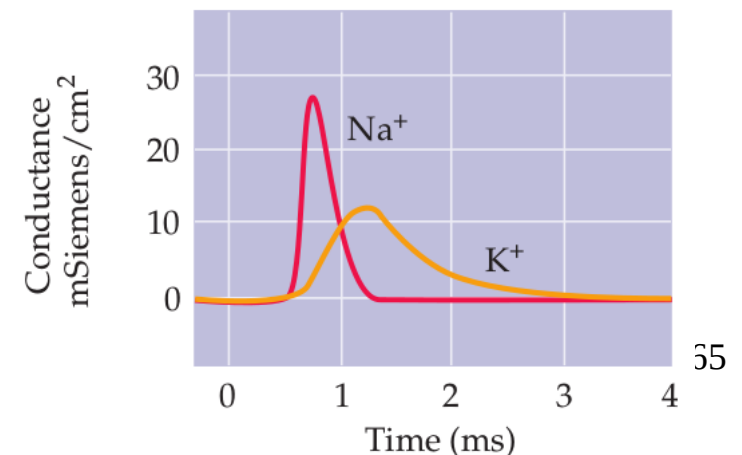
Le potentiel d'action est dû à l'action conjointe des ions sodium et potassium

Au niveau du segment initial de l'axone, il y a une forte concentration de canaux ioniques (Na^+ et K^+) **voltage dépendants**.

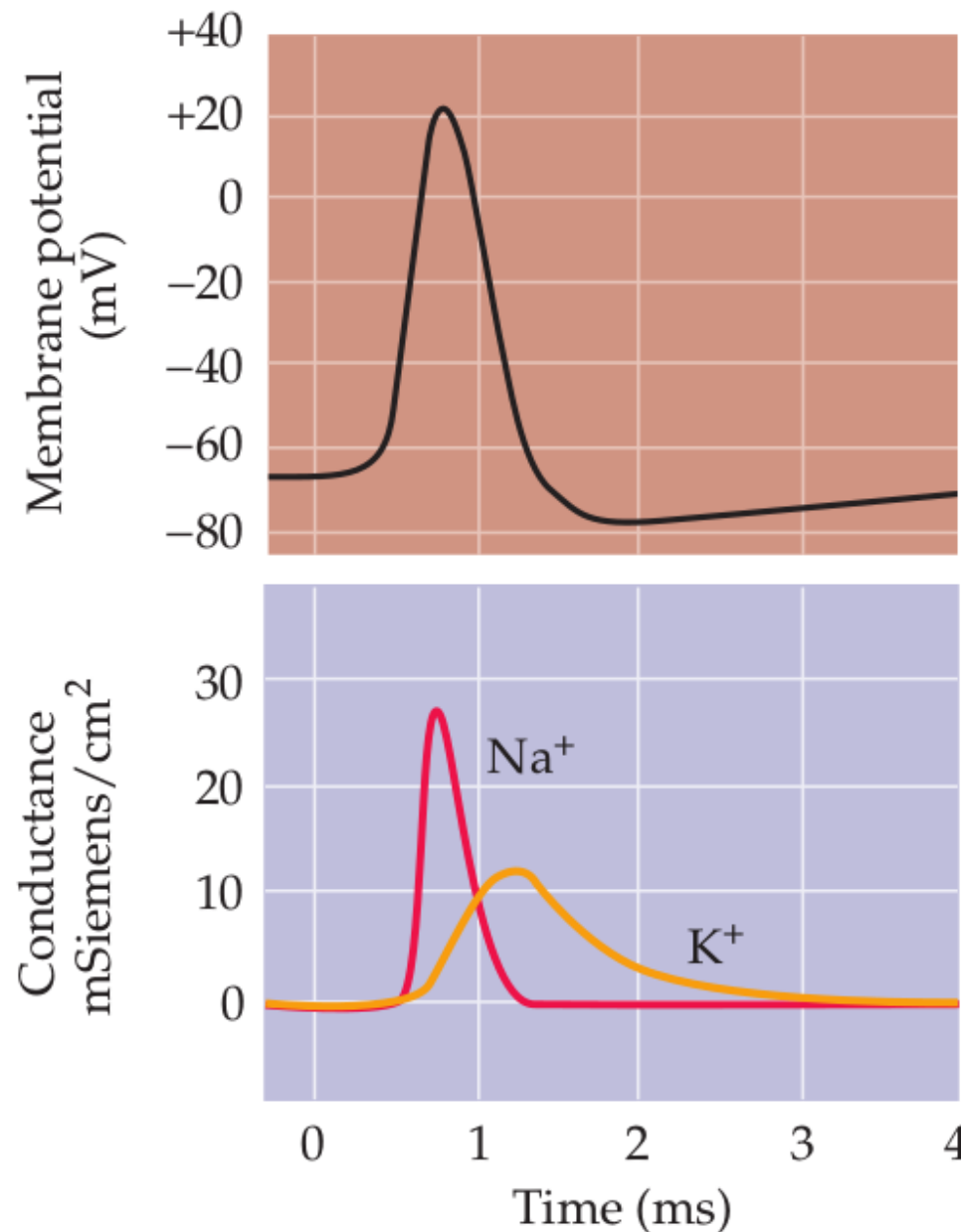


La dépolarisation provoque l'ouverture des canaux sodium et potassium: leur conductance s'accroît.

Cependant, les canaux sodium et le canaux potassium ont des **dynamiques différentes**: les canaux sodium s'ouvrent et se referment plus rapidement que les canaux potassium.

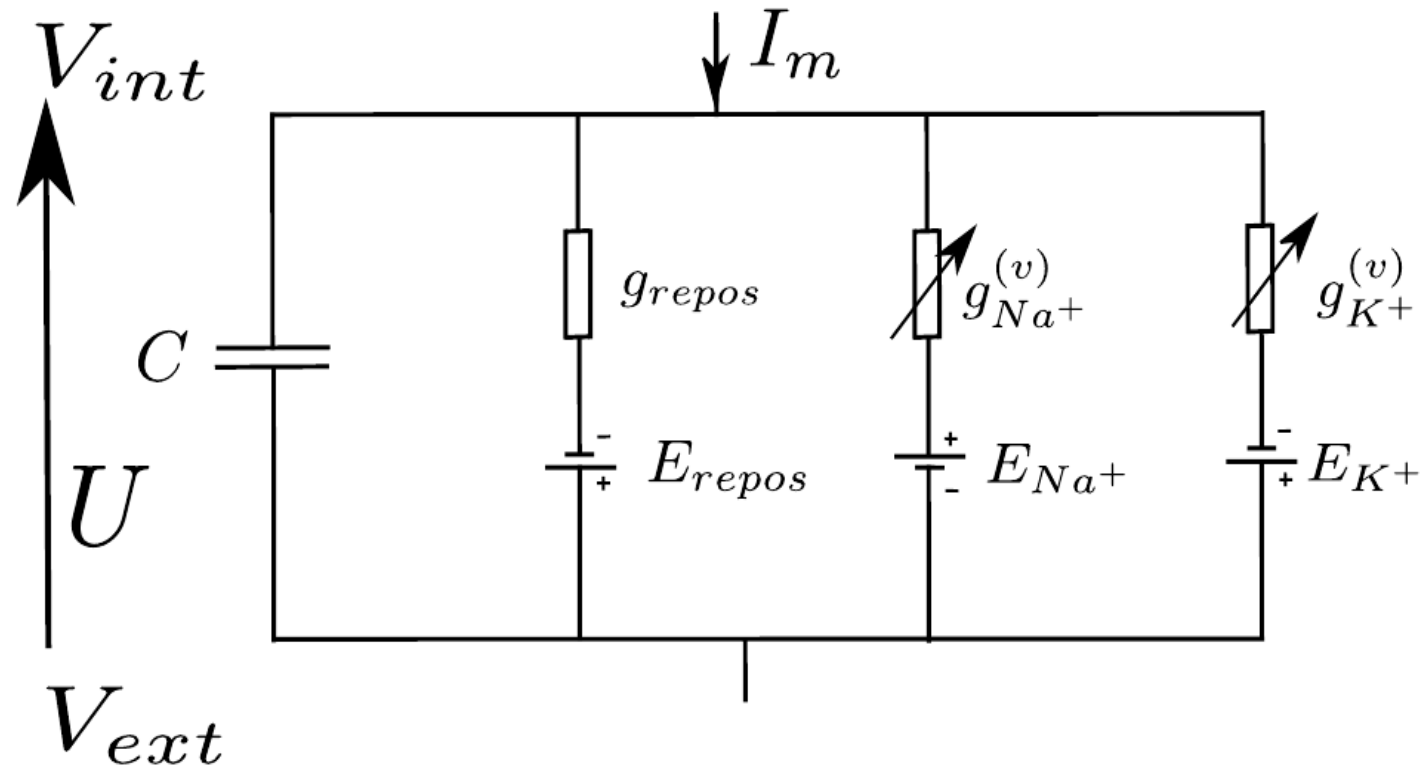
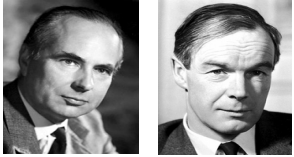


Hodgkin et Huxley ont montré que les changements de **permeabilité** du K^+ et du Na^+ sont nécessaires et suffisants pour expliquer la formation du potentiel d'action

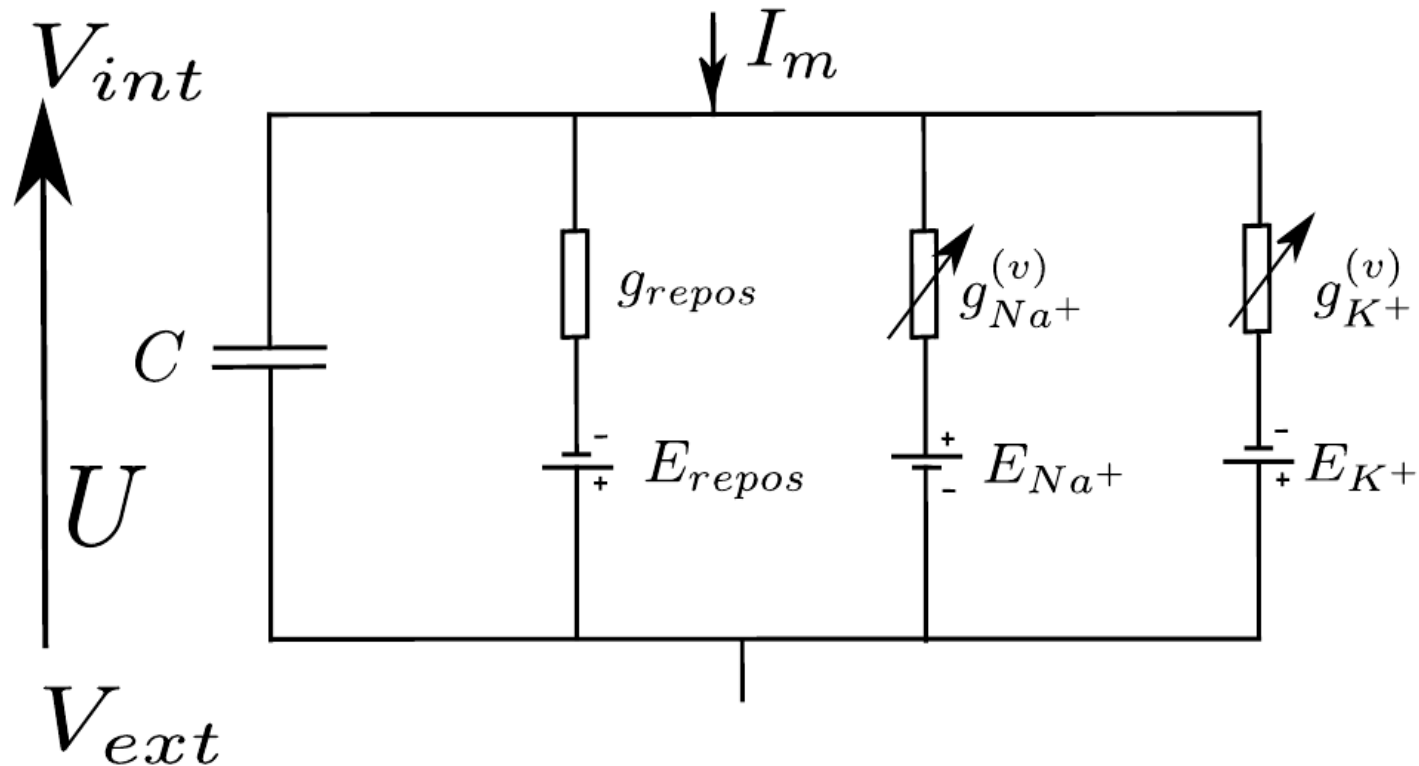
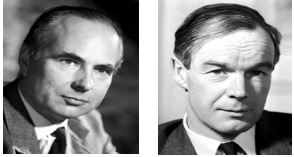


C'est la perméabilité qui change, les concentrations changent très peu.

Modélisation du neurone par un circuit électrique équivalent: le modèle de Hodgkin et Huxley



Modélisation du neurone par un circuit électrique équivalent: le modèle de Hodgkin et Huxley

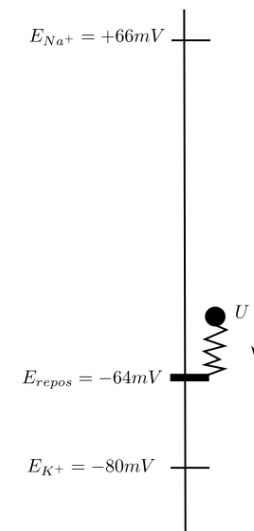
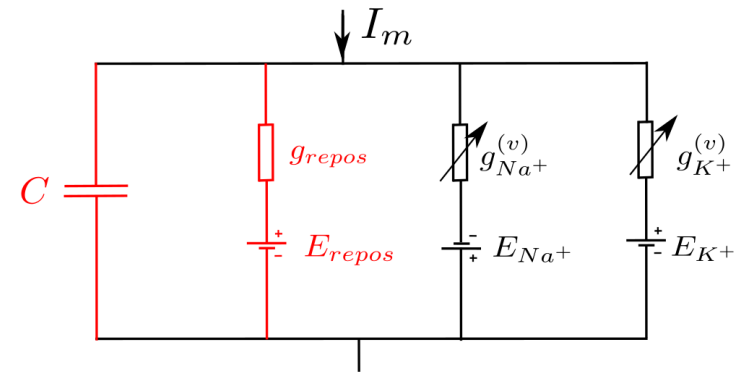
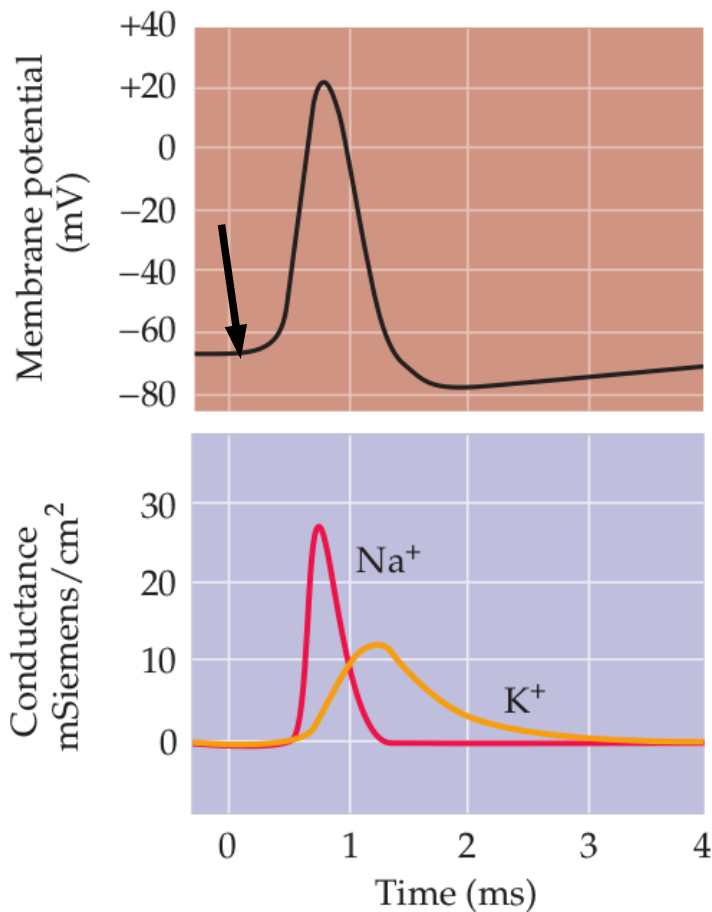


$$C \frac{dU}{dt} = -g_{repos}(U - E_{repos}) - g_{K^+}(U - E_{g_{K^+}}) - g_{Na^+}(U - E_{g_{Na^+}}) + I_m$$

Variables dynamiques et dépendantes du potentiel de membrane

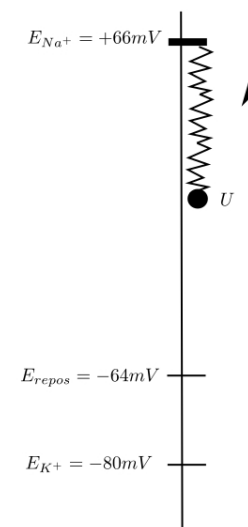
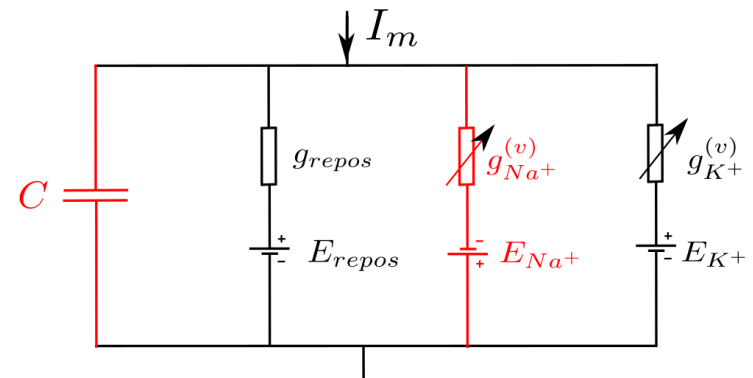
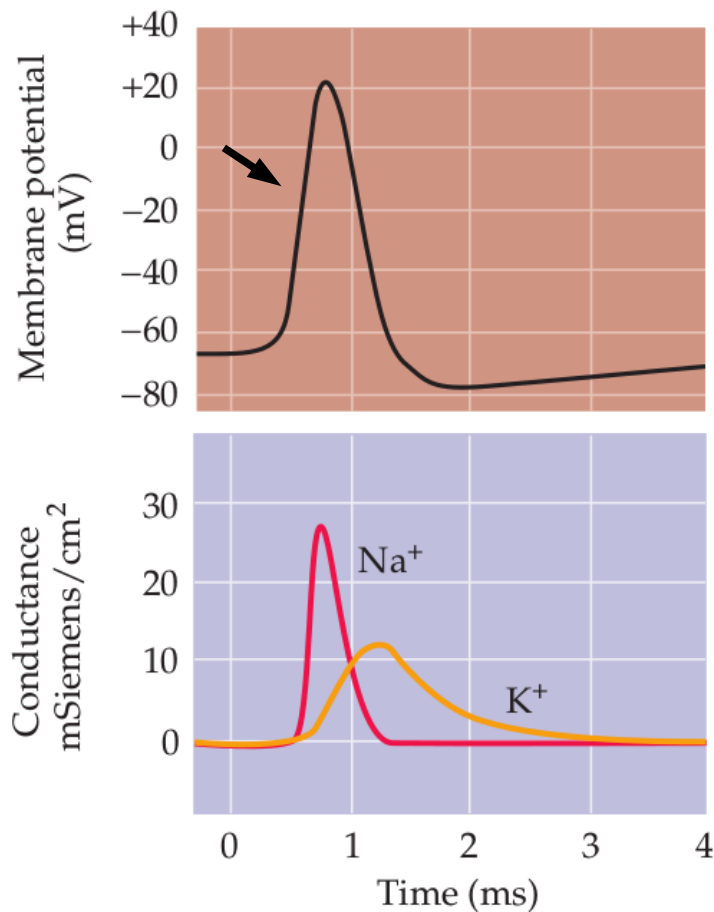
Le potentiel de repos

$$C \frac{dU}{dt} = -g_{repos}(U - E_{repos}) - \cancel{g_{K^+}}(U - E_{g_{K^+}}) - \cancel{g_{Na^+}}(U - E_{g_{Na^+}}) + I_m$$



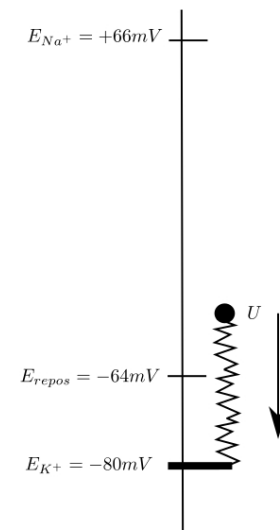
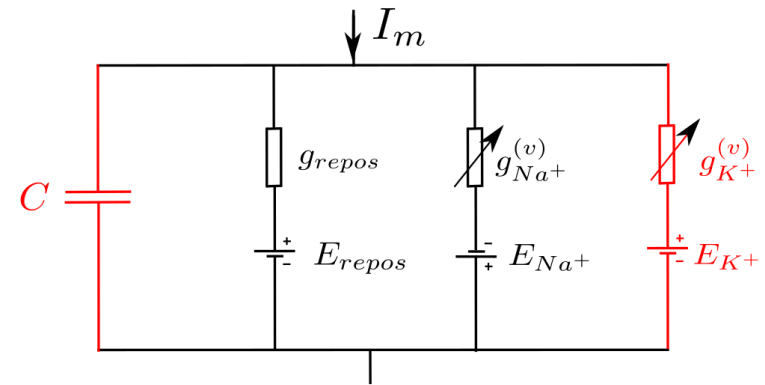
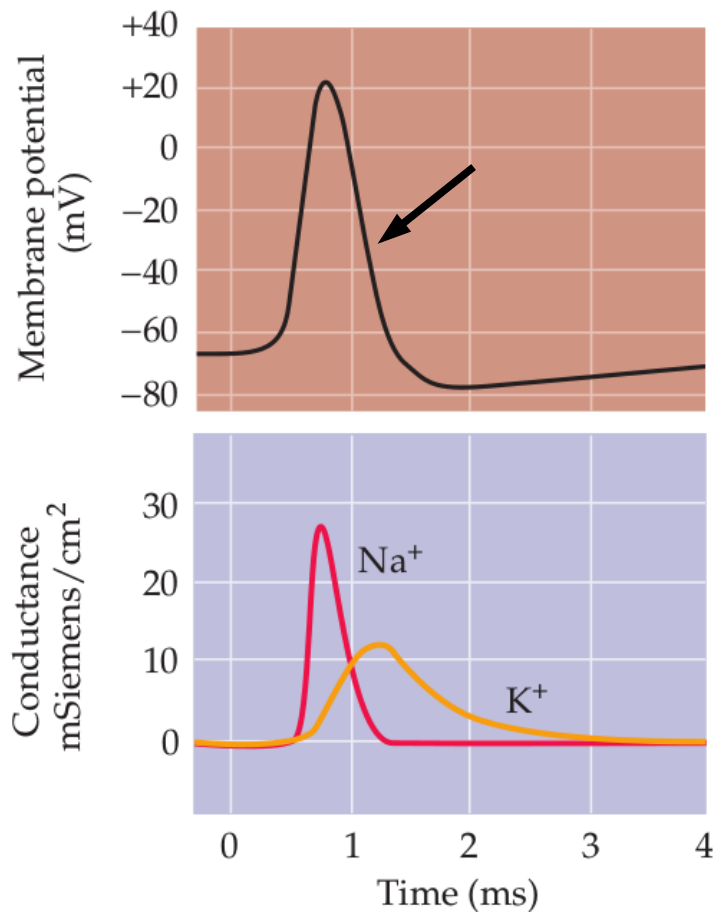
La dépolarisation

$$C \frac{dU}{dt} = -g_{repos}(U - E_{repos}) - \cancel{g_{K^+}}(U - E_{g_{K^+}}) - \underline{g_{Na^+}}(U - E_{g_{Na^+}}) + I_m$$



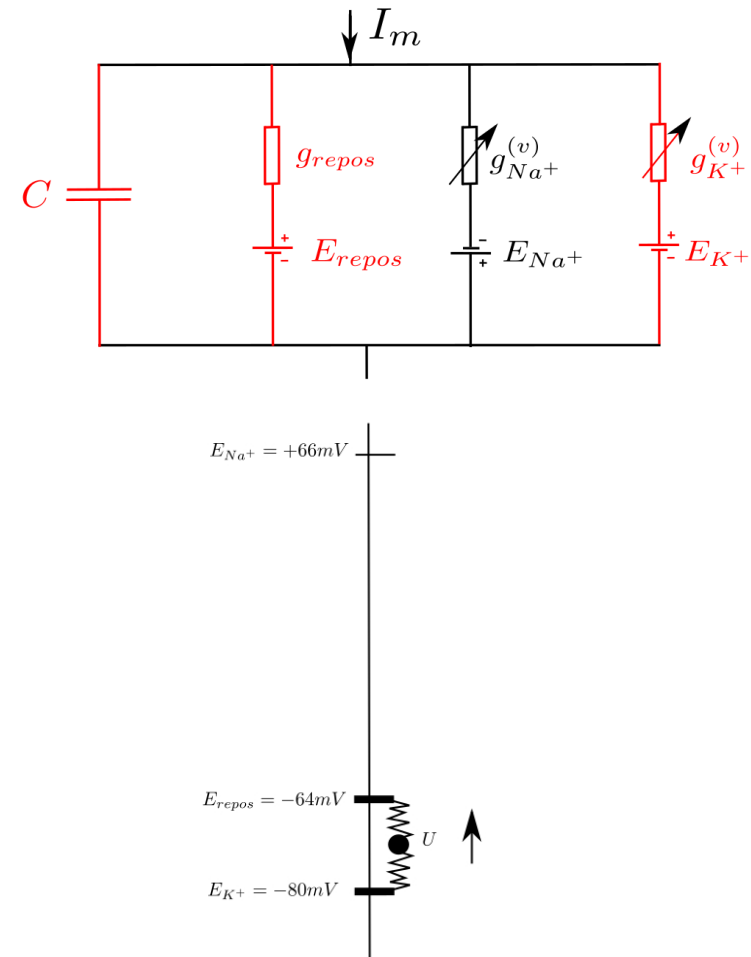
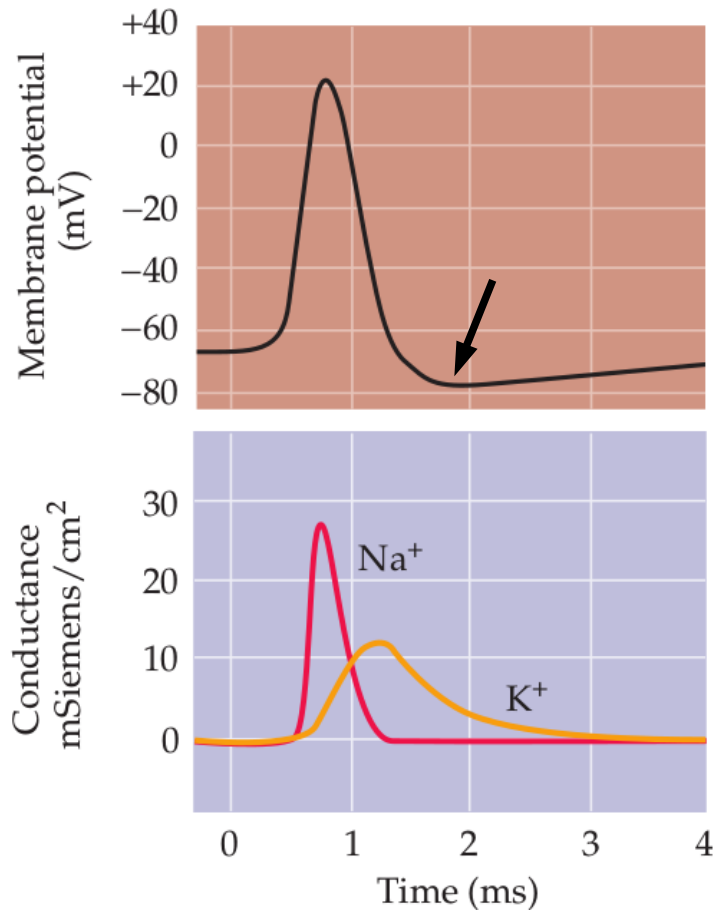
La repolarisation

$$C \frac{dU}{dt} = -g_{repos}(U - E_{repos}) - \underline{g_{K^+}}(U - E_{g_{K^+}}) - \cancel{g_{Na^+}}(U - E_{g_{Na^+}}) + I_m$$

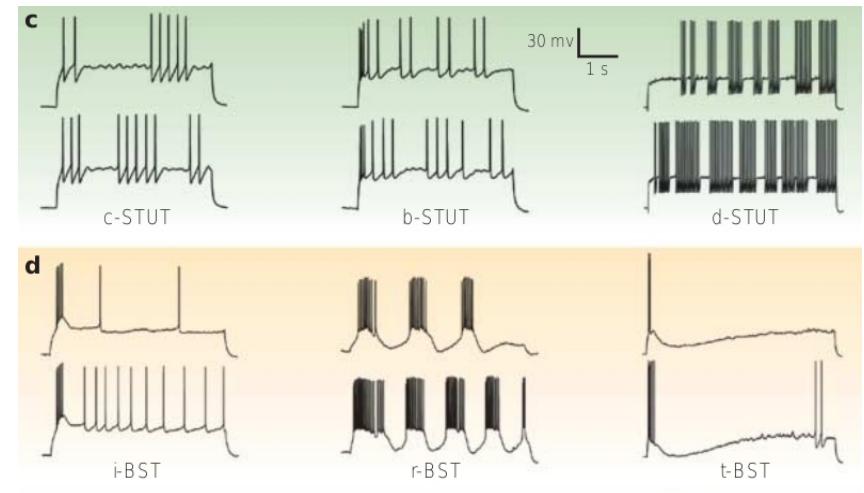
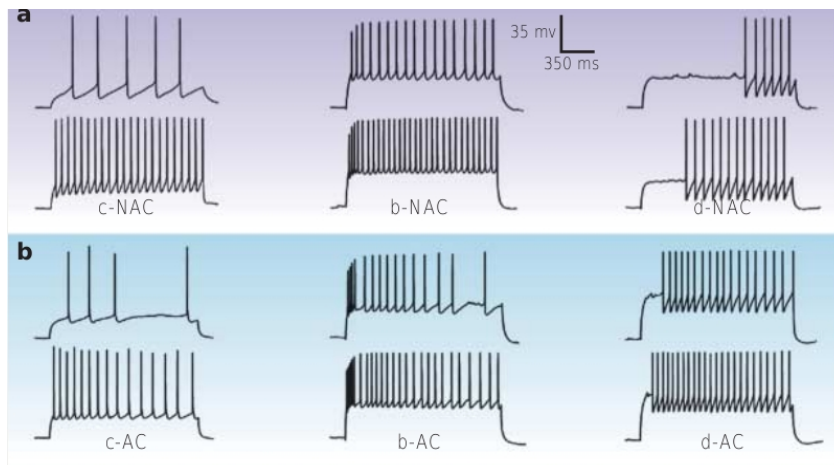


La post-hyperpolarisation

$$C \frac{dU}{dt} = -\underline{g_{repos}}(U - E_{repos}) - \underline{g_{K^+}}(U - E_{g_{K^+}}) - \cancel{g_{Na^+}}(U - E_{g_{Na^+}}) + I_m$$



Au-delà du modèle de Hodgkin et Huxley



Toute une série de canaux ioniques (et des modèles mathématiques associés) rendent compte d'activités plus complexes:

Résonance, bistabilité, activité oscillatoire, adaptation...