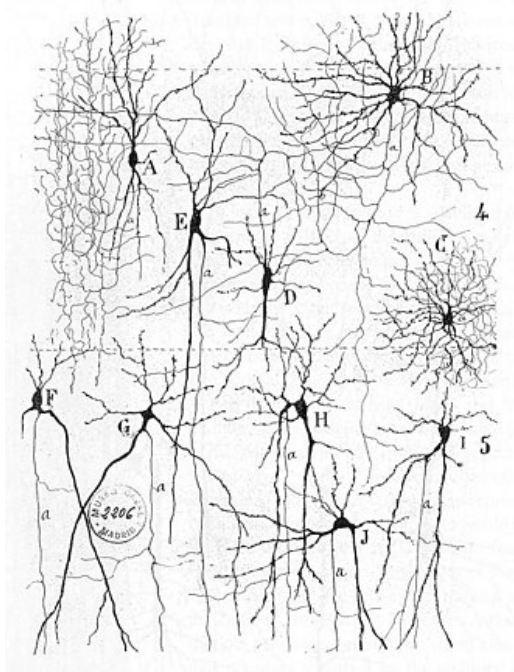


Master systèmes biologiques et concepts physiques

Biophysique du neurone



Jacques Bourg

jacques.bourg@cnr.fr

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



Quatrième partie: la conduction dans les câbles cellulaires

- La conduction passive.
- La conduction active.

La conduction passive

Nous appelons conduction passive la propagation spatio-temporelle de la différence de potentiel le long de la membrane.

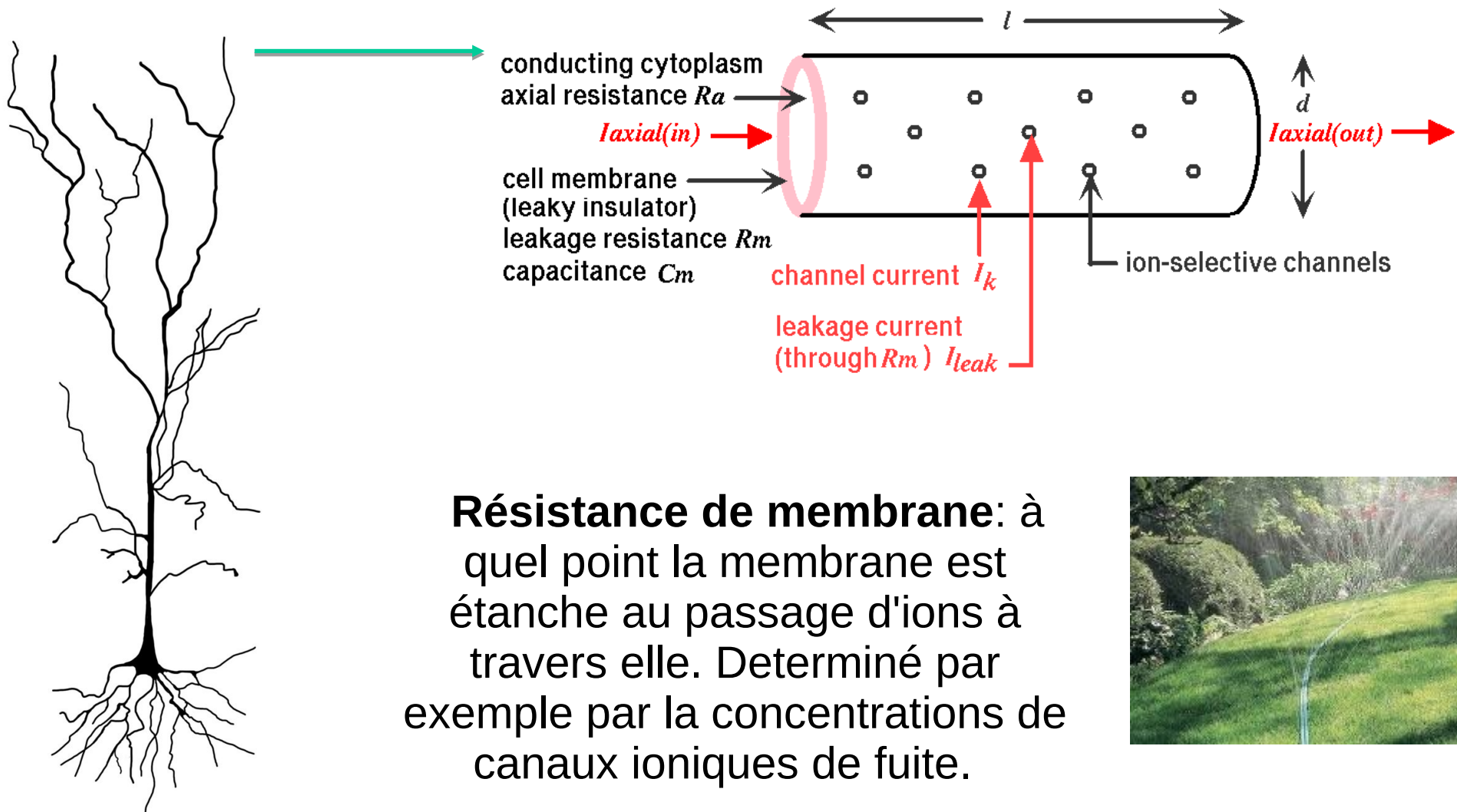


La conduction passive

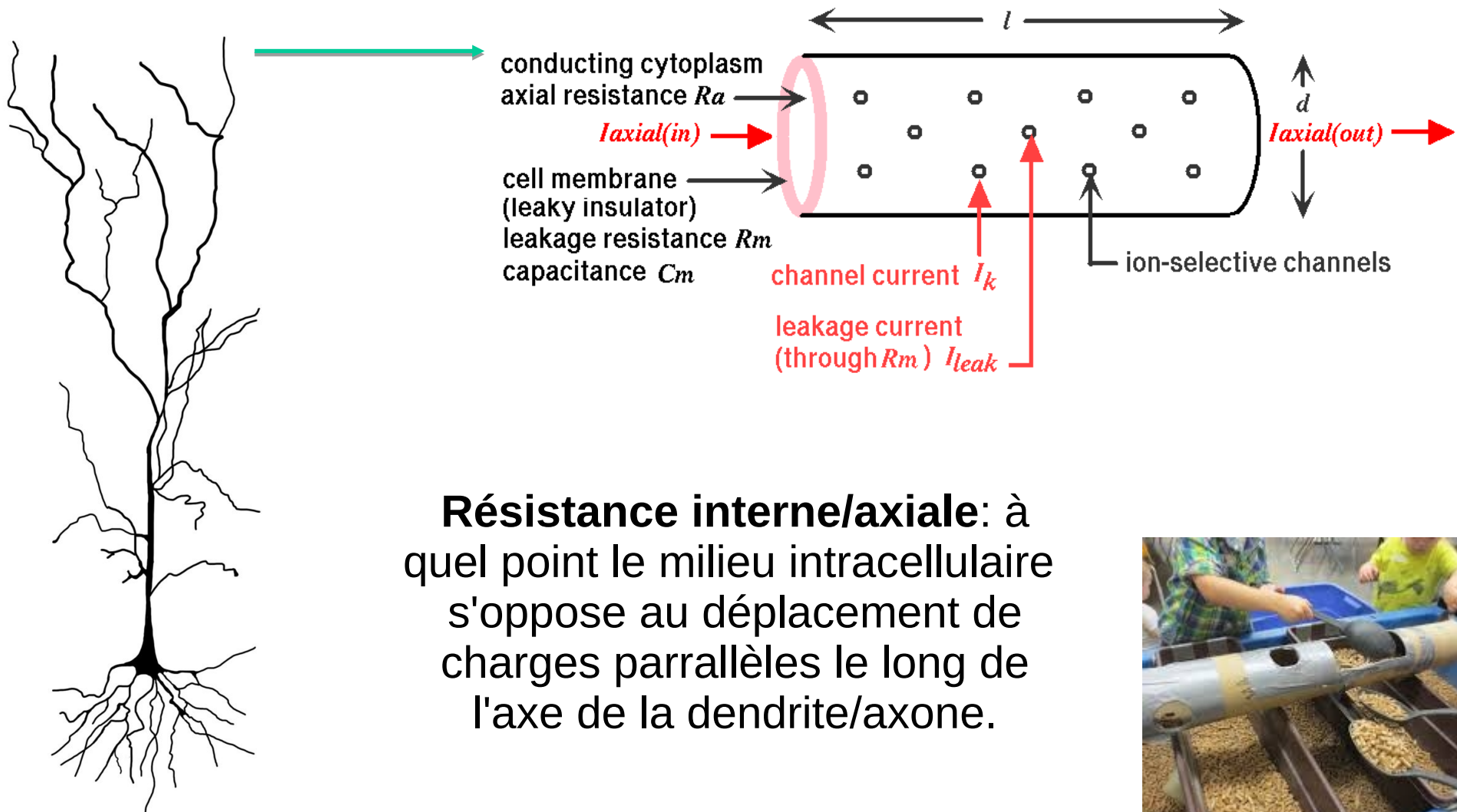
Comme pour les autres ondes, une différence de potentiel se propage sans qu'il y ait de déplacement de matière (de charges).



Paramètres biophysiques qui déterminent la conduction passive



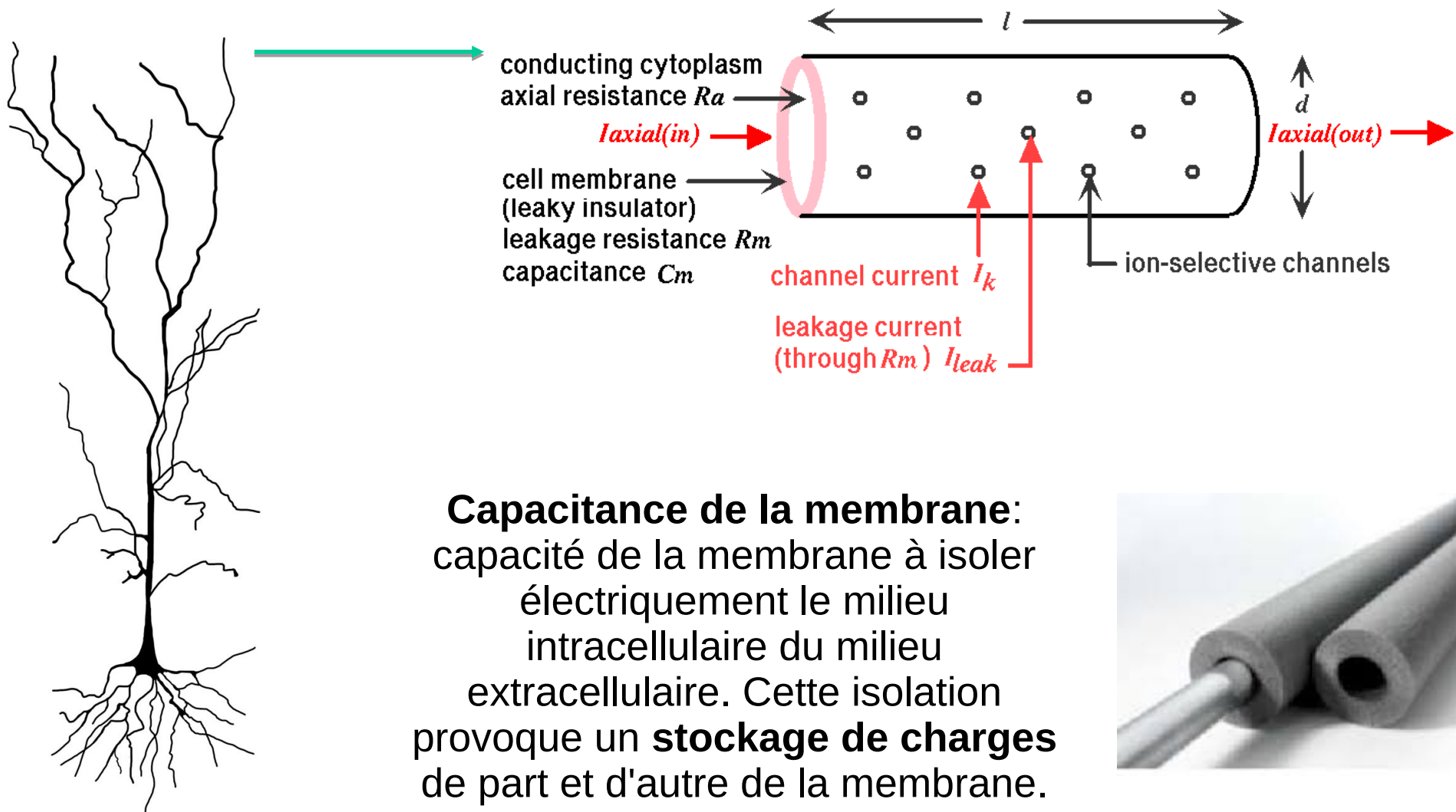
Paramètres biophysiques qui déterminent la conduction passive



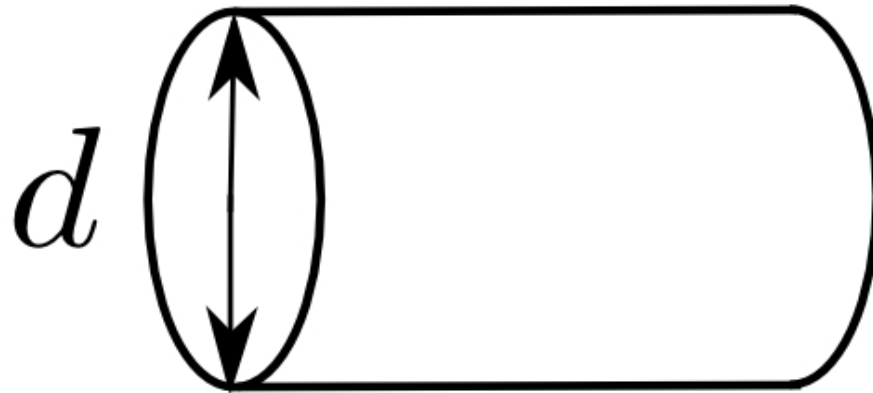
Résistance interne/axiale: à quel point le milieu intracellulaire s'oppose au déplacement de charges parallèles le long de l'axe de la dendrite/axone.



Paramètres biophysiques qui déterminent la conduction passive



Variation des paramètres biophysiques en fonction du diamètre dendritique



d

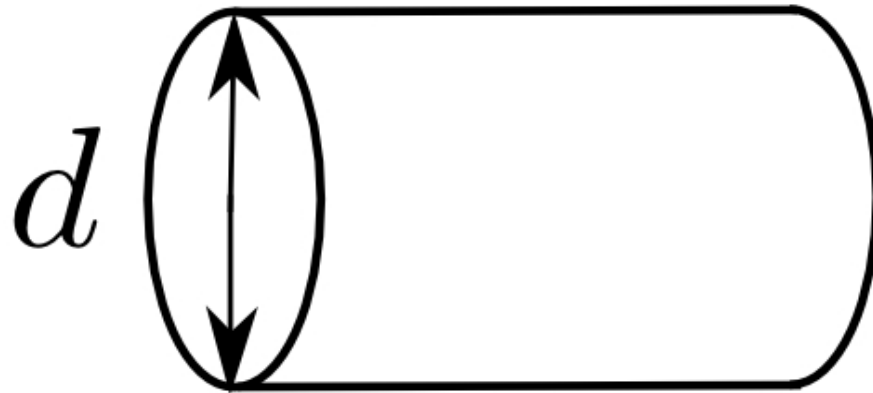
R_{interne}

R_{membrane}

C_{membrane}



Variation des paramètres biophysiques en fonction du diamètre dendritique



d



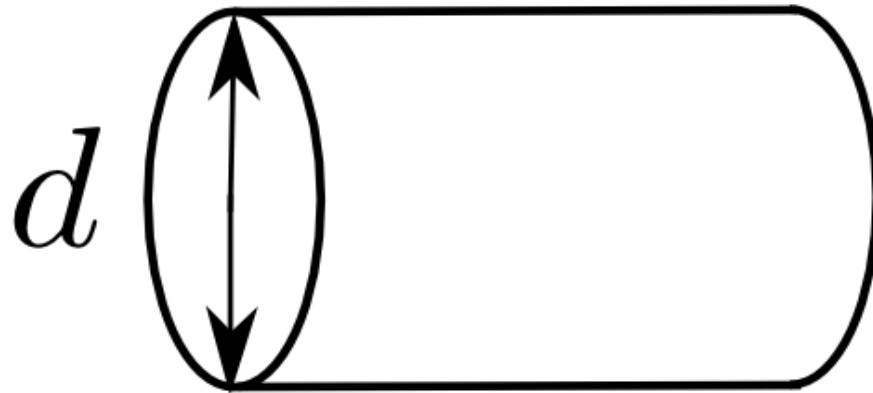
R_{interne}



R_{membrane}

C_{membrane}

Variation des paramètres biophysiques en fonction du diamètre dendritique



d



R_{interne}

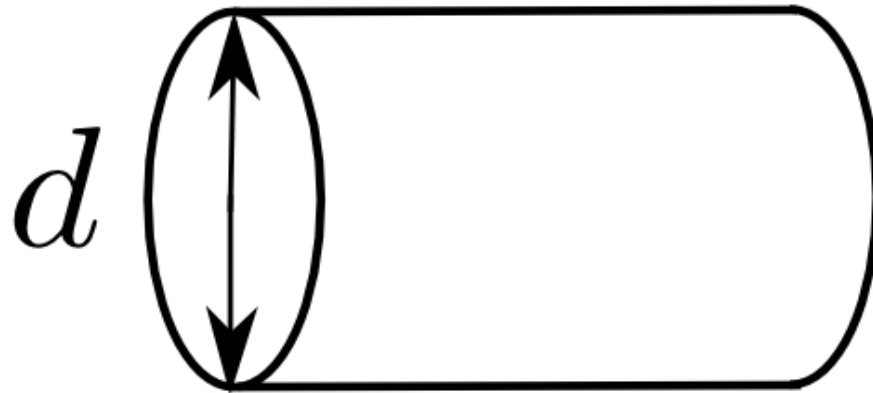


R_{membrane}



C_{membrane}

Variation des paramètres biophysiques en fonction du diamètre dendritique

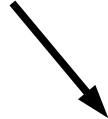


d



R

interne



R

membrane



C

membrane

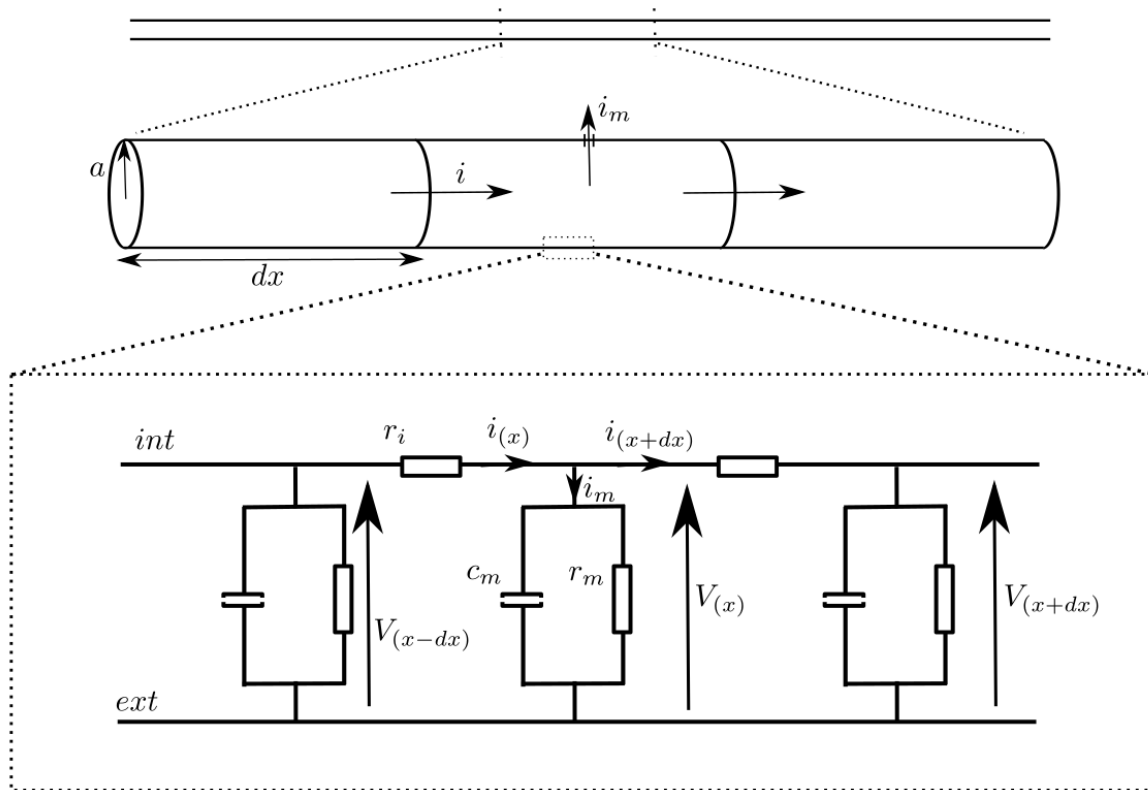


Variation des paramètres biophysiques en fonction du diamètre dendritique



Utilisation d'unités normalisées par le diamètre/l'aire de la section !

L'équation des câbles

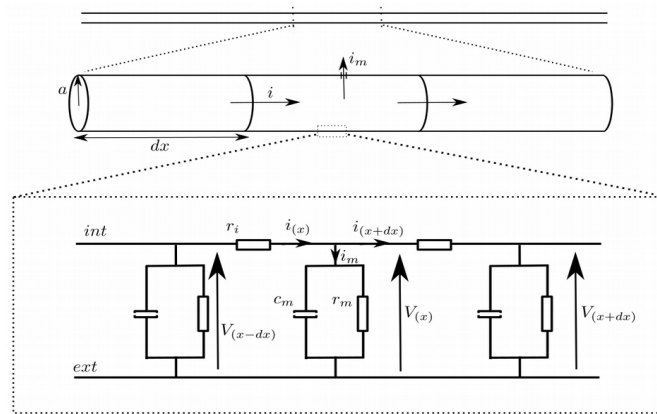


$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \tau \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{\lambda^2}$$

$$\tau = c_m \cdot r_i$$

$$\lambda^2 = \frac{r_m}{r_i}$$

L'équation des câbles

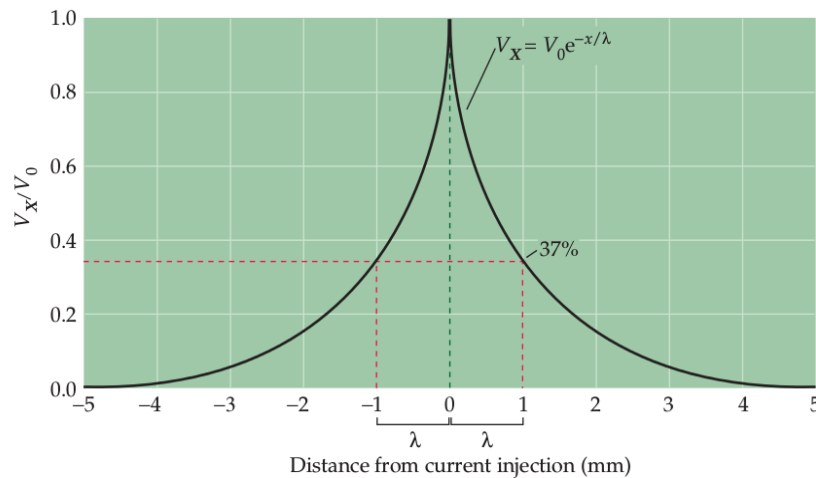


En régime permanent:

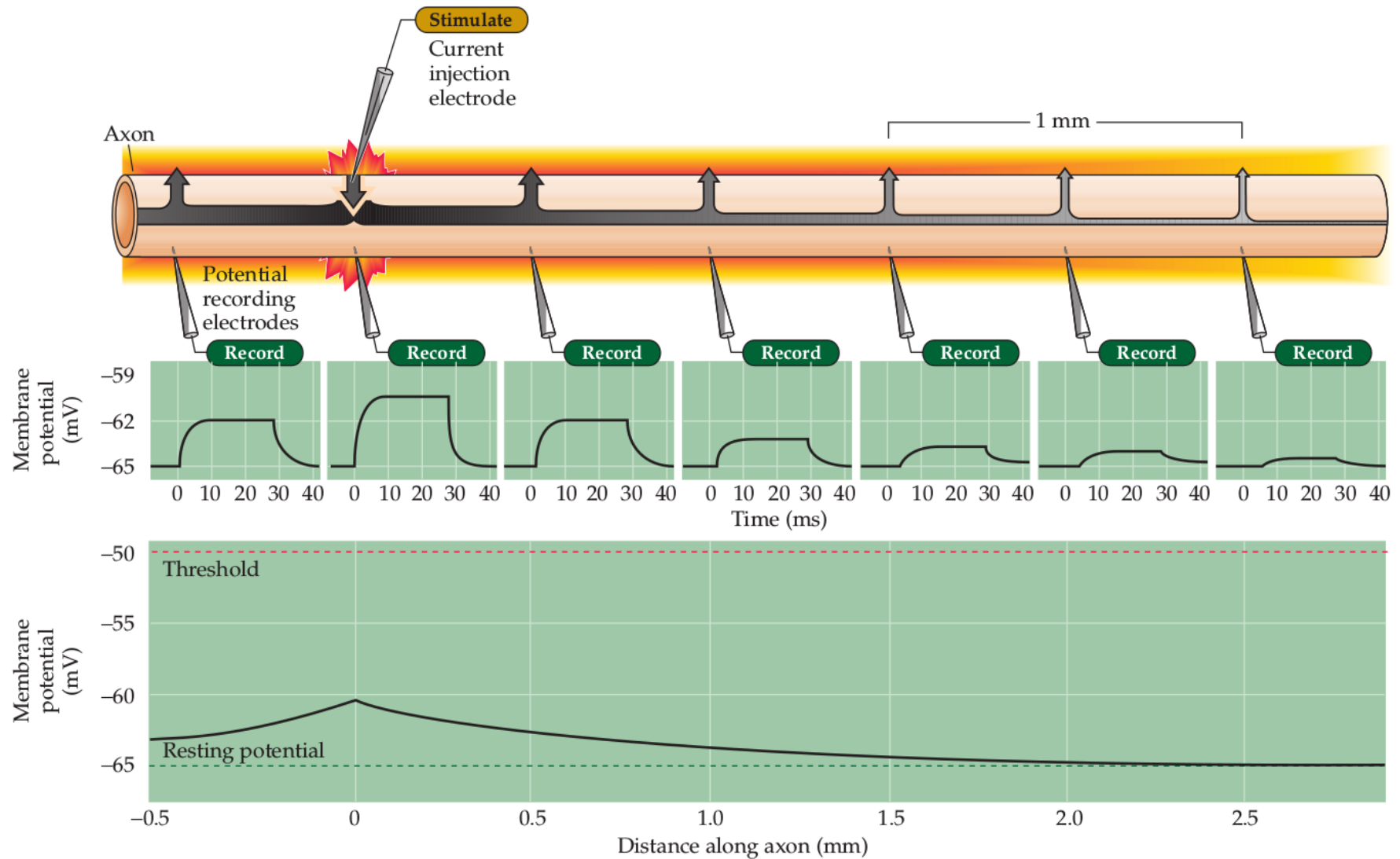
$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \tau \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{\lambda^2}$$

$$\lambda^2 = \frac{r_m}{r_i}$$

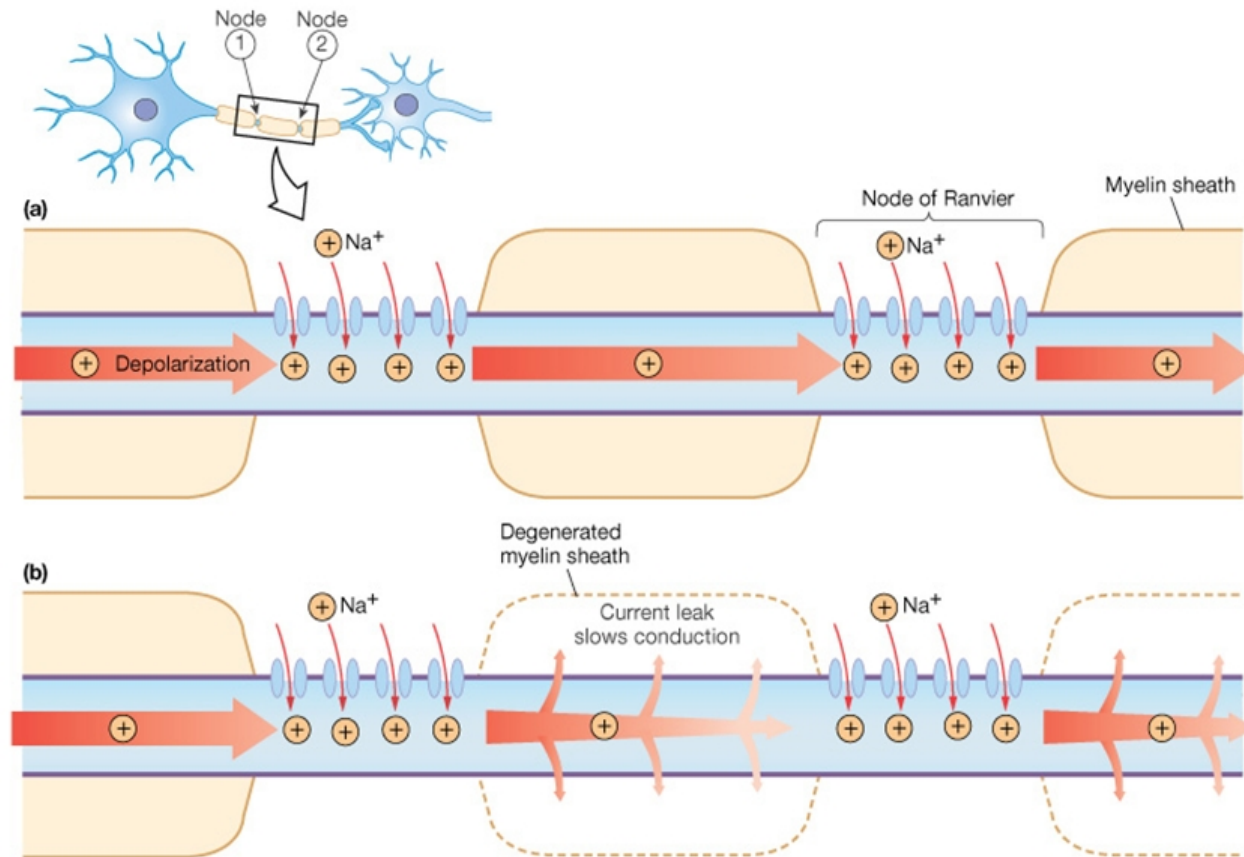
$$V(x) = V_{(x=0)} \cdot e^{-\frac{x}{\lambda}}$$



L'équation des câbles

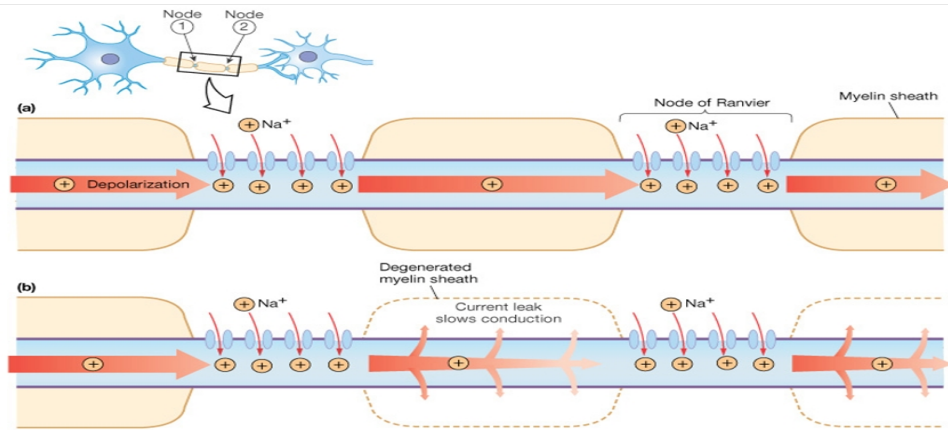


La conduction saltatoire

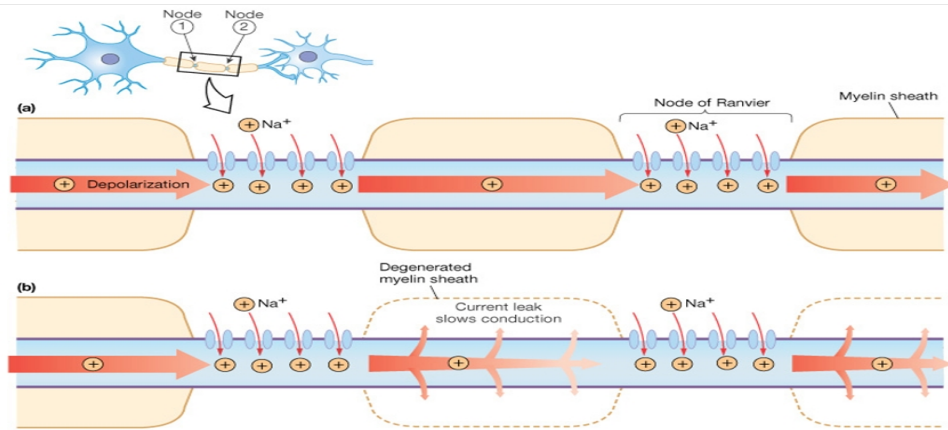


Grâce aux cellules de Schwann (myeline) la conduction est **beaucoup plus rapide**: 80-120 m/s contre 0.5-2.0 m/s. Seul les vertébrés (excepté les agnathes, sans mâchoire) ont des fibres myélinisées.

La conduction saltatoire, principe **passif** de propagation, la myélinisation



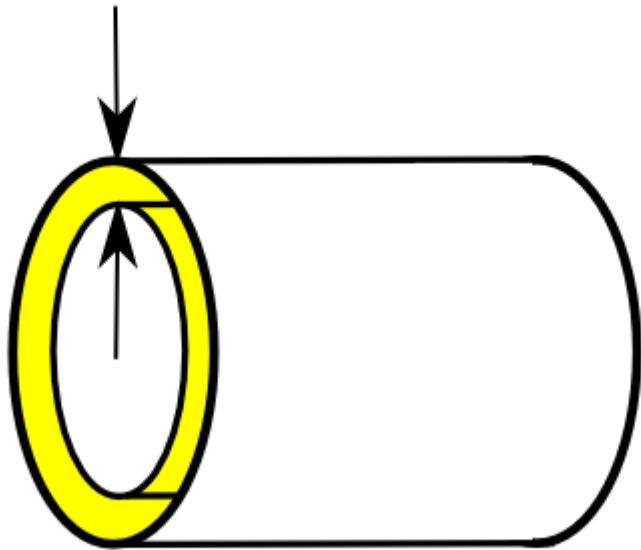
La conduction saltatoire principe **passif** de propagation, la myélinisation



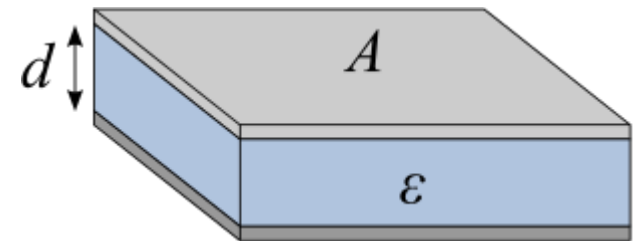
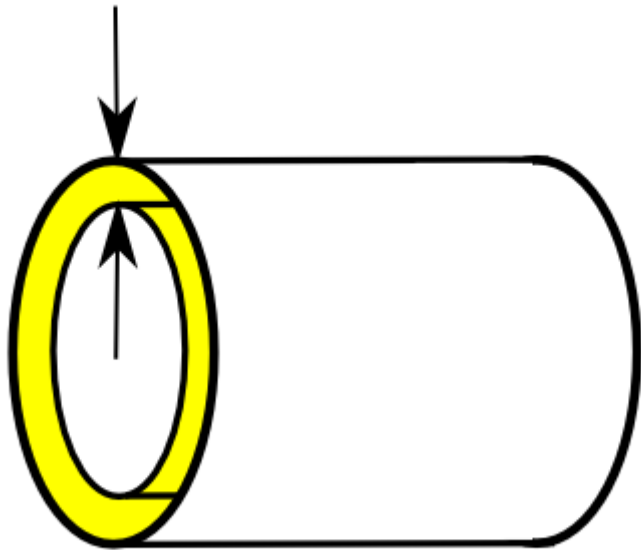
R_{membrane}



La conduction saltatoire -principe passif de propagation- la myélinisation



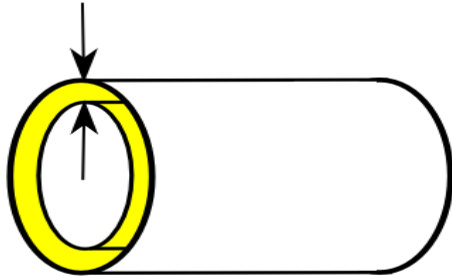
La conduction saltatoire -principe passif de propagation- la myélinisation



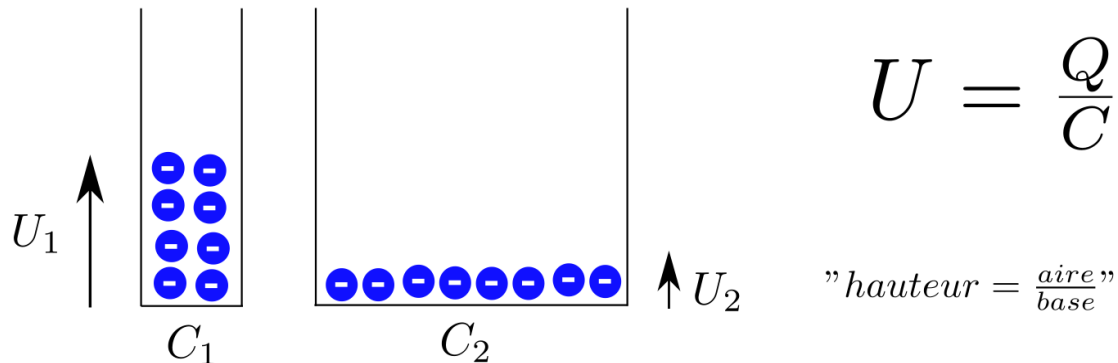
$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

L'épaisseur de la membrane augmente, et donc sa capacitance **diminue**.

La conduction saltatoire -principe passif de propagation- la myélinisation



La capacitance **diminue**.

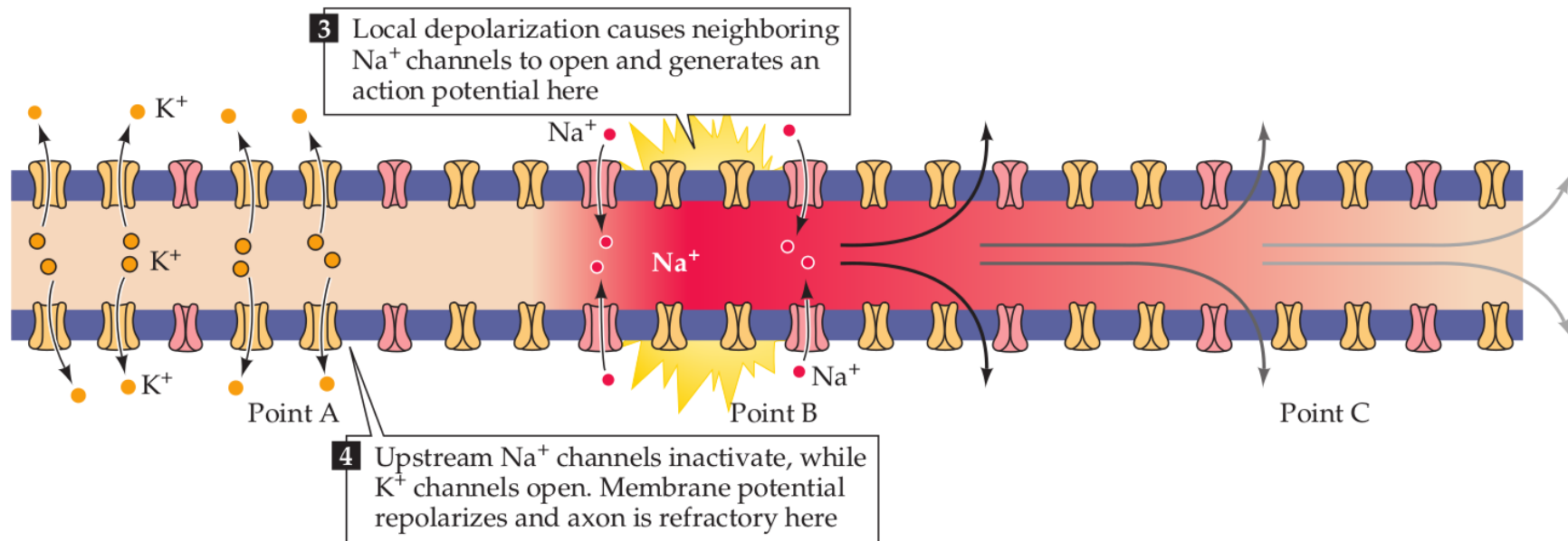


$$U = \frac{Q}{C}$$

"hauteur = $\frac{\text{aire}}{\text{base}}$ "

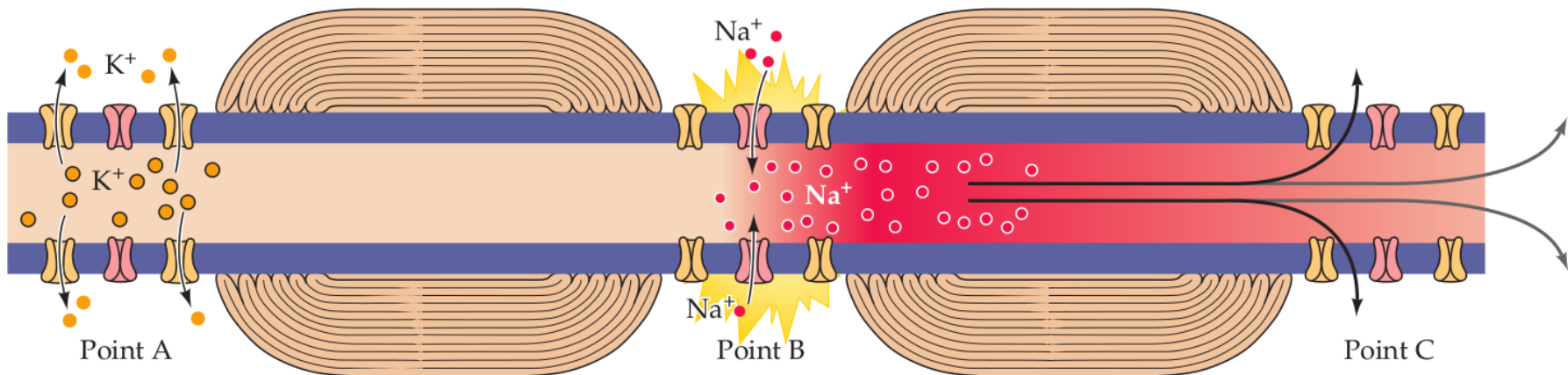
On peut, avec moins de charges, atteindre un certain niveau de dépolarisation.

La conduction active



Propagation unidirectionnelle du potentiel d'action grâce aux canaux ioniques voltage dépendants et à leur **inactivation** (dans le cas du sodium).

La conduction saltatoire: conduction passive et **active**



Entre deux Noeuds de Ranvier le potentiel se propage passivement. L'amplitude du potentiel d'action décroît selon l'équation des câbles, mais le signal est **regeneré** lorsque apparaissent de nouveaux canaux ioniques voltage-dépendants.