

POTENTIEL D'ACTION

Dr CHAKOURI

A decorative graphic element consisting of a thick yellow horizontal bar that transitions into a series of thin, parallel white and yellow lines on the right side of the slide.

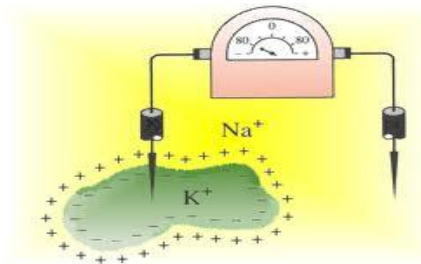
PLAN

- RAPPEL
- DÉFINITION
- DESCRIPTION
- CARACTÉRISTIQUES DU POTENTIEL D'ACTION
- CONCLUSION

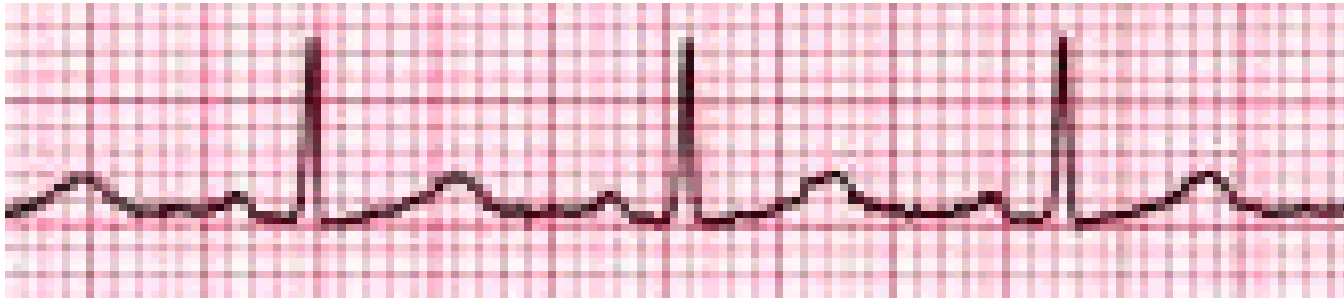
RAPPEL

- Les potentiels électriques recueillis au niveau des membranes des cellules de l'organisme est à la base stable, c'est un potentiel de repos.

- $$E_{mb} = \frac{R.T}{F} \ln \frac{P_{Na^+} [Na^+]_{ext} + P_{K^+} [K^+]_{ext} + P_{Cl^-} [Cl^-]_{int}}{P_{Na^+} [Na^+]_{int} + P_{K^+} [K^+]_{int} + P_{Cl^-} [Cl^-]_{ext}}$$



- Cellules excitables $\xrightarrow{\text{stimulus}}$ bouleversement du potentiel de repos (PR) qui devient alors un potentiel d'action (PA).

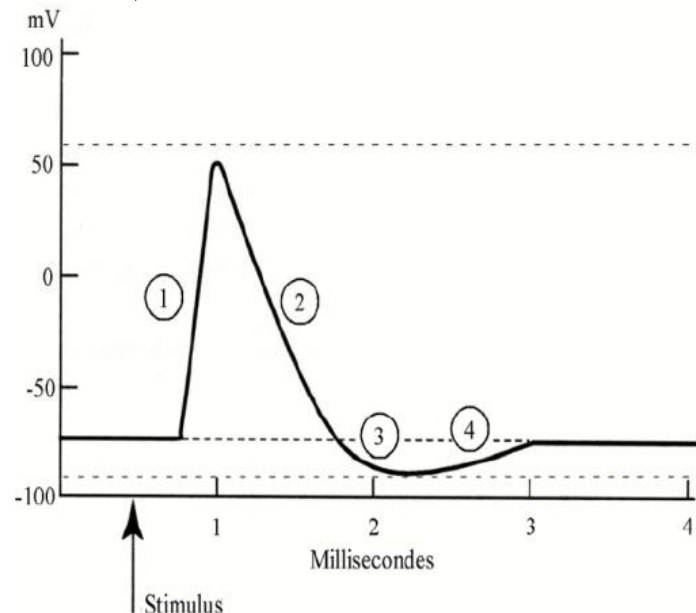


DÉFINITION

- Modification brusque et rapide du PR d'une cellule excitable.
- Consécutif à une stimulation,
- Facilité par des remaniements des protéines de la membrane cellulaire
- Variation de la perméabilité aux ions diffusibles.
- CONSEQUENCE: Le PA aboutit à la genèse d'un influx nerveux qui se propage sans atténuation

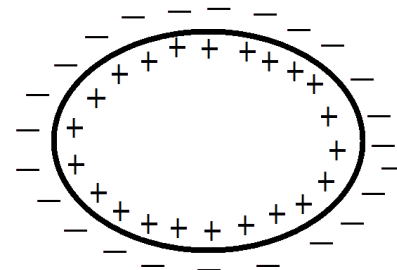
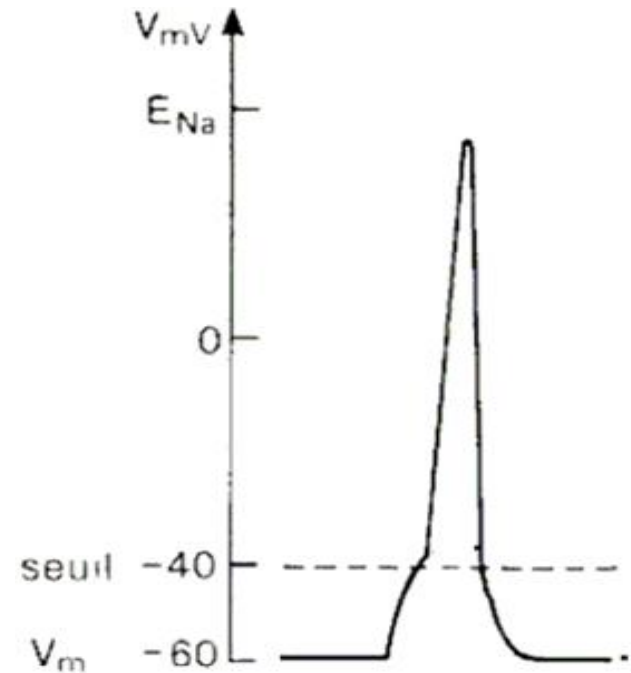
DESCRIPTION

- Lorsqu'on applique une stimulation électrique suffisamment importante à la membrane, on observe alors des modifications du potentiel transmembranaire, c'est le PA.



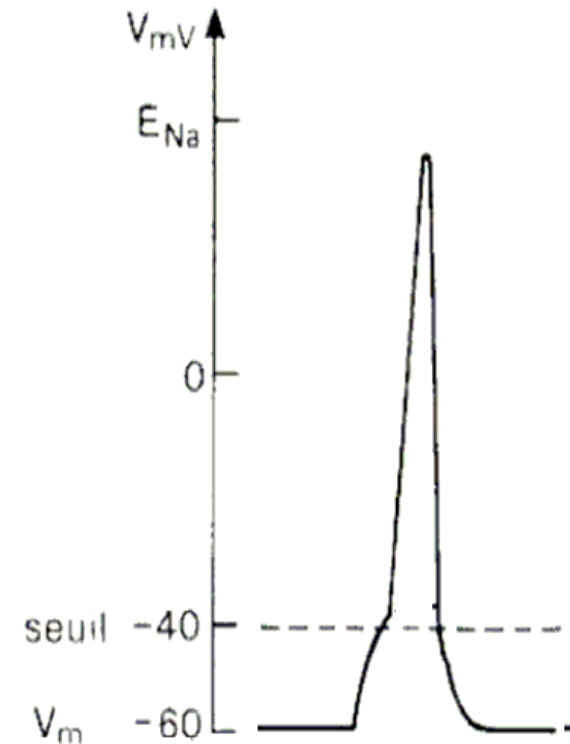
DÉPOLARISATION

- Phase 1 : de « dépoléarisation » qui est de grande amplitude et de durée très brève inférieure à 0,5 ms, c'est la phase montante du PA.
- Début lent, c'est la phase de « prépotentiel » , puis rapidement *explosive*.
- Le PR négatif, va s'annuler puis s'inverser (se positiver),
- Schématiquement l'intérieur de la cellule devient positif et l'extérieur négatif.



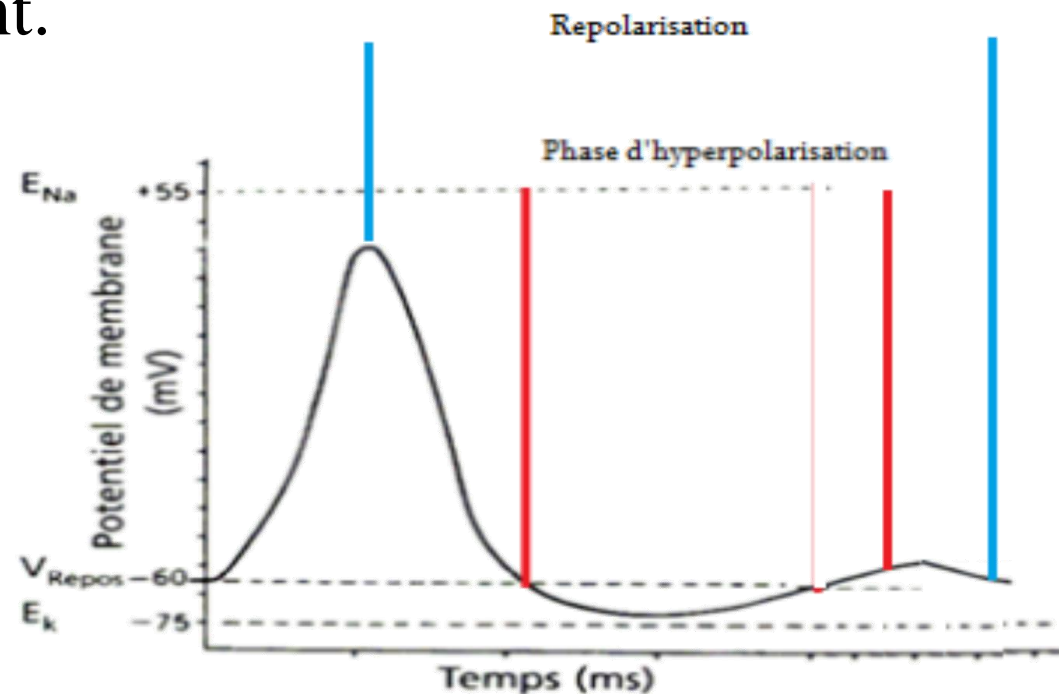
REPOLARISATION RAPIDE

- **POINTE:** brusque et abrupte
- PA diminue rapidement et tend à revenir vers sa valeur initiale négative.
- La phase montante et descendante du PA dessine un « Spike ».



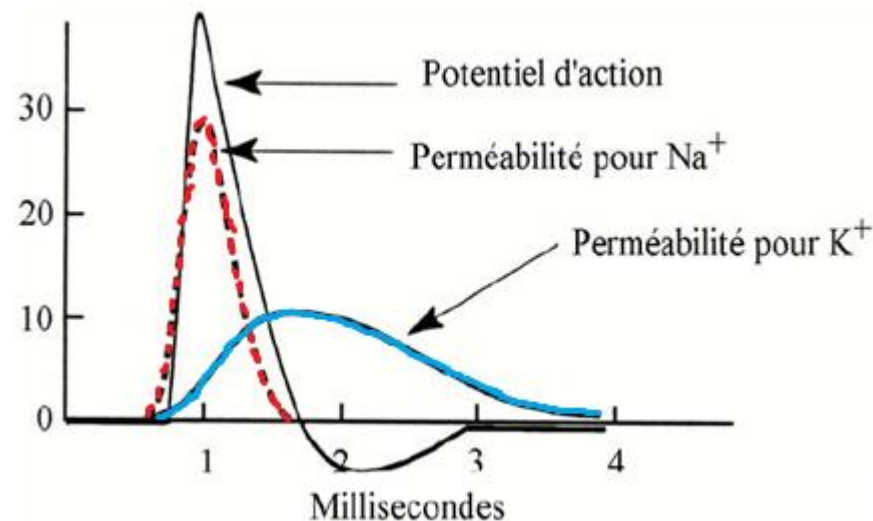
REPOLARISATION LENTE OU HYPERPOLARISATION

- Ralentissement de la repolarisation
- il dépasse le potentiel de repos initial puis y retourne plus lentement.



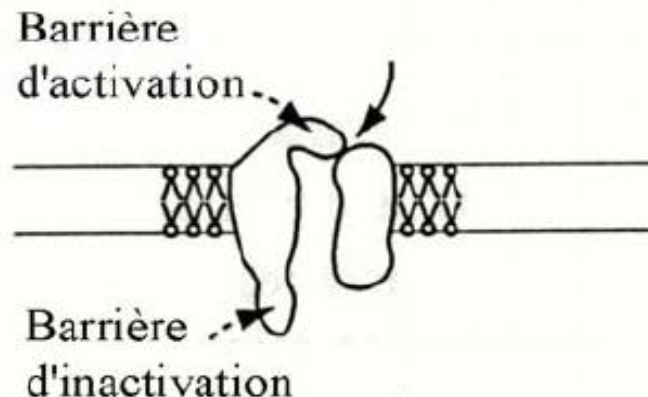
PHÉNOMÈNES IONIQUES EXPLIQUANT LE P.A

- Remaniement de la distribution des ions de part autre de la membrane cellulaire,
- Favorisé par une augmentation sélective de sa perméabilité vis avis des ions.

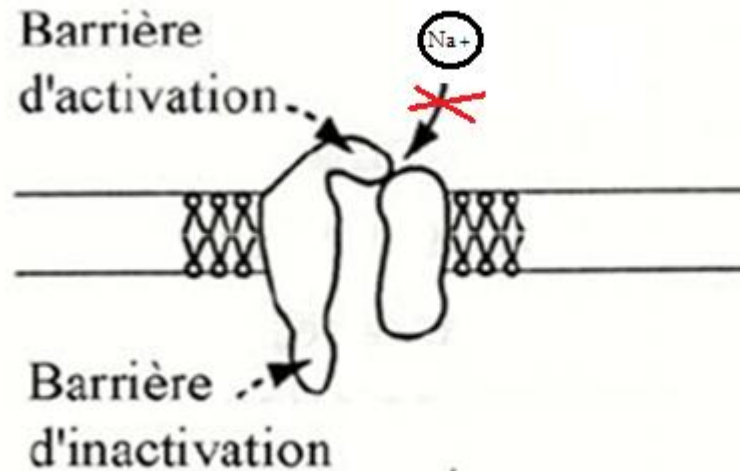


CANAUX Na^+ VOLTAGE DÉPENDANT

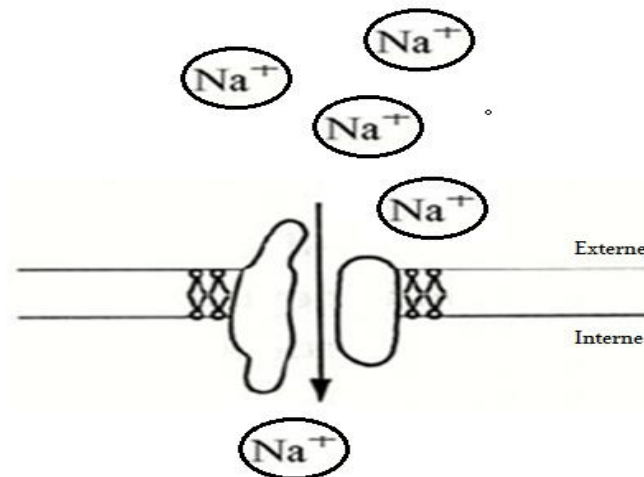
- Ils ont deux barrières:
- côté externe = barrière d'activation
- côté interne = barrière d'inactivation



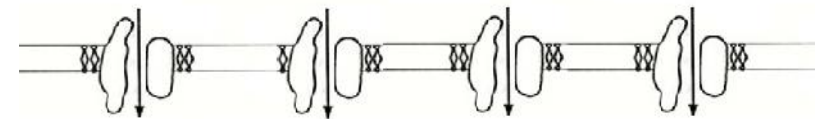
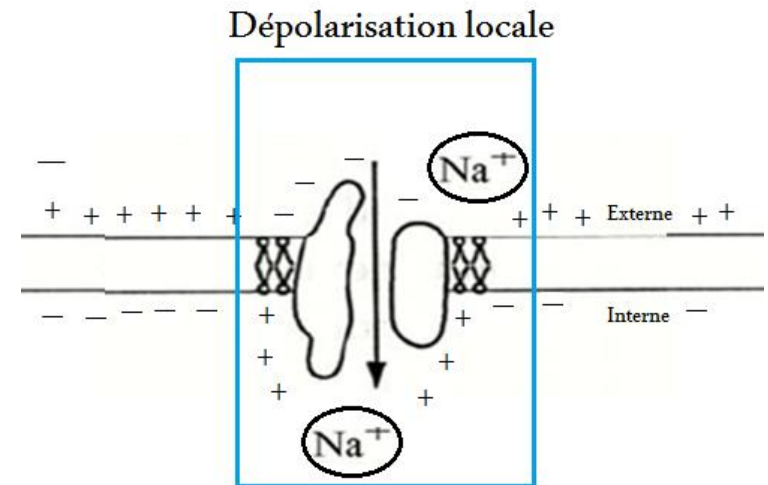
- Pendant le PR = barrière d'activation est fermée
- Empêche l'entrée du Na^+ .
- La barrière interne d'inactivation est ouverte.



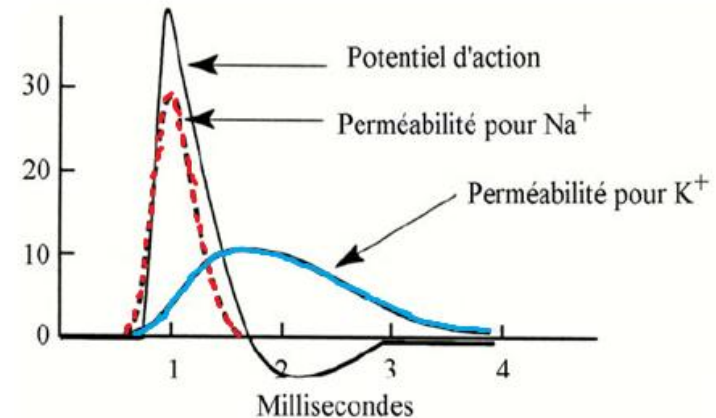
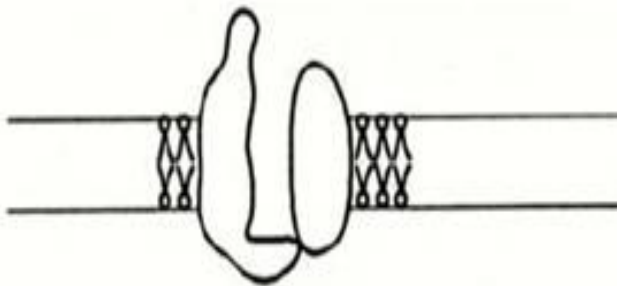
- En réponse à un stimulus localisé $>$ seuil d'excitation
- la barrière d'activation de quelques canaux Na^+ change brusquement de configuration pour s'ouvrir
- laisse entrer une certaine quantité d'ions Na^+ à l'intérieur de la cellule.



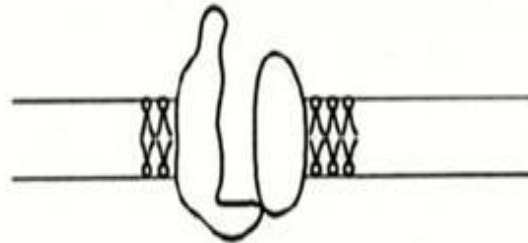
- L'entrée de ces Na^+ dans la cellule produit une dépolarisation partielle,
- Potentiel membranaire passe de -90 mV à -60 mV .
- Dépolarisation partielle \Rightarrow entraîne l'ouverture d'un plus grand nombre de canaux permettant ainsi une entrée plus considérable d'ions Na^+ ,
- l'entrée plus grande d'ions Na^+ accentue la dépolarisation,
- Dépolarisation plus forte continue à ouvrir les canaux sodium et ainsi de suite jusqu'à ce que la barrière d'activation de tous les canaux sodium soit ouverte et que la dépolarisation atteigne son sommet.
- C'est un « phénomène autorégénératif ».



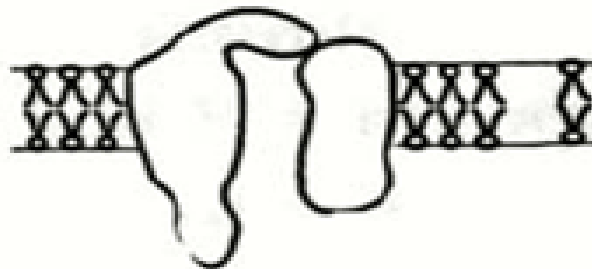
- L'entrée des ions Na^+ commence à diminuer au moment où la dépolarisation atteint son maximum.
- A ce moment-là, les barrières d'inactivation des canaux sodium se referment progressivement, ce qui met fin rapidement à l'augmentation de la perméabilité de la membrane pour le sodium.



- Les canaux sodium demeurent donc ouverts pendant quelques 10.000^{èmes} de seconde pour se refermer soudainement et empêcher par la suite l'entrée additionnelle d'ions Na^+ .
- La fermeture de la barrière d'inactivation des canaux Na^+ concourt à la phase de repolarisation du potentiel d'action.
- Lorsque la barrière d'inactivation est fermée, les canaux sodium ne peuvent absolument pas être activés.

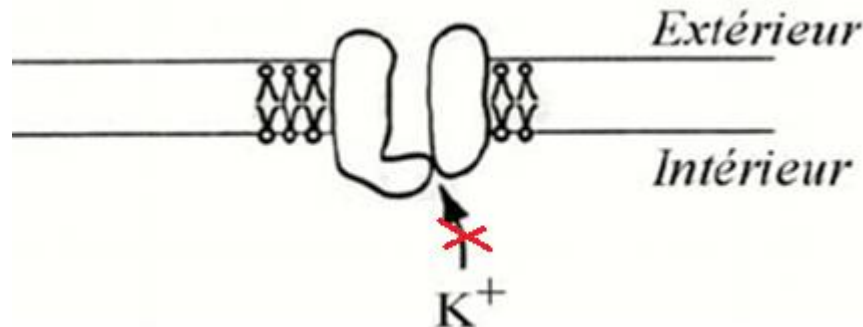


- A la fin de la repolarisation, lorsque la valeur de la différence de potentiel revient à la valeur du potentiel de repos, la barrière d'inactivation de quelques canaux sodium s'ouvre à nouveau et la barrière d'activation se referme.
- Pendant que la phase d'hyperpolarisation progresse, de plus en plus de canaux Na^+ voltage dépendants reprennent leur forme de repos stimuable
- A la fin de l'hyperpolarisation, tous les canaux sodium voltage dépendants ont repris leur forme de repos.

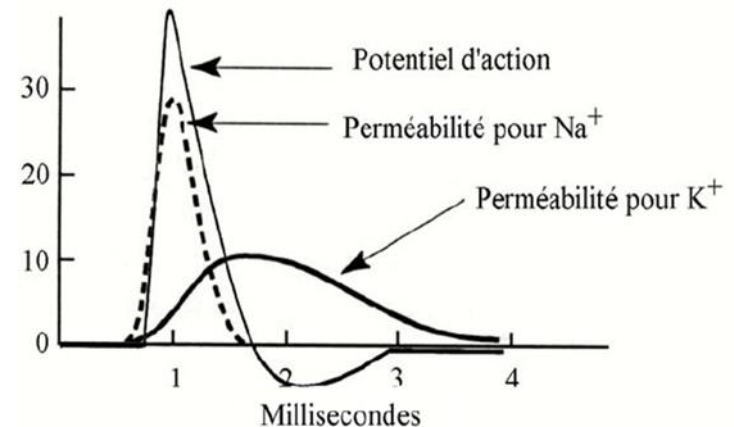
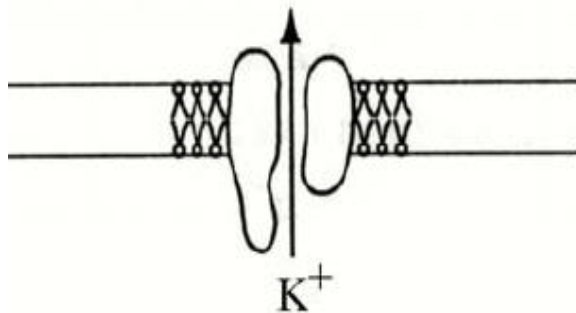


CANAUX DE POTASSIUM

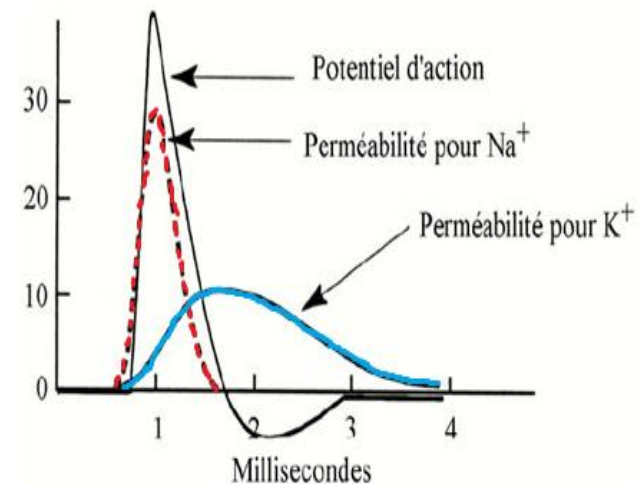
- Les canaux K^+ voltage dépendants ont une seule barrière d'activation.
- Au PR, la barrière des canaux K^+ voltage dépendants est fermée, empêchant ainsi les ions K^+ de sortir .



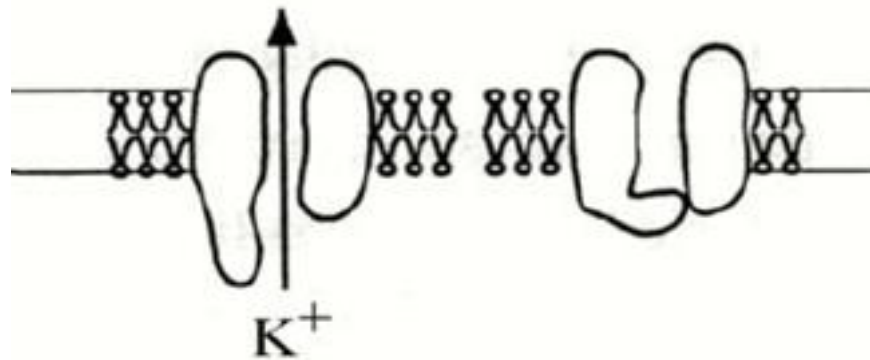
- Au début de la dépolarisation, le changement de voltage => ouverture de la barrière des canaux K^+ .
- Très lent, les canaux K^+ restent fermés pendant la dépolarisation et leur ouverture ne se manifeste qu'au début de la repolarisation.



- les canaux K^+ commencent à s'ouvrir en même temps que les canaux Na^+ se referment.
- Augmentation de la perméabilité pour le K^+ \Rightarrow Sortie des ions K^+ à l'extérieur de la cellule.
- La repolarisation est accompagnée à la fois par la diminution de l'entrée des ions Na^+ à l'intérieur de la cellule et par l'augmentation de la sortie des ions K^+ à l'extérieur de la cellule.



- Plus les ions K^+ sortent de la cellule en grand nombre, plus la repolarisation progresse et plus le nombre de canaux ouverts croît.
- Les canaux K^+ restent ouverts et ne se referment que lorsque la différence de potentiel revient à la valeur de repos.

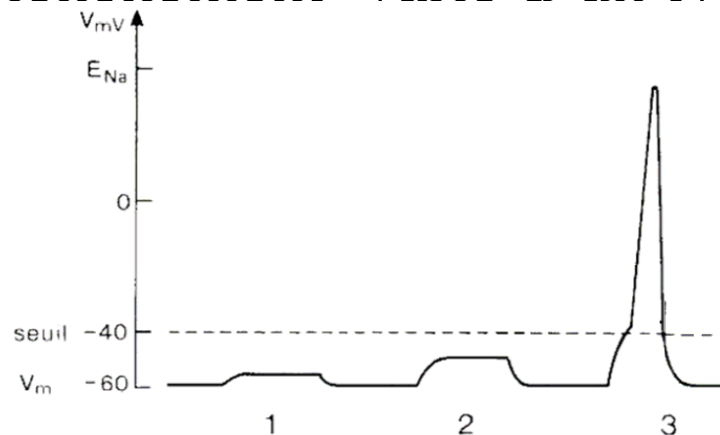


CARACTÉRISTIQUES DU POTENTIEL D'ACTION

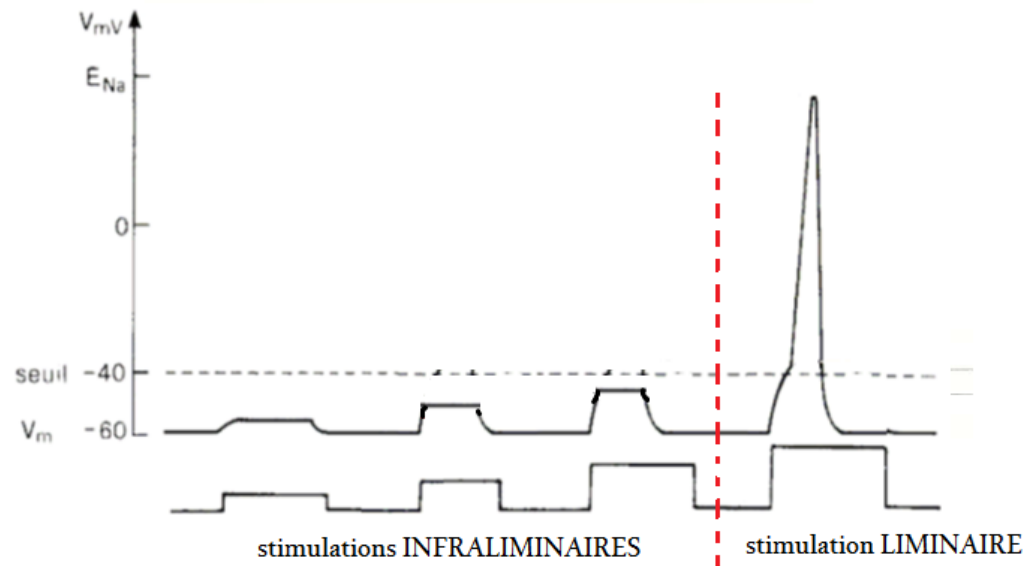
- SEUIL D'EXCITATION
- LOI DU TOUT OU RIEN
- PÉRIODES RÉFRACTAIRES
- PROPAGATION

SEUIL D'EXCITATION

- C'est l'intensité minimale du stimulus nécessaire pour produire un potentiel d'action.
- Cette intensité minimale = seuil de déclenchement du PA,
- Le seuil de déclenchement varie d'un type cellulaire à un autre.

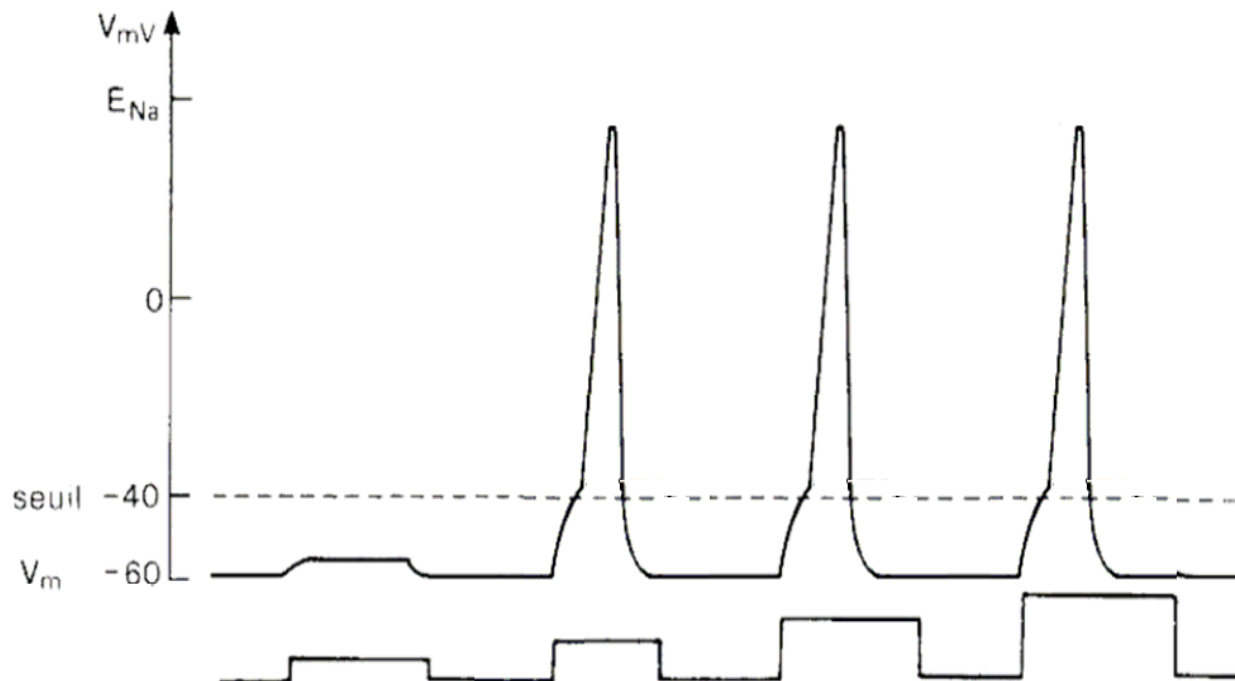


- Donc, les stimulations ne sont pas toutes capables d'induire un PA et sont dites « infraliminaires ».
- Il faut qu'elles atteignent un certain niveau ou une certaine puissance pour le déclencher delà elles sont dites « liminaires ».



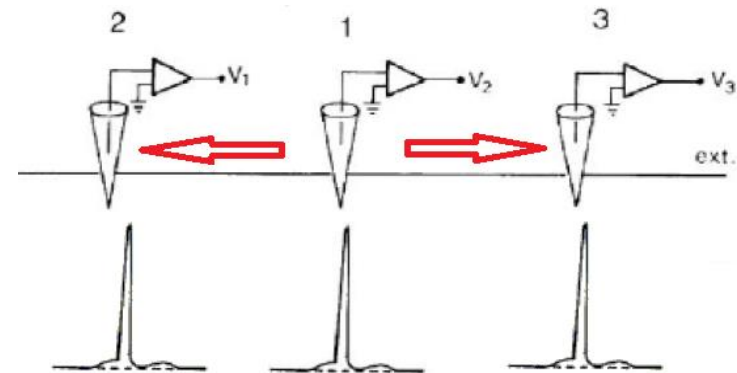
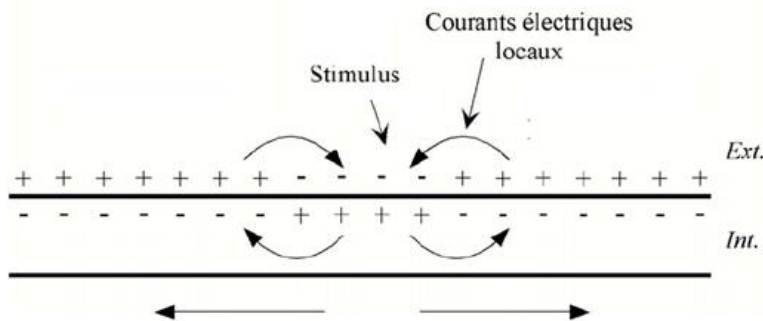
LOI DU TOUT OU RIEN

- C'est-à-dire que le potentiel d'action est soit obtenu en entier soit il ne l'est pas.



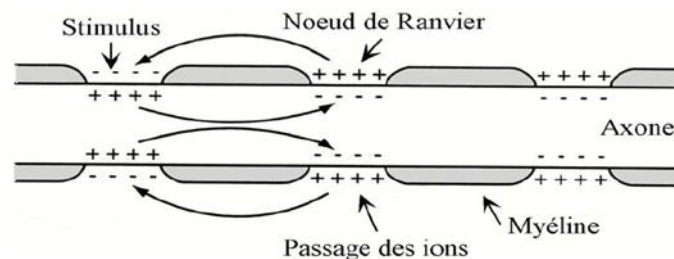
PROPAGATION

- le PA apparait des deux côtés du point de stimulation.
- La dépolarisation membranaire se poursuit de « proche en proche »
- Se fait sans atténuation.
- L'enregistrement du PA est en tout point identique.



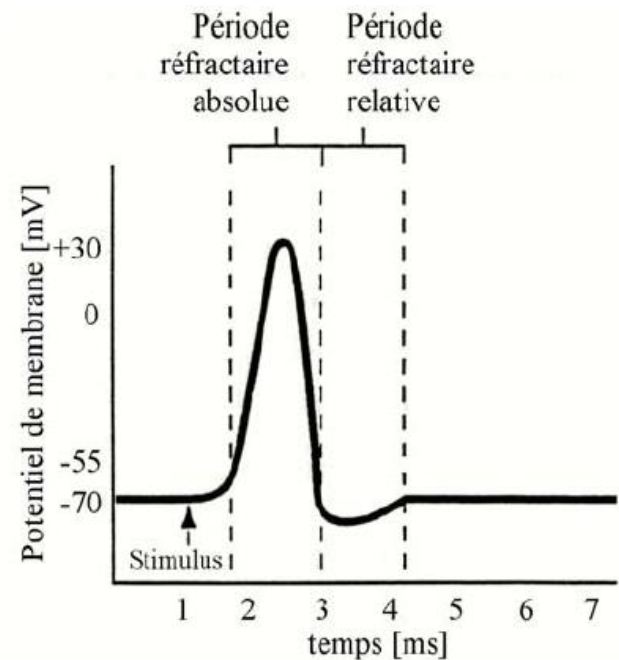
CAS DE FIBRE MYÉLINISÉE

- La myéline est isolante pour les ions.
- La présence d'un PA ne peut être observée qu'au niveau des nœuds de RANVIER
- Le potentiel se propage par « saut » d'un nœud à un autre
- Appelée « propagation ou conduction saltatoire ».



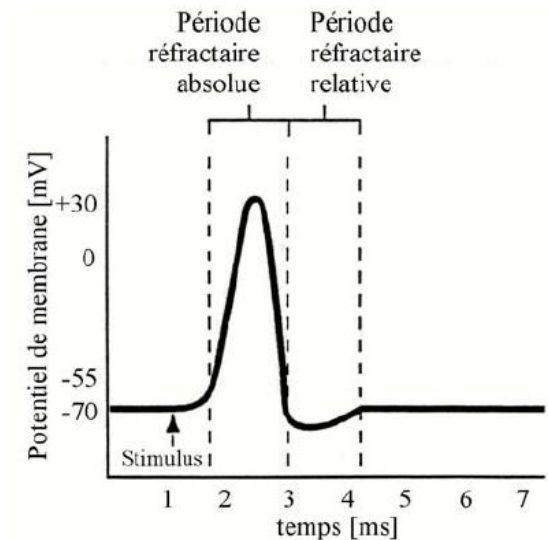
PÉRIODES RÉFRACTAIRES

- C'est une période durant laquelle une stimulation liminaire, ne peut déclencher un PA
- Période réfractaire absolue (PRA)
- Période réfractaire relative (PRR)



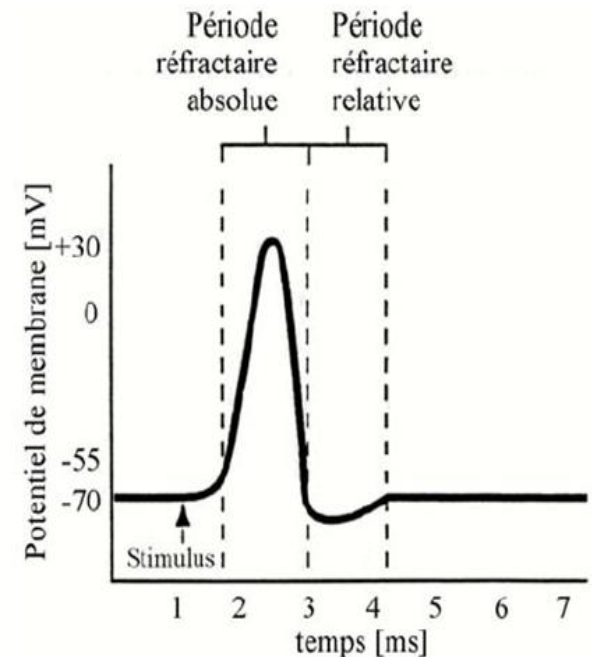
PRA

- Elle couvre la dépolarisation et la repolarisation.
- l'application d'un second stimulus, quelle que soit son intensité **ne pourra** produire un second potentiel d'action.
- Parce que le processus d'ouverture des canaux Na^+ est déjà déclenché et ne peut l'être davantage.



PRR

- Elle couvre la phase d'hyperpolarisation.
- Un second PA **peut être obtenu**, mais le stimulus appliqué doit être d'une intensité plus forte que le premier stimulus
- Le seuil d'excitation de la fibre est plus élevé.



CONCLUSION

- Le PA est un phénomène électrique qui est commun à toutes les cellules excitables quel que soit l'organe.
- La sommation de l'ensemble des PA d'un ensemble de cellule ou d'un organe constitue un signal électrique qui peut être capté amplifié et enregistré à l'aide d'électrode placé même à distance.
- Cet enregistrement reste l'approche privilégiée en médecine, pour explorer des organes tels le cœur (ECG), le cerveau (EEG), l'œil (PEV et ERG) et l'audition (PEA) etc...