

## CORRECTION

Nous avons vu que la réalisation d'un mouvement réflexe nécessite la circulation de messages nerveux depuis le récepteur sensoriel vers la moelle épinière puis de la moelle épinière vers le muscle.

**Situation de départ :** Lorsqu'on attrape un fil électrique non isolé et sous tension, les muscles de la main peuvent rester contractés sur le fil ce qui provoque de graves brûlures voire la mort par électrocution.

**Comment un courant électrique peut-il provoquer la contraction des muscles ?**

**Objectif :** On cherche à déterminer les caractéristiques d'un message nerveux lorsqu'il circule à l'intérieur d'un neurone.

**Consigne :** A partir des documents, expliquer comment se réalise la transmission d'un message nerveux dans un neurone. Préciser ensuite pourquoi, lors d'une électrocution par un courant électrique fort, les muscles de la main restent contractés et qu'elle reste accrochée sur le fil.

Il est attendu un texte argumenté dans lequel vous aurez :

- **expliqué** ce qu'il se passe au niveau d'un neurone lors de la naissance d'un message nerveux (différence entre potentiel de repos et potentiel d'action)
- **déterminé** la nature du message nerveux
- **expliqué** la relation entre l'intensité de la stimulation et l'intensité de la contraction du muscle
- **fait** le lien entre la transmission du message nerveux et les conséquences d'une électrocution

### ➤ Etat d'un neurone au repos (en l'absence de toute stimulation) :

L'étude de l'activité électrique d'une fibre nerveuse peut être réalisée à l'aide d'électrodes très fines (microélectrodes) que l'on implante à l'intérieur de la fibre nerveuse.

L'introduction d'une microélectrode de part et d'autre de la fibre nerveuse au repos donc en l'absence de toute stimulation indique l'existence d'une différence de potentiel de part et d'autre de la membrane (=transmembranaire) du neurone d'une valeur de  $-70\text{mV}$  ; la membrane plasmique du neurone est donc électriquement polarisée. L'intérieur de la fibre est plus électronégatif par rapport à l'extérieur de la cellule. Cette différence de potentiel transmembranaire est nommée **potentiel de repos** et existe chez toutes les cellules.

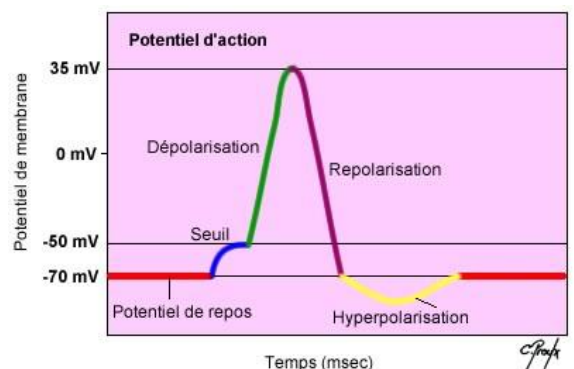
Il est lié à une inégale répartition des ions entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.

### ➤ Etat d'un neurone stimulé :

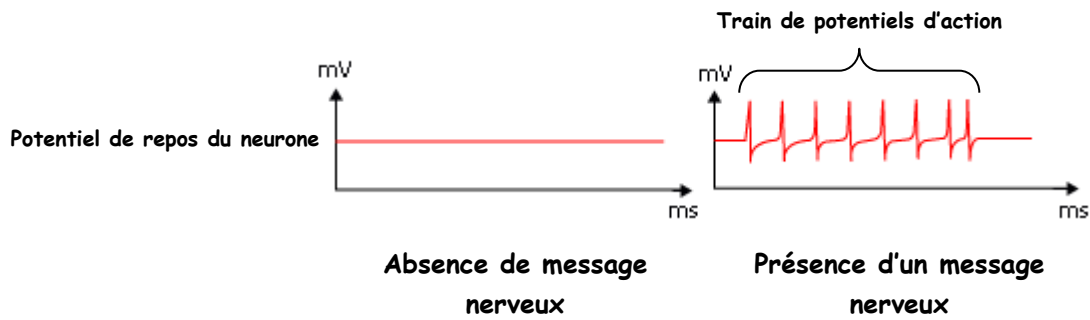
Si toutes les cellules ont une membrane polarisée au repos, seules les **neurones et les cellules musculaires** peuvent voir leur **potentiel de membrane varier** : ce sont des cellules excitables.

En effet, lorsqu'on stimule la fibre nerveuse (= axone), on observe une modification brusque et très brève du potentiel de membrane du neurone : les charges à l'intérieur de la cellule s'inversent et deviennent positives puis elles reviennent à l'état de repos.

Cette modification des charges du neurone est un potentiel d'action (PA) : c'est le signal élémentaire du message nerveux. Le message nerveux est donc de nature électrique lorsqu'il circule à l'intérieur du neurone.



Un message nerveux n'est pas constitué d'un seul PA mais de plusieurs très rapprochés dans le temps : on parle de train de potentiels d'action.



Ce train de PA se déplace tout du long de l'axone jusqu'à atteindre l'extrémité du neurone.

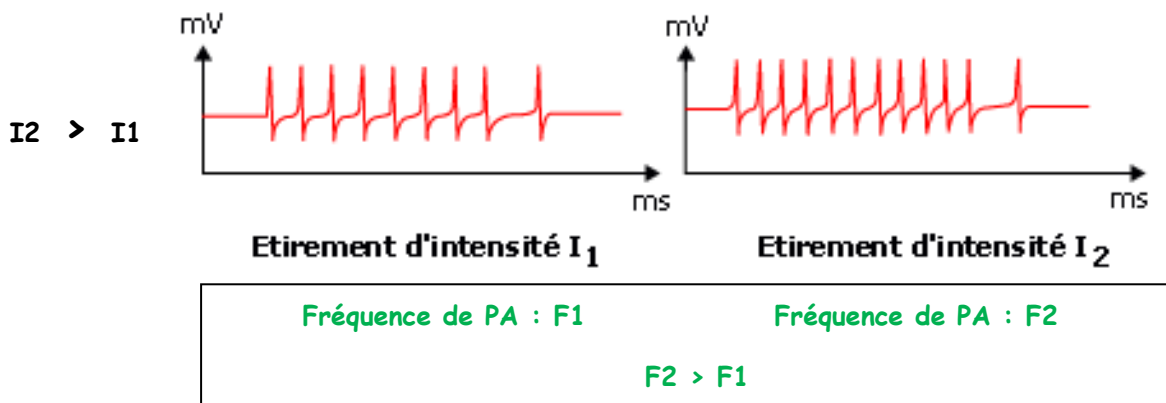
Info en plus : Le PA ne prend naissance que lorsque la stimulation appliquée est suffisante. En effet, si l'intensité de la stimulation est faible, on n'observe pas de PA ; si l'intensité de la stimulation dépasse le seuil d'excitabilité de la fibre nerveuse, celle-ci répond et un train de PA est observable. De plus, quelle que soit l'intensité de la stimulation, l'amplitude du PA n'est pas modifiée. On dit pour cela que le PA répond à la loi du tout ou rien.

➤ Codage du message nerveux

L'amplitude du PA ne varie pas quelque soit l'intensité du stimulus.

Aussi, on observe que plus la stimulation est importante, plus les PA d'un train sont rapprochés dans le temps : la fréquence de PA est élevée. Lorsque l'intensité de la stimulation est faible, la fréquence des PA du train sera faible.

On dit alors que, dans un neurone, le message est codé en fréquence de potentiels d'action.



La durée de la stimulation est elle codée par la durée du train de PA.

➤ Effet de l'électrocution

Dans le corps humain, les messages nerveux circulant dans les neurones sont de nature électrique. Les potentiels d'action du message nerveux moteur déclenchent la contraction des muscles.

Lorsqu'un individu subit un choc électrique, un courant circule à travers son corps. Si l'intensité du choc électrique dépasse celle d'un potentiel d'action, le muscle se trouve alors stimulé par l'effet du choc électrique et se contracte. Ce sont souvent les muscles fléchisseurs de la main qui se contracte donc l'individu reste accroché à la source du courant.

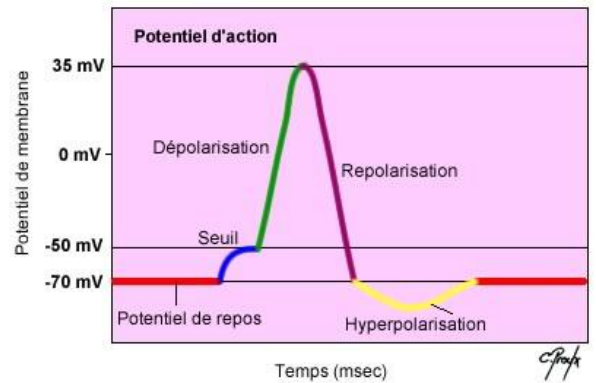
Si l'intensité du courant provoquée par le choc est supérieure à celle envoyée par le système nerveux qui lui permettrait de relâcher la prise, la victime ne peut se détacher du conducteur bien qu'elle soit parfaitement consciente de la situation. La durée d'exposition au choc électrique s'en trouve alors augmentée, de même que les conséquences de celui-ci.

## Bilan :

\* À partir d'un stimulus initial (un choc par exemple) capté par un récepteur sensoriel, un **message nerveux électrique est élaboré**. Il circule ensuite à l'intérieur des neurones sous forme d'un **train de potentiels d'action (PA)** (= plusieurs potentiels d'action successifs).

\* Un **potentiel d'action est une inversion des charges électriques à l'intérieur du neurone**.

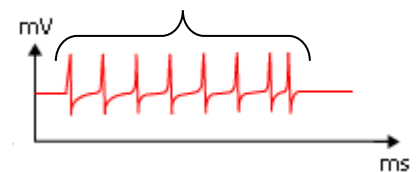
En effet, lorsqu'une cellule est au repos, il existe une différence de charges électriques entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule à cause de différences de concentration des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ . On dit que la cellule est **polarisée**. L'intérieur de la cellule est chargé **plus négativement** que l'extérieur. Cette différence est le **Potentiel de Repos (PR)**. Pour un neurone, le PR est d'environ **-70mV**.



\* Lorsque la cellule nerveuse est stimulée, les charges électriques à l'intérieur de la cellule s'inversent de façon **brutale et transitoire** : c'est le **potentiel d'action (PA)**.

\* Un **message nerveux électrique est donc une suite de plusieurs PA** qui ont tous les mêmes caractéristiques (amplitude et durée).

Message nerveux = train de potentiels d'action



\* Comme le PA a **toujours la même amplitude**, ce n'est pas lui qui va indiquer au neurone récepteur l'intensité (faible, forte...) et la durée (courte, longue...) de la stimulation.

Il existe donc un **double codage** de la stimulation :

- **son intensité** est codée par la **fréquence des PA dans un train**
- **sa durée** est codée par la **durée du train de PA** : plus la stimulation est longue et plus le train de PA dure longtemps.



Fréquences de potentiels d'action enregistrées dans le neurone suite à des stimulations d'intensité croissante ( $S1 < S2 < S3$ )