AlloSchool

Sciences de la Vie et de la Terre 1 Bac

La communication nerveuse
Cours (Partie 1)

Professeur : Mr BAHSINA Najib

Sommaire

I- Introduction

II- Les propriétés du nerf

2-1/ Mise en évidence de l’excitabilité et de la conductibilité du nerf

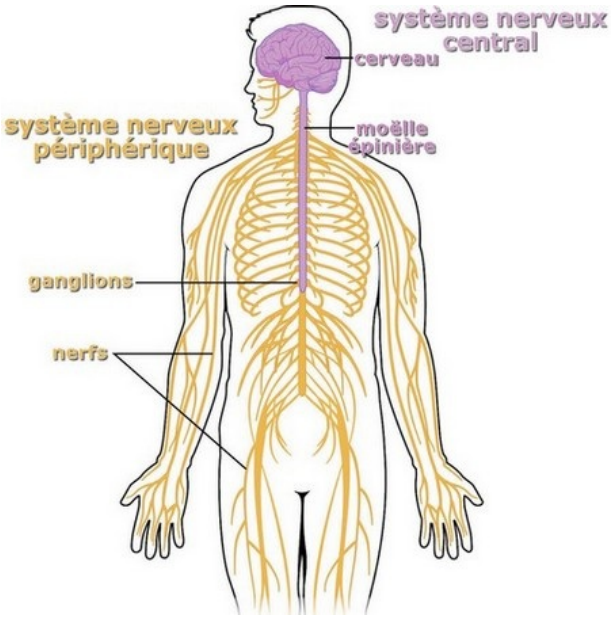
2-2/ Étude de l’excitabilité du nerf

2-3/ Étude de la conductibilité du nerf

I- Introduction

La communication nerveuse est une communication entre les différents organes du corps et les centres nerveux, pour permettre la sensibilité consciente, la motricité volontaire et les différents réflexes.

Cette communication est assurée par le système nerveux, qui a pour fonction de produire, conduire et traiter des signaux nerveux provenant du milieu extérieur et intérieur.



II- Les propriétés du nerf

2-1/ Mise en évidence de l’excitabilité et de la conductibilité du nerf

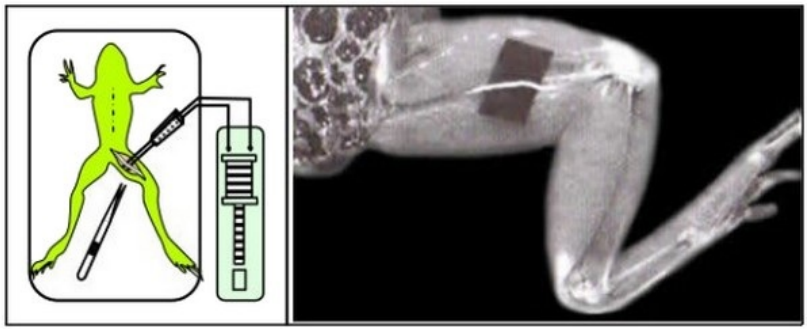
A fin de déterminer les caractéristiques du nerf, on isole par dissection le nerf sciatique de la patte postérieure d’une grenouille décérébrée et démédullée (Empêcher la sensibilité consciente, la motricité volontaire et involontaire).

Puis on porte sur le nerf des excitations électriques efficaces :

- Expérience 1 : Lorsque le nerf de la grenouille est excité, celle ci fléchit la patte

contenant le nerf.

- Expérience 2 : Lorsqu’on coupe le nerf sciatique et on porte une excitation de ce nerf, du côté du corps de la grenouille, on n'observe aucune réaction de la grenouille.



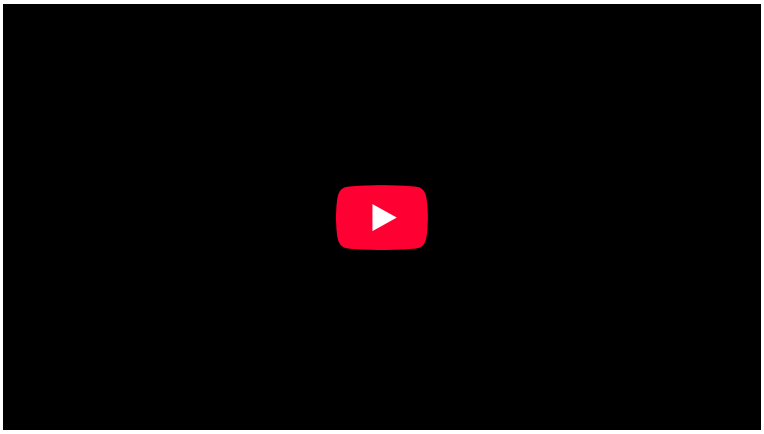
- On constate dans la première expérience que lorsque le nerf sciatique de la grenouille est excité, la patte se plie.
- Dans la deuxième expérience, on constate que lorsque le nerf sciatique est coupé, la patte ne répond plus à l’excitation.
- L’application d’une stimulation efficace (Mécanique, électrique, chimique ou thermique) sur un nerf provoque un influx nerveux qui se propage le long de ce dernier.
- On en déduit que le nerf est excitable et conductible.

2-2/ Étude de l’excitabilité du nerf

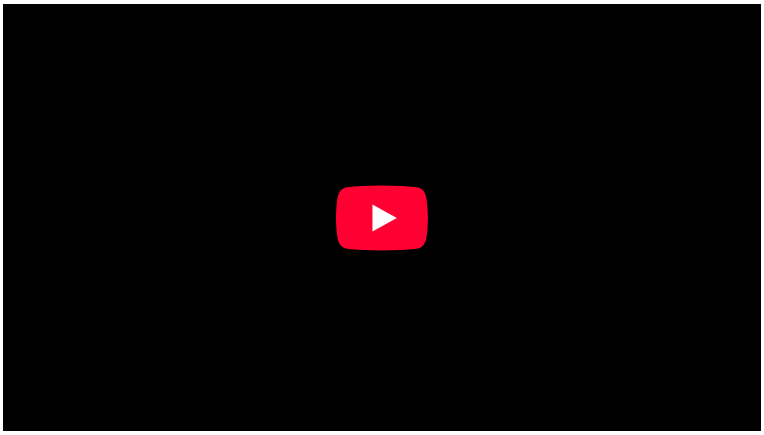
Dispositif expérimental

Pour étudier les propriétés du nerf on utilise :

1- Un oscilloscope cathodique: L’oscilloscope est un appareil électronique qui permet d’enregistrer les phénomènes électriques du nerf.



2- Un dispositif d’expérimentation assisté par ordinateur (ExAO) : permet la réalisation des expériences et facilite l’acquisition des données et le traitement des résultats.



Détermination des conditions d’excitabilité efficace

Pour déterminer les conditions d’excitabilité efficace du nerf sciatique de la grenouille, on réalise les expériences suivantes :

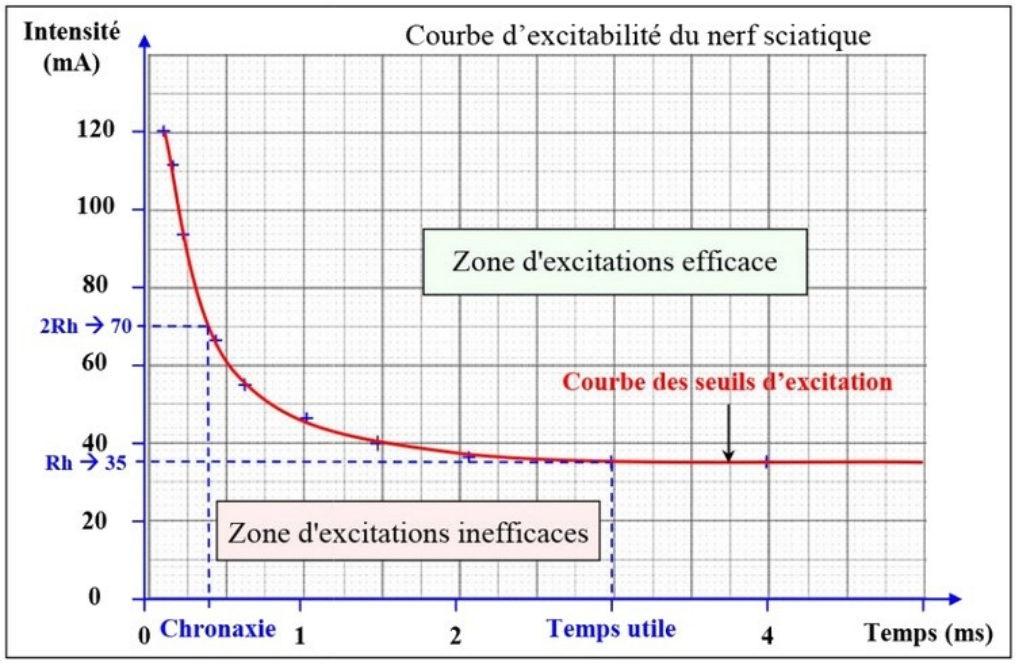
1- On fixe une intensité d’excitation donnée et on varie plusieurs fois sa durée, jusqu’à obtenir une réponse. Puis on répète les mêmes mesures pour d’autres valeurs d’intensité d’excitation.

2- On fixe la durée de l’excitation et on varie plusieurs fois son intensité, jusqu’à obtenir une réponse. On répète les mêmes mesures pour d’autres valeurs de la durée d’excitation.

Les résultats obtenus sont présenté par le tableau suivant. Celui ci montre les intensités d’excitation et les durées correspondantes (pour des excitations efficaces) :

Intensités d’excitation (mV)	120	112	94	65.5	55	47	40	37	35	35
Durée (ms)	0,10	0,15	0,2	0,45	0,65	1,05	1,5	2,15	3	4

La courbe obtenue représente les seuils d’excitation du nerf, et délimite deux zones : la zone des excitations efficaces et la zone des excitations inefficaces.



Pour qu’une excitation d’intensité de 40mV soit efficace, il faut que sa durée soit supérieure ou égale à1.5ms, ce temps représente le seuil relatif de la durée.

Pour qu’une excitation de durée de 1.5 ms soit efficace, il faut que son intensité soit supérieure ou égale à 40mV , cette valeur représente le seuil relatif de l’intensité.

Détermination des caractéristiques d’excitabilité du nerf :

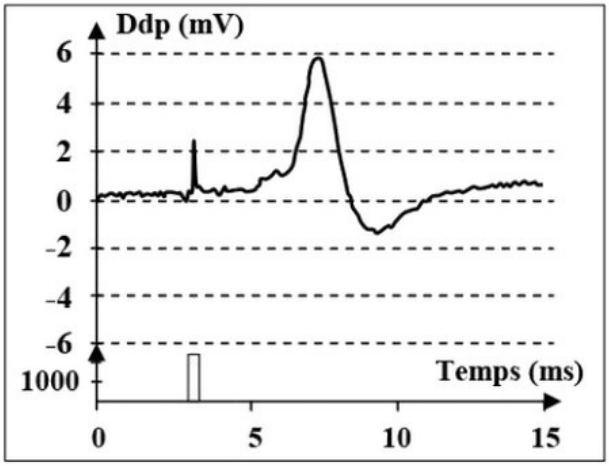
- La plus faible intensité qui peut engendrer une réponse est 35 mV. Cette valeur est appelée rhéobase (Rh) et elle est considérée comme un seuil absolu d’excitation.
- Le temps nécessaire pour obtenir la réponse à une excitation d’intensité égale à la rhéobase (Rh) est appelé temps utile.
- Le temps nécessaire pour obtenir la réponse du nerf à une excitation d’intensité double de la rhéobase (2Rh) est appelé la chronaxie.

Réponse du nerf à une excitation isolée et efficace

Lorsqu'un nerf est en activité, il est parcouru par des messages nerveux se traduisant par une activité électrique globale qu'il est possible d'enregistrer après l'avoir amplifiée.

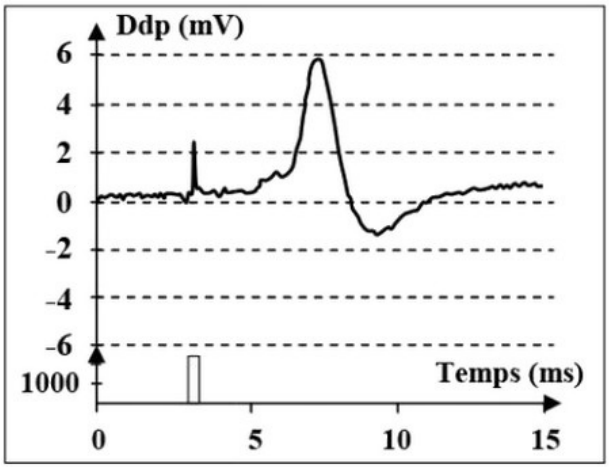
Une fois le nerf sciatique d'une grenouille disséqué, isolé et placé sur les électrodes d'une cuve à nerf, les réponses à divers types de stimulations électriques peuvent être visualisées sur un écran d'oscilloscope ou avec un système d'ExAO.

Le document suivant représente l'enregistrement électro-nerveux général résultant d'une excitation isolée et efficace :



L'application d'une excitation efficace (électrique, chimique, mécanique ou thermique) sur un nerf isolé provoque la naissance et la propagation d'un évènement court durant lequel le potentiel électrique du nerf change rapidement.

L'enregistrement obtenu traduit donc les modifications de l'état électrique du nerf suite à l'excitation. C'est un potentiel d'action diphasique qui présente :



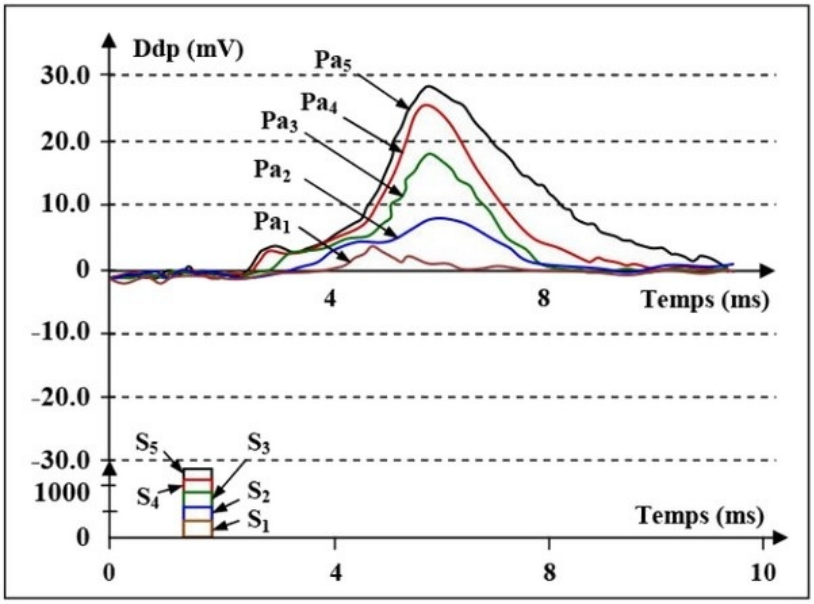
- Le potentiel de repos : c'est le potentiel de départ (avant l'excitation).
- L'artefact de stimulation : phénomène électrique indiquant le moment de stimulation ;
- La dépolarisation : le potentiel augmente très rapidement pour atteindre un pic,
- La repolarisation : Après le pic, le potentiel diminue pour se rapprocher du potentiel de repos.
- L'hyper-polarisation : Le potentiel devient inférieur au potentiel de repos.

Réponse du nerf à des excitations isolées d'intensité croissante et de durée fixe

Avec le dispositif d'ExAO, on enregistre les réponses du nerf à des stimulations d'intensité croissante $S_1 < S_2 < S_3 < S_4 < S_5$, et de durée fixe (0.5ms).

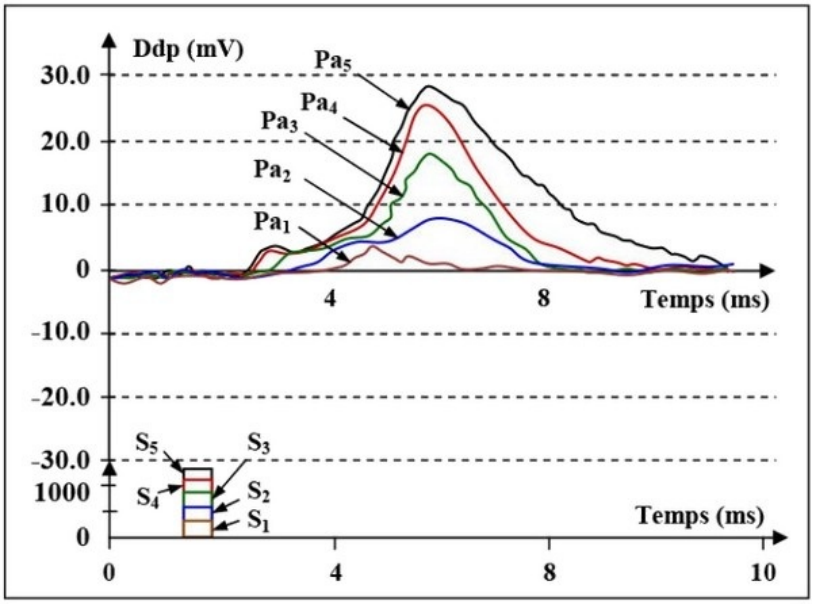
Le logiciel utilisé permet de superposer sur l'écran les enregistrements des réponses nerveuses successives : $Pa_1,\ Pa_2,\ Pa_3,\ Pa_4,\ Pa_5$.

Les résultats de cette manipulation sont présentés par la figure suivante :



La stimulation du nerf avec des intensités croissantes $S_1 < S_2 < S_3 < S_4 < S_5$, dorme des potentiels globaux $Pa_1,\ Pa_2,\ Pa_3,\ Pa_4,\ Pa_5$, dont l'amplitude augmente avec l'augmentation de l'intensité.

On en déduit que l'amplitude de la réponse du nerf à des excitations, dépend de sa structure en groupe de fibres nerveuses et à l'intensité de l'excitation.



Lors de la faible stimulation le seuil de dépolarisation de quelques fibres est atteint. La somme des potentiels d'actions émis donne le potentiel global Pa_1.

Pour des stimulations plus importantes $S_2,\ S_3,\ S_4,\ S_5$, l'amplitude du potentiel global augmente avec l'augmentation de l'intensité, jusqu'au maximum.

En effet de plus en plus de fibres sont recrutées (ou stimulées), la somme de leurs potentiels d'action est donc de plus en plus importante.

Cette caractéristique du nerf est à mettre en relation avec sa composition: un ensemble de fibres nerveuses ne répondent pas toutes en même temps.

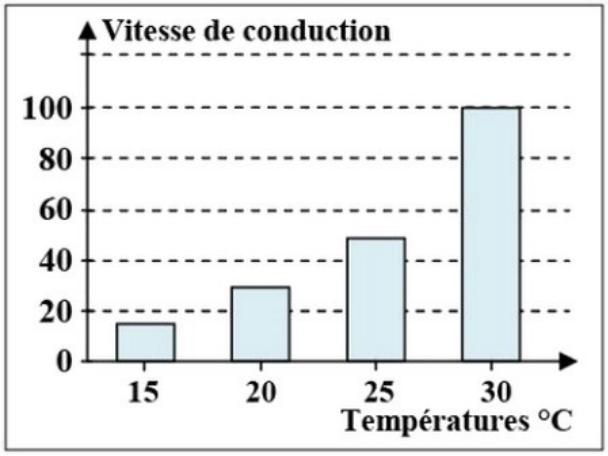
Quand on augmente l'intensité de la stimulation, l'augmentation de l'amplitude du potentiel global obtenue est due à un recrutement progressif des fibres nerveuses du nerf, ayant des seuils de dépolarisation différents.

On dit que le nerf obéit à la loi de recrutement.

2-3/ Étude de la conductibilité du nerf

Les conditions de la conductibilité

La figure suivante montre l'effet de la température sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux :



- La section du nerf sciatique chez l'homme, suite à un accident, entraîne la paralysie du membre inférieur innervé par ce nerf.

- Dans certains cas, les vertèbres compriment le nerf sciatique à la sortie de la colonne vertébrale. Ce qui provoque la raideur des muscles des membres inférieurs et la difficulté de la marche à cause de la perturbation de la conduction des influx nerveux provenant des centres nerveux.

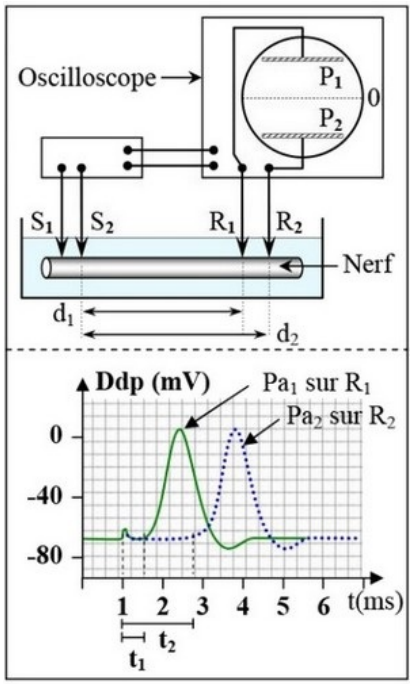
- Le recours à l'anesthésie pendant les opérations chirurgicales permet d'éviter la douleur en bloquant la conduction de l'influx nerveux vers les centres nerveux.

Certains facteurs agissent sur l'excitabilité et la conductibilité du nerf. Ils peuvent êtres soit physiques comme la température et la pression, soit chimique connue les substances anesthésiantes, par exemple l'éther.

Calcul de la vitesse de conduction

Pour calculer la vitesse de conduction du nerf aux messages nerveux, on le soumet à deux excitations successives de même intensité et de même durée.

- Soit d_1 la distance entre les électrodes excitatrices S_1S_2 et l'électrode réceptrice R_1.
- Soit d_2 la distance entre les électrodes excitatrices S_1S_2 et l'électrode réceptrice R_2.

- 

Lorsqu'on juxtapose, dans le temps, les artéfacts de stimulations, on observe un décalage entre les deux enregistrements électro nerveux obtenus (Pa_1 et Pa_2).

Si on suppose que $\Delta t = t_1 - t_2$ est la durée que fait le message nerveux pour parcourir la distance $\Delta d = d_1 - d_2$:

La vitesse de conduction du nerf est :

Deux stimulations successives sont portées sur le nerf sciatique d'une grenouille en $S_1 S_2$.

Les résultats de cette expérience sont portés dans le tableau ci-dessous :

Température du milieu	18 °C	28 °C
$\Delta t\,(ms)$	1	0,5

Calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux :

Dans une température de 18 °C : $V_1 = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{6}{1} = 6mm/ms$

Dans une température de 28 °C : $V_2 = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{6}{0{,}5} = 12mm/ms$

On constate que la vitesse de conduction de l'influx sur le nerf est très inférieure à la vitesse du courant électrique (300 000 km/s),

le message nerveux n'est donc pas un courant électrique.

Certain facteurs, comme la température, agissent sur la conductibilité du nerf.