

LE TISSU NERVEUX ET SES PROPRIETES

I. Structure du tissu nerveux

Le tissu nerveux est composé de deux substances, une substance blanche et une substance grise.

A. Structure microscopique de la substance grise et des ganglions

La substance grise prélevée dans les centres nerveux (cortex cérébral, moelle épinière) et les ganglions colorée puis observée au microscope montre :

- De grandes cellules de forme polyédrique ou étoilée vues de manière incomplète appelées corps cellulaires ou péricaryons ;
- De fibres cytoplasmiques ;
- Enfin, des noyaux dispersés appartenant aux cellules de la névroglie (cellules gliales).

Un **corps cellulaire** comprend :

- un noyau avec un nucléole,
- un cytoplasme ou haloplasme contenant de nombreux organites,
- et une membrane avec de petites ramifications appelées dendrites.

B. Structure microscopique de la substance blanche et des nerfs

1. La substance blanche

Une coupe de la moelle épinière révèle que la substance blanche est formée uniquement de fibres nerveuses. On distingue deux sortes de fibres nerveuses : les fibres nerveuses à myéline, plus nombreuses, et les fibres nerveuses sans myéline.

La **fibre nerveuse à myéline** se compose de:

- Un axone cylindrique ;
- Une myéline qui est une gaine entourant l'axone de couleur blanchâtre ;
- Etranglements appelés étranglements de Ranvier qui interrompent de temps en temps la gaine de myéline. Souvent il part de ces étranglements des collatérales ;
- Une gaine appelée gaine de Schwann qui recouvre la myéline ;
- Entre deux étranglements de Ranvier, il existe un noyau périphérique à la myéline.

La **fibre nerveuse sans myéline** est constituée de :

- L'axone ;
- Noyau ;
- La gaine de Schwann.

2. Les nerfs

Le nerf est formé d'une multitude de fibres nerveuses orientées dans le même sens que lui. Lorsqu'on observe une coupe transversale d'un nerf, de l'extérieur vers l'intérieur on a :

- Une première enveloppe conjonctive protectrice appelée épinerve ;
- Une deuxième enveloppe conjonctive, l'épinerve qui limite plusieurs faisceaux de fibres. Chaque faisceau contient plusieurs fibres nerveuses et entre ces groupes de faisceaux il y a des vaisseaux sanguins. Le tout est noyé dans un tissu conjonctif lâche.

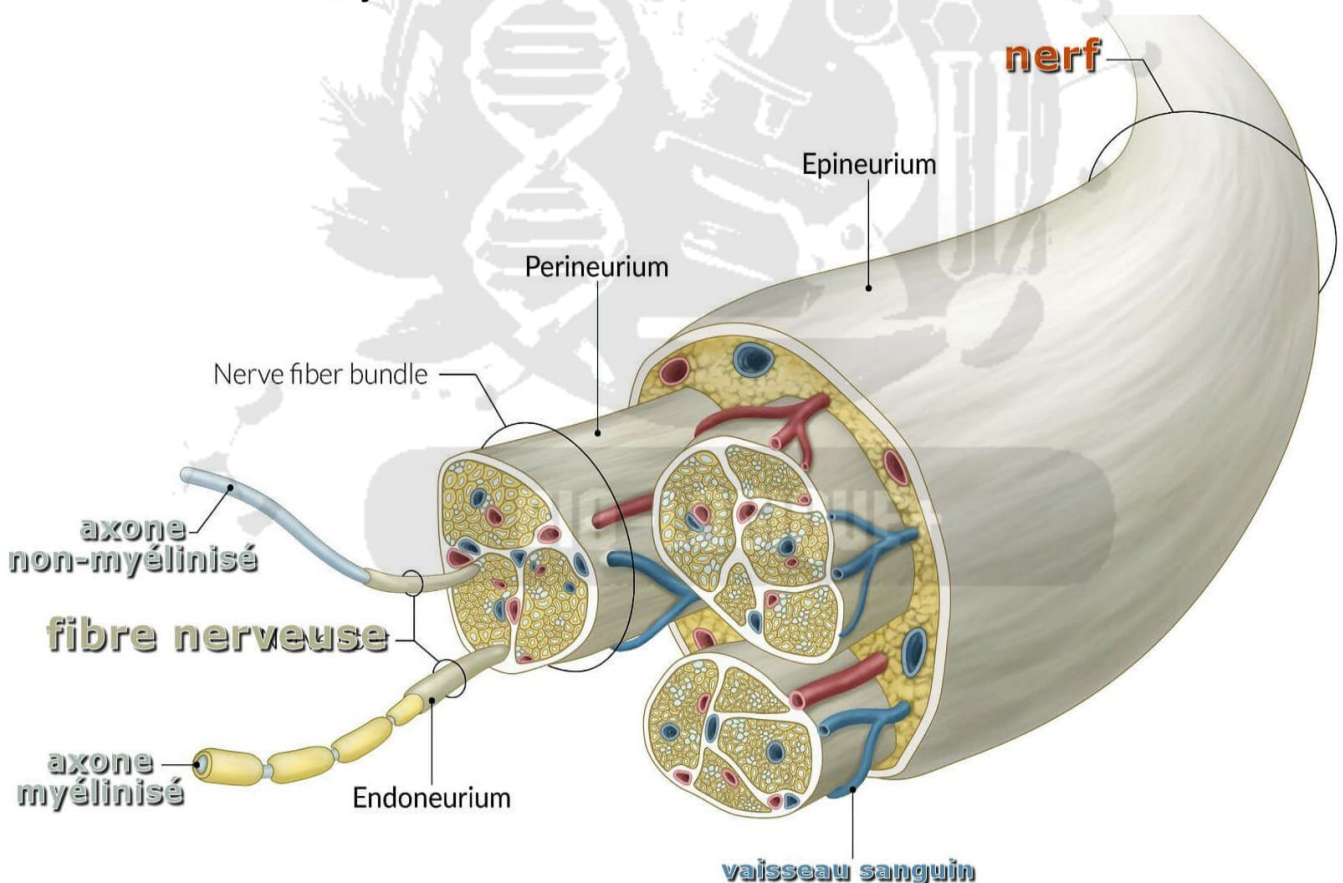


Schéma de la coupe transversale d'un nerf

C. Conception neuronique de l'organisation du tissu nerveux

Le **corps cellulaire**, contenu dans la substance grise ou dans un ganglion, et la **fibre nerveuse**, contenue dans la substance blanche ou dans un nerf, appartiennent à un même élément : la **cellule nerveuse** ou **neurone**.

Le **neurone** est l'unité structurale et physiologique des centres nerveux ou du système nerveux en général.

Schématiquement, le neurone peut être divisé en plusieurs parties :

- Le **corps cellulaire**, partie volumineuse du neurone présentant des prolongements courts et nombreux, les **dendrites**.
- Un **axone** ou **cylindraxe**, prolongement long qui achemine les messages du corps cellulaire jusqu'à son extrémité.
- Une **arborisation terminale**, où il délivre les informations à d'autres neurones, ou à des cellules cibles.

Les neurones peuvent avoir des formes variées et peuvent être caractéristiques de certains centres nerveux. On a :

- Les **neurones multipolaires**, rencontrés dans la corne antérieure de la moelle épinière comprennent plusieurs ramifications ;
- Les **neurones pyramidaux** dans le cortex cérébral ;
- Les **neurones piriformes de Purkinje** rencontrés dans le cortex cérébelleux ;
- Les **neurones bipolaires** localisés dans la rétine ;
- Les **neurones en T**, ou cellule unipolaire rencontrés dans les ganglions spinaux.

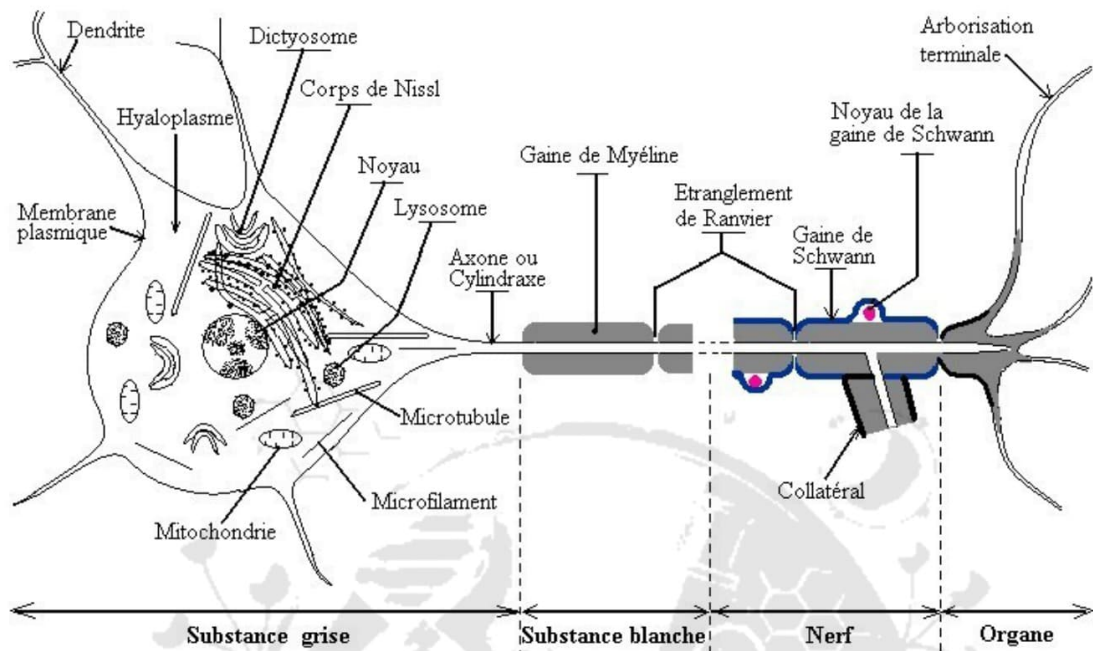
Les neurones forment des chaînes dans lesquelles un neurone s'unit au neurone suivant par une **synapse**. Une synapse est un point de contact entre deux neurones ou une fibre musculaire. Ce sont des articulations neuroniques. On distingue plusieurs types de synapses neuroneuroniques (ou inter neuronique) :

- Les **synapses axo-axoniques** ;
- Les **synapses axo-somatiques** ;
- Les **synapses axo-dendritiques**.

Dans une synapse :

- Le **neurone situé avant le contact** est appelé **neurone présynaptique** ;
- Le **neurone situé après le contact** est appelé **neurone postsynaptique**.

La synapse impose un sens de transmission de l'influx nerveux.



Shéma d'un neurone

| II. Electrophysiologie du nerf

| A. L'excitabilité nerveuse

| 1. Nature de l'excitant

L'excitabilité est la propriété qu'un neurone a de répondre à l'action d'un excitant. L'excitation d'un nerf peut être obtenue par un procédé :

- **mécanique (pincement, piqure) ;**
- **thermique (contact d'un corps froid ou chaud) ;**
- **électrique (courant induit, courant continu, décharge d'un condensateur) ;**
- **chimique (action d'un acide, d'alcool ou d'une base)**

L'excitant électrique (stimulateurs électroniques) est le plus utilisé, car il altère moins le matériel biologique, il est proche de l'influx nerveux et il peut être dosé avec précision.

| 2. Les conditions de l'excitation

Pour qu'une excitation soit efficace, il faut que l'excitant utilisé présente certaines caractéristiques : l'intensité de l'excitation, la durée de l'excitation et le seuil des excitations efficaces.

- **L'intensité de l'excitation**

L'intensité de l'excitant doit être supérieure ou égale à une valeur minimale. Cette valeur est le **seuil minimal** ou **intensité liminaire**. L'efficacité de l'excitant dépend aussi d'une brusque variation de son intensité. Une intensité inférieure à l'intensité liminaire est qualifiée d'**infraliminaire** ; et une intensité dont le seuil est supérieur à l'intensité liminaire est appelée **intensité supraliminaire**.

- **La durée de l'excitation**

Pour toute valeur de l'intensité supérieure au seuil, l'excitation n'est efficace que si le courant est appliqué pendant un temps suffisant. Ce temps minimal d'application de la rhéobase pour obtenir une réponse du nerf est appelé **temps utile**. C'est la valeur du temps correspondant à l'intensité seuil. Pour qu'une excitation soit efficace, il faut qu'elle soit appliquée pendant un temps utile. Chaque réaction à une excitation efficace est suivie d'une période d'inexcitabilité du nerf ou de la fibre appelée **période réfractaire**. On distingue deux types de périodes réfractaires : la période réfractaire absolue et la période réfractaire relative. La période réfractaire absolue est une période au cours de laquelle on n'obtient aucune réponse. La période réfractaire relative est la période au cours de laquelle, on obtient des réponses de plus en plus croissantes.

- **Seuil des excitations efficaces**

C'est la valeur du couple de facteurs d'intensité-temps (**I, t**). Un excitant d'intensité I égale à la rhéobase agissant pendant une durée inférieure au temps utile ne provoque aucune stimulation efficace. Cependant cette durée étant fixe, on peut provoquer à nouveau une stimulation efficace en augmentant la valeur de I. On peut ainsi chercher expérimentalement tous les couples (I, t) donnant une excitation efficace et tracer une courbe $I = f(t)$. La courbe est formée de deux zones : une zone des excitations efficaces et une zone des excitations inefficaces.

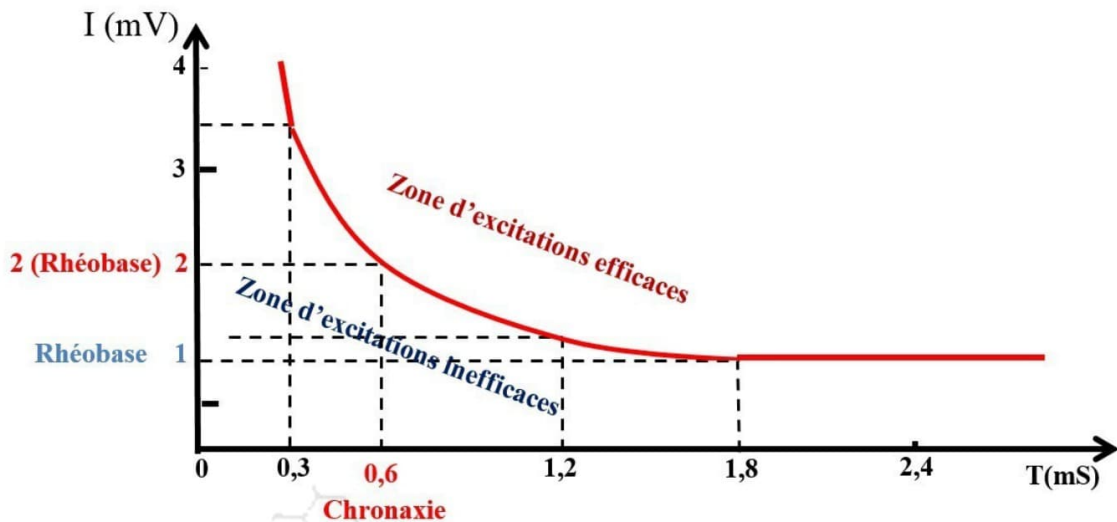
On appelle **rhéobase**, ou seuil absolu, l'intensité minimale au-dessous de laquelle aucun excitant n'est efficace quel que soit la durée de l'excitation. A partir de la rhéobase, on peut apprécier l'excitabilité d'un neurone : si la rhéobase est très élevée, cela signifie que la cellule est peu excitable. Par contre si elle est faible, cela signifie que la cellule est très excitable.

La fibre ou le nerf est d'autant plus excitable que la zone des excitations inefficaces est réduite.

On peut aussi évaluer l'excitabilité par la mesure de la **chronaxie**, définie par L. Lapicque. La **chronaxie** d'un nerf est le temps minimal pendant lequel doit lui être appliqué un courant d'intensité double de la rhéobase pour avoir un influx nerveux. C'est la valeur de T correspondant à $I = 2s$. La chronaxie est courte pour les nerfs très excitables.

Temps utile (T) en ms	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7
Intensité liminaire (I) en mV	3,3	2	1,5	1,2	1,1	1	1	1	1

Tracer la courbe d'excitabilité du nerf, $I = f(T)$. (1cm=1mV et 1cm=0,3ms).



B. La conductibilité nerveuse

1. Lois de la conductibilité nerveuse

La conduction nerveuse obéit à plusieurs lois :

- **L'intégrité des fibres nerveuses:**
La fibre nerveuse ne doit pas être comprimée, ligaturée, chauffée, refroidie ou soumise à l'action anesthésique de certaines substances, ne laisse plus passer l'influx nerveux. La conduction de l'influx exige une participation active de la fibre.
- **Sens de propagation de l'influx :**
Au sein de l'organisme, l'influx nerveux se propage dans un seul sens, du neurone afférent (avant) vers le neurone efférent (après) c'est-à-dire dendrite - corps cellulaire - axone... La cellule nerveuse, dans les conditions normales, est polarisée. Cette polarité est due aux synapses, véritables valves qui s'opposent au retour de l'influx. En dehors de l'organisme, sur un nerf ou une fibre nerveuse isolée, l'influx nerveux se propage dans les deux sens à partir d'un point excité.
- **Conduction dans une fibre nerveuse**
Au sein d'un nerf, chaque fibre conduit isolément l'influx. Mais le mode de propagation varie en fonction de la nature des fibres. Dans les fibres à myéline (myélinisées), la propagation est discontinue et se fait par saut d'un nœud de Ranvier au suivant : c'est la théorie de la conduction saltatoire : les échanges des charges sautent donc d'un nœud de Ranvier au suivant. Dans les fibres sans myéline (amyélinisées), la conduction est continue et se fait de proche en proche. Les charges électriques se déplacent de proche en proche en produisant des courants locaux.
La vitesse de propagation du message nerveux est plus élevée

dans les fibres nerveuses "myélinisées" que dans les fibres non myélinisées.

| 2. Vitesse de propagation de l'influx nerveux

La vitesse de propagation de l'influx nerveux dans les neurones peut être mesurée. Si on excite simultanément une fibre ou un nerf en deux points S_1 et S_2 et si le décalage entre les deux ondes obtenues correspond à un temps t , la vitesse de l'influx est donnée par la formule :

$$V = \frac{S_1 S_2}{t}$$

La vitesse dépend de plusieurs facteurs :

- **Du diamètre de la fibre, plus le diamètre est important et plus la vitesse est importante ;**
- **La présence ou non d'une gaine de myéline autour de la fibre nerveuse, la vitesse est plus importante pour une fibre myélinisée.**
- **La température du milieu, la vitesse augmente si et seulement si la température augmente.**

Ainsi, les caractéristiques d'une fibre ultra rapide sont les suivantes : fort diamètre, myéline épaisse, étranglements espacés, rhéobase faible, période réfractaire courte, vitesse de conduction atteignant 100m/s.

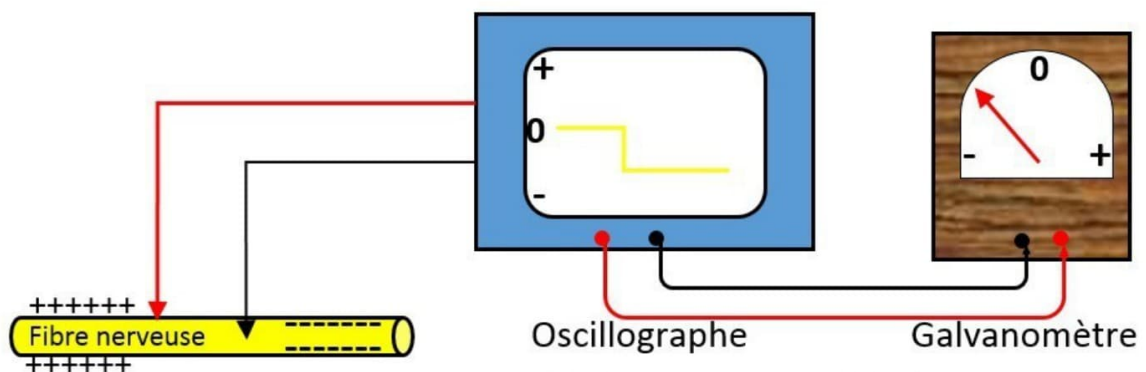
| C. L'influx nerveux

On appelle influx nerveux une perturbation électrique locale issue d'une excitation et qui se déplace de proche en proche vers un organe effecteur. Parmi les perturbations électriques on distingue le potentiel de repos (PR) et le potentiel d'action (PA).

| 1. Le potentiel de repos (PR)

- **Expérience de mise en évidence**

Le dispositif expérimental suivant permet d'enregistrer l'activité électrique d'une fibre.



Mise en évidence du potentiel de repos

- - Lorsqu'on place les deux électrodes A et B à la surface de l'axone, on observe aucun déplacement vertical du faisceau d'électrons. L'oscilloscope indique 0 mV. Les deux électrodes sont donc au même potentiel. Conclusion : Tous les points de la surface du neurone au repos (non excité) sont donc au même potentiel.
- - Lorsqu'on place l'électrode B à la surface et A de mesure à l'intérieur, on constate une déviation du spot de l'oscilloscope vers le bas. Un état stable est atteint, pour une valeur de -70 mV environ. Ceci est la traduction d'une asymétrie électrique de la membrane. Les deux électrodes ne sont plus dans des milieux de même potentiel identique et il existe donc une différence de potentiel (ddp) entre elles. Cette polarisation de la membrane se nomme potentiel de repos (il n'y a eu aucune stimulation). La valeur négative observée tient aux conditions d'enregistrement, elle traduit le fait que l'intérieur de la fibre est plus électronégatif que l'extérieur.

Remarque : On obtient le même potentiel, même si l'axone est vidé de son cytoplasme ; on parle alors de potentiel de membrane (P.M).

• Interprétation du phénomène électrique observé

Une fibre nerveuse comme toutes les cellules, baigne dans un liquide interstitiel. La comparaison des milieux intérieur et extérieur montre une inégale répartition des ions, essentiellement K^+ , Na^+ et Cl^- .

Au repos, ou en l'absence de toute stimulation, il existe une différence de potentiel de -70 mV entre la surface membranaire externe électropositive et la surface interne électronégative. Cette ddp est liée à une perméabilité complexe des ions Na^+ et K^+ responsable de cette polarité membranaire.

En effet, les ions Na^+ sont concentrés dans le milieu extracellulaire et les ions K^+ plus concentrés dans le milieu intracellulaire. La loi de la diffusion permet une entrée passive des ions Na^+ et une sortie passive des ions K^+ à travers des canaux ioniques de nature protéique (canaux de fuite des ions correspondants). Spontanément, ces différences de concentration dans les deux milieux des ions Na^+ et K^+ devraient disparaître, à cause de l'équilibre chimique qui consiste à avoir autant d'ions de même nature de part et d'autre de la membrane. Cet équilibre chimique ne sera jamais atteint dans une cellule vivante et la polarité membranaire maintenue pour deux raisons : la sortie passive des ions K^+ est plus importante que l'entrée des ions

Na^+ ; l'intervention d'un système de transport actif appelé pompe Na^+/K^+ , située sur la membrane, responsable du retour des ions Na^+ et K^+ dans leur milieu d'origine, fait entrer moins d'ions K^+ et expulse plus d'ions Na^+ . Ce transfert d'ions se fait suivant un

gradient croissant de concentration et exige pour cela de l'énergie sous forme d'ATP. C'est donc un transport actif.

Le potentiel de repos est lié à la polarité membranaire maintenue par la perméabilité sélective de la membrane aux ions Na^+ et K^+ .

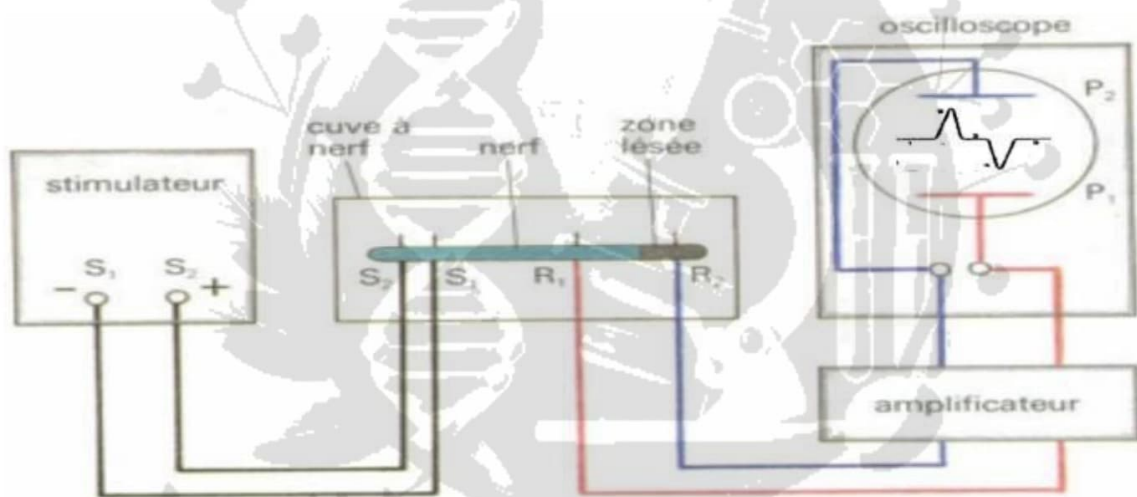
Remarque : il est à noter que le potentiel transmembranaire de repos est une caractéristique de l'ensemble des cellules vivantes, et pas uniquement des neurones.

Définition du PR : le PR est une différence de potentiel électrique (d'environ 70 mV) entre les deux faces de la membrane cellulaire.

2. Le potentiel d'action

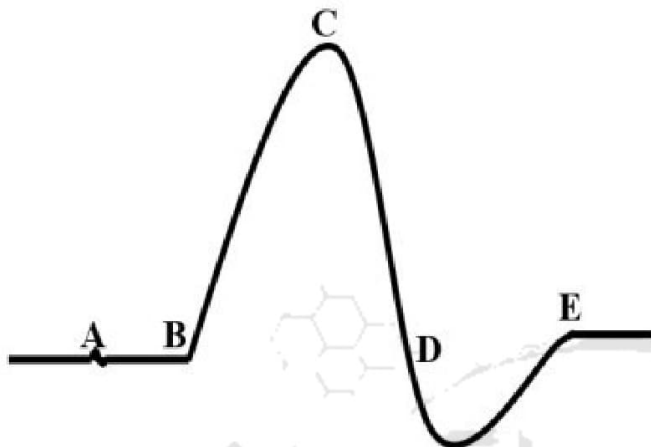
- **Expérience de mise en évidence**

Le montage suivant permet de mettre en évidence le PA.

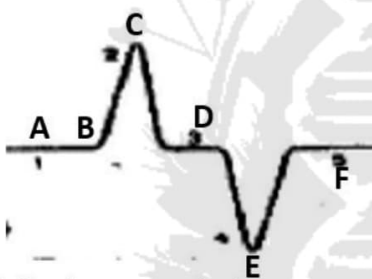


- On place R1 à la surface de l'axone et la microélectrode R2 à l'intérieur. On applique une stimulation efficace à l'aide d'électrodes d'excitation E1 et E2 en S. Le spot décrit une courbe monophasique appelée potentiel d'action (PA) monophasique. Si une seule électrode R1 est placée sur l'axone et la deuxième R2 est placée à un autre potentiel ou sur une partie lésée ou anesthésiée de l'axone et qu'on applique une stimulation efficace, on obtient également un PA monophasique à partir du potentiel 0 ou potentiel de référence.
- Lorsqu'on place les deux électrodes réceptrices R1 et R2 à la surface de l'axone et qu'on porte une stimulation efficace, le faisceau d'électrons monte ensuite il descend. L'appareil enregistre une première onde suivie d'une seconde en sens inverse. Le spot décrit ainsi une courbe diphasique : c'est le PA diphasique.

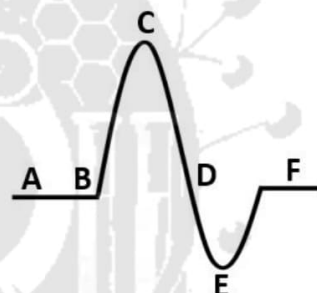
Le potentiel de la face interne de la membrane passe brusquement de -70 mV à $+30$ mV. Le potentiel d'action correspond à une dépolarisation transitoire, locale, brève et stéréotypée de la membrane plasmique des neurones.



Un potentiel d'action monophasique



PA diphasique symétrique



PA diphasique asymétrique

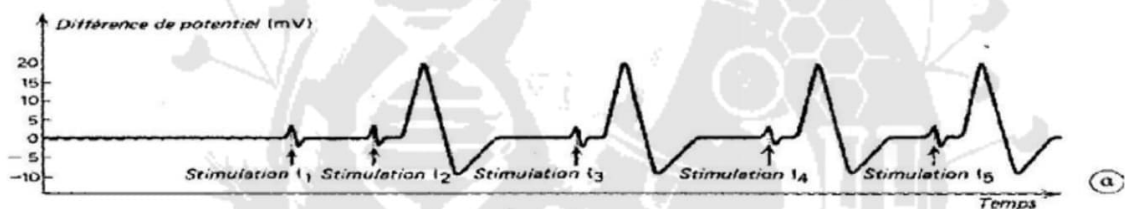
Interprétation des différentes phases du potentiel d'action

- A (artéfact de stimulation) : parasite électrique provoqué par la stimulation. Il indique le moment précis de la stimulation ;
- AB (temps de latence) : c'est le temps nécessaire au PA pour parcourir la distance comprise entre le point excité et le point d'enregistrement ;
- BC (phase de dépolarisation) : l'onde de négativité est sous R_1 . Une fois l'excitation efficace portée, on note une entrée massive d'ions Na^+ dans l'axone consécutive à l'ouverture brutale des canaux sodiques voltage dépendant. Ce qui dépolarise la membrane. Le potentiel de la membrane interne passe de -70 à $+30$ mV. L'intérieur de la membrane est alors chargé positivement, la surface chargée négativement.
- CD (phase de repolarisation) : plus lente, permet le retour au PR. L'onde de négativité est entre R_1 et R_2 . Sous R_1 , on note la fermeture des canaux sodiques voltage dépendant et à l'ouverture progressive des canaux potassiques voltage dépendant. Cette ouverture engendre la sortie progressive des ions K^+ . L'extérieur de la membrane devient plus électropositif et

l'intérieur électronégatif. La sortie des ions K^+ repolarise la membrane.

- DE (hyperpolarisation) : phase pendant laquelle la ddp membranaire devient légèrement inférieure à celle du PR. Cette phase est due à une sortie trop importante d'ions K^+ de l'axone. L'extérieur de la membrane devient électropositif et l'intérieur électronégatif.
- Après E (retour à l'état initial) : intervention de la pompe sodium potassium qui va assurer le transfert des ions Na^+ et K^+ contre le gradient de concentration (transport actif), rétablissant ainsi le déséquilibre ionique de départ de part et d'autre de la membrane de l'axone. Cette pompe, pour fonctionner, utilise de l'énergie provenant de l'hydrolyse de l'ATP.

Pour un neurone, le potentiel d'action n'apparaît que lorsque la stimulation provoque une dépolarisation membranaire au moins égale au seuil de dépolarisation. Une fois atteint, le potentiel d'action aura toujours la même amplitude, même si les stimulations deviennent plus fortes. **Le potentiel d'action obéit donc à la loi du tout ou rien.**

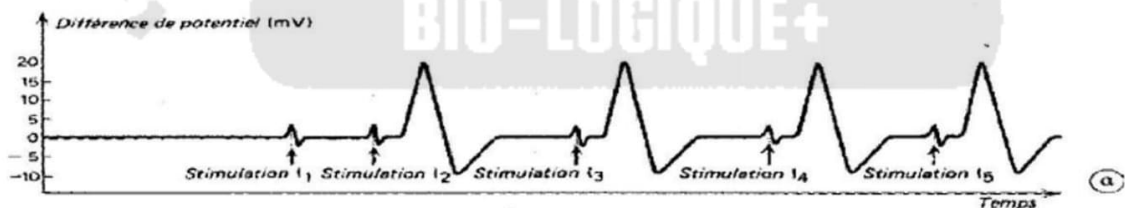


$$I_1 < I_2 < I_3 < I_4 < I_5$$

Mise en évidence de la Loi du tout ou rien

Toutes les cellules ne possèdent pas le même seuil de dépolarisation. Les cellules les plus sensibles sont celles qui ont un seuil de dépolarisation faible.

Le nerf, formé de plusieurs fibres nerveuses, n'obéit pas à la loi du tout ou rien. Une fois le seuil de dépolarisation atteint, l'amplitude du PA sera fonction de l'intensité de la stimulation d'une part, et du nombre de fibres nerveuses atteintes d'autre part. Elle atteindra le maximum lorsque toutes les fibres nerveuses seront atteintes par la stimulation. C'est l'effet de **recrutement**.



$$I_1 < I_2 < I_3 < I_4 < I_5$$

Mise en évidence de la Loi du tout ou rien

3. Mode de propagation du potentiel d'action

La propagation du PA est le résultat d'une succession de dépolarisations.

- Le long d'une fibre nerveuse à myéline, les zones excitables sont localisées au niveau des étranglements de Ranvier. La propagation du message nerveux se fait d'un étranglement de Ranvier à un autre; C'est une propagation saltatoire.
- Dans les fibres nerveuses sans myéline la propagation se fait de proche en proche. Cette propagation est plus lente que les fibres à myéline.

Pendant un temps très court, une zone membranaire qui vient de générer un potentiel d'action reste inexcitable. L'existence de cette période réfractaire explique que le potentiel d'action parcourant une fibre nerveuse ne puisse rebrousser chemin.

4. Mécanisme de la transmission synaptique

• Structure d'une synapse

L'observation au microscope électronique montre qu'une synapse comprend :

- - Un élément présynaptique, il se présente sous la forme d'un renflement de l'axone, rempli de vésicules de sécrétion contenant un message chimique : le neurotransmetteur ; on y trouve un appareil de Golgi et des mitochondries ;
 - Un élément postsynaptique, qui reçoit le message, se caractérise lui par une différenciation de sa membrane : il porte des récepteurs spécifiques au neurotransmetteur et des canaux ioniques couplés aux récepteurs.
 - L'espace inter synaptique (ou fente synaptique), zone qui sépare les membranes des deux neurones.

• Mécanisme de la transmission synaptique

La synapse permet la transmission de la communication nerveuse dans un seul sens, de l'élément pré synaptique vers l'élément postsynaptique.

On distingue deux types de synapses :

La synapse à transmission électrique : elle se singularise par le fait que les membranes des deux cellules concernées sont effectivement en contact, ce qui permet une transmission directe et rapide des potentiels d'action. **La synapse à transmission chimique**, très majoritaire, utilise des neurotransmetteurs pour transmettre les potentiels d'action.

Un **neurotransmetteur** ou **neuromédiateur** est une substance chimique permettant la propagation de l'influx nerveux d'un neurone au suivant au niveau d'une synapse à transmission chimique. **Exemples** : l'acétylcholine, noradrénaline, dopamine, sérotonine, histamine, acide gamma-aminobutyrique (GABA), glutamate, ... La transmission à travers une synapse chimique est relativement lente. Le délai synaptique ou retard synaptique est le temps nécessaire à la transmission du

message nerveux au niveau de la synapse. C'est le temps de latence mis au niveau de la synapse pour observer un PA.

Dans la mesure où les deux éléments pré et postsynaptique d'une synapse à transmission chimique ne se touchent pas, on peut imaginer qu'au niveau synaptique, un relais chimique est utilisé pour assurer le franchissement de la synapse au message nerveux.

Plusieurs phases se succèdent dans ce fonctionnement synaptique :

- Le potentiel d'action parvient à l'extrémité du neurone présynaptique.
- Sous l'influence de ce PA, des canaux à Ca^{2+} voltage dépendants s'ouvrent et des ions Ca^{2+} entrent dans le cytoplasme de la cellule présynaptique.
- L'entrée des ions Ca^{2+} entraîne l'exocytose des vésicules présynaptiques qui répandent le neurotransmetteur dans la fente synaptique qui diffuse jusqu'à l'élément postsynaptique. Le message nerveux (fréquence de PA) a été traduit en message chimique.
- Les molécules du neurotransmetteur se fixent sur les récepteurs spécifiques de la membrane postsynaptique.
- Cette fixation du neurotransmetteur permet l'ouverture des canaux ioniques. Des mouvements d'ions, donc des mouvements de charges électriques se produisent.
- L'état électrique du neurone postsynaptique est alors modifié, le message a été transmis d'où la naissance d'un PA postsynaptique qui se propagera le long de la structure postsynaptique.
- Dans la fente synaptique, les molécules de neurotransmetteur sont dégradées par des enzymes (cholinestérase) appropriées (et/ou récupérées par l'élément présynaptique) qui libèrent ainsi les récepteurs et sonnent la fin de la transmission.
- Les produits de la dégradation sont recapturés par l'élément présynaptique (cellules gliales : glutamate

Selon la synapse (et donc le neurotransmetteur) considérée, l'effet sur le neurone postsynaptique peut être très différent. Suivant la nature du médiateur chimique, le potentiel postsynaptique peut être une dépolarisation ou une hyperpolarisation. Un potentiel dépolarisant est qualifié de **potentiel postsynaptique exciteur (PPSE)** car il peut provoquer la formation d'un potentiel d'action au niveau de l'axe postsynaptique. La synapse dont le fonctionnement engendre une onde de dépolarisation au niveau de la membrane postsynaptique, est qualifiée de **synapse excitatrice**. (Exemple de synapses à glutamate, à dopamine).

En effet, au contact du médiateur chimique de transmission, les canaux de la membrane postsynaptique s'ouvrent largement à tous les ions, mais le flux de l'ion Na^+ de l'extérieur vers l'intérieur est plus important que le flux inverse des ions K^+ , d'où la dépolarisation de la membrane.

En revanche, un potentiel hyperpolarisant est qualifié de **potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI)** car il empêche la formation d'un potentiel d'action. Les synapses

dont l'excitation non seulement ne provoque pas de réponse postsynaptique, mais diminue ou annule les effets excitateurs sont des synapses inhibitrices (**Exemple de synapses à GABA**). En effet, le médiateur chimique ouvre les canaux de la membrane postsynaptique moins largement que le premier cas (PPSE), de telle sorte que les ions hydratés de Na^+ très gros ne pénètrent plus. Seul K^+ peut sortir et Cl^- entrer, d'où une hyperpolarisation de la membrane dans le sens négatif.

L'action des neuromédiateurs est donc strictement fonction des propriétés de la membrane postsynaptique : ce même médiateur peut entraîner tantôt une augmentation de la perméabilité aux chlorures (synapse inhibitrice), tantôt une augmentation de la perméabilité au sodium et donc une dépolarisation (synapse excitatrice).

Principe de l'intégration neuronale :

Un neurone peut avoir des synapses avec de nombreux autres neurones afférents. Parmi eux, certains sont excitateurs (générateurs de PPSE), d'autres inhibiteurs (générateurs de PPSI). La **capacité intégratrice** du neurone récepteur consiste à faire la **sommation** de tous les PPS provenant des neurones qui affèrent sur lui pour former un potentiel postsynaptique global. S'il atteint le seuil de dépolarisation, il se formera au niveau de l'axe postsynaptique un message nerveux codé en fréquence de PA.

On distingue deux types de sommation : spatiale et temporelle. La **sommation spatiale** est la somme algébrique des PPS provenant de neurones différents qui sont connectés au neurone récepteur (neurone postsynaptique). La **sommation temporelle** est la somme algébrique des PPS provenant du même neurone suite à une série d'excitations rapprochées.

5. Facteurs modifiant le fonctionnement synaptique

La neurotransmission peut être perturbée par des agents chimiques tels que les **médicaments**, les **drogues**, etc.

Les modes d'action de ses substances sont les suivantes :

- Elles perturbent la fabrication du neurotransmetteur ;
- Elles bloquent la libération du neurotransmetteur ;
- Empêchent la fixation du neurotransmetteur sur les récepteurs ; certaines drogues ont des structures voisines de celle du neurotransmetteur et se lient à ses récepteurs sans entraîner d'effet ;
- Le blocage de la destruction du neurotransmetteur ;
- Le blocage de la recapture du neurotransmetteur