

# **1<sup>ère</sup> PARTIE : RELATION DE L'ORGANISME AVEC LE MILIEU EXTERIEUR**

## **THEME 2 : LE TISSU NERVEUX ET SES PROPRIETES**

### **Leçon 4 : LES PROPRIETES DU TISSU NERVEUX**

#### **PRE-REQUIS**

Connaissance de l'organisation du tissu nerveux.

#### **SOURCES DOCUMENTAIRES**

- Les sciences naturelles au baccalauréat D, P. Pichard, Résumé pratique, Armand Colin, 103 Boulevard St Michel, Paris 5<sup>e</sup>, pp 13-20.
- Biologie Terminale D, P. Vincent, éd. Vuibert, pp 69-81.

#### **Objectifs :**

**OG 1 :** Connaître les propriétés du tissu nerveux.

**OS 1-1 :** Dire que l'excitabilité et la conductibilité sont des propriétés du tissu nerveux.

**OG 2 :** Connaître l'excitabilité du tissu nerveux.

**OS 2-1 :** Citer les différents types d'excitants du tissu nerveux.

**OS 2-2 :** Dire les conditions d'excitabilité du tissu nerveux.

**OS 2-3 :** Définir les notions de rhéobase, chronaxie, temps utile et de période réfractaire.

**OG 3 :** Comprendre l'excitabilité du tissu nerveux.

**OS 3-1 :** Expliquer à travers un schéma l'excitabilité du tissu nerf.

**OG 4 :** Connaître la conductibilité et les facteurs faisant varier la conductibilité de l'influx nerveux.

**OS 4-1 :** Définir la conductibilité.

**OS 4-2 :** Citer les facteurs faisant varier la conductibilité de l'influx nerveux.

**OG 5 :** Comprendre la conductibilité du tissu nerveux.

**OS 5-1 :** Expliquer à travers une expérience schématisée la conductibilité du nerf.

**OS 5-2 :** Interpréter sur le plan ionique les potentiels de repos et d'action.

**OS 5-3 :** Expliquer la loi du tout ou rien chez la fibre nerveuse et le recrutement chez le nerf.

**OS 5-4 :** Décrire la conductibilité sur une fibre myélinisée et amyélinisée.

**OG 6 :** Apprécier la vitesse de conduction de l'influx nerveux sur un tissu nerveux.

**OS 6-1 :** Calculer la vitesse de conduction de l'influx nerveux d'un nerf.

**OG 7 :** Comprendre le fonctionnement de l'oscilloscope cathodique.

- OS 7-1** : Décrire la structuration des constituants de l'oscilloscope cathodique.  
**OS 7-2** : Expliquer le fonctionnement de l'oscilloscope cathodique.  
**OS 7-3** : Expliquer l'enregistrement de phénomènes électriques (les potentiels de repos et d'actions).  
**OG 8** : Connaître les différents types de neurotransmetteurs.  
**OS 8-1** : Citer des neurotransmetteurs des synapses excitatrices et inhibitrices.  
**OG 9** : Comprendre la transmission synaptique.  
**OS 9-1** : Expliquer le fonctionnement des synapses.  
**OS 9-2** : Expliquer le rôle intégrateur des synapses.

## **PLAN :**

### **I. EXCITABILITÉ**

- I-1. Mise en évidence
- I-2. Différents types d'excitants
- I-3. Conditions d'excitabilité
  - ✓ Seuil ou rhéobase
  - ✓ Temps utile
  - ✓ Chronaxie
  - ✓ Période réfractaire

### **II. CONDUCTIBILITÉ**

- II-1. Mise en évidence
- II-2. Condition de conductibilité

### **III. PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES EN RAPPORT AVEC L'INFLUX NERVEUX**

- III-1. Principe de fonctionnement de l'oscilloscope cathodique
- III-2. Mise en évidence des phénomènes électriques
  - III-2-1. Enregistrement de phénomènes électriques
  - III-2-2. Potentiel de repos
  - III-2-3. Potentiel d'action
    - III-2-3-1. Potentiel diphasique
    - III-2-3-2. Potentiel monophasique
    - III-2-3-3. Phénomène de sommation
  - III-2-4. Interprétation ionique du potentiel de repos et d'action
    - III-2-4-1. Le potentiel de repos
      - *Données expérimentales*
      - *Rôle des protéines membranaires*
    - III-2-4-2. Le potentiel d'action
- III-3. Potentiel d'action d'une fibre nerveuse ou d'un nerf

### **VI. CONDUCTION DE L'INFLUX NERVEUX**

- VI-1. Vitesse de conduction
- VI-2. Différents types de conduction
  - VI-2-1. Dans une fibre amyélinisée
  - VI-2-2. Dans une fibre myélinisée
- VI-3. Facteurs faisant varier la vitesse de conduction

### **V. TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX AUX NIVEAU DES SYNAPSES**

- V-1. Transmission synaptique
  - Les synapses excitatrices
  - Les synapses inhibitrices
- V-2. Rôles intégrateur des synapses
- V-3. Facteurs influençant la transmission

**CONCLUSION :**

# CONTENU

## **1<sup>ère</sup> PARTIE : RELATION DE L'ORGANISME AVEC LE MILIEU EXTERIEUR**

### **THEME 2 : LE TISSU NERVEUX ET SES PROPRIETES**

#### **Leçon 4 : LES PROPRIETES DU TISSU NERVEUX**

##### **INTRODUCTION :**

Les propriétés d'un tissu dont ses capacités et ses qualités qui sont son excitabilité et sa conductibilité. Ce qui rend le tissu nerveux assez particulier par rapport aux autres tissus.

##### **I. EXCITABILITÉ**

C'est la capacité d'un organe en particulier d'un nerf à réagir sous l'influence d'un excitant.

##### **I-1. Mise en évidence**

Isolons et sectionnons le nerf sciatique rattaché à la patte d'une grenouille, puis pinçons son bout périphérique.

##### **Résultat :**

On observe un battement de la patte.

##### **Conclusion :**

Le nerf a transmis l'excitation aux muscles de la patte, donc il est excitable.

##### **I-2. Différents types d'excitants**

On note plusieurs excitants des nerfs :

- ✓ les excitants mécaniques : pincement ou choc.
- ✓ les excitants thermiques : froid, chaleur.
- ✓ les excitants chimiques : acides et bases dilués.
- ✓ les excitants électriques.

Cependant, les excitants électriques sont les plus utilisés car ne lèsent pas le nerf et sont contrôlables.

##### **I-3. Conditions d'excitabilité**

Le nerf est excité par la brusque variation de tension pendant la fermeture et l'ouverture du circuit.

(Utilisons une pile, un interrupteur et un excitateur sur lequel le nerf est chargé. Lorsque l'on ferme le circuit en abaissant la manette de l'interrupteur, on observe un battement de la patte

de la grenouille. Si le circuit reste fermé le battement cesse, malgré la circulation continue du courant, mais on note un nouveau battement à l'ouverture du circuit.)

#### ✓ Seuil ou rhéobase

La **rhéobase** est l'intensité minimale au-dessous de laquelle un nerf n'est pas excitable quelque soit la durée de la stimulation.

(Pour déterminer les conditions d'obtention de cette réponse de la patte, fixons le temps de passage du courant à une valeur suffisamment longue. On fait ensuite varier l'intensité du courant en partant de 0 (zéro). On constate qu'aucune réponse n'est obtenue au début, on continue d'augmenter progressivement la tension. Pour une certaine valeur, on note une réaction de la patte. Cette intensité minimale au-dessous de laquelle un nerf n'est pas excitable quelque soit le temps de stimulation, s'appelle : la **rhéobase**.)

#### ✓ Temps utile

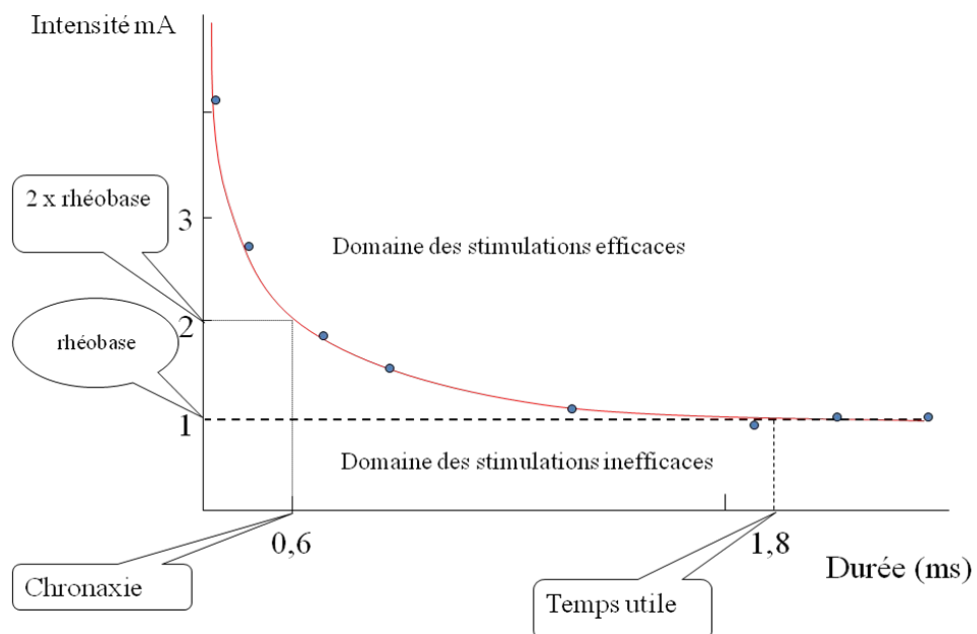
C'est le temps nécessaire pour avoir une réponse de la patte à une **intensité rhéobasique**.

#### ✓ Chronaxie

Réalisons une courbe de variation de l'intensité du courant en fonction de la durée de l'excitation (courbe intensité durée de **Lapicque**) en utilisant des intensités supérieures ou égales à la rhéobase et en notant à chaque fois le temps de réaction.

**Tableau** : Variation de l'intensité du courant en fonction de la durée de l'excitation.

| Temps (ms)     | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,4 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Intensité (mA) | 3,3 | 2,0 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |



**Courbe de variation de l'intensité en fonction de la durée**

Les points situés dans la partie concave de la courbe correspondent à des **stimulations efficaces ou supraliminaires**, alors que les points situés à l'extérieur correspondent à des **stimulations inefficaces ou infraliminaires**. En doublant la **rhéobase**, le temps nécessaire pour avoir une réponse correspond à la **chronaxie**.

**NB :**

La **chronaxie** d'un muscle est toujours la même que celle du nerf qui l'innerve. S'il y a une différence de chronaxie, le muscle ne peut pas être commandé par le nerf et il y a une paralysie.

L'excitabilité d'un nerf dépend de sa rhéobase et de sa chronaxie. Plus un nerf est excitable plus sa rhéobase est faible et sa chronaxie courte.

#### ✓ Période réfractaire

Après une excitation, le nerf reste pendant une période sans réagir à une seconde excitation, c'est la **période réfractaire**.

## II. CONDUCTIBILITÉ

C'est la possibilité que possède le nerf à conduire une excitation du nerf vers le muscle.

### II-1. Mise en évidence

Le pincement du nerf de la patte de grenouille a entraîné une réaction de la patte. Donc le nerf a conduit l'excitation à travers un **influx nerveux** jusqu'à la patte, il est un **conducteur**.

### II-2. Condition de conductibilité

Pour que le nerf puisse conduire l'influx nerveux, il doit :

- ✓ Être sain : pas écrasé, ni coupé ;
- ✓ Avoir de l'oxygène ;
- ✓ Pas anesthésié (éther) ;
- ✓ Pas refroidi.

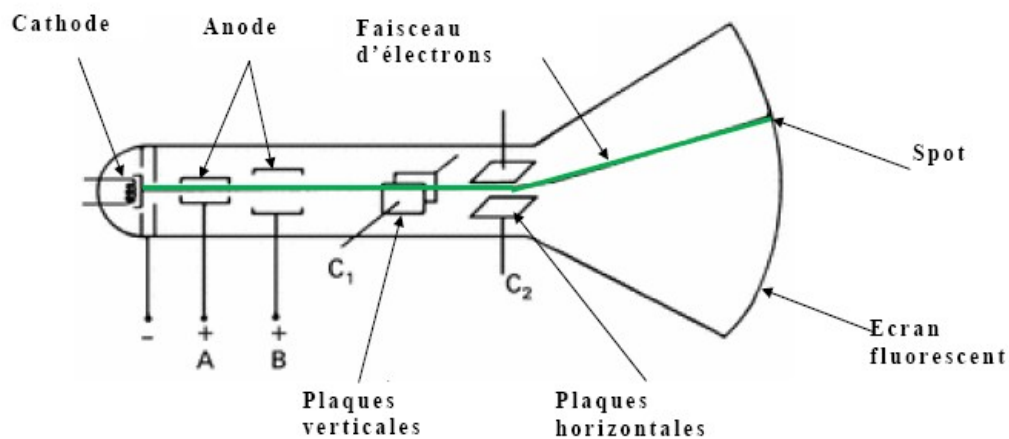
## III. PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES EN RAPPORT AVEC L'INFLUX NERVEUX

La conduction de l'influx nerveux le long du nerf peut être appréciée à l'aide d'un oscilloscope cathodique.

### III-1. Principe de fonctionnement de l'oscilloscope cathodique

Il est constitué d'un tube cathodique à fond fluorescent, dont le chauffage du filament de la cathode par du courant électrique, produit un **faisceau d'électrons** attiré par l'anode vers l'écran fluorescent le rendant lumineux au point de contact, c'est le **spot**.

Avant son arrivée sur l'écran, le faisceau passe entre 2 systèmes de **plaques métalliques**. Les plaques verticales reliées à un condensateur qui se charge et se décharge alternativement. Ces plaques sont à l'origine du balayage horizontal du faisceau. Les plaques horizontales situées après, sont reliées aux électrodes réceptrices **R<sub>1</sub>** et **R<sub>2</sub>**.

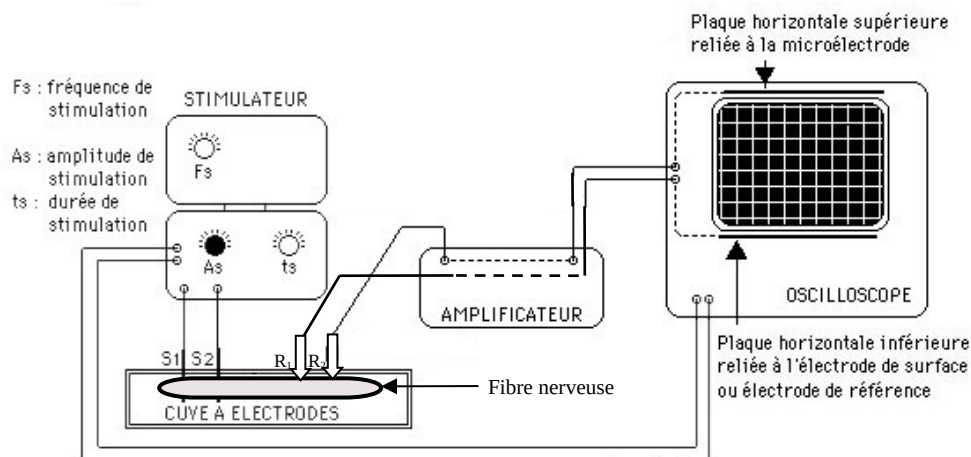


Principe de fonctionnement de l'oscilloscope

La plaque inférieure est reliée à l'électrode réceptrice  $R_1$ , alors que la plaque supérieure est reliée à l'électrode réceptrice  $R_2$ . La déviation du spot par les plaques est due à la modification de charge électrique de la fibre nerveuse.

L'oscilloscope est relié à un **stimulateur** permettant de contrôler l'amplitude  $As$  (intensité du courant), la durée  $ts$  et la fréquence  $Fs$  de stimulation. Le stimulateur est relié à la fibre nerveuse par des **électrodes stimulatrices**  $S_1$  et  $S_2$ .

L'oscilloscope est également relié à un **amplificateur** qui est à son tour relié à la fibre par des **électrodes réceptrices**  $R_1$ ,  $R_2$ .



Dispositif expérimental d'enregistrement

## III-2. Mise en évidence des phénomènes électriques

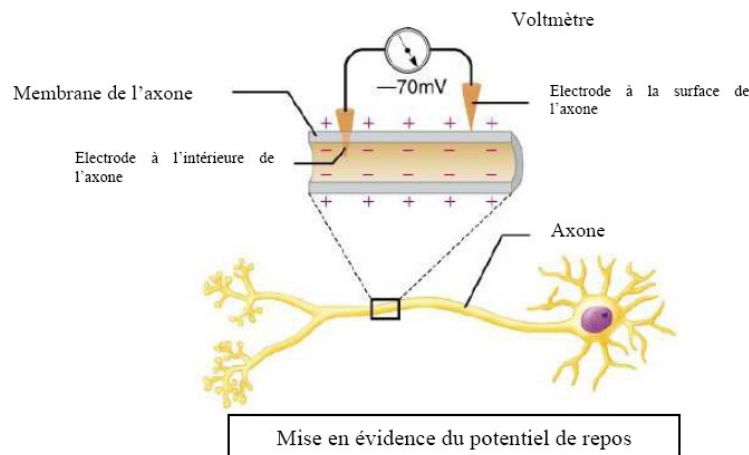
### III-2-1. Enregistrement de phénomènes électriques

#### III-2-1-1. Potentiel de repos

Relions deux électrodes réceptrices à un **voltmètre** ou un **galvanomètre** et plaçons l'une à la surface de la fibre nerveuse, l'autre enfoncée dans la fibre. On constate une déviation de l'aiguille à  $-70 \text{ mV}$ , il y a donc une **différence de potentiel (ddp)** entre l'intérieur

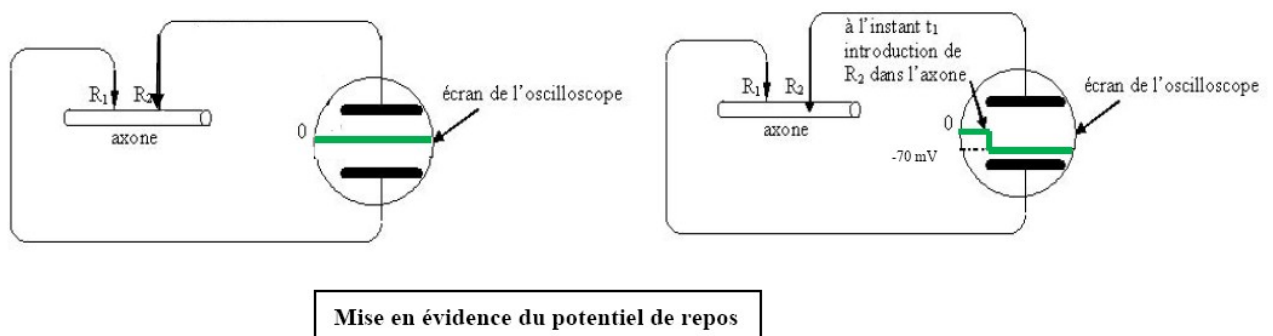
et l'extérieur de la membrane, c'est le **potentiel de repos** ou **potentiel membranaire** (varie en fonction des êtres vivants entre  $-30\text{ mV}$  et  $-70\text{ mV}$ ).

Lorsque les deux électrodes sont placées à la surface de la fibre nerveuse, on ne note pas de **ddp**, donc tous les points de la membrane sont au même potentiel c'est l'**équipotentialité**. Il en est de même lorsque les deux électrodes sont placées à l'intérieur de la fibre.



Pour visualiser ces **ddp** utilisons l'oscilloscope cathodique et plaçons les électrodes réceptrices sur la fibre, le faisceau d'électrons reste à  $0\text{ mV}$ . L'introduction de l'électrode  $R_2$  dans la fibre entraîne une déviation du faisceau d'électrons à  $-70\text{ mV}$ . En effet, les électrons étant chargés négativement, leur attraction par la plaque reliée à  $R_1$  et leur répulsion par la plaque reliée à  $R_2$ , montre que  $R_1$  est positif et  $R_2$  négatif.

Donc la fibre nerveuse est chargée positivement sur sa face externe, alors qu'à l'intérieur elle est chargée négativement.



Polarité de la fibre nerveuse

### III-2-1-2. Potentiel d'action

#### III-2-1-2-1. Potentiel d'action diphasique

Sur un dispositif d'enregistrement contenant une fibre nerveuse de grenouille, plaçons les électrodes réceptrices sur la fibre et excitons efficacement. On voit une double déviation du spot, c'est le **potentiel d'action diphasique**. Il est précédé d'un enregistrement appelé **artéfact de stimulation**, synchrone à la stimulation et au passage du courant dans la fibre.

➤ **Analyse des phénomènes électriques du potentiel diphasique**

Ce potentiel d'action ou onde diphasique comporte :

En 1, un **artéfact de stimulation** (instant où on porte la stimulation)

De 1 à 2, le **temps de latence** (temps mis par l'influx nerveux pour parcourir la distance **E** à **R<sub>1</sub>**)

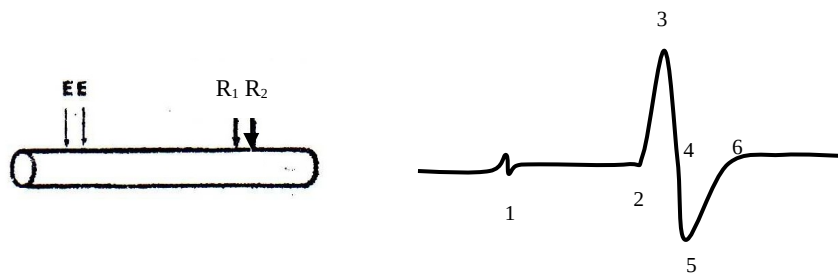
De 2 à 3, **dépolarisation** au niveau de l'électrode réceptrice **R<sub>1</sub>**

De 3 à 4, **repolarisation**

De 4 à 5, **dépolarisation** au niveau de l'électrode réceptrice **R<sub>2</sub>**

De 5 à 6, **repolarisation**.

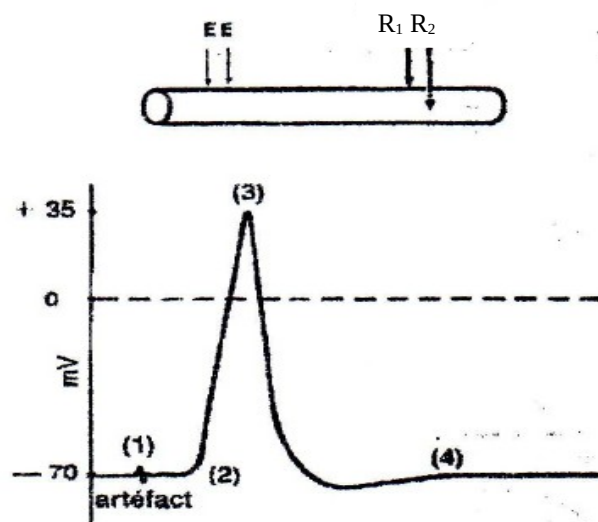
Au-delà de 6, rétablissement de l'état de repos.



Potentiel d'action diphasique

#### III-2-1-2-2. Potentiel monophasique

Lorsque l'électrode **R<sub>1</sub>** est sur la fibre nerveuse et l'électrode **R<sub>2</sub>** à l'intérieur ou à un potentiel fixe (électrode de référence, partie écrasée ou anesthésiée), on enregistre une courbe à un seul sommet atteignant 30 à 40 mV, le **potentiel monophasique**.



Potentiel d'action monophasique

➤ **Analyse des phénomènes électriques du potentiel monophasique**

Le potentiel monophasique ou onde monophasique comprend :

En 1, un **artéfact de stimulation**

De 1 à 2, le **temps de latence** (temps mis par l'influx nerveux pour passer de **E** à **R<sub>1</sub>**)

De 2 à 3, **dépolarisation** au niveau de l'électrode réceptrice **R<sub>1</sub>**

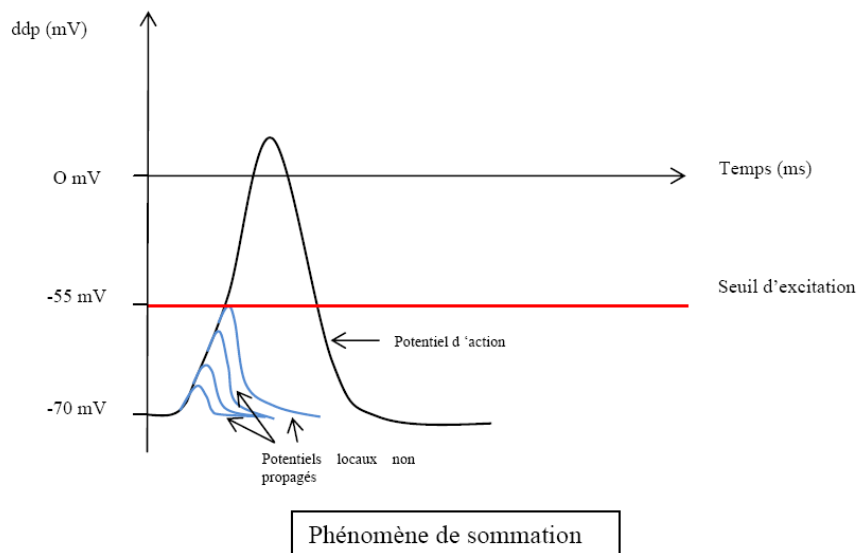
De 3 à 4, **repolarisation** et **hyperpolarisation**

Au-delà de 4, rétablissement de l'état de repos.

### III-2-1-3. Phénomène de sommation

L'excitation d'une fibre avec une stimulation infraliminaire ne provoque pas de potentiel d'action, mais une réponse locale, le **potentiel local** de faible amplitude, qui ne se propage pas et n'est enregistré qu'au voisinage des électrodes excitatrices.

Cependant, la succession de stimuli infraliminaires à intervalle de temps court, provoque un potentiel d'action, car les **potentiels locaux** se sont additionnés jusqu'à atteindre le seuil d'excitation (qui est d'environ de **-55 mV**), c'est le **phénomène de sommation**.



### III-2-2. Interprétation ionique du potentiel de repos et d'action

#### III-2-2-1. Le potentiel de repos

➤ **Données expérimentales**

Le tableau ci-dessous montre la répartition ionique de part et d'autre de la membrane de l'axone d'une fibre nerveuse « géante » de **Calmar** au repos.

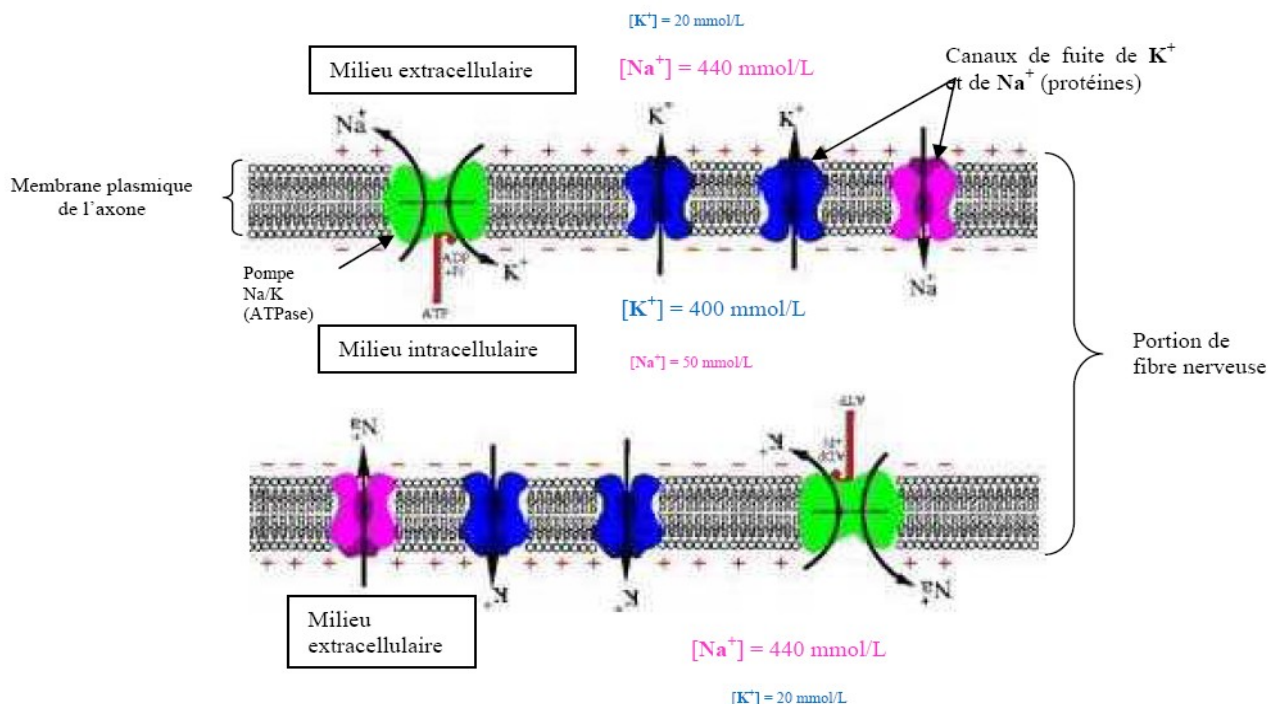
| Ions            | Concentrations intracellulaires (mmol/L) | Concentrations extracellulaires (mmol/L) | Eau de mer (mmol/L) |
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| K <sup>+</sup>  | 400                                      | 20                                       | 10                  |
| Na <sup>+</sup> | 50                                       | 440                                      | 460                 |

Au repos, les ions  $\text{Na}^+$  sont plus abondants à l'extérieur qu'à l'intérieur, alors que les ions  $\text{K}^+$  sont plus abondants à l'intérieur qu'à l'extérieur. Le **potentiel de repos** est donc lié à cette différence de concentration de particules chargées électriquement. L'importance de la répartition des ions  $\text{K}^+$  est fondamentale.

### ➤ Rôle des protéines membranaires

Cette différence de concentration des ions  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$  provoque une diffusion suivant leur gradient de concentration, des ions  $\text{K}^+$  vers l'extérieur, alors que les ions  $\text{Na}^+$  diffusent vers l'intérieur. Cette diffusion se fait à travers des protéines canaux, les « **canaux de fuite** », ouverts en permanence. Elle devrait aboutir à un équilibre des concentrations de part et d'autre de la membrane, mais la **pompe à  $\text{Na}^+/\text{K}^+$**  (ATPase), déplaçant les ions contre leurs gradients de concentration (expulse des  $\text{Na}^+$  et fait entrer des  $\text{K}^+$ ), maintient le **potentiel de repos** avec une consommation d'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP.

Cependant, la membrane est plus perméable aux ions  $\text{K}^+$  qu'aux ions  $\text{Na}^+$ , d'où la **perméabilité sélective de la membrane**.



### Interprétation ionique du potentiel de repos

#### III-2-2-2. Le potentiel d'action

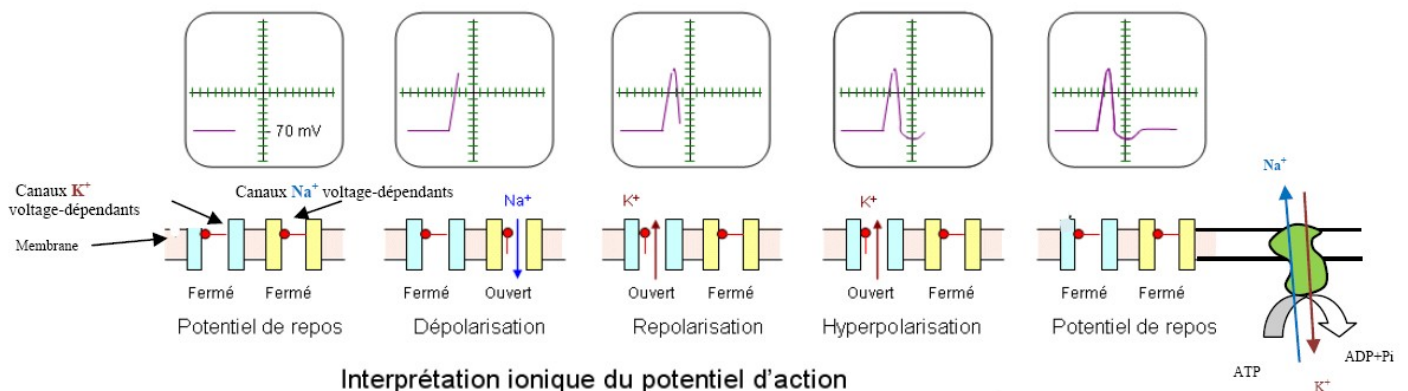
Lors de la stimulation de la fibre nerveuse il se produit :

✓ d'abord, une forte entrée d'ions  $\text{Na}^+$  dans l'axone suite à l'ouverture brève des **canaux  $\text{Na}^+$  voltage-dépendants** (ces canaux ne s'ouvrent qu'à partir d'un seuil d'intensité, d'où leur nom de **canaux voltage-dépendants** différents des **canaux de fuite** de  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ). Ce qui se matérialise par une baisse de charges positives à la surface de la membrane et une

augmentation de charges positives dans l'axone. Donc, l'extérieur de la membrane devient électro négative par rapport à l'intérieur, c'est la **dépolarisation**.

✓ Ensuite, les **canaux  $\text{Na}^+$  voltage-dépendants** se referment et au même moment les **canaux  $\text{K}^+$  voltage-dépendants** s'ouvrent entraînant une importante sortie de  $\text{K}^+$  rendant l'extérieur électro positif à nouveau et l'intérieur électro négatif, c'est la **repolarisation**. L'**hyperpolarisation** est due à une sortie un peu plus importante de  $\text{K}^+$  lors de la repolarisation.

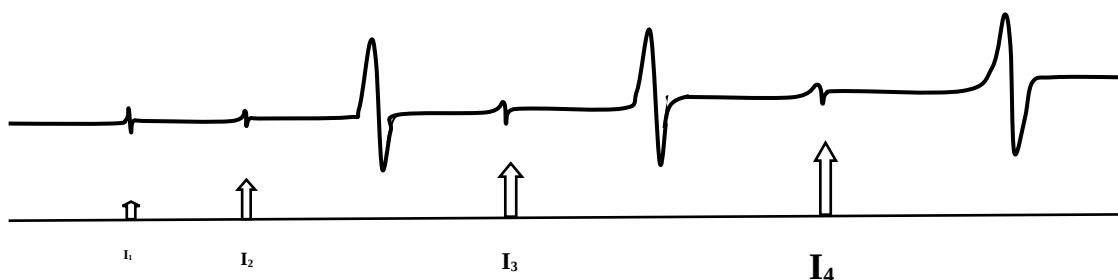
✓ Enfin, le passage des ions de part et d'autre de la membrane entraîne une répartition anormale (excès de  $\text{Na}^+$  interne et déficit de  $\text{K}^+$  interne). Pour réparer ce déséquilibre en quelques millisecondes, la **pompe à  $\text{Na}^+/\text{K}^+$**  augmente son activité. Durant cette période la fibre est insensible aux excitations, c'est la **période réfractaire**.



**Remarque :** Tout blocage de la synthèse d'ATP entraîne un arrêt de la **pompe à  $\text{Na}^+/\text{K}^+$** .

### III-3. Potentiel d'action d'une fibre nerveuse ou d'un nerf

Portons des excitations d'intensités croissantes, sur une fibre nerveuse. Pour des intensités infraliminaires il n'y a pas de potentiels d'action. Lorsque le seuil est atteint, on obtient des potentiels d'action dont l'amplitude ne varie pas quel que soit l'intensité, donc la fibre isolée obéit à **la loi du tout ou rien**.

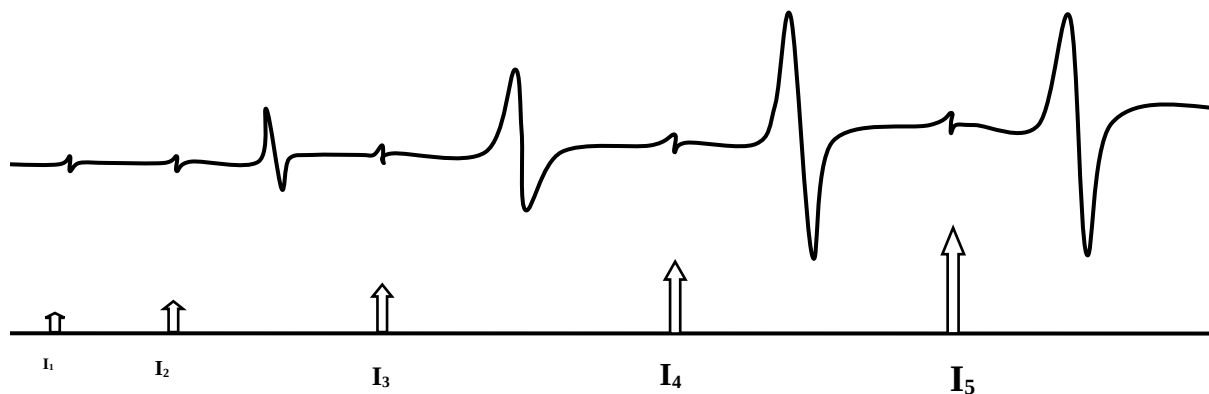


**Potentiel d'action d'une fibre nerveuse soumise à des excitations d'intensités croissantes**

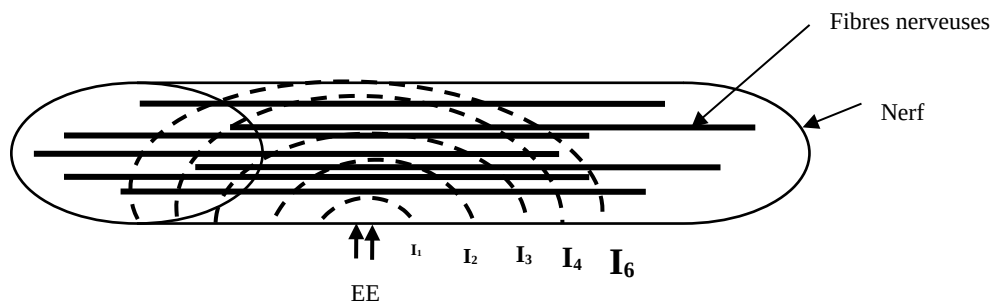
La répétition de la même expérience sur un nerf ne provoque pas de réponse pour les faibles intensités, mais lorsqu'on atteint une intensité suffisante, on enregistre des potentiels d'actions dont l'amplitude augmente avec l'intensité. Ce phénomène est dû au fait que le nombre de fibres excitées augmente avec l'intensité du courant, car une intensité plus forte permet de stimuler les fibres à seuil plus élevé ainsi que les fibres qui ne sont pas en contact

direct avec les électrodes stimulatrices. Donc, le nerf n'obéit pas à la loi du tout ou rien mais au **phénomène de recrutement**.

Aux intensités très élevées, l'amplitude des potentiels d'actions cesse de croître, car toutes les fibres sont excitées, c'est le **phénomène de saturation**.



Potentiel d'action d'une fibre nerveuse soumise à des excitations d'intensités croissantes



Phénomène de recrutement

## IV. CONDUCTION DE L'INFLUX NERVEUX

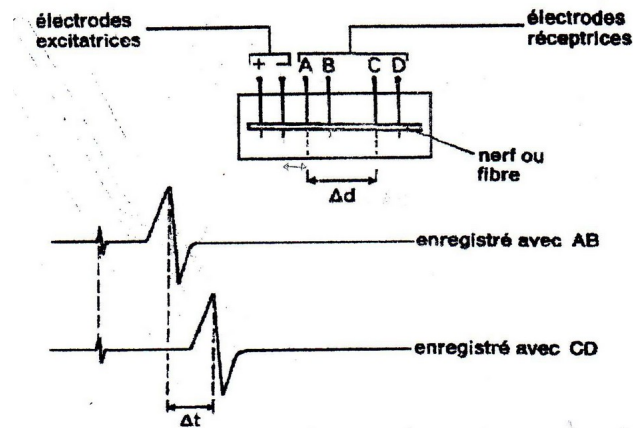
### IV-1. Vitesse de conduction

Pour connaître la vitesse de conduction, plaçons les électrodes réceptrices AB à une distance  $\Delta d$  des électrodes CD.

La superposition des deux potentiels d'action de tel sorte que les artéfacts coïncident, permet de déterminer le temps  $\Delta t$  parcouru par l'influx nerveux entre les électrodes réceptrices.

La **vitesse de conduction** (m/s) se calcule à partir de la formule :

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

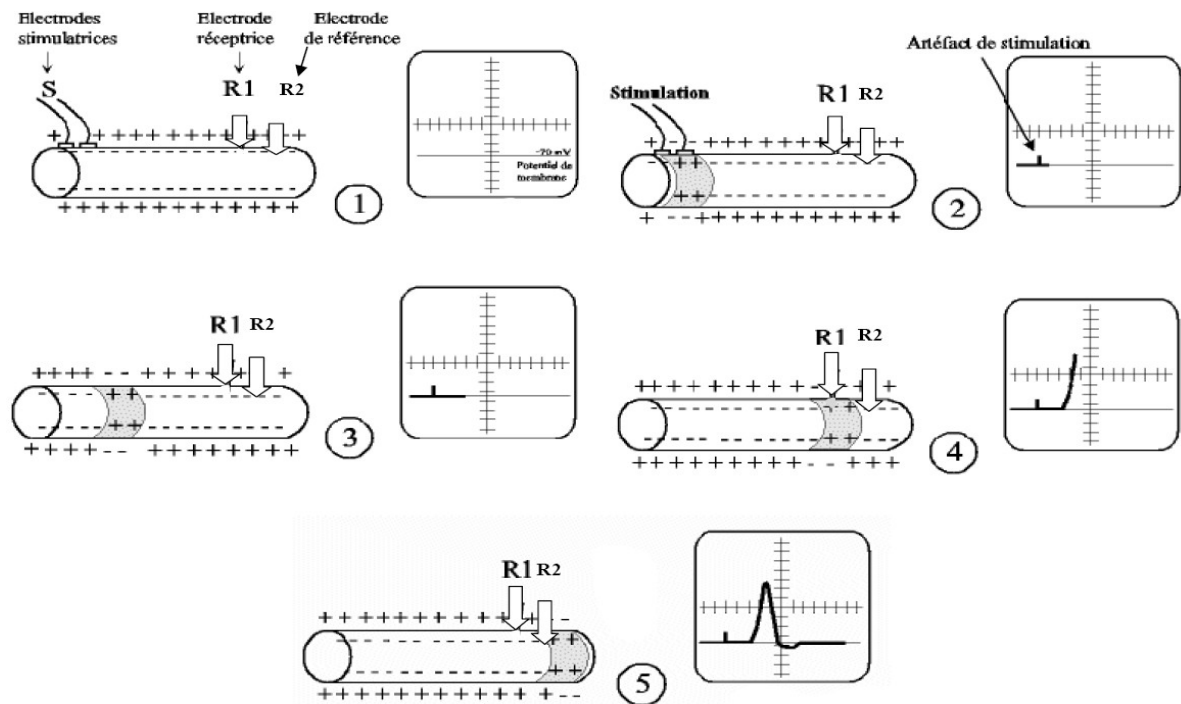


### Détermination de la vitesse de conduction de l'influx nerveux

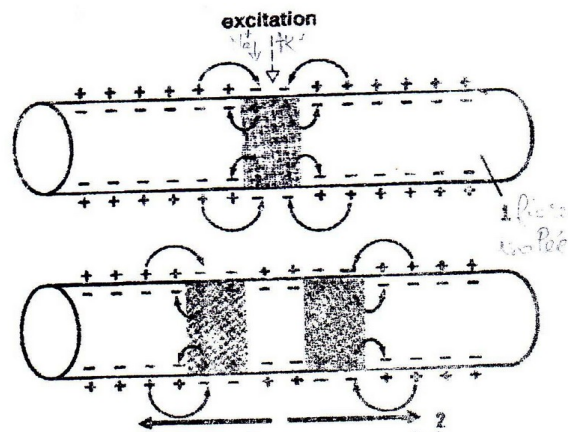
## IV-2. Différents types de conductions

### IV-2-1. Dans une fibre amyélinisée

L'excitation de la fibre nerveuse en un point entraîne un changement de charges, l'extérieur devient négatif et l'intérieur positif. Ce changement de charge se propage le long de la fibre nerveuse de proche en proche, c'est la **théorie des courants locaux**. Après son passage la fibre retrouve sa polarité normale.



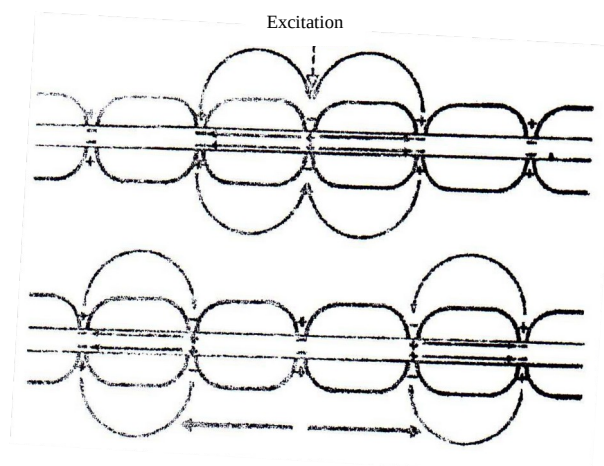
Prpagation de l'influx nerveux sur une fibre



Conduction sur une fibre amyélinisée

#### IV-2-2. Dans une fibre myélinisée

La gaine de myéline constitue un isolant, il ne peut y avoir de courant locaux. Les dépolarisations et les repolarisations se font donc d'un nœud de Ranvier à l'autre, c'est la **théorie de la conduction saltatoire**. Cette conduction est plus rapide.



Conduction saltatoire

#### IV-3. Facteurs faisant varier la vitesse de conduction

Ce sont généralement :

- ✓ Le diamètre de la fibre (la vitesse conduction est plus élevée chez les fibres à diamètre élevé) ;
- ✓ La température (18°C pour la grenouille, 37°C pour les mammifères) ;
- ✓ La nature de la fibre (existence ou non de myéline) ;
- ✓ L'espèce (mammifère et grenouille) ;
- ✓ Le pH, le pH neutre entraîne une perturbation de la vitesse.

### V. TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX AUX NIVEAU DES SYNAPSES

#### V-1. Transmission synaptique

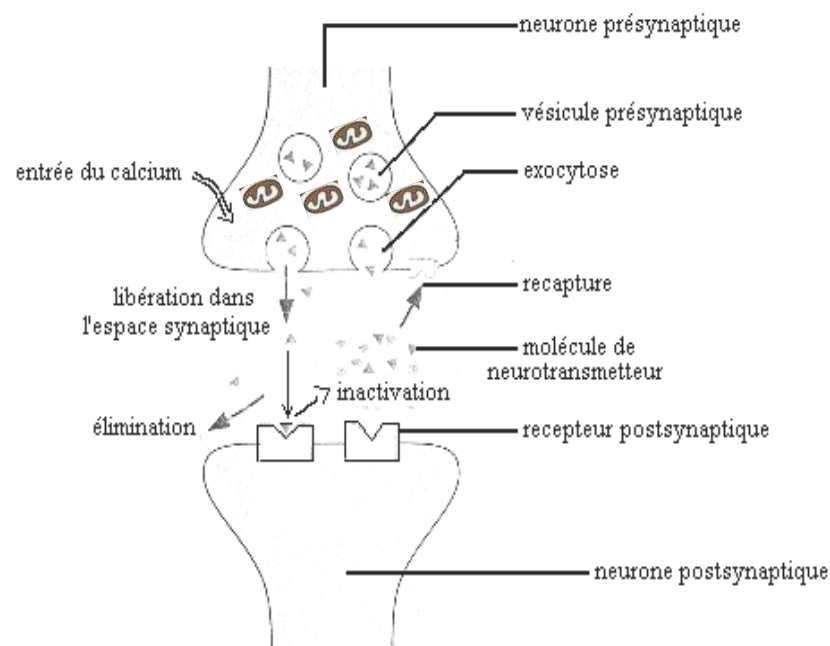
Lorsque l'influx nerveux arrive au niveau du bouton synaptique du **neurone présynaptique**, il se produit une forte entrée d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans le neurone présynaptique entraînant une ouverture par exocytose d'un grand nombre de vésicules synaptiques qui libèrent ainsi de l'**acétylcholine (neurotransmetteur ou neuromédiateur)** dans la fente synaptique. L'acétylcholine agit directement sur les récepteurs de la membrane du neurone postsynaptique, qui sont les canaux à  $\text{Na}^+$  **chimiodépendants**, qui s'ouvrent et laissent entrer de façon massive les  $\text{Na}^+$ . Ce qui provoque la naissance d'un potentiel d'action qui se propage le long de la fibre nerveuse. L'**acétylcholine** est ainsi appelé **neurotransmetteur à médiation chimique**.

Après la dépolarisation, l'**acétylcholinestérase** inactive l'**acétylcholine** en le dissociant et la **choline** issue de cette dissociation est reprise par le bouton présynaptique pour régénérer à nouveau de l'**acétylcholine**.

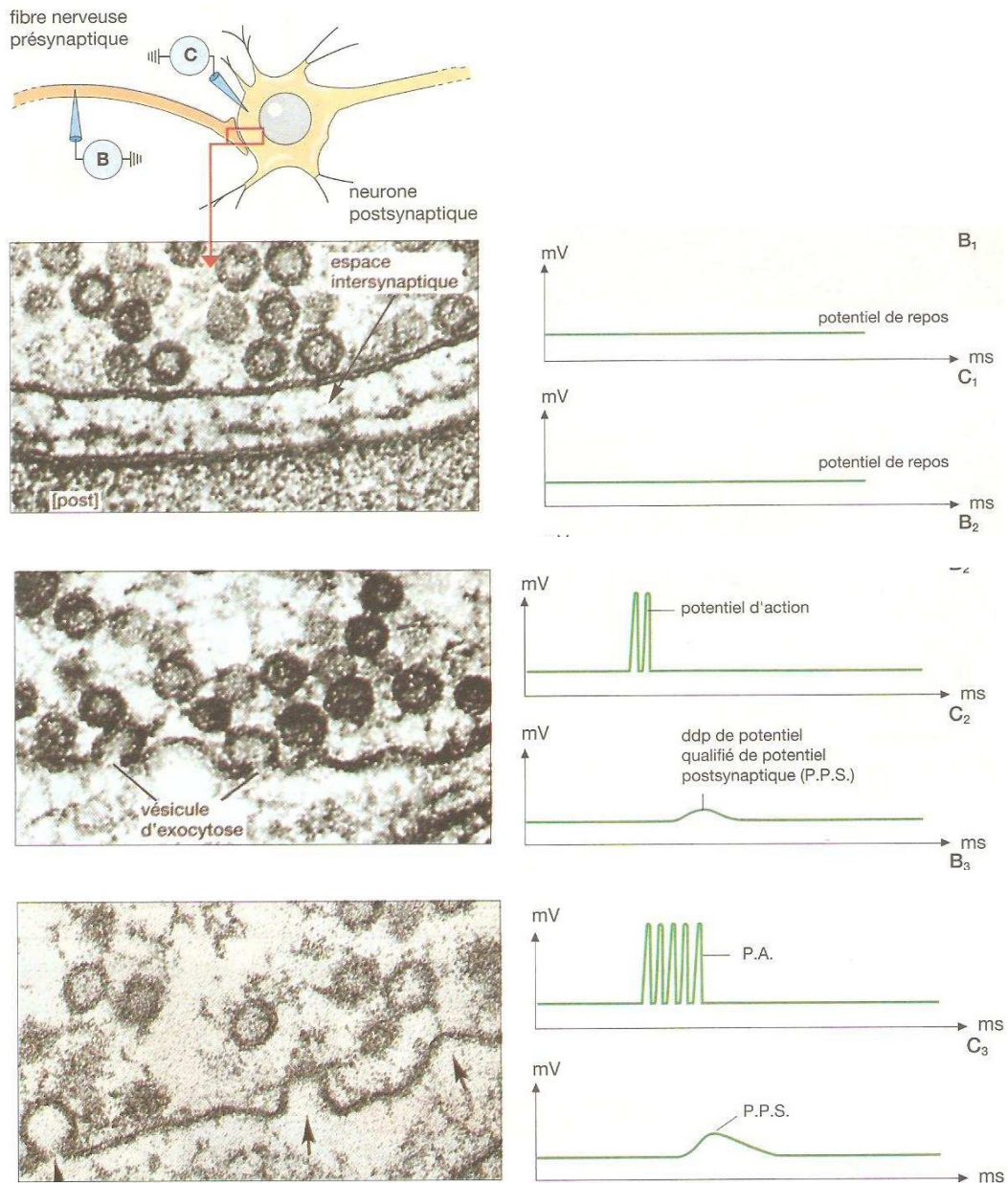
Ce phénomène requiert un temps d'environ 0,5 milliseconde qui provoque un retard dans la propagation de l'influx nerveux, ce temps est le **délai synaptique**.

La transmission de l'influx nerveux nécessite de l'énergie, cause pour laquelle il y a la présence de **mitochondries** dans le bouton synaptique.

La présence de vésicules uniquement dans le bouton synaptique présynaptique imprime à l'influx nerveux une direction unique dans les conditions physiologiques, c'est la **polarité physiologique de la synapse**. Donc la propagation de l'influx nerveux est **univoque**.

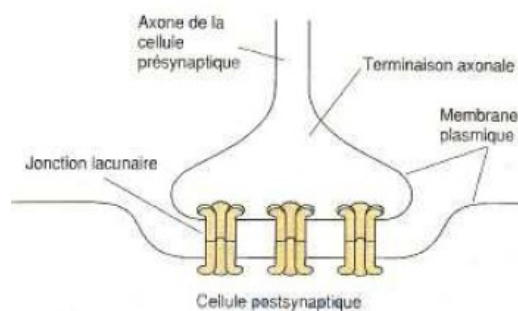


**Transmission synaptique et devenir du neurotransmetteur**



**Transfert de l'information aux niveaux présynaptique, espace synaptique, postsynaptique.**

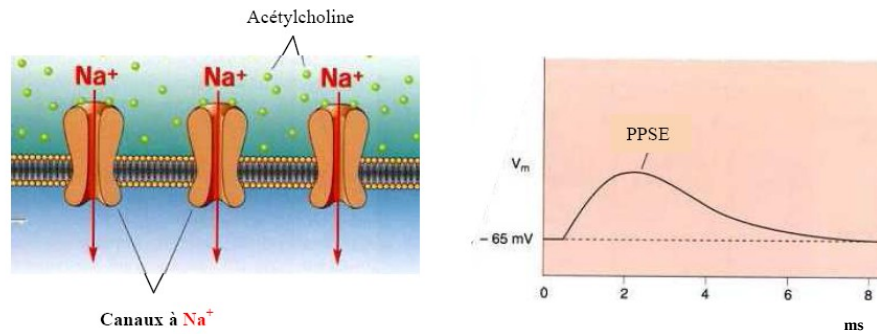
**Remarque :** Il existe des synapses à transmission électrique directe, à travers des **jonctions lacunaires**, et qui sont beaucoup plus rapides que celles à transmission chimique (mouvements des ailes de mouche, de moustiques etc.)



**Synapse à transmission électrique**

### V-1-1. Les synapses excitatrices

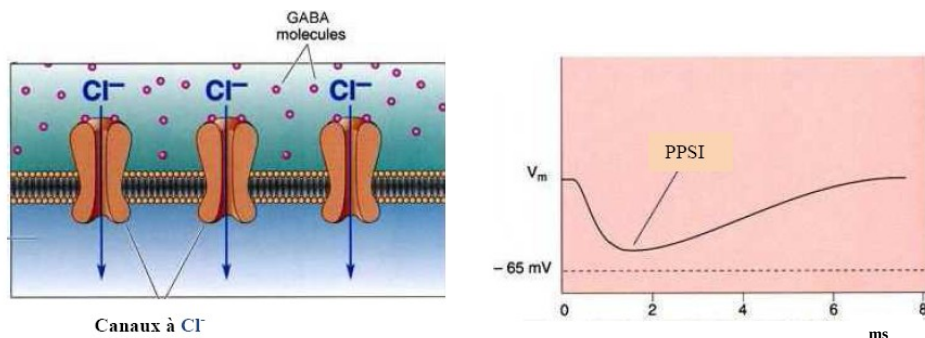
Ces synapses ont des neurotransmetteurs (**acétylcholine**, **noradrénaline**, **dopamine**, **sérotonine**...) qui se fixent sur leurs récepteurs situés sur les **canaux  $\text{Na}^+$**  provoquant leur ouverture, puis une entrée massive de  $\text{Na}^+$  rendant l'intérieur électropositif par rapport à l'extérieur. Lorsque la quantité de neurotransmetteur libérée est suffisante et permet d'atteindre le seuil d'intensité, il se forme un **potentiel postsynaptique exciteur (PPSE)** qui produit lorsqu'il atteint le seuil provoque un **potentiel d'action** qui se propage le long de la fibre postsynaptique.



Effet des synapses excitatrices

### V-1-2. Les synapses inhibitrices

Certains neurotransmetteurs dont l'**acide gamma aminobutyrique (GABA)** se fixe sur des récepteurs membranaires situés sur les **canaux  $\text{Cl}^-$** . Ce qui entraîne leur ouverture, provoquant ainsi une entrée massive de  $\text{Cl}^-$  dans le neurone postsynaptique et rendant l'intérieur plus électronégatif que l'extérieur. Il se produit une **hyperpolarisation** de la membrane du neurone postsynaptique, correspondant à un **potentiel postsynaptique inhibiteur (PPSI)** qui s'oppose à la naissance d'un potentiel d'action.



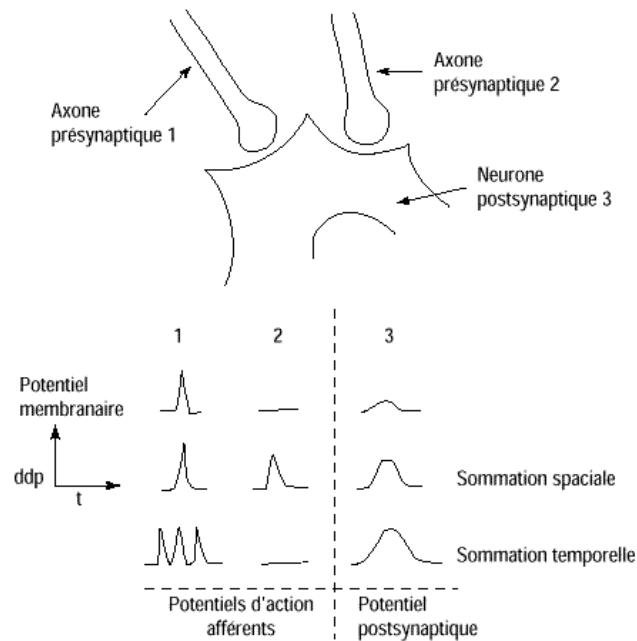
Effet des synapses inhibitrices

### V-2. Rôles intégrateur des synapses

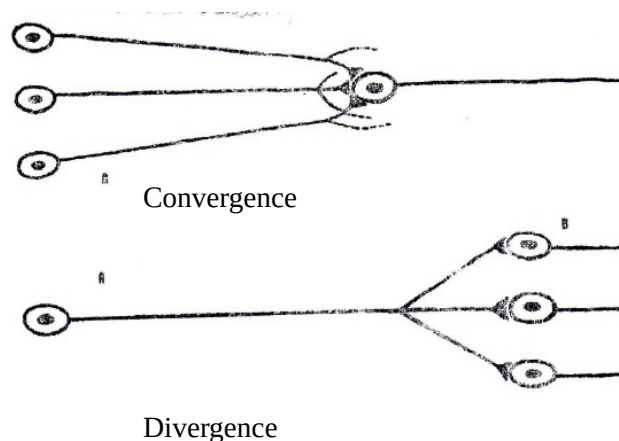
On peut avoir deux principes fondamentaux :

- ✓ Quand l'activité d'un neurone postsynaptique est influencée par celle de plusieurs neurones présynaptiques : c'est le **principe de convergence**.
- ✓ Quand l'activité d'un neurone présynaptique influence celle de plusieurs neurones postsynaptiques : c'est le **principe de divergence**.

Les neurones postsynaptiques jouent un **rôle intégrateur** des messages nerveux afférents. Il se produit dans leur corps cellulaire un **potentiel postsynaptique global** qui est la somme algébrique des dépolarisations (PPSE) et des hyperpolarisations (PPSI) des synapses excitatrices et inhibitrices, c'est la **sommation**.



s



### V-3. Facteurs influençant la transmission

La transmission synaptique peut être modifiée à différents niveaux par plusieurs facteurs :

- ✓ Au niveau de la synthèse des neurotransmetteurs (certaines drogues bloquent cette synthèse)
- ✓ Au niveau de la libération des neurotransmetteurs (les amphétamines augmentent leur libération)
- ✓ Au niveau de la fixation des neurotransmetteurs (certaines substances se fixent sur leur site de fixation).

### **CONCLUSION :**

Les cellules nerveuses ne sont pas les seules à présenter une ddp. En effet, toutes les cellules vivantes présentent une ddp entre l'intérieur et l'extérieur de la membrane. L'électroneurogramme permet de connaître le bon fonctionnement des tissus nerveux, alors que l'électroencéphalogramme permet de connaître le bon le fonctionnement des neurones de l'encéphale.