

COURS

Neurosciences — Communication nerveuse et comportement

1^{re}

Programme de première générale, enseignement de spécialité — BO spécial n°1 du 22 janvier 2019

Une brûlure légère et une brûlure grave produisent exactement les mêmes signaux électriques — mêmes amplitudes, mêmes durées. Ce qui les distingue, c'est leur nombre par seconde. Le neurone ne sait pas crier plus fort : il ne sait que parler plus vite. Toute la lecture d'un enregistrement nerveux découle de cette contrainte.

1 Le message nerveux le long du neurone

DÉFINITION

Le **potentiel d'action** est une inversion brève et **stéréotypée** de la polarité de la membrane du neurone. Il comporte trois phases : **dépolarisation** rapide, **repolarisation**, puis souvent une brève **hyperpolarisation**. Son amplitude est **toujours la même** pour un neurone donné : il obéit à la loi du **tout ou rien** — soit le stimulus atteint le seuil et le **potentiel d'action** est déclenché en entier, soit il ne l'atteint pas et rien ne se produit.

RÈGLE

L'intensité du stimulus est donc codée par la **fréquence** des **potentiel d'action**, jamais par leur taille. Un stimulus plus intense produit **davantage** de potentiels d'action par seconde, et non des potentiels plus grands. C'est ce qu'on appelle un codage en **fréquence** ou codage **modulé en fréquence**.

$$\text{fréquence} = \text{nombre de potentiels d'action} \div \text{durée}$$

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Interpréter un stimulus plus fort comme produisant des potentiel d'action plus grands sur l'enregistrement. — La loi du **tout ou rien** l'interdit : l'amplitude est fixée par les propriétés de la membrane, pas par le stimulus. Sur un tracé, il faut donc **compter** les pics et non mesurer leur hauteur. L'erreur vient d'une analogie trompeuse avec le son, où l'intensité se traduit bien par une amplitude — mais le neurone ne fonctionne pas ainsi.

Le réflexe : Devant un enregistrement, **compter** les pics par seconde avant toute autre mesure.

La vitesse de propagation dépend du diamètre de la fibre et de la présence d'une gaine de **myéline**, qui permet au signal de progresser par sauts d'un nœud à l'autre au lieu de cheminer de proche en proche. Une fibre myélinisée conduit ainsi bien plus vite qu'une fibre nue de même diamètre — ce qui explique la gravité des maladies qui détruisent cette gaine.

2 D'un neurone à l'autre : la synapse

DÉFINITION

La **synapse** est la zone de communication entre deux neurones, ou entre un neurone et une cellule effectrice. Les deux membranes ne se touchent pas : elles sont séparées par une **fente synaptique**. Le message **électrique** y est donc converti en message **chimique** — l'arrivée du **potentiel d'action** provoque la libération d'un **neurotransmetteur** dans la fente, qui se fixe sur des **récepteurs** de la membrane suivante et y déclenche un nouveau message électrique.

PROPRIÉTÉ

Trois conséquences de ce fonctionnement. La transmission est **unidirectionnelle** : seul l'élément présynaptique contient le **neurotransmetteur**. Elle prend du **temps** — le délai synaptique. Et elle est **modulable** : la quantité de **neurotransmetteur** libérée, le nombre de **récepteurs** et la vitesse de **recapture** déterminent l'intensité de l'effet, ce qui fait de la **synapse** le point de réglage du système nerveux.

Après avoir agi, le **neurotransmetteur** doit être retiré de la fente, faute de quoi le message ne s'arrêterait pas. Deux mécanismes y pourvoient : la **dégradation** par des enzymes, et la **recapture** par le neurone présynaptique, qui le récupère pour le réutiliser. C'est sur ces mécanismes que porte l'action de nombreuses substances.

3 Plasticité, apprentissage et perturbations

DÉFINITION

La **plasticité** synaptique est la capacité des **synapses** à se modifier avec l'usage : une **synapse** répétitivement sollicitée devient plus efficace, tandis qu'une **synapse** inutilisée s'affaiblit et peut disparaître. C'est le support cellulaire de l'**apprentissage** et de la mémoire : apprendre n'ajoute pas de neurones, cela **remodèle les connexions** entre ceux qui existent.

PROPRIÉTÉ

Une **drogue** perturbe la transmission synaptique en se substituant au **neurotransmetteur**, en bloquant ses **récepteurs**, ou en empêchant sa **recapture** — auquel cas le neurotransmetteur reste dans la fente et son effet se prolonge anormalement. L'usage répété provoque une adaptation du neurone, qui modifie le nombre de ses **récepteurs** : il en résulte une **tolérance**, puis une dépendance, et un fonctionnement perturbé en l'absence du produit.

ANALYSER UN ENREGISTREMENT NERVEUX OU SYNAPTIQUE

- ① Identifier ce que mesure l'axe des ordonnées : une tension de membrane, ou une quantité de **neurotransmetteur** ?
- ② Vérifier que l'**amplitude** des **potentiel d'action** est constante — elle doit l'être.
- ③ Compter les pics sur une durée connue et calculer la **fréquence**.
 $20 \div 0,5 = 40$
Vingt potentiels d'action en 0,5 s correspondent à 40 Hz.
- ④ Comparer les fréquences entre les conditions : c'est là que se lit l'intensité du stimulus.
- ⑤ Pour une **synapse**, localiser le niveau perturbé : libération, **récepteurs**, ou **recapture** ?

À VÉRIFIER

- Ai-je vérifié que l'**amplitude** est constante avant toute conclusion ?
- Ai-je **compté** les pics au lieu de mesurer leur hauteur ?
- Ma **fréquence** est-elle un nombre de pics **par seconde** ?
- Ai-je dit que la transmission synaptique est **unidirectionnelle** ?
- Ai-je situé la perturbation d'une **drogue** à un niveau précis de la **synapse** ?
- Ai-je présenté l'**apprentissage** comme un remodelage des connexions, non comme un ajout de neurones ?

À RETENIR

- **Potentiel d'action** : dépolarisation, repolarisation, hyperpolarisation.
- Loi du **tout ou rien** : amplitude **constante**, seuil à franchir.
- L'intensité est codée par la **fréquence**, jamais par l'amplitude.
- **fréquence** = nombre de potentiels $\div$ durée, en hertz.
- La **myéline** accélère la conduction par propagation en sauts.
- **Synapse** : message électrique $\rightarrow$ **neurotransmetteur** $\rightarrow$ message électrique.
- Transmission **unidirectionnelle**, avec un délai synaptique.
- Le **neurotransmetteur** est retiré par **dégradation** ou par **recapture**.
- **Plasticité** : les synapses sollicitées se renforcent, les autres s'affaiblissent.
- L'**apprentissage** remodèle les **connexions**, il n'ajoute pas de neurones.
- Une **drogue** agit sur la libération, les **récepteurs** ou la **recapture**.