

TP sur le message nerveux

La réponse réflexe repose sur la transmission d'un message nerveux depuis le récepteur sensoriel jusqu'à la moelle épinière et, en retour, de la moelle jusqu'au muscle. Ainsi, un signal de nature électrique se propage le long des fibres nerveuses, assurant une communication rapide entre organes. Ce message nerveux doit également être transmis d'un neurone à un autre ou d'un neurone vers un organe effecteur comme le muscle. Ces zones de connexion sont appelées synapses.

Objectifs notionnels de la séance :

1. Comprendre la naissance et la transmission d'un message nerveux au sein d'un neurone
2. Comprendre la transmission du message nerveux entre deux neurones
3. Comprendre le fonctionnement d'une synapse

Objectifs de capacités expérimentales :

1. Utiliser un logiciel dédié : nerf
2. Utiliser le logiciel Rastop

Première partie : On cherche à déterminer les caractéristiques d'un message nerveux transmis par une fibre nerveuse.

Matériel :

- Logiciel nerf (<http://tice.svt.free.fr/spip.php?article1446>)

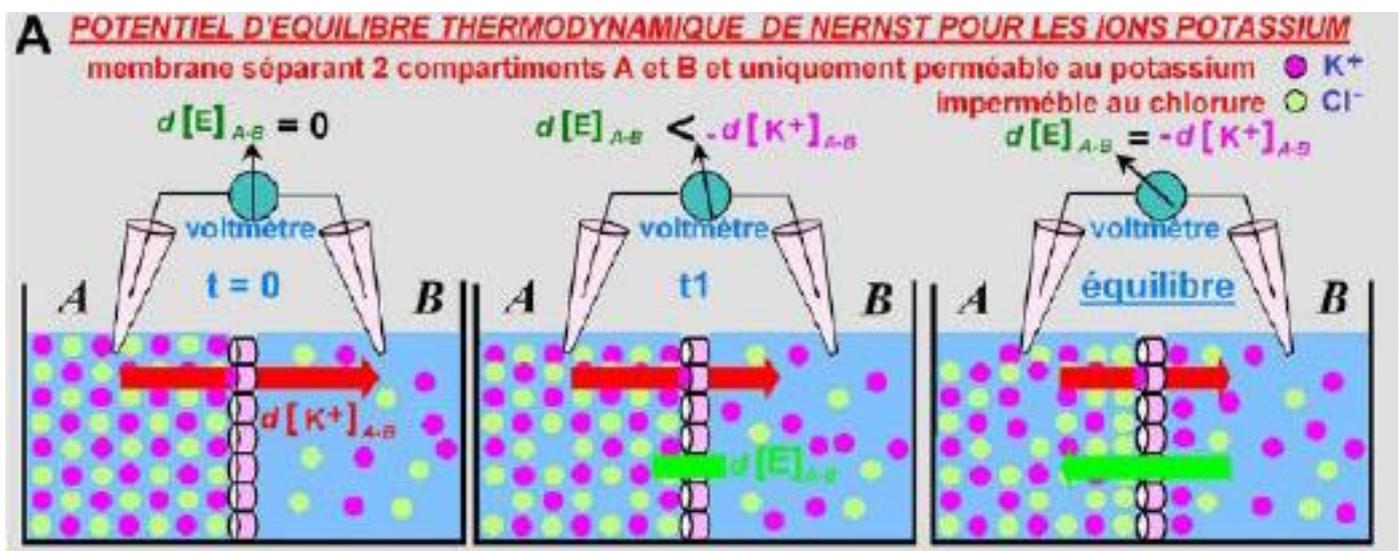
Manipulation :

1. Choisissez le thème « potentiel de repos – potentiel d'action » en cliquant sur l'icône correspondante.
2. Déplacer les microélectrodes à la surface de la fibre nerveuse et observer la différence de potentiel obtenue.
3. En vous aidant des documents 1, 2 et 3, expliquer l'existence du potentiel de repos et complétez le texte de la fiche réponse.
4. Choisissez le thème « potentiel de repos – potentiel d'action » en cliquant sur l'icône correspondante.
5. Déplacer les microélectrodes à la surface de la fibre nerveuse.
6. Appliquer des stimulations croissante sur la fibre nerveuse et déterminez les caractéristiques de la réponse : le potentiel d'action. Justifier l'affirmation suivante : « une fibre nerveuse répond à la loi du tout ou rien ».
7. Choisissez le thème « canaux ioniques » ; cliquez sur « dépolarisation ».

8. Observer les mouvements ioniques expliquant l'origine de la dépolarisation et complétez la fiche réponse.
9. Choisissez le thème « codage dans une fibre » puis appliquez les différentes intensités de stimulation.
10. Expliquer comment est codé le message nerveux véhiculé par une fibre nerveuse suite à des stimulations croissantes portées sur un récepteur sensoriel auquel elle est reliée. (ici le Corpuscule de Pacini qui est un mécanorécepteur sensible à la pression) et complétez la fiche réponse.

Documents ressources

Document 1 : Expérience de NERNST



Au début de l'expérience ($t=0$), 2 compartiments A et B remplis de solutions de KCl à concentrations différentes sont séparés par une membrane **strictement perméable aux ions K^+** .

Seuls les ions K^+ vont passer sous l'action du **gradient de concentration** du compartiment où ils sont le plus concentrés (A) vers le compartiment où ils sont le moins concentrés (B).

Simultanément (t_1) à ce passage d'ions K^+ de A vers B apparaît un **gradient de potentiel électrique** à travers la membrane ; ce gradient de potentiel résulte de **l'accumulation des ions K^+ dans B et d'un excédent concomitant de Cl^- dans A**.

Ainsi, il y a un déficit de charge + dans A et donc un excès de charge - dans A, ceci permet d'établir une différence de potentiel électrique.

A l'équilibre les 2 gradients de potentiel et de concentration sont de même intensité mais dirigés en sens contraire : il en résulte que les ions K^+ soumis à 2 forces de même intensité dirigées en sens contraire ne se déplacent plus à travers la membrane bien qu'ils soient toujours plus concentrés dans le compartiment A que dans le compartiment B, et en excès par rapport aux ions Cl^- dans le compartiment B.

Cette situation d'équilibre des ions K^+ est à l'origine de la polarisation de la membrane.

Document 2 : Concentrations molaires d'ions de part et d'autre de la membrane d'un neurone.

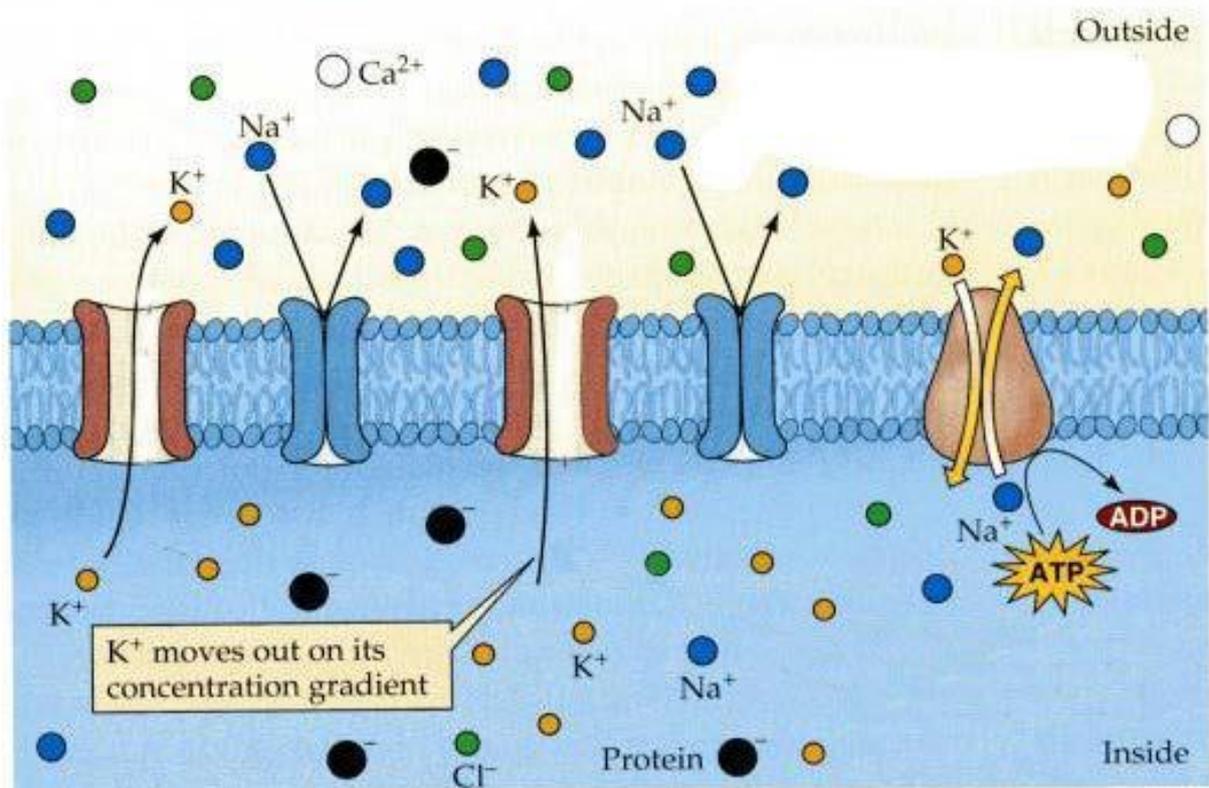
Ions	Concentration en millimoles / litre	
	Liquide intracellulaire	Liquide extracellulaire
Na ⁺	49	440
K ⁺	410	22
Cl ⁻	40	560
Protéines (chargées négativement)	400	0

Document 3 : la membrane cellulaire : une membrane semi-perméable.

Chez la cellule vivante, il y a un gradient, un déséquilibre, de concentration pour les ions potassiums et sodium.

Ce déséquilibre est dynamique, puisque par osmolarité les ions auront tendance à diffuser passivement du plus concentré vers le moins concentré jusqu'à se retrouver à l'équilibre.

Ce gradient est artificiellement entretenu par la pompe K⁺/Na⁺ qui consomme de l'ATP pour maintenir ou rétablir le gradient



Fiche réponse :

Le potentiel de repos.

La différence de potentiel entre le cytoplasme et la face externe de la membrane plasmique définit le potentiel de

En absence de stimulation, il est de

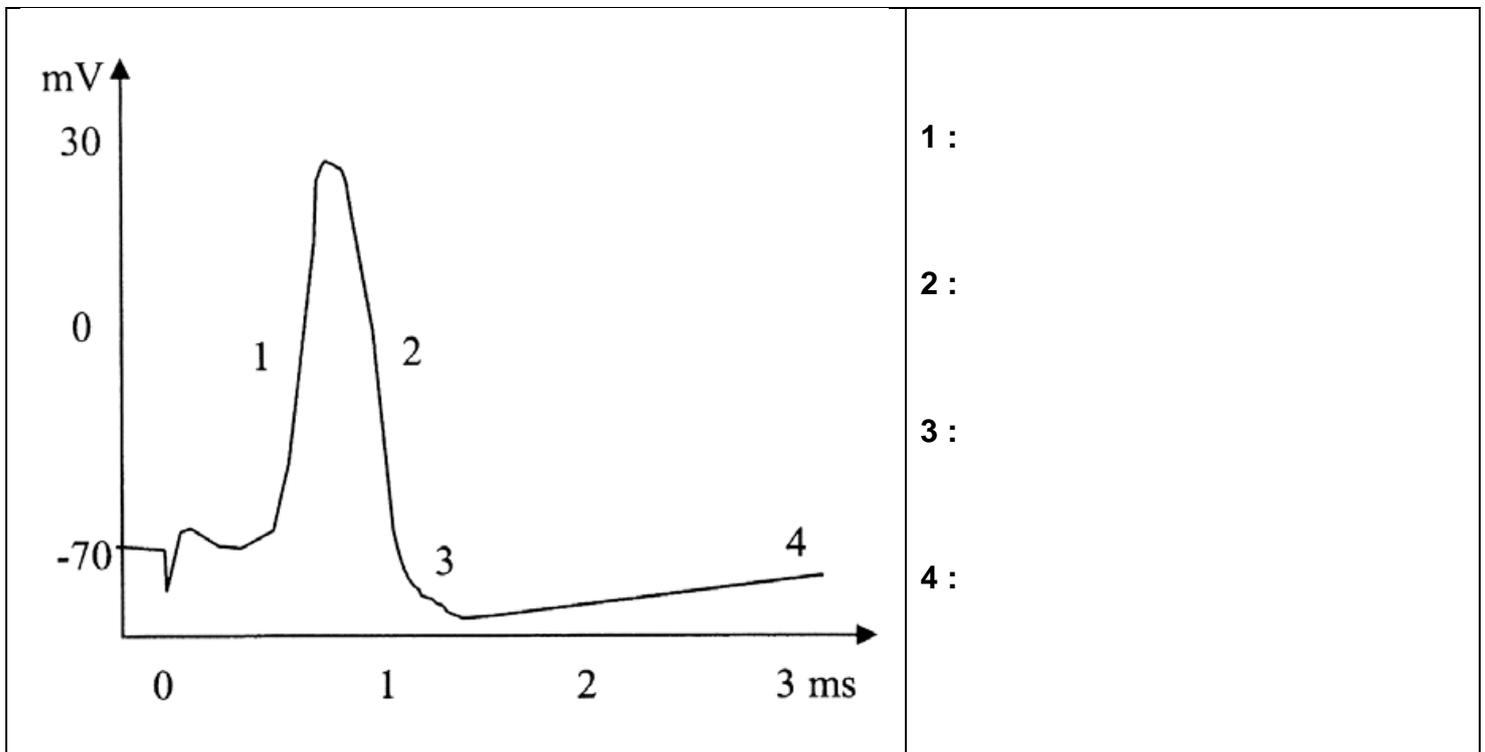
Dans la membrane, la présence de canaux protéique perméable aux ions permet une de la cellule de ces ions sous l'action du gradient de.....

La cellule perd donc des charges, il s'établit alors un gradient de.....

Ce déplacement associé à la présence de à l'intérieur de la cellule est à l'origine de cette différence de potentiel et d'une charge globalement dans la cellule.

Rq. Afin de maintenir le gradient de concentration, il existe dans la membrane cellulaire, une pompe nécessitant de l'énergie qui permet l'entrée des ions dans la cellule.

Le potentiel d'action



Lorsque le neurone est stimulé, le potentiel de membrane peut varier..... C'est le potentiel d'..... Il n'est observé si et seulement si la stimulation du neurone dépasse une..... Au-delà de cette valeur, le potentiel conserve toujours les mêmes caractéristiques.

La dépolarisation est due à l'entrée d'ions dans la cellule.

La repolarisation est due à la des ions K^+ de la cellule.

La stimulation d'un neurone au-delà de la valeur seuil, induit l'émission d'une de potentiel d'action dont la est proportionnelle à l'intensité de stimulation.

C'est le message nerveux. Il est donc codé en de potentiels d'action.

Deuxième partie : On cherche à comprendre le fonctionnement d'une synapse.

Les indiens d'Amazonie utilisent le curare, pour chasser leur proie en les paralysant avec des fléchettes projetées à l'aide de sarbacanes.

Pour l'Homme, le curare est un poison qui provoque la mort par paralysie des muscles respiratoires. Au 19ème siècle, Claude Bernard étudia le mode d'action du curare et proposa qu'il empêche le contact entre les nerfs et le muscle. Le curare agirait donc au niveau de la synapse neuromusculaire sur le récepteur à l'acétylcholine.

Matériel :

- Logiciel Rastop (<http://acces.ens-lyon.fr/biotic/rastop/html/telechargement.htm>)
- modèles moléculaires : Du récepteur de l'acétylcholine - du récepteur à l'acétylcholine lié avec le curare – du récepteur à l'acétylcholine lié à l'acétylcholine – molécule de curare (récepteur + strychnine, récepteur + nicotine).

Manipulation :

1. concevoir une stratégie pour résoudre une situation problème (durée maximale : 10 minutes). Proposer une démarche d'investigation permettant de déterminer l'action du curare sur le récepteur à l'acétylcholine de la synapse neuromusculaire.
2. Mettre en œuvre votre protocole de résolution pour obtenir des résultats exploitables. Utilisez la fiche technique du logiciel Rastop pour vous aider dans sa réalisation.
3. Présenter les résultats pour les communiquer : sous la forme de votre choix, traiter les données obtenues pour les communiquer.
4. Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème.
5. **pour aller plus loin** : D'autres molécules sont réputées pour modifier le fonctionnement du récepteur à l'acétylcholine. C'est le cas de la strychnine et de la nicotine. En utilisant le même mode opératoire, déterminer si ces molécules sont des antagonistes ou des agonistes du récepteur à acétylcholine. **Remarque** : dans le cas de la nicotine, la mesure s'effectuera entre les acides aminés suivants : CYS187 et TRP143

Protocole :

1. Ouvrir le logiciel **RASTOP**
2. Ouvrir les fichiers : achbp_mut-acetylcholine.pdb (récepteur à acétylcholine fixé à l'acétylcholine) et achbp_tubocurarine.pdb (récepteur à acétylcholine fixé au curare)
3. Utiliser le bouton *Cascade*
4. Présenter les molécules :
Pour chaque fichier de molécule :
 - Choisir la représentation en *Bâtonnets*.
 - Colorer les molécules par l'onglet *Atomes – Colorer par ... Chaînes*
 - Repérer le ligand (= la molécule fixée au récepteur) et le sélectionner avec *la liste déroulante de sélection des éléments* (cf. image ci-dessous) puis cliquez sur *nouvelle sélection*.



- Une fois le ligand sélectionné, utiliser le mode de représentation en *Sphères* puis colorer par *Atomes – Colorer par ... CPK*.
- Cliquez sur les chaînes du récepteur afin de repérer la chaîne D. (indication dans la fenêtre sous la molécule...)

- Sélectionner la chaîne D du récepteur avec le bouton *Sélectionner la chaîne* puis un clic sur la chaîne D ; puis effacer les autres chaînes par l'onglet *Editer – Restreindre*.



5. Réaliser les mesures

- Sélectionner l'acide aminé avec la boîte de dialogue grâce au bouton *Expression* en tapant, pour la cystéine : *D and CYS188 puis en utilisant le bouton *Nouvelle sélection* de la fenêtre.
- Colorer cet acide aminé différemment de la chaîne en utilisant le bouton *Palette*.
- Faire de même avec l'autre acide aminé
- Utiliser le bouton *Distances* pour mesurer la distance qui sépare les deux acides aminés. Le résultat de la mesure apparait à l'écran (et aussi dans la fenêtre sous la molécule...)