

Classe : 1^{ère} STL

Enseignement : Chimie-biochimie-sciences du vivant

THEME du programme : 3

Sous-thème : 3.2. Les systèmes vivants utilisent deux grandes voies de communication

POTENTIEL DE REPOS ET POTENTIEL D'ACTION

Extrait du BOEN

CONNAISSANCES	CAPACITES
La communication nerveuse est caractérisée par la propagation d'un signal au niveau des neurones. Ce signal se propage sous forme d'un potentiel d'action.	Expliquer les mécanismes de propagation des potentiels d'action.

Compétences transversales et attitudes

(Préambule des programmes et socle commun)

- Mobiliser ses connaissances
- Raisonner, argumenter, démontrer
- Travailler en équipe
- ...

Type de ressource

- Activité documentaire
- Activité expérimentale

Résumé du contenu de la ressource (et conditions de mise en oeuvre si besoin)

En pratiquant une démarche expérimentale, les élèves sont amenés à dégager l'influence des concentrations ioniques des deux compartiments d'une pile de concentration sur la différence de potentiel entre les électrodes (signe et valeur).

Ces résultats leur permettent alors de comprendre l'existence d'un potentiel au repos puis d'interpréter le potentiel d'action (dépolariation et repolarisation).

Mots clés de recherche : potentiel de repos, potentiel d'action, électrochimie, pile de concentration, différence de potentiel et concentrations en ions du milieu intra et extracellulaire.

Provenance : Académie Nantes

Adresse du site académique : <http://www.ac-nantes.fr>

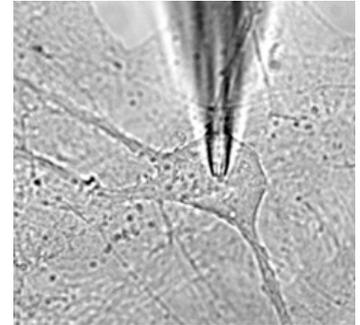
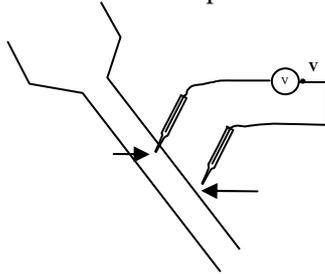
ACTIVITE n°1 (TP) : Existence d'un potentiel de repos

I - Problème :

DOCUMENT n°1 : Mesure du potentiel de repos d'un neurone

Sous microscope, on introduit une microélectrode à l'intérieur de la cellule tandis qu'une autre reste dans le milieu extracellulaire.

Le voltmètre mesure la différence de potentiel $V_{\text{extérieur}} - V_{\text{intérieur}} = -70 \text{ mV}$



source : <http://www.physorg.com/news/2010-11-synapses-recycle-proteins-neurotransmitters.html>

Le « potentiel de repos » est la différence de potentiel (ddp) entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule lorsque aucun message nerveux ne circule. Cette tension est environ de -70 mV .

Au vu du branchement du voltmètre, la tension de -70 mV correspond à la ddp entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule.

Problématique :

Comment expliquer l'existence d'une tension entre l'intérieur et l'extérieur d'une cellule ?

II – Comprendre l'existence d'une différence de potentiel.

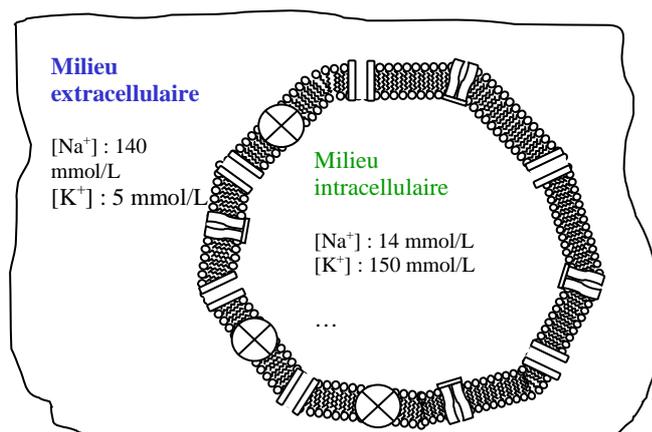
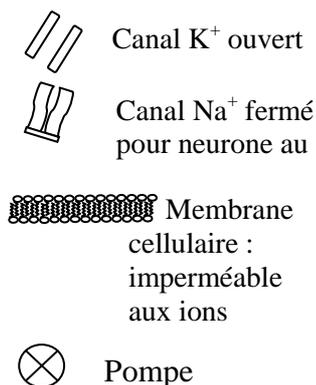
DOCUMENT n°2 : les principaux ions dans le milieu cellulaire et le milieu extracellulaire.

La cellule est délimitée du milieu extracellulaire par une bicouche phospholipidique, imperméable aux ions du fait de la partie centrale hydrophobe de cette bicouche.

Néanmoins, il existe par endroit des protéines qui traversent la membrane de part en part, formant des canaux par lesquels les ions peuvent passer d'un milieu à l'autre.

Lorsque le neurone est au repos, seuls les canaux à potassium (K^+) sont ouverts : ces ions sortent donc par diffusion tandis que d'autres molécules insérées dans la membrane pompent les ions potassium du milieu extracellulaire pour les ramener dans la cellule de façon à maintenir les concentrations telles qu'elles sont indiquées sur le schéma ci-dessous.

Au repos, en première approximation, seuls les ions potassium traversent cette membrane : ce sont eux qui vont fixer le potentiel de repos...

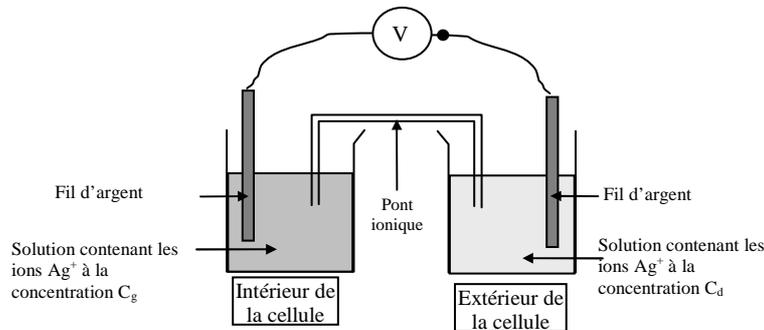


EXPERIENCE : Un peu d'électrochimie pour comprendre :

On se propose de réaliser une série d'expériences permettant d'observer l'influence d'une différence de concentration entre 2 solutions ioniques sur la tension délivrée

Le béccher de gauche jouera le rôle de l'intérieur de la cellule, celui de droite modélise le milieu extracellulaire, enfin pour modéliser le canal à potassium ouvert lorsque le neurone est au repos, on relie les 2 béccher par un pont ionique.

Vous disposez d'un montage du type de celui schématisé ci-dessous.



Vous avez à votre disposition des solutions ioniques contenant l'ion argent (Ag^+) aux concentrations :

$$c_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$c_2 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$c_3 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Proposer puis réaliser les manipulations et les mesures permettant de vérifier que :

- il existe une différence de potentiel (tension) aux bornes des deux électrodes plongeant dans les deux solutions contenant le même cation si et seulement si leurs concentrations sont différentes.
- Il existe une différence de potentiel aux bornes des deux électrodes plongeant dans les deux solutions uniquement si elles sont reliées par un pont ionique permettant le passage d'ions de l'une à l'autre.
- La tension est négative si l'on mesure la différence de potentiel $V_{\text{solution diluée}} - V_{\text{solution concentrée}}$.

Rédiger un compte-rendu exposant, pour chaque manipulation, le but de la manipulation, la description et/ou le schéma de la manipulation, les mesures et la conclusion.

III – Réponse à la problématique :

D'après les expériences précédentes, expliquez à quoi est due la différence de potentiel aux bornes des deux électrodes plongeant dans les 2 solutions reliées par un pont ionique.

En appliquant cette conclusion au cas de la cellule neuronale et en vous appuyant sur le document n°2, expliquez l'existence d'un potentiel de repos. On rappelle que d'après le document n°2, seules les concentrations en ions potassium interviennent car seuls ces ions peuvent traverser la membrane cellulaire.

Précisez pourquoi la tension entre le cytoplasme et le milieu extracellulaire est négative.

Matériel pour les manipulations :

Par groupe :

le lot de matériel

- 2 béchers de 50 mL
- 2 tiges d'argent
- 2 pinces crocodile
- 1 fil de connexion rouge et 1 fil noir
- 1 voltmètre
- 100 mL de solution de nitrate d'argent aux concentrations suivantes :
 - * $[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
 - * $[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
 - * $[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
 - * $[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot \text{mol.L}^{-1}$

Compétences :

Proposer un protocole,

Pratiquer une démarche expérimentale

Communiquer oralement en petit groupe

Rédiger un compte-rendu écrit d'expérience.

Activité n°2 : Message nerveux : le potentiel d'action

Le long des axones, le message nerveux se propage sous forme d'un potentiel d'action. Pour comprendre ce qu'il se passe, allez voir l'animation disponible sur ce lien.

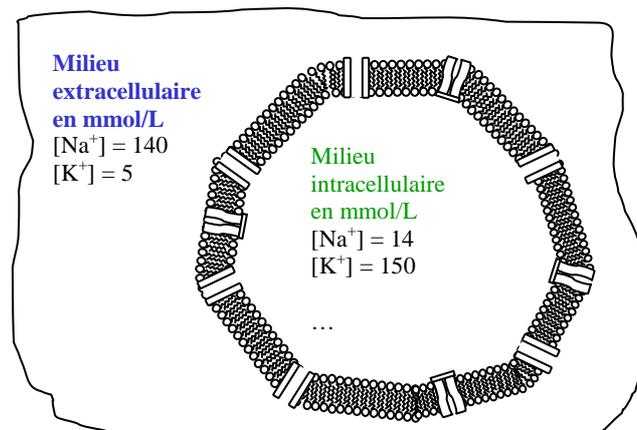
http://musibiol.net/biologie/cours/pa/total_synchro1.swf

ou

<http://musibiol.net/biologie/cours/pa/repos.htm>

On rappelle (cf. activité n°1) que le potentiel est fixé par les concentrations des ions qui peuvent traverser la membrane cellulaire.

- 1) a) Quels sont les ions qui peuvent traverser la membrane pendant la phase dite de « dépolarisation » ? En déduire quels sont les ions qui fixent alors la différence de potentiel ?
- b) Pourquoi la différence de potentiel initialement négative devient-elle positive lors de l'arrivée d'un potentiel d'action ?



- 2) Que se passe-t-il lors de la phase dite de « repolarisation » ? Quels sont les ions qui traversent la membrane cellulaire durant cette phase ? Pourquoi la différence de potentiel redevient-elle négative ?