

Hello la team, aujourd'hui on se retrouve pour un tout petit cours qui doit impérativement faire suite à vos cours sur le Potentiel Chimique/Électrique et sur les canaux, j'ai nommé le

✨ POTENTIEL DE REPOS ✨

Introduction

Ce potentiel de repos dépend de :

- l'**asymétrie de composition** des milieux intracellulaire et extracellulaire
- la **polarisation** des membranes plasmiques, liée à la présence de pompes à sodium sur toutes les cellules et de canaux, assurant des courants de fuite (*tkt on y revient après*) pour le sodium et le potassium

A. Composition ionique des milieux cellulaire et extracellulaire

Les principaux constituants du milieu extracellulaire : **sodium (Na⁺)**, **potassium (K⁺)** et **chlorure (Cl⁻)** ont une répartition asymétrique par rapport au cytoplasme.

	Milieu cellulaire	Milieu extracellulaire
[Na ⁺]	10 mmol/L	144 mmol/L
[K ⁺]	160 mmol/L	4 mmol/L
[Cl ⁻]	6 mmol/L	114 mmol/L

💡 Tut'rappelles 💡

Donc on a :

- plus de **sodium** en **extra**
- plus de **potassium** en **intra**
- plus de **chlorure** en **extra**

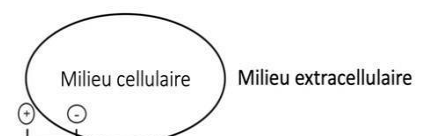
NB : je n'ai jamais vu tomber les chiffres exacts en annales, après vous faites comme vous le sentez

B. Polarité électrique de la membrane plasmique

Si l'on place une électrode à l'intérieur d'une cellule et une électrode de référence à l'extérieur dans le milieu extracellulaire, on observe un **potentiel transmembranaire** de l'ordre de **-80 mV** en moyenne.

Ce potentiel transmembranaire est **extrêmement variable d'une cellule à l'autre** et est dépendant du type cellulaire. ++++

Potentiel transmembranaire mesuré - 80 mV



Tut'explication

Un potentiel transmembranaire de **-80mV** signifie simplement une **différence de potentiel** électrique (= de **passage de porteurs de charge**, ici les ions) entre deux points de référence A et B, ici les deux feuillets de la membrane plasmique. Le signe – dépendra seulement du **sens du branchement** des électrodes aux bornes du voltmètre. Par convention ici on prendra donc la valeur de **- 80 mV** par rapport au montage utilisé.

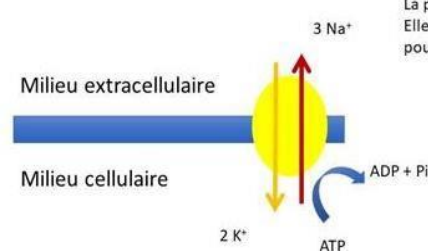
C. Pompe à sodium et courants de fuite

QUELS SONT LES LIENS ENTRE CETTE RÉPARTITION ASYMÉTRIQUE DES PRINCIPALES OSMOLES ÉLECTRIQUEMENT CHARGÉES DU MILIEU EXTRACELLULAIRE ET LE POTENTIEL DE REPOS ?

(Traduction : quel est le lien entre l'asymétrie de répartition des ions et le potentiel de repos ?)

Le lien passe par la **pompe à sodium** et les **courants de fuite**.

La pompe à sodium assure une asymétrie de répartition du sodium et du potassium puisqu'elle a une **stoechiométrie de 3/2**, c'est-à-dire qu'elle permet le passage de **3 ions sodium vers l'extérieur** et de **2 ions potassium vers l'intérieur** de la cellule à chaque fois qu'elle **hydrolyse une molécule d'ATP** (et oui car c'est une pompe ; donc elle fait du transport ACTIF). ++



La pompe à sodium a une stoechiométrie de 3/2 : Elle mesure le passage de 3 ions Na⁺ et de 2 ions K⁺ pour chaque molécule d'ATP consommée.

L'asymétrie de répartition du sodium et du potassium est assurée par la pompe à sodium.

On considère 2 compartiments séparés par une membrane (qui joue le rôle de la membrane plasmique) :

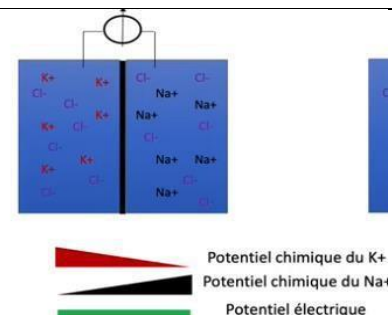
- **Intracellulaire** (= cellulaire) fait de chlorure de potassium (KCl) tel que $KCl(s) \rightarrow K^+(aq) + Cl^-(aq)$
- **Extracellulaire** fait de chlorure de sodium (NaCl) tel que $NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

Dans le corps humain on retrouvera ces osmoles en version dissoute puisque l'eau est omniprésente. Elles sont donc chargées.

Le prof présente ensuite des modèles expérimentaux

Au départ : il n'y a pas de potentiel électrique, en revanche on a un potentiel chimique de même force mais de sens opposé pour le **sodium** et le **potassium**.

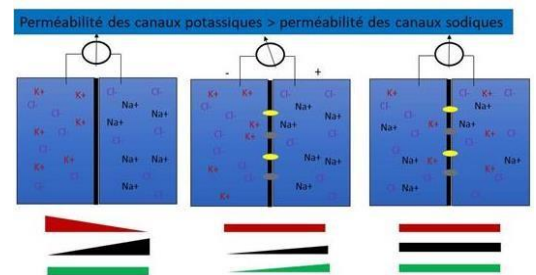
Tut'explication : on a 2 compartiments électroneutres, les 2 comportent du Cl⁻ mais le gauche ne présente pas de Na⁺ tandis que le droit ne présente pas de K⁺ : cela crée un **potentiel chimique** et donc une tendance à la **diffusion** pour ces deux dernières.



<p>On ouvre des canaux potassiques sur la membrane qui sépare ces deux compartiments, on va observer le passage du potassium selon la règle de la diffusion (selon son potentiel chimique), du compartiment de gauche vers le compartiment de droite et ainsi le potentiel chimique du sodium ne va pas changer mais le potentiel chimique du potassium va s'annuler. D'autre part, un potentiel électrique va apparaître puisqu'il va exister, d'un coup, une répartition asymétrique des charges positives (<i>une charge + apparait à droite</i>).</p>	<p>Ouverture de canaux potassiques</p> <p>Potentiel chimique du K+ Potentiel chimique du Na+ Potentiel électrique</p>
<p>On fait la même chose avec des canaux sodiques, le phénomène inverse se produit : le sodium équilibre sa concentration par diffusion entre les deux milieux générant ainsi un potentiel électrique. Il annule son potentiel chimique <u>sans</u> modifier le potentiel chimique du potassium.</p> <p><i>(Je n'ai pas ré-expliqué à chaque fois parce que normalement une fois que vous avez compris la base ça devrait couler tout seul ; mais si besoin → petit post sur le forum)</i></p>	<p>Ouverture de canaux sodiques</p> <p>Potentiel chimique du K+ Potentiel chimique du Na+ Potentiel électrique</p>

Maintenant que nous avons montré cela expérimentalement, revenons à la membrane cellulaire. **Dans l'organisme**, sur la membrane cellulaire, il existe des **courants de fuite** du potassium et du sodium, selon une **perméabilité différente** :

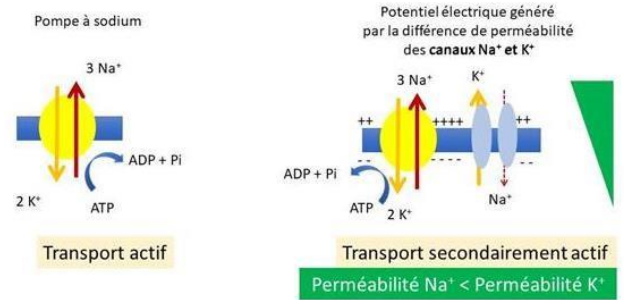
La perméabilité des **canaux potassiques** est **SUPÉRIEURE** à celle des **canaux sodiques** ++++: on observera un passage plus abondant de charges de gauche à droite que de droite à gauche, générant ainsi une **asymétrie de composition** des milieux et un **potentiel électrique**.



Tut'explication

La **pompe Na⁺/K⁺** fait passer **2 potassium vers l'intérieur** de la cellule et **3 sodium vers l'extérieur**. Ensuite, ces ions passent par des **canaux** selon leur **potentiel chimique** : c'est ce qu'on appelle les **courants de fuite** ; c'est-à-dire que le **potassium va vers l'extérieur** de la cellule à travers des **canaux potassiques** et le **sodium va vers l'intérieur** de la cellule à travers des **canaux sodiques**. Or, les **canaux potassiques** sont **plus perméables** que les canaux sodiques, c'est-à-dire que les ions potassium vont plus **vite** vers l'extérieur que les ions sodium ne vont vers l'intérieur. Dans un organisme vivant, cela a pour effet de créer une **asymétrie** de charges de part et d'autre de la membrane plasmique. D'une part, on a 3 sodiums qui passent vers l'extérieur et 2 potassiums vers l'intérieur, et en plus on a plus de potassiums qui retournent vers l'extérieur que de sodiums retournent vers l'intérieur : **le feuillet externe prend une charge positive** tandis que le feuillet **interne** prend une charge **négative**. (*regardez le schéma du prof ci-dessous pour mieux visualiser*)

Dans un système **inerte**, les potentiels **disparaissent** au bout d'un certain temps puisqu'il s'agit d'une différence de **perméabilité** donc d'une différence de **vitesse de passage** ionique.
(Note des vieux : autrement dit même si le sodium passe moins facilement la membrane, il passe quand même, donc il va mettre plus de temps à annuler son PC mais il le fera quand même un jour)



Dans l'organisme, l'**activité permanente des pompes à sodium sur les cellules entretient cette différence** de répartition ionique et la présence de canaux sodiques moins perméables que les canaux potassiques **assure** un bilan de charges, **un potentiel électrique**.

Donc les membranes plasmiques se retrouvent polarisées positivement sur leur feuillet extracellulaire et négativement sur le feuillet intra-cellulaire. ++

💡 Tut'rappelles 💡

2 « mémos » :

- Les sentiments **négatifs** tu les gardes à l'**INTérieur**
- Quelqu'un **d'EXTRAverti** renvoie des ondes **positives**

Le potentiel de repos est expliqué par :

- La **perméabilité inégale** des canaux sodiques et potassiques qui va **générer** un potentiel électrique de repos.
- Et la **pompe Na,K-ATPase** et son activité permanente sur la membrane plasmique vont **entretenir** ce potentiel de repos, cette répartition asymétrique des charges. Le transport **actif** de Na⁺ et K⁺ par la Na,K-ATPase explique que cette différence de potentiel électrique **persiste** (alors que normalement elle devrait tendre à disparaître puisqu'il est question de vitesse de passage, comme on l'a vu plus haut).

⚠ Tut'concentres ⚠

Il faut bien retenir que c'est la **différence de perméabilité** des canaux potassiques et sodiques qui est à l'**origine du potentiel de repos**, qui le crée, et que l'activité de la pompe Na,K-ATPase entretient cette différence de potentiel membranaire !! Cette nuance a été **confirmée**, et répétée par le **professeur Favre. +++**

Il suffit de la répartition asymétrique d'un ion sur 10⁵ d'un côté ou de l'autre de la membrane plasmique pour créer une différence de potentiel électrique de 100 mV (en gros si on a 1 ion sodium (par exemple) sur le feuillet interne contre 100 000 sur le feuillet externe cela crée une tension électrique = différence de potentiel de 100mV).

	Milieu cellulaire	Milieu extracellulaire
Na ⁺	10 mmol/L	144 mmol/L
K ⁺	160 mmol/L	4 mmol/L
Cl ⁻	6 mmol/L	114 mmol/L
Cations	212 meq/L	153 meq/L
Anions	212 meq/L	153 meq/L
Bilan de charges	nul	nul

Cette asymétrie ne modifie pas la pression osmotique qui n'est pas du tout du même ordre de grandeur (*cette différence de 1 vs 10^5 ions ne suffit pas à faire sortir l'eau des cellules, il en faudrait beaucoup plus*).

Les milieux cellulaire et extracellulaire sont pour cette raison considérés comme électriquement neutres.

C'est-à-dire que la somme des cations et la somme des anions dans chacun des milieux cellulaire et extracellulaire est nulle.

! Tut'concentres !

Il faut bien comprendre que les feuillettes de la membrane plasmique sont chargés positivement ou négativement, mais que le milieu cellulaire comme le milieu extracellulaire (= intérieur) sont électriquement neutres !! Les fluides biologiques ne sont pas chargés. Si je dis que le milieu extracellulaire est chargé positivement c'est FAUX !

Conclusion

- Le potentiel de repos **dépend des pompes à sodium et des courants de fuite** pour le sodium et le potassium
- La diffusion des osmoles à travers une membrane plasmique **dépend des potentiels électriques et des potentiels chimiques** selon la relation de Nernst ($PC + PE = 0$)
- Vu plus tard : les propriétés électriques des cellules **déterminent le rythme cardiaque et la transmission des signaux neuronaux**.

ET C'EST FINIIIIIIIIII BRAVO À TOI <3

Comme d'habitude si tu as des recommandations n'hésite pas à me contacter, Sofia Lamali sur Facebook. Et si tu as des questions → direction le forum

Petit (gros) instant dédié maintenant

Dédi à Mehdi le rat originel qui a enfin réussi à avoir les repas à 1€ 🐭

Dédi à Manon et Alexis mes co-tut (et oui on est 3 tuteurs en physo n'oubliez pas svp) qui sont super drôles, on forme une belle équipe

Dédi à Constance et Carla les super tut que vous aurez au S2 et qui sont hilarantes + parmi mes meilleures rencontres de cette année (on est le 10 septembre mais tkt)

Dédi à Meyli parce que son prénom veut dire merveille et que c'est très représentatif

Dédi à Emilie et ses cupcakes incroyables

Dédi à Chiraz parce qu'elle est incroyable et qu'elle s'est créé un compte insta de tutrice ??? investissement/10 ???

Dédi à Yacine et Houcine qui sont à MOURIR DE RIRE vraiment ces 2 là c'est le boss final d'essayez de ne pas rire, défaite garantie + bonus abdos en acier ils sont juste excellents

Dédi à Imen une de mes meilleures rencontres de P1, gros cœur sur toi

Dédi aux CT parce qu'ils sont géniaux, vous êtes une des raisons pour lesquelles l'équipe du tutorat est si incroyable cette année

Dédi au chef du RU de Valrose/le médecin du CROUS qui soigne des malaises à base de Fanta 🍷

