

POTENTIEL CHIMIQUE

Hello mes petites osmoles ! Aujourd'hui nous allons aborder le potentiel chimique. C'est un petit cours, pas très compliqué, mais qu'il faut vraiment maîtriser parce qu'il constitue la base de beaucoup d'autres notions que vous aurez du mal à comprendre sans celle-là

Les rajouts présents effectués par le prof seront indiqués par des encadrés gris. Bon cours à vous !

I / Diffusion

1) Définition

Pour comprendre ce qu'est le potentiel chimique (PC), il faut comprendre la notion de **diffusion**

Définition : tendance d'une molécule dissoute dans l'air ou dans l'eau à se distribuer de manière **homogène** par agitation thermique. Cette molécule a alors un potentiel de diffusion, ou potentiel chimique

→ Plus une molécule a tendance à diffuser, plus elle a un haut potentiel chimique +++

Le potentiel de diffusion est proportionnel à :

° Sa **concentration** en un point

Comprend :

La température

L'agitation thermique est le **moteur de la diffusion**. Remarque : la température de l'organisme est régulée et constante

° Son **coefficient de diffusion**

Sa mobilité mécanique dans le milieu

Importe peu en physiologie. Chaque molécule possède un coefficient de mobilité mécanique qui détermine son coefficient de diffusion dans son milieu (*ex dans le milieu extracellulaire le sodium est moins mobile que le potassium ou le chlorure*)

On retrouve ces deux paramètres dans la **loi de Fick**

2) La loi de Fick

$$J_D(x) = -D \frac{dc}{dx}$$

x = distance entre deux point

J_D = flux par diffusion (sur la distance x)

D = coefficient de diffusion

dc = différence de concentration entre A et B

dx = distance entre deux points très voisins A et B

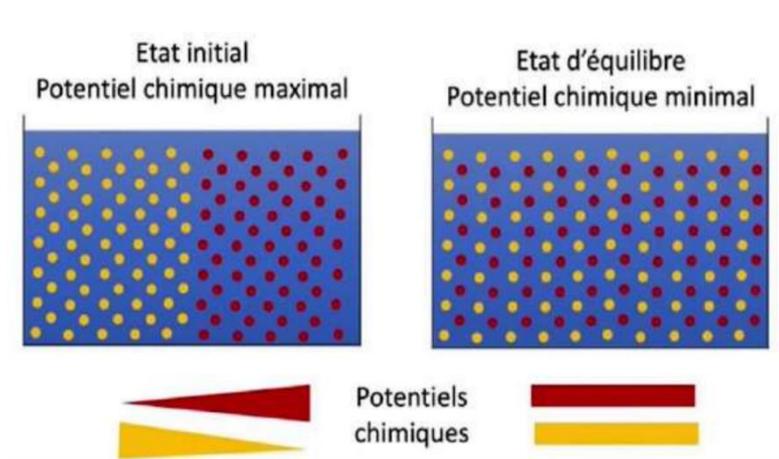
dc/dx = gradient de concentration entre A et B

→ Potentiel chimique de la molécule

On constate que le flux diffusif (= diffusion) **est proportionnel au coefficient de diffusion et au gradient de concentration** entre deux points d'une molécule donnée +++ (*hyper important, le prof insiste énormément dessus*)

Rajout présentiel : Lorsque deux compartiments sont séparés entre eux, la différence de concentration entre les deux compartiment (ΔC) **est la force motrice du mouvement des solutés**. A ce mouvement va s'opposer le coefficient de diffusion (qui va dépendre de la température et de la viscosité), une résistance des membranes (qui peut se caractériser par l'épaisseur de la membrane) et la distance entre deux point (indice de séparation plus ou moins fort)
Ainsi, **le flux est proportionnel essentiellement à la différence de concentration. On peut donc considérer le PC comme moteur du flux**

Ce qu'il faut comprendre, c'est que le coefficient de diffusion ne change pas dans l'organisme comme la température est constante et que le coefficient de mobilité mécanique d'une molécule ne change pas. Ainsi, c'est essentiellement la concentration qui va être moteur de la diffusion dans l'organisme

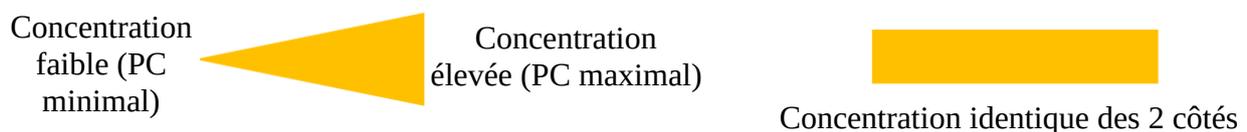


Pour représenter les choses de manière pratique, on considère les triangles suivants dont :

- ° La base représente le potentiel chimique maximal
- ° Le sommet représente le potentiel chimique minimal

Ces triangles sont disposés ici par rapport aux molécules jaunes et rouges dans un **état initial non homogène**

Quelques temps après, on va atteindre un **état d'équilibre** où les potentiels chimiques des deux molécules **s'annulent** grâce à la diffusion



Ce qu'il faut comprendre, c'est **qu'une molécule diffuse de l'endroit où elle est le plus concentrée vers l'endroit où elle est le moins concentrée**. Il faut s'imaginer que les petites molécules veulent aller « coloniser » vers là où elles sont les moins nombreuses

Si on reprend la loi de Fick, on voit donc que **le flux va en sens inverse du gradient de concentration** grâce à l'agitation thermique

Récap +++

Le **potentiel chimique** d'une molécule est proportionnel à :

- ° Au **coefficient de diffusion**
- ° Au **gradient de concentration**

Le **flux va en sens inverse du gradient de concentration**. On a donc :

- ° Le flux par **diffusion qui va du + concentré vers le - concentré**
- ° Le **gradient de concentration va du - concentré vers le + concentré**

II/ Pressions

1) Pression osmotique

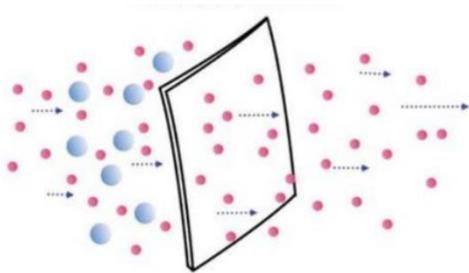
Voici venir la question qui a traumatisé des générations de tuteurs de physio : qu'est-ce qu'une osmole ? Une osmole c'est tout simplement **une molécule en solution**

Ainsi, la **pression osmotique** est la pression qu'exerce une molécule en solution (osmole)

Cette pression est **proportionnelle à sa concentration**

On peut théoriquement mesurer cette pression osmotique par la mise en contact de solutions de concentration différente par l'intermédiaire d'une **membrane sélective**

- En effet la pression n'est possible que si les osmoles sont **NON diffusibles**. C'est parce qu'elles ne peuvent pas diffuser qu'une pression va se créer



Petit schéma aide pour comprendre :

*Ici on a une membrane qui ne laisse passer que des molécules roses. Elle est donc **sélective**. Les molécules bleues qui cherchent à aller de l'autre côté (rappel, elles vont du plus concentré vers le moins concentré), sont bloquées par la membrane sélective. Elles vont alors « pousser » sur la membrane. C'est ça la pression osmotique*

Cette pression va avoir une force importante, et elle est mise en évidence par l'**osmomètre de Dutrochet** (ici représentée comme une cloche avec un tube gradué)

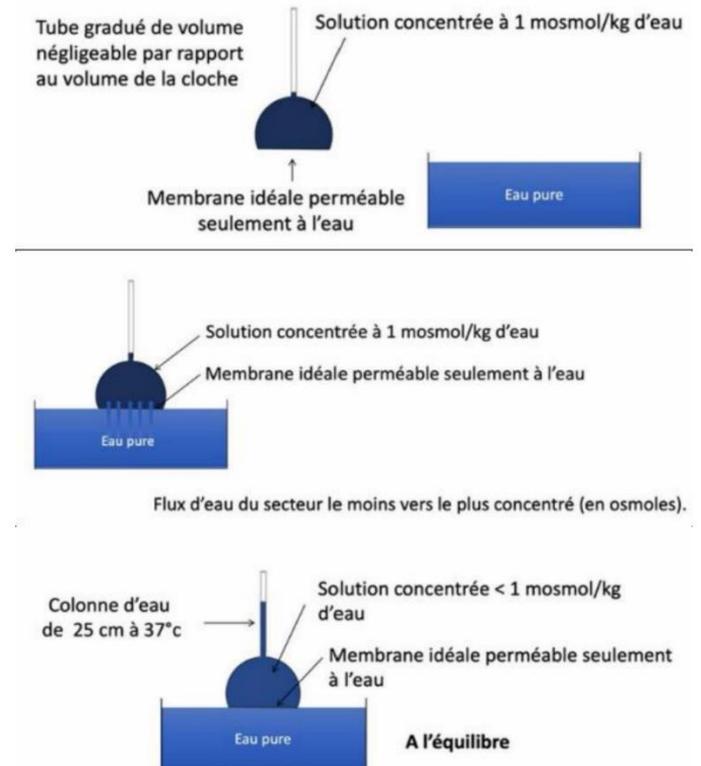
Explication du schéma :

Si on dispose cette cloche sur un bac d'eau pure (les deux étant séparés par une membrane perméable seulement à l'eau) et qu'on y introduit une solution faiblement concentrée, on observe un **flux d'eau** du secteur **le moins concentré vers le plus concentré (comme le gradient de concentration +++)**

Les osmoles et l'eau ont le même objectif : **égaliser / rendre homogène les concentrations de chaque côté**

Les osmoles ne pouvant pas aller dans la solution d'eau pure à cause de la membrane, c'est donc **l'eau pure qui va passer du côté de la solution** pour équilibrer les concentrations (c'est pour cela qu'elle va du - concentré vers le + concentré pour aller « diluer » la solution)

La colonne d'eau générée par ce flux sera **proportionnelle à la concentration** de la solution sous la cloche



2) Pression oncotique

La **pression oncotique** est la **pression qu'exerce une molécule en suspension**

Les molécules en suspensions (\neq osmole) sont des grosses molécules comme les protéines, lipoprotéines, etc ... (« oncos » = massif en grec)

De la même manière qu'avec la pression osmotique, elle est théoriquement mesurable par la mise en contact de solutions de concentration différente par l'intermédiaire d'une membrane sélective

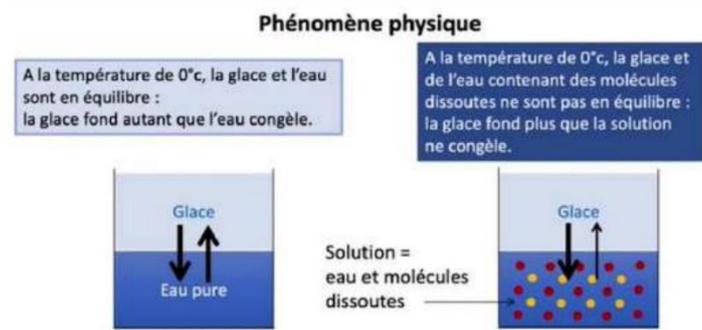
Différence entre molécule en solution / suspension :

Molécules en solution	Molécule en suspension
En présence d'une membrane sélective, génèrent une pression osmotique	En présence d'une membrane sélective, génèrent une pression oncotique
Incapables de sédimenter sous l'effet de la gravité +++ (centrifugation)	Capables de sédimenter après centrifugation
Modifient la température de congélation de l'eau (abaissement cryoscopique) → Permet de mesurer l'osmolalité	° Ne modifient pas la température de congélation de l'eau mais la rende plus trouble ° Augmentent la diffusion de la lumière et sont dosées par des procédés optiques (néphélométrie)
<i>Ex, l'eau de mer (qui contient des osmoles) congèle à une température inférieure à celle de l'eau douce</i>	
<i>Exemples : toutes les osmoles (Na⁺, Cl⁻)</i>	<i>Exemples : protéines, complexes protéiques</i>

3) Abaissement cryoscopique et mesure de l'osmolalité

La capacité de l'eau pure à congeler autant que la glace fond à 0°C est **modifiée par l'introduction d'osmoles dans l'eau**

Ex : on peut prendre l'exemple de tout à l'heure avec l'eau de mer. C'est également pour cela que l'on met du sel sur les routes enneigées



Lorsque l'eau contient des molécules dissoutes, **à 0°C l'eau et la glace ne sont plus en équilibre** : la glace fond plus vite que l'eau ne congèle. Il faut donc descendre en dessous de 0°C pour arriver à congeler une eau contenant des osmoles

→ Cette propriété permet de définir **l'abaissement cryoscopique**

L'abaissement cryoscopique est la différence entre la température de congélation de l'eau pure et celle d'une solution

Il existe une **relation linéaire** entre l'abaissement cryoscopique et l'osmolalité

→ **Permet de mesurer l'osmolalité d'une solution**

Vous verrez ça plutôt en biophy, mais en gros l'osmolalité c'est une concentration (en osmole / masse)

Nous avons donc deux techniques de mesure de l'osmolalité :

Technique	Caractéristiques
Par mesure de la pression osmotique	Avec l'osmomètre de Dutrochet Uniquement théorique
Par mesure de l'abaissement cryoscopique	Technique utilisée en pratique (donc à la fois théorique et pratique +++)

La mesure de la pression osmotique est impraticable en raison de :

- ° **L'absence de membrane uniquement perméable à l'eau** (qu'on appelle alors membrane idéale)
 - Petite explication / récap :*
 - Membrane sélective : retient certains composés d'un côté de la membrane
 - Membrane idéale : retient tous les composés qu'elle doit retenir sans exception (par exemple ne laisse passer que l'eau)
- ° **L'osmolalité élevée des fluides biologiques**. Si on utilisait l'osmomètre de Dutrochet avec une solution de plasma (de concentration 300 mosmol / kg) sous la cloche, on verrait la colonne d'eau monter jusqu'à 75m (force de pression colossale) ce qui est impossible dans un laboratoire

Conclusion

- ° Le **potentiel chimique** = potentiel de diffusion est proportionnel à la **concentration** de la molécule et de **son coefficient de diffusion** (qui lui dépend de la température et du coefficient de mobilité mécanique)
- ° Le **flux de diffusion** (donné par la loi de Fick) est proportionnel au **coefficient de diffusion** et au **gradient de concentration**
- ° Une molécule **diffuse** de l'endroit où elle **est le plus concentrée vers l'endroit où elle est le moins concentrée** TANDIS QUE le **gradient de concentration** et l'eau vont du **moins concentré au plus concentré**
- ° Les substances dissoutes (osmoles) ou en suspensions exercent **des forces de pression considérables** sur les membranes qui les séparent. Ces forces dépendent de la **concentration** des solutions et de la **perméabilité** des membranes
- ° Dans l'organisme, les passages d'osmoles à travers les vraies membranes **dépendent des pressions osmotiques et oncotiques**

Finito ! Bravo à vous d'être arrivé jusque-là. La suite directe du cours sera sur les échanges osmolaires à travers une membrane idéale, je conseille donc de les faire à la suite (comme à la TTR)

Place maintenant aux dédis !!

C'est mes premières dédis, c'est hyper émouvant. Quand on est en P1 et qu'on passe son temps à bosser, je crois qu'on pense pas une seule seconde au fait que peut-être un jour c'est nous qui feront des fiches et écrirons des dédis

Bref sans plus tarder...

- Dédis à vous déjà, vous êtes courageux de vous lancer dans cette année difficile ! Accrochez-vous, ça en vaut la peine :)

- Dédi à mon papa, mon everyday hero. Je serais rien sans lui

- Dédis à mes copines de LAS 2, Naomi (aka Namasté votre fabuleuse tut de biomol génétique) et Sparta, sans qui mon année aurait été bien horrible (vraiment ne passez pas votre année seul, c'est affreux ...)

- Dédis aux chefs tut qui font un travail de ouf (vous avez même pas idée), surtout à Elly que j'arrêtais pas de croiser à la BU l'année dernière et que j'aurais pu croiser à un concert (l'anecdote est si drôle xD)

- Dédis aux cafés et au thé à la menthe de la BU, mes sauveurs ultimes

- Dédis à tous mes copains, même si je vous ai pas beaucoup vu pendant mes deux LAS, je sais que vous étiez là quand même