

Potentiel chimique

Coucouu on se retrouve pour le cours le plus IMPORTANT de votre vie !!!!!! Il y a très peu de choses à apprendre, il faut surtout COMPRENDRE +++ C'est partiii

A) La diffusion

Définition : La diffusion est la tendance d'une molécule dissoute dans l'air ou dans une solution à se distribuer de manière **homogène** par **agitation thermique**+++. On dit que cette molécule possède un potentiel de diffusion ou potentiel chimique (PC).

En gros, les molécules n'aiment pas rester toutes à cotés, elles veulent s'eparpiller le plus possible car c'est moins couteux en énergie (c'est plus facile d'aller là où il y a de la place plutôt que d'être collé-sérré avec les autres). Imaginez que vous montez dans un bus bondé de monde à l'arrière ; naturellement vous allez vous mettre à l'avant là où le bus est vide... c'est pareil pour les molécules (on dit que la nature n'aime pas le vide) !
Maintenant, comment ces molécules vont se déplacer vers les endroits vides ? Grâce à la chaleur qui va les "exciter" (les faire bouger)→ c'est l'agitation thermique

Potentiel de diffusion = potentiel chimique

Le potentiel chimique est la tendance des molécules dissoutes à diffuser. Plus le PC est **grand**, plus les molécules vont avoir tendance à **diffuser** ++

Le PC d'une molécule est proportionnel à : +++

- Sa **concentration** en un point *(plus les molécules regroupées sont nombreuses, et plus elles auront "hâte" de s'éparpiller (on se rappelle, les molécules n'aiment pas être collées entre elles))*
- La **température**, qui est le moteur de la diffusion *(plus il fait chaud et plus les molécules se déplacent → c'est l'agitation thermique).*
- Son **coefficient de mobilité mécanique** dans le milieu *(ce coeff est propre à chaque molécule ; par exemple, une petite molécule diffusera mieux qu'une grosse molécules encombrée)*

} Coefficient de diffusion

Dans le corps, la température est régulée (toujours la même) et on dit que le coefficient de mobilité mécanique importe peu en physiologie. On comprend donc que ce qui nous intéresse le plus pour caractériser le potentiel chimique est la concentration de la molécule en un point.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

B) Loi de Fick

La diffusion est modélisée par la loi de Fick : +++

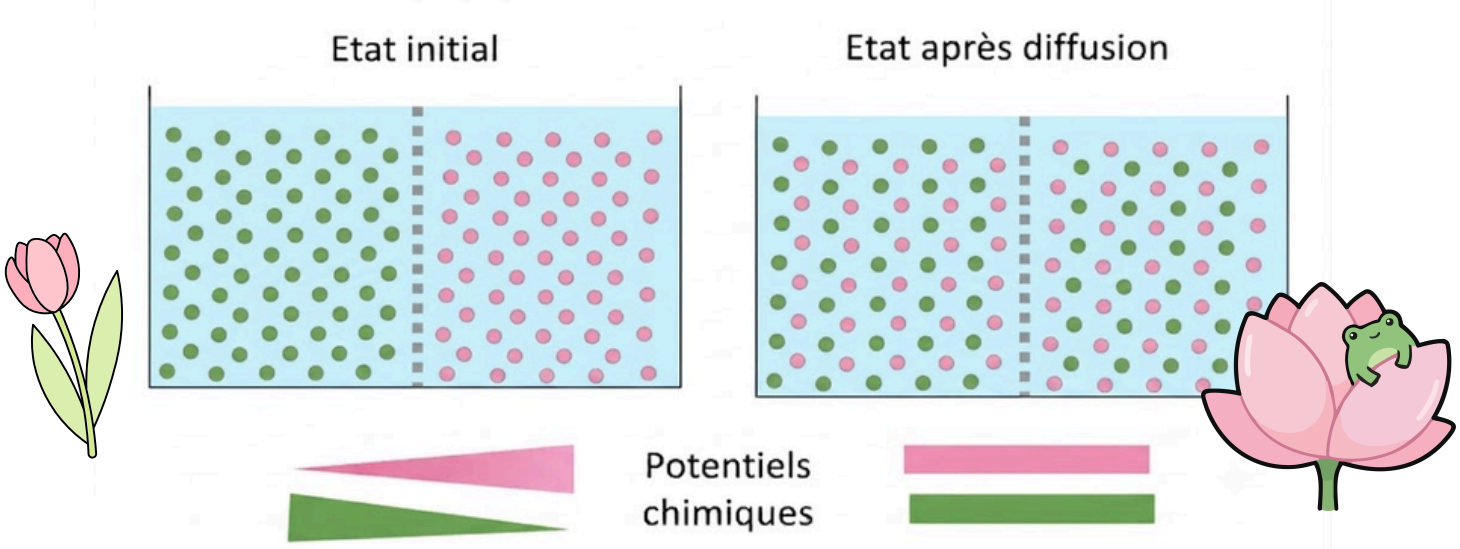
$$J_D(x) = -D\frac{dc}{dx}$$

x = distance entre deux point
JD = 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

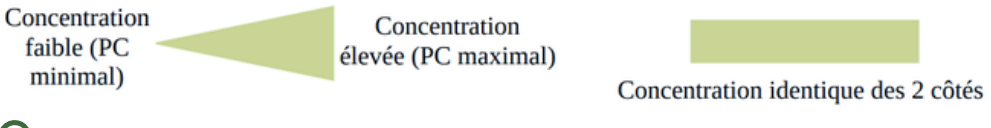
Déllèneeee c'est quoi un gradient ?? Ca veut juste dire qu'une grandeur varie progressivement d'un endroit à un autre. Imaginez que vous allumez votre chauffage, alors plus vous en êtes proche, plus il fait chaud ; plus vous vous en éloignez, plus il fait froid (de façon proportionnelle) : dans cet exemple là, on parle de gradient de température.
Dans la loi de Fick, on a un gradient de concentration, ça signifie juste que plus on se rapproche d'une zone avec beaucoup de molécules, plus leur concentration est élevée.
C'est cette différence de concentration (le gradient) qui fait diffuser les molécules de la zone la plus concentrée vers la zone la moins concentrée (les molécules veulent s'éparpiller pour combler le vide).

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 +++



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

Les triangles représentent le potentiel chimique : plus c'est épais, plus le PC est grand. Les molécules vont donc spontanément *(=naturellement)* diffuser la où le PC est faible (là où les molécules sont le moins nombreuses).





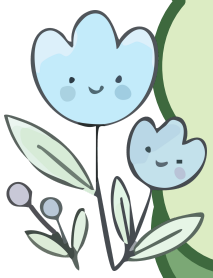
Une molécule diffuse de l'endroit où elle est le **PLUS concentrée** vers l'endroit où elle est le **MOINS concentrée** ++++++++++++

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

ATTENTION ++++++++

Une molécule diffuse selon son propre gradient de concentration (elle ne "regarde" que la concentration des molécules identiques à elle-même) indépendamment de la concentration des autres molécules.

Exemple : Si on a un mélange de sodium et glucose, le glucose diffusera là où il y a peu de glucose, SANS TENIR COMPTE du sodium (donc le glucose peut très bien diffuser vers un endroit très concentré en sodium, tant qu'il n'y pas de glucose)



Si on reprend la loi de Fick, on voit qu'il y a un signe " - " ; donc que le flux de diffusion va en sens **inverse** du gradient de concentration :

en pharmaco, il est dit l'inverse, mais retenez cette version pour la physio !!

Le **flux de diffusion** va du PLUS concentré vers le MOINS concentré

≠

Le **gradient de concentration** va du MOINS concentré vers le PLUS concentré

++++++++++++++++



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

Récap : +++

Le **potentiel chimique** d'une molécule est proportionnel :
- Au **coefficient de diffusion** (température + coefficient de mobilité mécanique)
- A sa **concentration** en un point

Le flux va en sens inverse du gradient de concentration. On a donc :
- Le **flux de diffusion** qui va du **+** concentré vers le **–** concentré
- Le **gradient de concentration** va du **-** concentré vers le **+** concentré

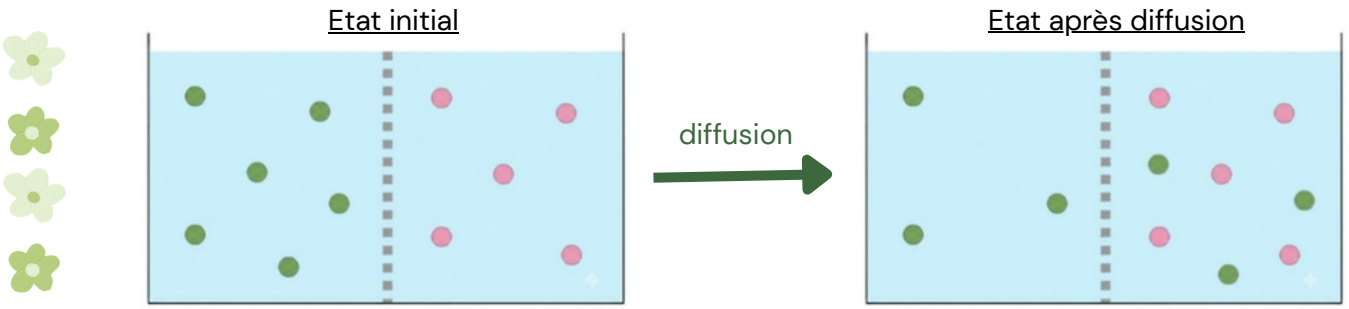


C) Pression osmotique

Définitions : ++

- **Osmole** : molécule en solution *(1 osmole = 1 mole de particules qui exercent une pression osmotique)*
- **Pression osmotique** : pression engendrée par le choc des osmoles contre une membrane qui ne leur est pas perméable. *(on va voir ça en détail)*

Remarque : Toute molécule en solution (y compris les molécules d'eau) exerce une pression osmotique proportionnelle à sa concentration.



*Imaginez ces 2 compartiments séparés par une membrane **perméable** (= laisse passer) SEULEMENT aux molécules vertes, et **imperméable** (=ne laisse pas passer) aux molécules roses. On dit que la membrane est **sélective**. ++*

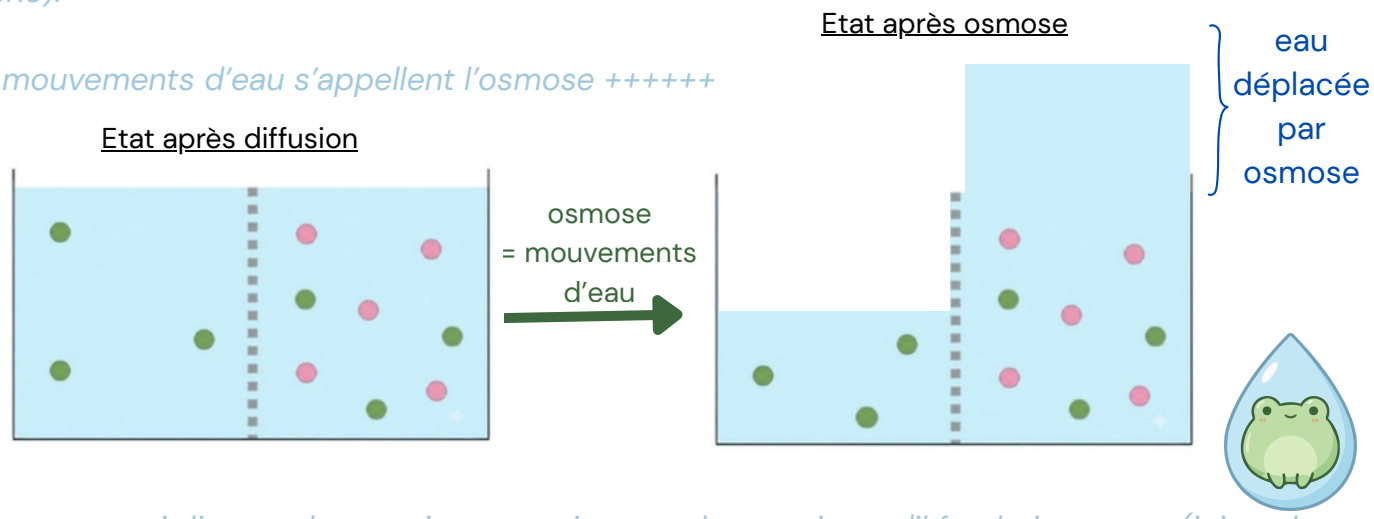
Que se passerait-il ?
Les molécules vertes diffuseront vers le compartiments de droite (qui est moins concentré en molécules vertes) même si il y a des molécules roses (ils les ignorent).
Les molécules roses par contre ne pourront pas diffuser vers le compartiment de gauche car la membrane les bloque (elle est imperméable aux roses) !

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

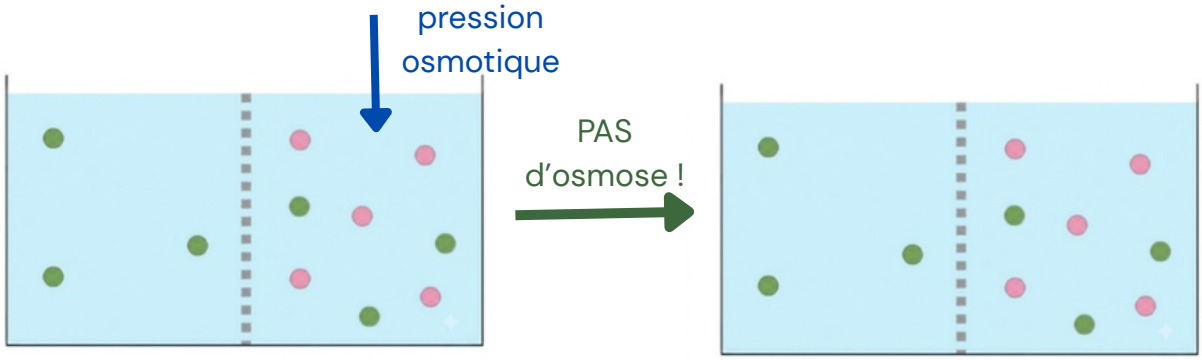
Le problème est que maintenant, on se retrouve avec un compartiment de gauche très peu concentré en molécules, tandis que le compartiments de droite a beaucoup de molécules (roses et vertes).

Ca sera alors l'eau du compartiment de gauche qui ira vers le compartiment de droite pour le diluer (si l'eau peut traverser la membrane), et faire en sorte que le compartiment de droite ait la même concentration GLOBALE en osmoles (=les molécules) que le compartiment de gauche (l'eau ne fait pas la distinction entre les molécules roses et vertes, il "regarde" juste la concentration totale du compartiment ; comme celui de droite est plus concentré, alors l'eau se déplace à droite pour diluer, le but étant d'avoir la même concentration à droite et à gauche). ++++++

Ces mouvements d'eau s'appellent l'osmose ++++++



On peut aussi dire que la pression osmotique est la pression qu'il faudrait exercer (ici sur le compartiment de droite) pour empêcher l'eau de traverser la membrane par osmose. ++ (si on appuie sur le compartiment de droite, l'eau de gauche ne pourra pas aller à droite)



Attention +++++

Diffusion : une **molécule** diffuse uniquement selon son propre gradient de concentration → elle ne "regarde" que la concentration des molécules de la même espèce. Va du **+** vers **–** concentré.

≠

Osmose : l'**eau** ne regarde pas la concentration d'une molécule en particulier → elle se déplace selon la concentration totale en particules osmotiquement actives (osmolarité) de chaque côté de la membrane. Va du **–** vers **+** concentré.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

Raisonnement à avoir :

Pour chaque soluté, existe-t-il un gradient de concentration ?

- Non
- Oui

Le soluté peut-il traverser la membrane ?

- Non
- Oui

Le soluté ne diffuse pas

Le soluté diffuse du compartiment le + vers le - concentré

Participe-t-il au gradient osmotique (= différence de concentration totale entre les compartiments) ?

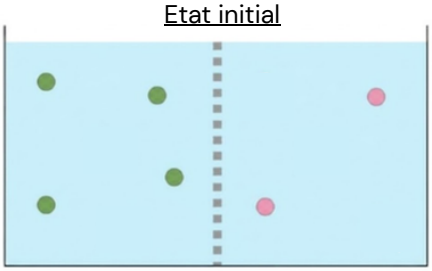
- Oui
- Non

L'eau se déplace par osmose vers le compartiment où la concentration en solutés non diffusibles est la plus élevée

Pas d'osmose

Exercice d'application : Que va-t-il se passer dans cette situation ?

Etat initial



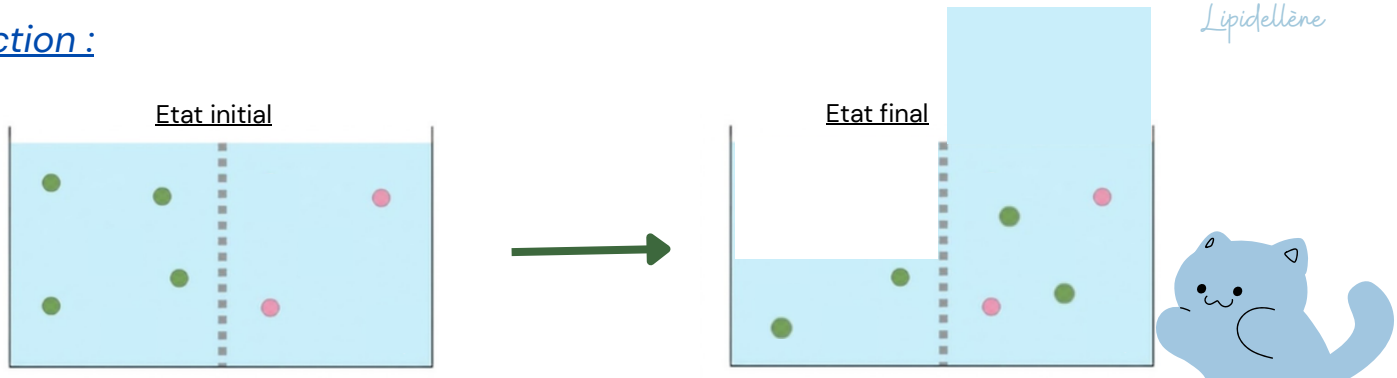
→ ?

membrane perméable qu'aux molécules VERTES

(correction à la page suivante)

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

Correction :

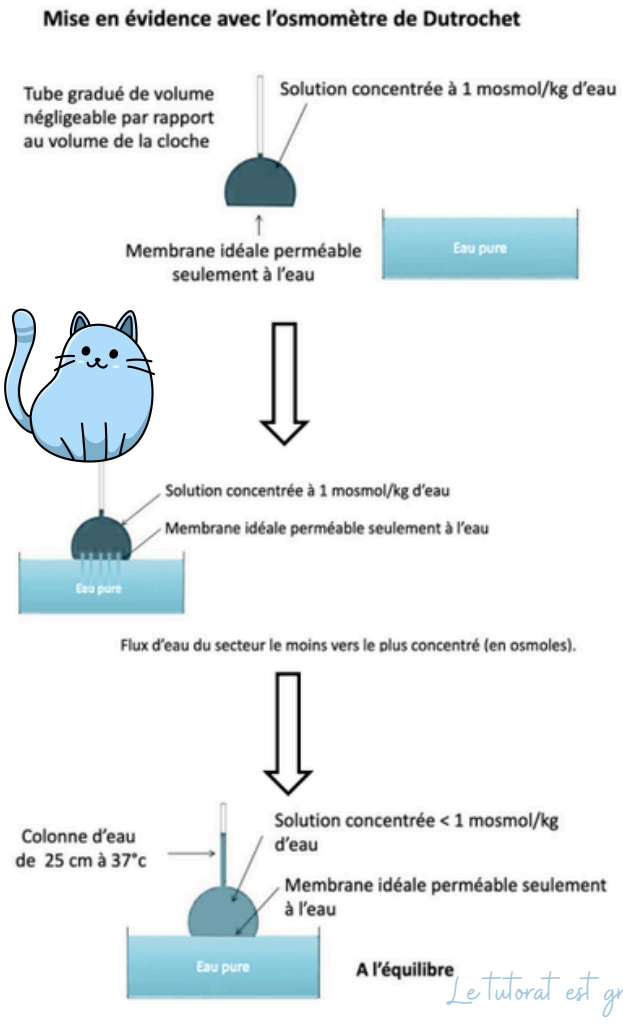


membrane perméable qu'aux molécules VERTES

1) *2 molécules vertes vont diffuser vers le compartiment de droite qui est moins concentré en molécules vertes pour égaliser le potentiel chimique, en passant à travers la membrane qui leur est bien perméable. Par contre, les molécules roses ne pourront pas diffuser vers le compartiment de gauche car la membrane leur est imperméable.*

2) *Le compartiment de droite est 2 fois plus concentré en osmoles que celui de gauche et il n'y a aucune pression externe exercée sur le compartiment de droite pouvant empêcher les mouvements d'eau, donc l'eau va aller vers le compartiment de droite par osmose pour le diluer.*

Il est théoriquement possible de mettre en évidence cette pression osmotique grâce à un appareil : l'osmomètre de Dutrochet (ici représentée comme une cloche avec un tube gradué).



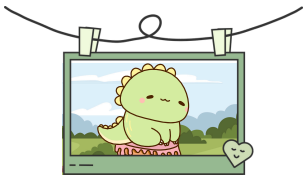
On dispose de cette cloche sur un bac d'eau pure (les deux étant séparés par une membrane perméable seulement à l'eau = membrane idéale) et on introduit dans la cloche une solution faiblement concentrée.

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

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite



D) Pression oncotique

La pression oncotique est la pression qu'exerce une molécule en **suspension** ++. Les molécules en suspensions sont des grosses molécules (« oncos » = massif en grec) comme les protéines, lipoprotéines … qui ne sont pas dissoutes *(contrairement aux osmoles en solution = dissoutes)* . 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.

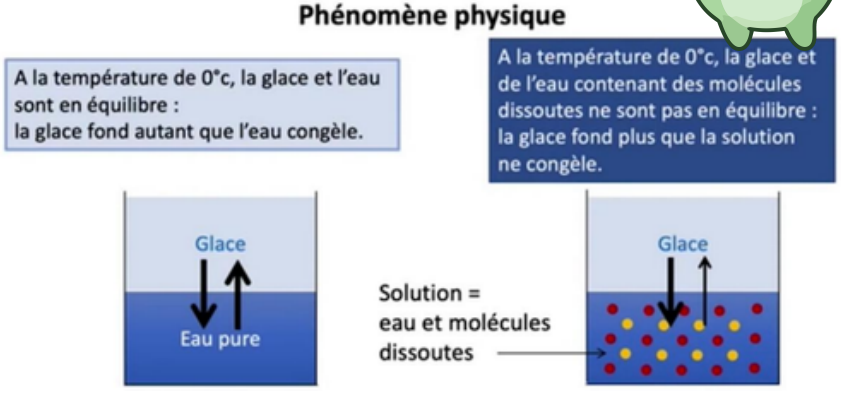
Ces deux types de molécules possèdent des propriétés physiques différentes : ++++++

Molécules en solution	Molécules en suspension
En présence d'une membrane sélective, détermine une pression osmotique	En présence d'une membrane sélective, détermine une pression oncotique
Incapables de sédimenter sous l'effet de la gravité (centrifugation)	Capables de sédimenter après centrifugation = se rassembler
Modifient la température de congélation de l'eau (abaissement cryoscopique) →Permet de mesurer l'osmolalité *Ex, l'eau de mer (qui contient des osmoles) congèle à une température inférieure à celle de l'eau douce.*	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 (néphélémétrie)
Exemples : toutes les osmoles (Na+, Cl-)	*Exemples : protéines, complexes protéiques*

La pression oncotique est la même chose que la pression osmotique, mais s'applique pour des protéines à la place des osmoles

E) Abaissement cryoscopique





Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

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.
Exemple : l'eau de mer nécessite une température inférieure à 0°C pour congeler.
(Fun fact de mon vieux : c'est pour ça qu'on met du sel sur les routes en hiver, pour abaisser la température de congélation et ainsi éviter qu'il y ait du verglas qui se forme).

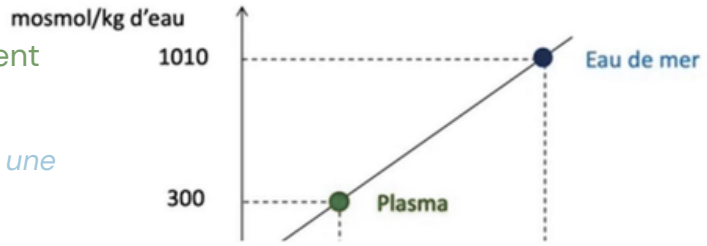
A 0°C, la glace et l'eau contenant des molécules dissoutes ne sont plus en équilibre : la glace fond plus que la solution ne congèle. Il faut donc descendre en dessous de 0°C pour arriver à congeler une eau contenant des osmoles dissoutes. Cette propriété permet de définir l'abaissement cryoscopique.

Définition : l'abaissement cryoscopique est la différence entre la température de congélation de l'eau pure (0°C) et celle d'une solution.

→ Plus une solution contient de particules dissoutes, plus sa température de congélation est basse : l'abaissement cryoscopique augmente.

Il existe une relation linéaire entre l'abaissement cryoscopique et l'osmolalité de la solution

vous reverez ça en biophy, mais l'osmolalité est une concentration en osmole/masse



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



Technique	Caractéristiques
Mesure de la pression osmotique	Osmomètre de Dutrochet, uniquement en théorie+++
Mesure de l'abaissement cryoscopique	Technique utilisée en pratique (donc à la fois en théorie et en pratique+++)

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

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

- L'absence de membrane uniquement perméable à l'eau (on ne les fabrique pas, on les imagines, ce sont des membranes idéales).
- 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.

F) Conclusion

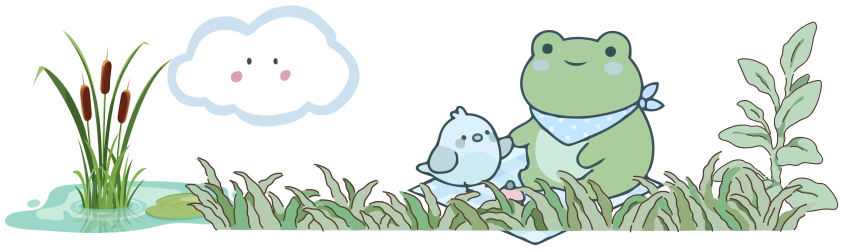
Le potentiel chimique = potentiel de diffusion est proportionnel à la **concentration** de la molécule et de son **coefficient de diffusion** (qui lui dépend de la température et du coefficient de mobilité mécanique).

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 **+** concentrée vers l'endroit où elle est le **-** concentrée TANDIS QUE le gradient de concentration et l'eau vont du **-** concentré au **+** concentré. +++

Les substances dissoutes (osmoles) ou en suspensions (protéines) 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 voilaaaaaa ce 2ème cours est terminé, j'espère qu'il vous a plu et que vous avez tout compris !! Je me suis permise de rajouter beaucoup d'explications qui n'étaient pas dans le cours de base car je trouvais qu'il était plus logique de les voir à ce moment là. Comme ça vous êtes près pour les prochains cours dans lesquels il y aura beaucoup de rappels, donc si vous avez le moindre soucis de compréhension concernant la diffusion et l'osmose, revenez lire ce cours la ++



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite