

# PROPRIÉTÉS COLLAGATIVES DES SOLUTIONS

## I. MOLECULES EN SOLUTIONS : MODIFICATIONS DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DU SOLVANT

### A. INTRO

Tout solvant a des propriétés physiques qui seront modifiées à partir du moment où le solvant n'est **pas pur**, quand on **ajoute un soluté**. L'ajout de ce soluté va modifier les caractéristiques physiques de ce solvant qui le contient.

Les modifications seront en fonction de la **concentration en osmoles** qui sera présente dans la nouvelle solution c'est-à-dire de **l'osmolalité en osmol/kg**.

*(Je sais qu'on vous l'a déjà beaucoup répété mais ne confondez pas osmolalité (en fonction de la masse) et osmolarité (en fonction d'un volume). Pour ce qui n'ont pas été là à la tut'rentrée, mon moyen mnémotechnique c'était que le L d'osmolalité est suivi par le M de masse dans l'alphabet. Celui de mon vieux (gréGORischémie) c'était que le L d'osmolalité ne va pas avec la L de Litre qui appartient à l'osmolarité => les deux L ne vont pas ensemble. Vous en faites ce que vous voulez)*

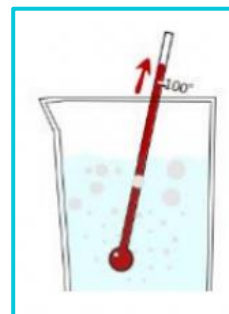
La première modification est l'augmentation de la température d'ébullition.

### B. AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION

En effet, l'eau pure se met à bouillir à partir de 100°C. Si on ajoute des osmoles, le mélange va bouillir à 100 + quelques °C, c'est le  $\Delta\theta$ .

Ce  $\Delta\theta$  s'exprime en fonction de la constante ébullioscopique  $K_{eb}$  et de l'osmolalité de la solution.

$$\Delta\theta = K_{eb} \times C^\circ$$



Les caractéristiques physiques du solvant sont modifiées par la présence de soluté (loi de Raoult)  
Quand on veut faire bouillir 1L d'eau avec 10g de sel, elle ne va pas bouillir à 100°C mais approximativement 100,2°C.

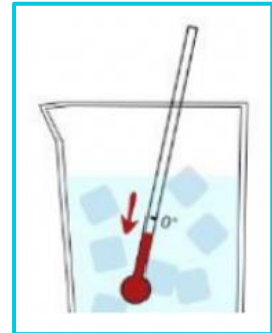
$$K_{eb \text{ eau}} \cong 0,51^\circ \text{.osmol}^{-1} \text{.kg}$$

## C. ABAISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE DE CONGÉLATION

L'eau pure gèle à partir de 0°C, alors que pour une solution avec un certain nombre d'osmoles, sa température de congélation va être **abaissée** de  $\Delta\theta$ .

Ici le  $\Delta\theta$  s'exprime en fonction de la constante cryoscopique  $K_c$  et de l'osmolalité.

$$\Delta\theta = -K_c \times C^\circ$$



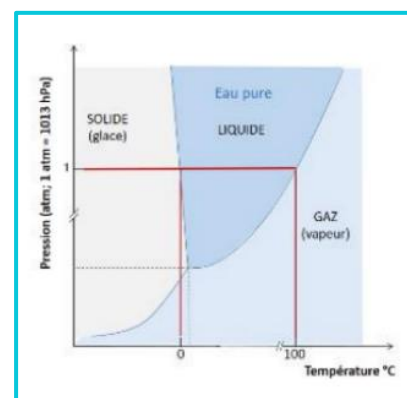
L'abaissement de la température de congélation est important pour justifier le salage des routes en hiver et éviter la formation prématurée de verglas.

$$K_{C_{\text{eau}}} \cong 1,86^\circ \cdot \text{osmol}^{-1} \cdot \text{kg}$$

*Les osmoles mises en solution vont stabiliser le solvant dans sa phase liquide*

On peut le voir sur le schéma en exprimant les différentes phases de l'eau pure en fonction de la température (abscisse) et de la pression (ordonnée).

On a la phase solide de glace à gauche, la phase liquide au milieu, la phase gazeuse à droite avec ces lignes montrant les limites entre chaque phases, limites déterminées par les changements de pression et de température. Avec un cas particulier de basse pression : le point triple où elles se rejoignent.



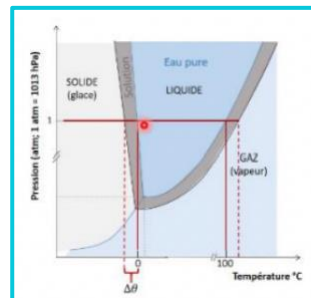
Que se passe-t-il quand l'eau contient un certain nombre d'osmoles dissoutes ?

La plage en phase liquide **s'élargit** (en gris foncé) à la fois vers les basses températures (=abaissement cryoscopique) et vers les hautes températures (=augmentation de la température d'ébullition)

Biologiquement, le plus intéressant est l'abaissement cryoscopique car il permet de mesurer la concentration en osmole d'une solution biologique.

On a vu que si on voulait mesurer l'osmolalité avec un osmomètre de Dutrochet on devait utiliser une colonne de plus de 70m ce qui est donc impraticable dans la vie courante. (je vous l'ai pas encore sorti mais là on parle du cours sur l'osmose, normalement vous l'aurez la semaine pro)

On la mesure donc via l'abaissement cryoscopique.



L'osmolalité d'une solution est directement liée à l'abaissement cryoscopique.

Si on prend l'exemple du plasma et qu'on souhaite mesurer son osmolalité, on mesurera l'abaissement cryoscopique.

- > On va s'apercevoir que cet abaissement cryoscopique était de  $-0,56^{\circ}\text{C}$ .
- > On sait que cet abaissement cryoscopique c'est  $\Delta\theta = -K_c \times C^{\circ}$ .
- > On utilise le  $K_c$  de l'eau qui est de 1,86. On obtient ainsi une valeur de  $0,3 \text{ osmol.kg}^{-1}$

## II. MOLECULES EN SUSPENSION : PRESSION ONCOTIQUE

### A. PRESSION ONCOTIQUE

Dans les suspensions on a des grosses molécules, en particulier des protéines en suspension dans le plasma. (Cf Concentrations des solutions)

Ces suspensions de grosses molécules (à la différence des solutions vraies) ne modifient pas les constantes physiques vu auparavant, ne traversent pas la membrane plasmique et ne traversent pas la membrane capillaire (=paroi capillaire)

En effet, les protéines ne passent pas la paroi capillaire malgré le fait que les endocytes ne soit pas totalement jointifs (Cf Biocel) et préservent des espaces de passages mais pour les micromolécules. Les grosses molécules sont plus grosses que les espaces.

Elles vont donc créer des chocs contre ces parois ce qui va créer une pression qui a la forme d'une pression osmotique en fonction de la concentration.

Cette pression est spécifique aux macromolécules et à la membrane capillaire

Cette pression oncotique s'écrit :

$$\pi_{\text{onc}} = RTC^{\circ} = RTC^{\text{M}}$$

Et on peut se permettre d'écrire que  $RTC^{\circ} = RTC^{\text{M}}$  car les macromolécules sont non dissociées.

La pression oncotique est à l'origine du phénomène de Starling.

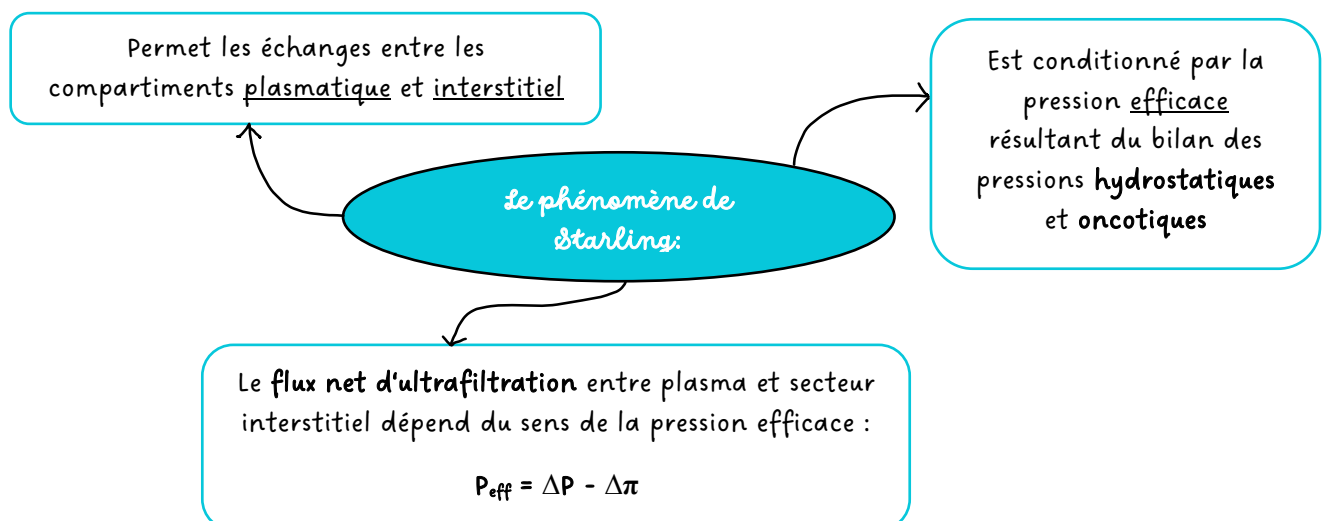
## B. PHÉNOMÈNE DE STARLING

Il se produit au niveau des capillaires. Les capillaires sont des vaisseaux qui rejoignent une artériole (sang chargé en nutriments et  $O_2$ ) et qui relie cette artériole à une veinule (sang pauvre en nutriments).

Les capillaires sont chargés de nourrir les tissus qu'ils traversent.

Dans les capillaires il y a des protéines (macromolécules) qui ne peuvent pas diffuser et qui créent une pression oncotique.

La différence de pression oncotique entre le tissu interstitiel et le capillaire crée un flux de solvant (eau) depuis l'extérieur vers l'intérieur du capillaire. La pression oncotique reste stable tout au long du capillaire car les protéines restent prisonnières dans le capillaire.



Il n'y a pas que la pression oncotique qui intervient mais aussi une pression physique hydrostatique  $\Delta P$ . (Cf cours de physio)

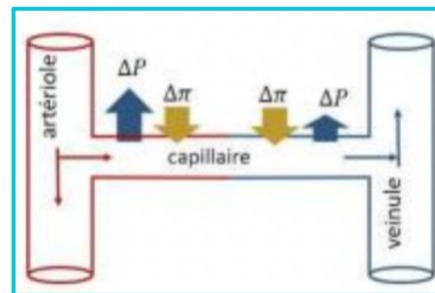
### C. PRESSION HYDROSTATIQUE

Cette pression varie dans le capillaire : elle est plus élevée au début qu'à la fin, elle diminue donc progressivement le long du capillaire.

Ce qui nous intéresse, c'est la résultante de ces deux pressions contradictoires, la pression hydrostatique qui tend à faire sortir les solutions diffusibles du capillaire vers le tissu interstitiel, alors que la pression oncotique c'est l'inverse.

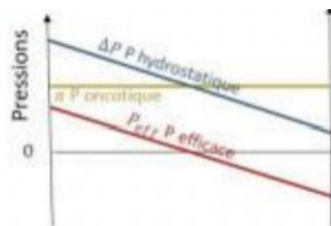
La résultante s'appelle la pression efficace

Au début du capillaire, elle pousse la diffusion des solutions du capillaire vers le liquide interstitiel (LI), ensuite elle passe par 0 au milieu, puis devient négative donc le flux de diffusion va se faire du tissu interstitiel vers le capillaire.



Cette réalité physique est très logique sur le plan biologique car

Au début du capillaire le sang est chargé en nutriments et oxygène qu'il va apporter aux tissus



À la fin de capillaire, il va au contraire rassembler les produits du métabolisme pour les évacuer des tissus

### III. MOLECULES CHARGÉES : EQUILIBRE DE DONNAN

#### A. CONSTAT

Cet équilibre de Donnan peut partir d'une constatation. Sur le tableau ci-dessous, on a les concentrations des différents ions dans le plasma et le liquide interstitiel (LI). (Les chiffres ne sont pas à connaître)

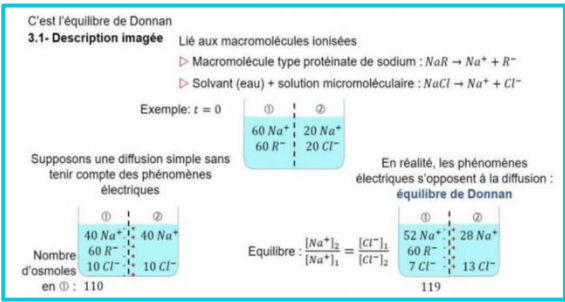
On voit que les protéines sont **plus concentrées** dans le plasma que dans le LI : c'est normal car ce sont des macromolécules qui ne diffusent pas à travers la paroi capillaire.

Par contre, il y a aussi un déséquilibre entre le sodium (Na<sup>+</sup>) et le chlore (Cl<sup>-</sup>) qui est plus difficile à comprendre car la paroi capillaire (qui sépare le plasma du LI) laisse passer les ions. Normalement la diffusion devrait aboutir un équilibre de la concentration de ces ions de part et d'autre. Sauf qu'il y a un **déséquilibre** lié à l'**équilibre de Donnan**.

mmol.kg <sup>-1</sup>		Plasma	Liquide interstitiel
Cations	Na <sup>+</sup>	150	144
	K <sup>+</sup>	4	4
	Ca <sup>+</sup> ionisé	1,5	2
	Mg <sup>+</sup> ionisé	1	1
Anions	Cl <sup>-</sup>	109	114
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	28	29
	Phosphates	1,25	1,25
	Protéines	1	0,25
	Autres	3	3
Total (mosm.kg <sup>-1</sup> )	d'eau	296	296

#### B. DESCRIPTION IMAGÉE

On va voir l'équilibre de Donnan en schématisant un récipient avec deux compartiments séparés par une membrane. Le (1) représente le plasma et le (2) représente le liquide interstitiel et la membrane représente les capillaires. Ce phénomène est lié à la présence de macromolécules dans le plasma.

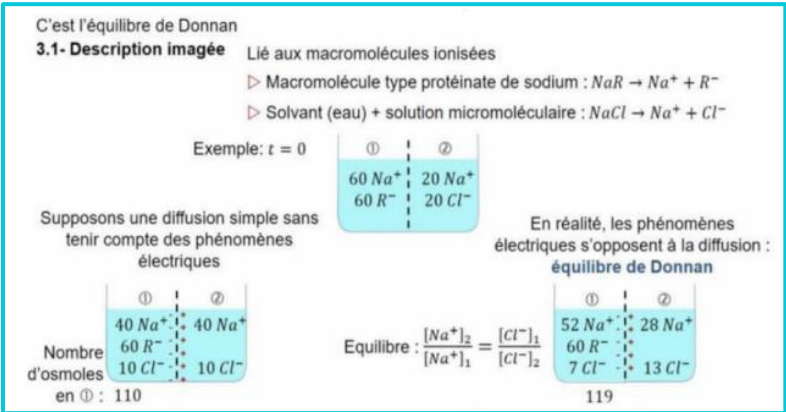


Si on imagine une diffusion simple à partir du temps  $t = 0$  on va aboutir à la situation en bas à gauche de la diapo.

- Les ions sodium  $\text{Na}^+$  vont se répartir équitablement, de même pour les ions chlore  $\text{Cl}^-$ .
- Cette diffusion ne tient pas compte des **phénomènes électriques** car il va y avoir un excès de charges (+) du côté et un excès de charges (-) du côté 1.

Il y a donc des phénomènes électrostatiques qui vont intervenir.  
**Équilibre de Donnan** : ajout du phénomène électrique à la diffusion

Si on prend en compte cet équilibre, on aura la répartition en bas à droite, c'est-à-dire les rapports entre le  $\text{Na}^+$  dans le compartiment 2 sur le compartiment 1 et le rapport entre le  $\text{Cl}^-$  dans le compartiment 1 sur le compartiment 2 sont égaux.



C. FORMALISATION

On peut formaliser cet équilibre de manière scientifique rigoureuse à partir de différentes équations (qui ne sont ni à apprendre ni à comprendre).

Ce résultat est donc bien issu de données physiques concrètes en tenant compte de la diffusion (potentiel chimique) et du potentiel électrique (avec relation de Nernst, Cf physio)

▷ L'équilibrage des solutions cherche à minimiser deux différences de potentiel :

- Différence de potentiel chimique :  $\Delta P_c = n_i RT \ln \frac{C_{i2}}{C_{i1}}$
- Différence de potentiel électrique :  $\Delta P_e = n_i z F (V_1 - V_2)$

Relation de Nernst  $V_1 - V_2 = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_2}{C_1}$

Equilibre :  $\frac{[\text{Na}^+]_2}{[\text{Na}^+]_1} = \frac{[\text{Cl}^-]_1}{[\text{Cl}^-]_2}$

▷ L'équilibre de Donnan est le résultat de l'association :

- d'un potentiel de membrane (créé par le macro-ion négatif)
- d'une diffusion « contrariée »

▷ Tout se passe comme si une certaine quantité de petits ions était devenue non diffusible

▷ La pression osmotique porte sur plus d'osmoles ; la pression osmotique/oncotique est plus élevée :

$\pi_{onc1} = RTC_1^o + RTC_{nd}$

Finale<sup>ment</sup> l'équilibre de Donnan : c'est le résultat de l'association du potentiel de membrane créé par l'ion néga<sup>tif</sup> (qui ne permet pas aux charges de s'équilibrer complètement) et d'une diffusion qui va être contrariée.

La diffusion spontanée des ions diffusibles se passe comme si un certain nombre d'ions étaient devenus non diffusibles. S'ils sont non diffusibles, il va y avoir plus d'osmoles donc la pression osmotique et oncotique seront différentes de part et d'autre de la membrane.

Cet équilibre de Donnan permet de comprendre cette diffusion qui n'est pas symétrique des ions bien qu'ils soient parfaitement diffusibles.

## IV. CONCLUSION

- Les osmoles dissoutes tendent à stabiliser le solvant dans sa phase liquide → l'abaissement cryoscopique qu'on tire de cette propriété nous permet de mesurer l'osmolali<sup>té</sup> d'une solution.
- Dans le sang et la paroi des capillaires on a une pression osmotique particulière qui est la pression oncotique. Cette pression oncotique est importante dans les échanges via le phénomène de Starling au niveau des capillaires.
- Lorsqu'on prend en considération la présence de protéines chargées, ces charges vont modifier les principes de diffusion vus précédemment.



Voilà voilà c'est la fin de cette fiche j'espère qu'elle vous aura plus, c'est un cours un peu plus long que les autres mais il est facile à comprendre et il reprend pas mal de notions que vous voyez déjà en physio. Les cours de biophy des sols, vous pouvez les prendre pour faire une petite pause entre 2 cours plus compliqués ou long.

Même chanson si vous avez des questions sur ce cours ou sur d'autres cours => direction le forum :)

Et si vous avez des suggestions pour mes fiches, des choses que vous n'appréciez pas, qui vous dérangent...(ou même pour me dire que mes fiches sont trop bien mdr) vous pouvez le faire sur discord, messenger,...

Bon maintenant on passe aux dédis, spécialement pour vous cette fois :

Dédi à vous, au moment où j'écris cette dédi et où je vais surement vous poster le cours, c'est votre rentrée et quoi de mieux pour commencer que de ne pas savoir quel cours vous allez avoir votre premier jour... Vous allez voir c'est une année super enrichissante à tous les niveaux, vous allez apprendre énormément de choses autant au niveau des connaissances que sur vous-même. Vous allez dépasser vos limites et surement vous surprendre. Evitez au plus de rester seul(e) cette année, c'est une année compliquée qui nécessite le soutien du plus de personne que vous pouvez, des P2 pour vous donner des conseils sur comment votre année va se passer et vous faire part de leur expérience, vos parrains/marraines pour vous soutenir et vous conseiller sur vos inquiétudes grâce à leur expérience et enfin, votre entourage qui peut être là pour vous encourager ou pour souffler et parler d'autres choses que de vos cours. N'oubliez pas de prendre des pauses et surtout de dormir autant que nécessaire, vous n'avez pas à culpabiliser de prendre des pauses ou de dormir trop longtemps, si vous le faite c'est que votre corps en a besoin, vous n'en ressortirez que plus en forme et concentré. Voilà, je vous souhaite bon courage, croyez en vous, vous pouvez réussir et vous allez réussir ! Les résultats de la séance tut' et du premier EB vont bientôt sortir, si vos résultat ne sont pas comme vous l'espériez, ce n'est pas grave vous n'êtes qu'au début du semestre, les cours viennent à peine de commencer, c'est normal !! Vous aurez touuuuuuuut le semestre pour vous améliorer et comprendre les notions avec lesquelles vous avez du mal, et surtout tous les tuteurs sont là pour aider à les comprendre, donc n'hésitez surtout pas à poser des questions ! Et si ça va pas, que vous avez besoin de parler à quelqu'un, vous pouvez venir me voir si jamais vous n'avez toujours pas de parrain/marraine.

C'est la fin de ce petit pavé dédié à vous, profitez de cette année comme vous le pouvez et donnez tout !

Petite dédi au tutorat quand même, à tous les fabuleux tuteurs et chefs tuteurs qui composent l'équipe de cette année (ce sont des personnes incroyables) et surtout à mes co tut' Iris, Héloïse et Alex.

