

# Réponses du professeur Darcourt : biophysique des solutions

## 2020

- 1) Vous dites dans votre diapositive 6 du cours sur la biophysique des solutions 2 que  $D$  (coefficient de diffusion) ne dépend pas de la concentration si la solution est idéale, pourriez-vous nous expliquer en détails pourquoi ?  **$D$  dépend du gradient de concentration, mais pas de la concentration elle-même. C'est vrai dans les solutions idéales parce que c'est dans ce cas seulement que les concentrations sont un bon reflet de la disponibilité des solutés.**
- 2) Considérez-vous que la diffusion facilitée suit la loi de Fick ? Ou que la présence de protéines de transport biaise cette relation et l'invalide dans ce cas ? **La loi de Fick ne permet pas de rendre compte de la diffusion facilitée**

## 2019

- **Question 1 :** Considérez-vous bien les liaisons hydrogènes comme des liaisons de type électrostatique ? Nous avons remarqué le changement dans votre diapositive mais préférons confirmation.

**Réponse : C'est une liaison de NATURE électrostatique, mais bien plus importante que les liaisons intermoléculaires de même nature habituelle.**

- **Question 2 :** Confirmez-vous que le plasma est une solution macromoléculaire et que le sérum est une solution micromoléculaire ?

**Réponse : oui**

- **Question 3 :** Afin d'éliminer toute possibilité d'ambiguïté en QCM, les P1 aimeraient savoir : Quand on parle de la loi de Raoult, on utilise le terme "OsmolaLité". Peut-on aussi parler "d'osmolaRité" ?

**Réponse : La loi de Raoult exprime le fait que « les osmoles dissoutes stabilisent le solvant dans sa phase liquide » Ces osmoles peuvent être mesurées par l'osmolarité ou l'osmolalité, mais la formalisation de la loi concerne l'osmolaLité. Et en conséquence, l'abaissement cryoscopique donne accès à l'osmolaLité. On évitera ce genre d'ambiguïté, mais imaginons une affirmation qui dirait : « une solution A a une osmolarité supérieure à la solution B et donc son abaissement cryoscopique est donc plus élevé » serait juste ( au sens strict en effet qui dit plus d'osmoles dit abaissement supplémentaire quelle que soit la manière dont on les mesure), mais une proposition qui dirait que « l'abaissement cryoscopique permet d'obtenir l'osmolarité de la solution » serait fausse (puisque la formule donne l'osmolaLité).**

- **Question 4 :** La diffusion facilitée obéit-elle à la loi de Fick ?

**Réponse : La loi de Fick intervient toujours, mais dans la diffusion facilitée, il y a un phénomène supplémentaire (et en général dominant) lié à un transporteur.**

- **Question 5 :** Quelle est l'unité du flux de diffusion molaire  $J_D$  ? Il semble que vous ayez dit « mol/s » en cours mais ceci ne correspond pas à l'analyse dimensionnelle ou à la définition « quantité de moles qui se déplace par seconde à travers une section »

**Réponse : mole/s en effet (cela devrait coller dans l'équation aux dimensions avec  $C$  en mol/m<sup>3</sup>)**

## 2018

**Question 1 :** Un item d'un tutorat était le suivant : « La chaleur latente de vaporisation est la quantité de chaleur que doit absorber 1 g d'eau, à température constante, pour passer de l'état liquide à l'état gazeux » Cet item a été compté juste. Certains étudiants ont posé la question s'il ne devrait pas plutôt être faux car la chaleur latente s'exprime en J.kg-1 et pour être juste il aurait fallu écrire « quantité de chaleur que doit absorber 1 kg d'eau » Ø Qu'en pensez vous ?

**C'est un peu couper les cheveux en 4, mais il est vrai que la définition est par kg. Pour être parfaitement rigoureux, il aurait probablement fallu écrire : « L'énergie sous forme de chaleur que doit absorber 1 kg d'eau ». Disons que dans votre cas il aurait fallu compter les deux réponses comme justes ....**

**Question 2 :** À propos de l'effet Donnan : Dans la diapo n°25 il est dit que la pression oncotique est la pression liée aux protéines vis à vis de la membrane capillaire. Puis dans la diapo n°28 on retrouve ces deux phrases :

- ▷ 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 oncotique est plus élevée:**

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

Voici une réponse du professeur Favre de 2014 :

*Pour être solubles, les molécules établissent des liaisons hydrogènes avec les molécules d'eau. Les molécules en suspension le font aussi. Cependant elles se distinguent des molécules dissoutes par leur propriété de précipiter au fond du tube lorsqu'on centrifuge le plasma dans des conditions standardisées. Il y a donc une différence de propriété physique entre molécules dissoutes et molécules en suspension. Par ailleurs, seules les molécules dissoutes sont responsables de l'abaissement cryoscopique.*

*La pression oncotique est un type de pression osmotique, dans le sens où les 2 exercent un appel d'eau.*

*Pression osmotique = pression exercée par les molécules dissoutes (donc pas les protéines).*

*Pression oncotique : pression exercée par les molécules en suspension (donc pas les osmoles).*

Faut-il retenir que :

- La pression osmotique est la pression exercée par les osmoles (donc pas par les protéines) ?
- Un item « les protéines exercent une pression osmotique » serait-il à compter faux ?  
Un item « les protéines exercent une pression de type osmotique » serait-il à compter juste ?
- « La pression oncotique est un type de pression osmotique » **liée aux protéines.**  
Pourquoi dans l'effet Donnan peut-on dire pour les ions se comportant comme s'ils ne pouvaient pas traverser la membrane entraînent une augmentation de la pression oncotique alors qu'ils ne sont pas des protéines ?

Oui la pression oncotique est un type de pression osmotique (exercé par les protéines vis-à-vis de la membrane capillaire).

Dans l'équilibre de Donnan, certains ions ne peuvent plus diffuser à travers la membrane capillaire (du fait du potentiel de membre). Ce ne sont pas des protéines, mais ils se comportent comme elles. C'est pour cette raison que l'on dit que la pression oncotique augmente (moins de particules diffusibles à travers la membrane capillaire).

**Question 3 :** La diffusion selon la loi de Fick s'applique-t-elle aux protéines, ou uniquement aux molécules en solution ?

**Question piège. Disons que cette loi s'applique aux protéines en solutions macromoléculaires. La diffusion est un phénomène très général qui intervient toujours sauf en cas de mélange qui sédimente spontanément à mon avis.**

**Question 4 :**

6- Propriétés colligatives des solutions

6.2- L'osmose      6.2.3 – Cas particuliers

Equilibre de Donnan

Formalisation

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

• Différence de potentiel chimique:  $\Delta P_c = n_i RT \ln \frac{C_{2i}}{C_{1i}}$

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

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

• d'un potentiel de membrane (créé par le macro-ion négatif)

• d'une osmose des espèces diffusibles

▷ 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 oncotique est plus élevée:**

$$\pi_{onc1} = RT C_1^o + RT C_{nd}$$

6.1- Modélisation des caractéristiques physiques

6.2- Osmose

6.2.1- Loi générale

6.2.2- Mesures et valeurs de la P osmotique

6.2.3- Cas particuliers

À propos de la diapositive suivante :

Nous ne comprenons pas la phrase « l'équilibre de Donnan est le résultat de l'association (...) d'une **osmose des espèces diffusibles** ». Nous avons ici du mal avec le terme d'osmose qui dans le reste du cours est employé pour les mouvements de solvant de part et d'autre de la membrane.

- Pourriez vous nous préciser ce que vous entendez par « osmose des espèces diffusibles » et son lien avec l'effet Donnan ?

**Vous avez raison, je devrais dire une « diffusion des espèces diffusibles »**

**Question 5 :**

À propos de l'effet Donnan. Vous avez dit à l'oral que la pression osmotique et la pression oncotique augmentent à l'équilibre suite à cet effet :

- Peut on considérer dans l'effet Donnan que les ions qui se comportent comme si la membrane leur était imperméable, exercent une pression que l'on peut caractériser à la fois d'osmotique (dans le sens où se sont des osmoles) et d'oncotique (dans le sens où ils se comportent comme des protéines) ?

**On dit que la pression ONCOTIQUE augmente car il s'agit de l'augmentation de la pression osmotique liée aux protéines (dissociées dans ce cas).**

**Question 6 :**

Dans certains QCM des annales il est demandé de définir si une solution est hypertonique, isotonique ou hypotonique au plasma à partir de l'osmolalité de cette solution (pour des solutions de glucose ou de NaCl).

- Y a t'il des valeurs à connaître d'osmolalité et/ou d'osmolarité qui nous permettent de définir si une solution est isotonique au plasma ; ou bien, si un qcm de ce type devait tomber les valeurs obtenues seraient-elle suffisamment éloignées de la tonicité du plasma (280 mosmol/L) pour ne pas avoir besoin de connaître de valeur exacte ?

**Il faut connaître l'ordre de grandeur de la concentration en osmoles du plasma ( $C^o \cong 300 \text{ mosmol.kg}^{-1}$  à  $37^\circ\text{C}$ ).**

## 2017 :

### Pression osmotique :

- 1) Dans un premier temps il est écrit que la pression osmotique ne dépend que des osmoles cinétiquement efficaces. Cependant, dans l'équation  $\pi = RTC$  o ici il s'agit de la concentration de toutes les osmoles et pas seulement des osmoles efficaces.

**Question 1 :  $\pi = RTC$  o il s'agit des osmoles pour lesquelles la membrane est imperméable. La caractérisation de la membrane est fondamentale. Les solutés qui se comportent comme le solvant n'interviennent pas la pression osmotique. Ceux qui ne peuvent pas franchir cette membrane hémiperméable génèrent des « osmoles efficaces  $C_o$  » qui créent la pression osmotique**

- 2) De plus, les élèves ont relevé un problème de définition entre 2 cours différents : - « La pression osmotique dépend seulement des osmoles efficaces » - « Toute molécule en solution exerce une pression osmotique proportionnelle à sa concentration. Cette pression s'appelle la pression osmotique. » Que retenir ?

**Question 2 : première proposition : oui cf ci-dessus. Deuxième proposition : je ne la retrouve pas dans mon cours, mais a priori la réponse est également oui si il s'agit bien du contexte d'une membrane hémiperméable.**

## 2016 :

### Question 1 :

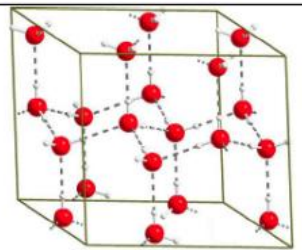
Dans votre diapo vous parlez de la structure de la glace due aux liaisons hydrogènes mais il semble y avoir une contradiction entre 2 diapos :

#### ▷ L'état solide (glace)

- $E_L \gg E_C$
- Les molécules gardent une position fixe les unes par rapport aux autres
- Tétraèdre stable
- Structure cristalline



- ▷ Pour l'eau, la densité est maximum à 4° ( $1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )
- ▷ La densité de la glace est inférieure (le volume  $\nearrow$ )
- ▷ Causes
  - Structure pseudo cristalline (liaisons hydrogènes)
  - Distances entre les molécules imposées et fixes
  - Plus longues qu'à l'état liquide
- ▷ Conséquence: la glace flotte



L'année dernière le Pr Chatti disait que les liquides ont une structure pseudo-cristalline et la glace une structure cristalline. Est-ce une erreur ?

Réponse : **Il est exact que ma présentation manquait de précision. Il faut retenir :**

- Eau liquide = structure pseudo-cristalline (seule une certaine proportion des molécules sont liées entre-elles) :
- Glace solide = structure cristalline (elles sont toutes liées).

Même si en pratique on passe de manière continue de l'une à l'autre, c'est plus clair ainsi vous avez raison.

### Question 2 :

diapo

#### 4.1.4- Concentrations équivalente (normalité) $C_i^N \text{ Eq. L}^{-1}$

Le nombre de charges électriques par unité de volume

S'applique aux solutions ioniques

Si  $z$  est la valence de l'électrolyte:  $C^N = zC^M$

Exemple: solution de  $10 \text{ mmol. L}^{-1}$  de chlorure de Ca  $\text{Ca Cl}_2$  et de  $5 \text{ mmol. L}^{-1}$  de carbonate de Ca  $\text{Ca CO}_3$ .

La quantité de charges électriques dans cette solution:

- $\text{Cl}^-$ :  $20 \text{ mmol. L}^{-1}$  soit  $20 \text{ mEq. L}^{-1}$  ( $\text{Ca Cl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ )
- $\text{CO}_3^{2-}$ :  $5 \text{ mmol. L}^{-1}$  soit  $10 \text{ mEq. L}^{-1}$  ( $z = 2$ )
- $\text{Ca}^{2+}$ :  $15 \text{ mmol. L}^{-1}$  soit  $30 \text{ mEq. L}^{-1}$  ( $z = 2$ )

$30 \text{ mEq. L}^{-1}$  d'anions et  $30 \text{ mEq. L}^{-1}$  de cations:  $C^N = 30 \text{ mEq. L}^{-1}$

Concernant cette  
sur le calcul des  
concentrations  
équivalentes :

Les étudiants se demandent pourquoi nous n'ajoutons pas la normalité des anions et des cations. Dans ce cas, la concentration équivalente serait  $60 \text{ mEq. L}^{-1}$  ?

Réponse : **Il y a par principe autant de charges positives que de charges négatives. Donc on n'exprime que la concentration équivalente des anions (ou des cations) sans les ajouter (ce qui n'aurait aucun intérêt).**

### Question 3 :

Concernant les propriétés calorifiques de l'eau :

▷ Chaleur sensible: **la chaleur spécifique de l'eau** est particulièrement élevée

- Définition: quantité de chaleur pour élever la température de  $1 \text{ g}$  d'eau de  $1^\circ$
- Valeur:  $4,2 \text{ J. g}^{-1}.^\circ\text{C}^{-1}$  ( $14,5$  à  $15,5^\circ$ ) (éthanol:  $2,5 \text{ J. g}^{-1}.^\circ\text{C}^{-1}$ ); déf de  $1 \text{ cal}$
- Cause:  $\nearrow t^\circ \Rightarrow \nearrow Ec$ ; pour cela il faut rompre des liaisons hydrogènes
- Conséquences:
  - Eau cellulaire: température stabilisée
  - Mers et océans: capables d'absorber (ou de restituer) de très grandes quantités de chaleur avec des variations faibles de température (climat tempéré)

Vous parlez de la chaleur sensible avant de parler de la chaleur spécifique.

Est-ce la même chose ?

Réponse : **Il y a deux types de chaleurs (cf cours) :**

- Sensible : pour augmenter la température de l'eau. Elle se caractérise par la chaleur spécifique ;
- Latente : pour changer d'état, qui se caractérise pour la vaporisation par la chaleur latente de vaporisation.



#### Question 4 :

Dans le premier cours biophysique des solutions, vous avez parlé de la concentration osmolaire :  
Concentration en osmoles par unité de volume de solution (le chapitre 4.1 traite des concentrations rapportées au volume)

$$4.1.3- \text{Concentrations osmolaire (osmolarité)} \quad C_i^O = \frac{n_{Osm}}{V} \text{ osmol} \cdot L^{-1}$$

1) Or dans votre 2<sup>ème</sup> cours, vous parlez de la concentration osmolaire suivi de l'osmolalité  
(Concentration en osmoles par masse de solvant)

$$C^o = \text{concentration osmolaire; osmolalité } \text{osmol}^{-1} \cdot \text{kg}$$

2) Les étudiants doivent t'il considérer qu'elles sont égales dans le cadre de votre cours car on se situe dans des milieux très dilués ?

Réponse : **Vous verrez en physiologie qu'il est important de les distinguer. Il est vrai aussi qu'en conditions très diluées cette distinction perd de son importance.**

3) L'unité de l'osmolalité n'est t'elle pas plutôt Osmol.kg-1 ?

Réponse : **Oui, c'est une erreur en effet. La constante d'abaissement cryoscopique s'exprime en osmol-1.kg et l'osmolalité en Osmol.kg-1 . Au temps pour moi.**

#### Question 5 :

Ce nouveau cours est riche en nouvelles formules et démonstrations mathématiques. Il n'y a pas de « démonstration mathématique », mais des définitions (un peu austères, je le reconnais) des différentes expressions qui seront rencontrées par la suite. Est ce qu'il pourrait y avoir des applications numériques sur ces formules ?

**Oui, J'ai donné des applications numériques types dans le cours et les QCM du cours.**

Ou est t'il plus important pour vous de comprendre les mécanismes et leurs conséquences ?

**L'un n'empêche pas l'autre.**

---

**Les réponses s'arrêtent en 2016 car avant cette année là ce n'était pas le professeur darcourt qui s'occupait de ce cours.**