

Le potentiel chimique



Léa

Roméo

Carla

Tut' rentrée 2022-2023

Léaristochat

Plan du cours



I) Concepts de base

- A- Diffusion (liquide et gaz)
- B- Loi de Fick
- C- Pression osmotique
- D- Pression oncotique
- E- Abaissement cryoscopique
- F- Mesure de l'osmolalité

II) Filtration, diffusion et convection

- A- Filtration et ultrafiltration
- B- Diffusion et convection à travers une membrane
 - a) Diffusion dans liquide seul
 - b) Diffusion à l'interface air-eau
 - c) Convection
 - d) Pression oncotique

I) Concepts de base

A- diffusion (liquide – gaz)



La **diffusion** est la tendance d'une molécule dissoute dans l'air ou dans l'eau à se distribuer de **manière homogène par agitation thermique**. Cette molécule possède **un potentiel de diffusion (ou potentiel chimique = PC)**.

C'est un phénomène **thermodynamique** visant un état d'énergie minimal.

L'agitation thermique est le moteur de la diffusion ++++

Le PC d'une espèce est proportionnel à :

- ♥ Sa **concentration en un point** +++
 - ♥ Son **coefficient de diffusion**
 - ♥ Sa **mobilité mécanique dans le milieu**
 - ♥ La **température (= constante)**
- } pas beaucoup d'importance en physio !



B- La loi de Fick

++ LOI DE FICK ++

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

x = distance entre 2 points

J_D = flux par diffusion (sur la distance x)

D = coefficient de diffusion

dc = différence de concentration entre A et B

dx = distance entre 2 points très voisins A et B

dc/dx = gradient de concentration entre A et B

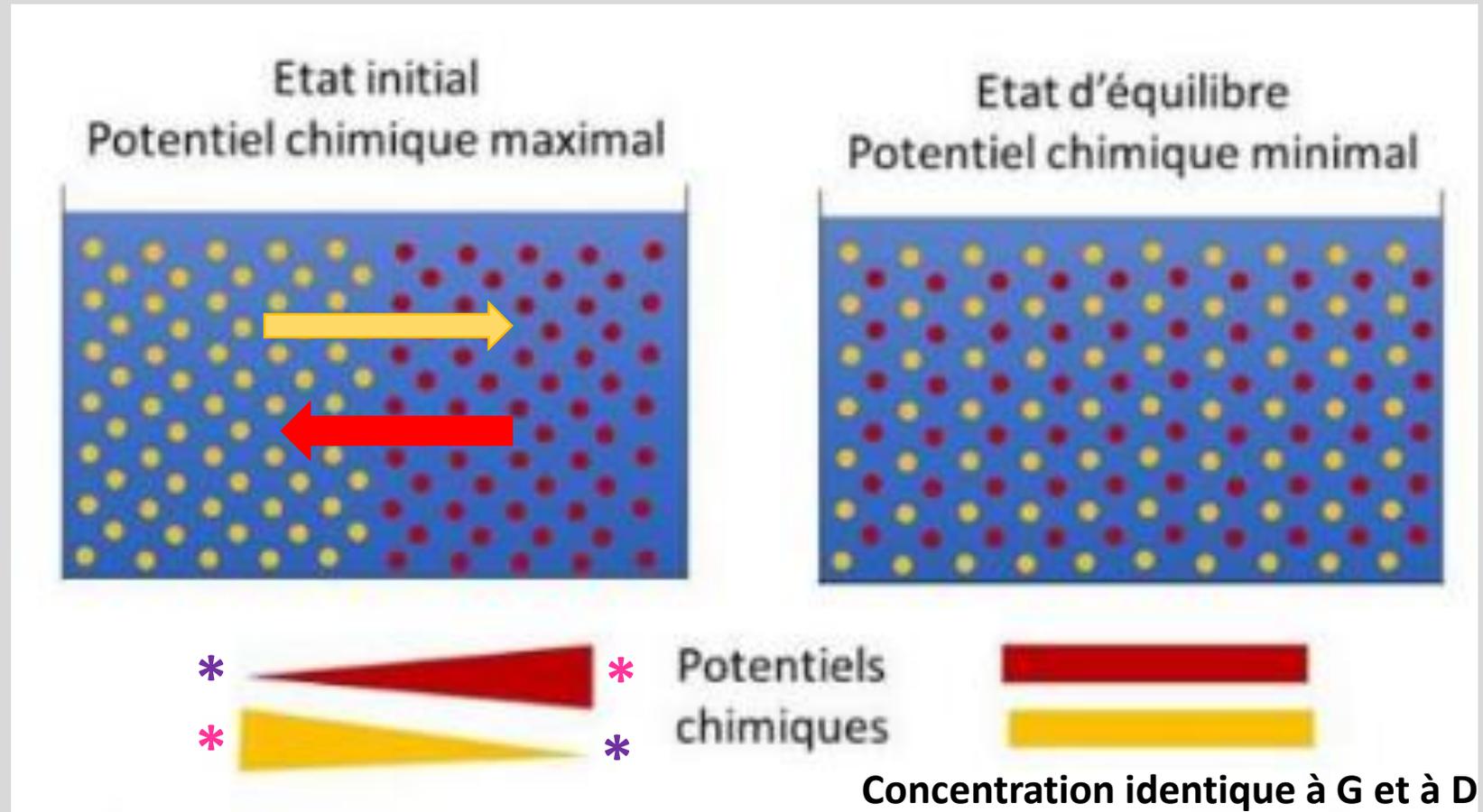
Signe négatif = le flux va en sens inverse de celui du gradient
(le sens du gradient est orienté par convention du - vers le +).

Potentiel chimique
de la molécule

!! IMPORTANT !!

- ♥ Une molécule **diffuse** de l'endroit où elle est le + concentrée vers l'endroit où elle est le - concentrée (le flux va dans le sens OPPOSÉ du gradient de concentration d'où le - dans la formule +++)
- ♥ le **gradient de concentration** va du - concentré vers le + concentré ++
- ♥ L'**eau** diffuse dans le sens du gradient de concentration car son but est de « diluer » la zone la + concentrée +++

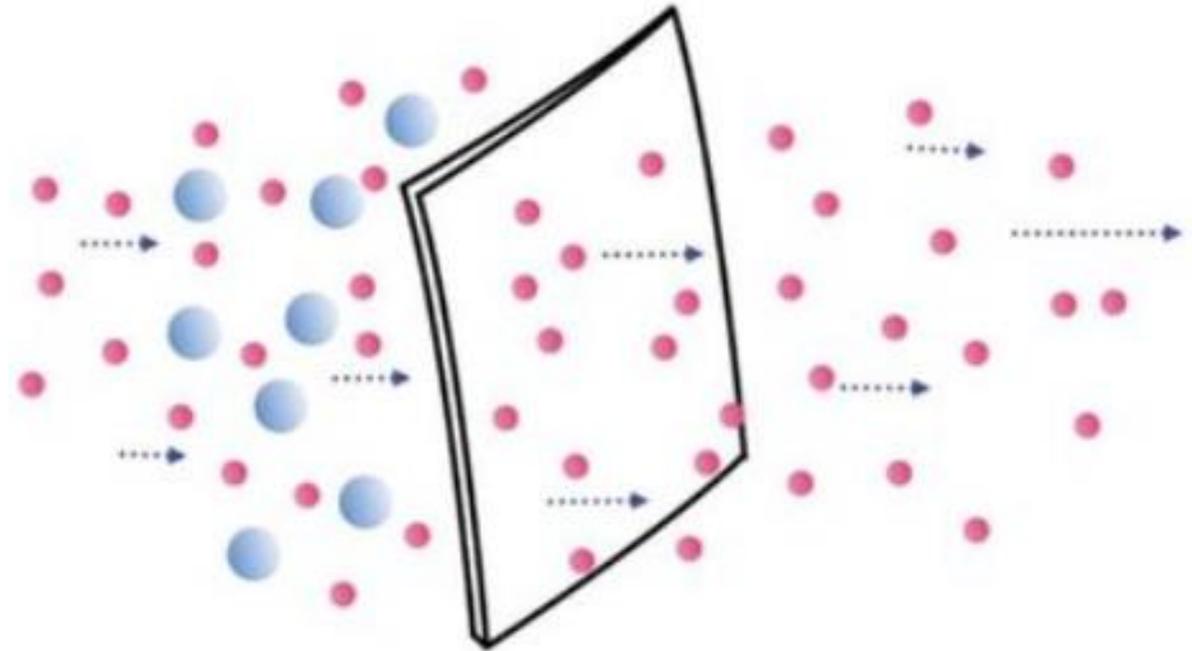
- ♥ **La Loi de Fick** nous indique que la **diffusion** est **proportionnelle** au coefficient de diffusion et au gradient de concentration ♥ ++



On représente des **triangles** dont **la base représente le potentiel chimique maximal** (la concentration en molécules est la + élevée) * et **le sommet représente le potentiel chimique minimal** (la concentration en molécules est la + faible) *. Ces triangles sont disposés ici par rapport aux molécules jaunes et rouges dans un état initial non homogène. Quelques temps après dans un état d'équilibre, **les potentiels chimiques s'annulent** grâce à la **diffusion**.

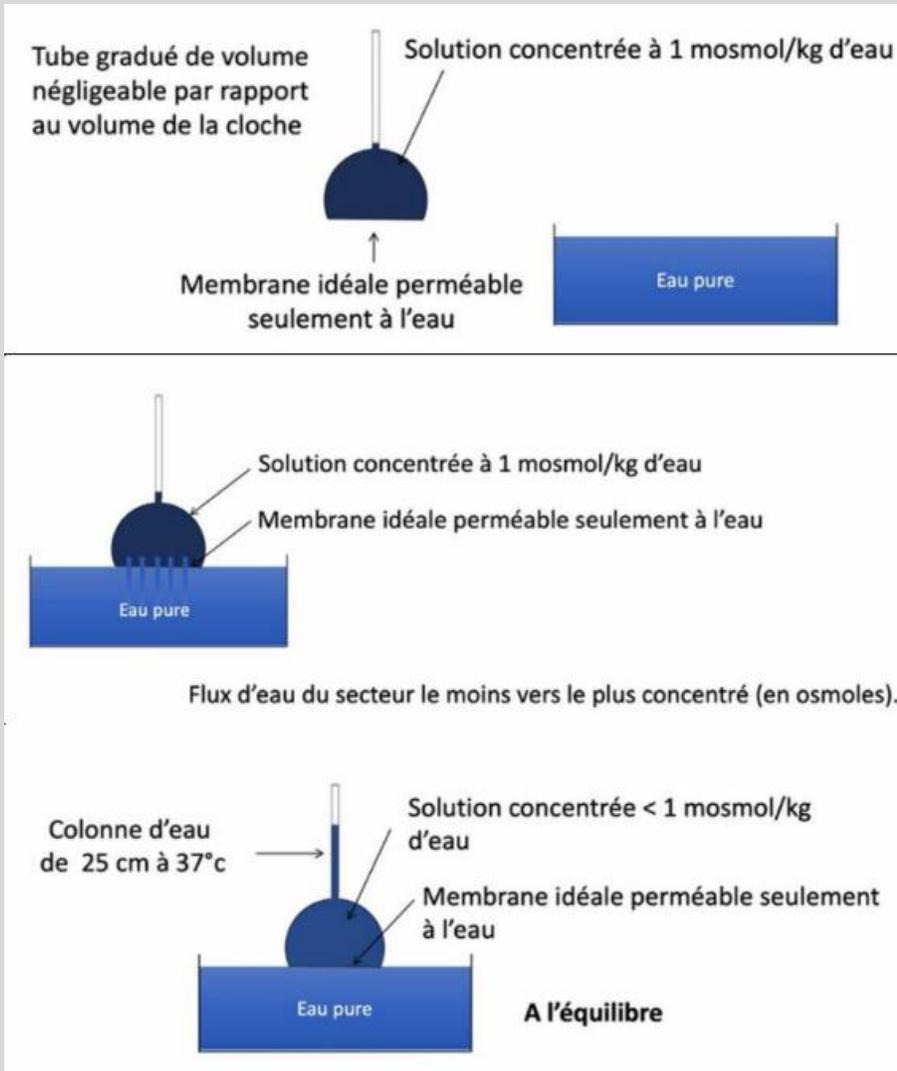
C- Pression osmotique

- La **pression osmotique** correspond à la pression exercée par les **osmoles non diffusibles** à travers la paroi.
- Les **osmoles** sont des molécules en **solution**. +++
- Toute molécule en solution exerce une pression osmotique proportionnelle à sa concentration (même les molécules d'eau!).
- La **pression osmotique** est théoriquement mesurable par la mise en contact de deux solutions de concentration différente par l'intermédiaire **d'une membrane sélective** +++



Ici, on peut observer une membrane sélective car elle ne laisse passer **QUE** les **molécules roses** +++

Mise en évidence de la pression osmotique grâce à l'osmomètre de Dutrochet +++



Si on dispose cette cloche sur un **bac d'eau pure** et qu'on y introduit une solution faiblement concentrée, on observe **un flux d'eau du secteur le - vers le + concentré**. La colonne d'eau générée par ce flux sera proportionnelle à la concentration de la solution sous la cloche.

- Les **osmoles** se déplacent du **+ concentré au - concentré**.
- **l'eau** se déplacera du **- concentré au + concentré**. (car *membrane sélective* !!)
- **Même BUT = égaliser les concentrations de chaque côté.**

D- Pression oncotique

Pression oncotique = pression exercée par les molécules en suspension (grosses molécules comme les protéines).

Pression théoriquement mesurable à l'aide d'une *membrane sélective*.

Molécules en solution (<i>pression osmotique</i>)	Molécules en suspension (<i>pression oncotique</i>)
<ul style="list-style-type: none">♥ <u>Incapables</u> de sédimenter sous l'effet de la gravité (centrifugation). +++♥ Elles modifient la température de congélation de l'eau (abaissement cryoscopique).	<ul style="list-style-type: none">♥ <u>Capables</u> de sédimenter après centrifugation +++♥ Elles <u>ne modifient PAS</u> la température de <u>l'eau</u> mais rendent l'eau + trouble.♥ Elles augmentent la diffusion de la lumière et sont dosées par procédés optiques (néphélométrie).

E- Abaissement cryoscopique



Phénomène physique

A la température de 0°C , la glace et l'eau sont en équilibre : la glace fond autant que l'eau congèle.

A la température de 0°C , la glace et de l'eau contenant des molécules dissoutes ne sont pas en équilibre : la glace fond plus que la solution ne congèle.

Glace

Eau pure

Solution =
eau et molécules
dissoutes

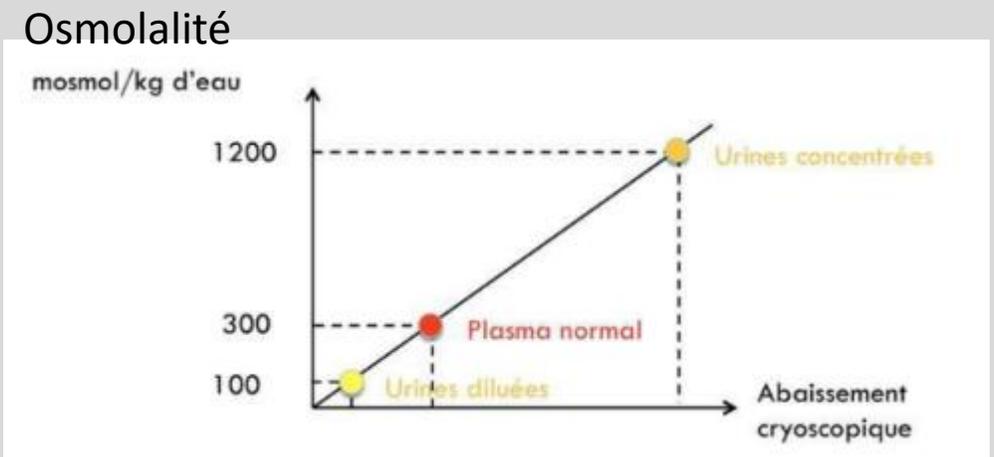
Glace

L'équilibre est obtenu pour une température inférieure à 0°C

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

F- Mesure de l'osmolalité

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



Il y a **THEORIQUEMENT 2 méthodes** pour mesurer la concentration de molécules dissoutes :

- Mesurer la **pression osmotique** (avec l'osmomètre de Dutrochet).
- Mesurer **l'abaissement cryoscopique**

En PRATIQUE, il n'y a qu'une seule façon de mesurer l'osmolalité : mesurer **l'abaissement cryoscopique** ++++

La mesure de la pression osmotique est impraticable en raison de l'absence de membranes perméables seulement à l'eau (membrane idéale) et de l'osmolarité élevée des fluides biologiques (hauteur de la colonne de liquide = 75 m \Rightarrow impossible dans un laboratoire !!)



CONCLUSION

- ♥ Les **substances dissoutes (osmoles) ou en suspension** 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.
- ♥ Des **membranes idéales** ont été considérées ici ce qui n'est pas le cas dans l'organisme.
- ♥ Dans l'organisme, les passages d'osmoles à travers les vraies membranes dépendent des **pressions osmotiques et oncotiques**.

QCM TIME LES
APPRENTIS SORCIERS
!!!!

RDV SUR SOCRATIVE

Nom de la salle :
PHYSIOLOVER



QCM 1 : A propos du cours Potentiel chimique, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le potentiel chimique d'une molécule est proportionnel à sa concentration, son coefficient de diffusion, sa mobilité mécanique et sa température
- B) Une molécule diffuse dans le sens opposé du gradient de concentration
- C) La pression osmotique dépend des molécules en suspension
- D) Les molécules en solution peuvent sédimenter sous l'effet de la centrifugation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1 : A propos du cours Potentiel chimique, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le potentiel chimique d'une molécule est proportionnel à sa concentration, son coefficient de diffusion, sa mobilité mécanique et sa température
 - B) Une molécule diffuse dans le sens opposé du gradient de concentration
 - C) La pression osmotique dépend des molécules en ~~suspension~~
- SOLUTION**
- D) Les molécules en solution ~~peuvent sédimenter~~ sous l'effet de la centrifugation
 - E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

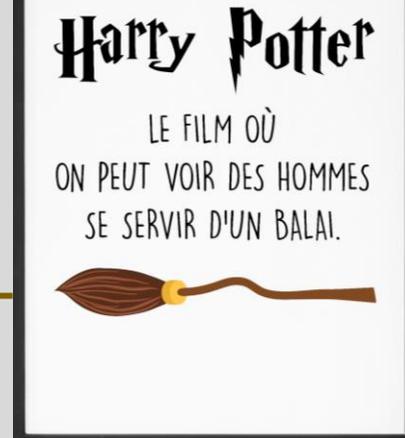
QCM 2 : A propos de la mesure de l'osmolalité, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Théoriquement on peut mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'abaissement cryoscopique
- B) Théoriquement on peut mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'osmomètre de Dutrochet
- C) En pratique on peut mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'osmomètre de Dutrochet
- D) En pratique, on ne peut pas mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'abaissement cryoscopique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos de la mesure de l'osmolalité, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Théoriquement on peut mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'abaissement cryoscopique
- B) Théoriquement on peut mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'osmomètre de Dutrochet
- C) En pratique ~~on peut~~ mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'osmomètre de Dutrochet
- D) En pratique, ~~on ne peut pas~~ mesurer l'osmolalité d'une solution avec l'abaissement cryoscopique **ET SI ON PEUT ET ON DOIT MÊME !!!**
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

II) Filtration, diffusion et convection



A- Ultrafiltration, filtration et dialyse

POINT DÉFINITIONS

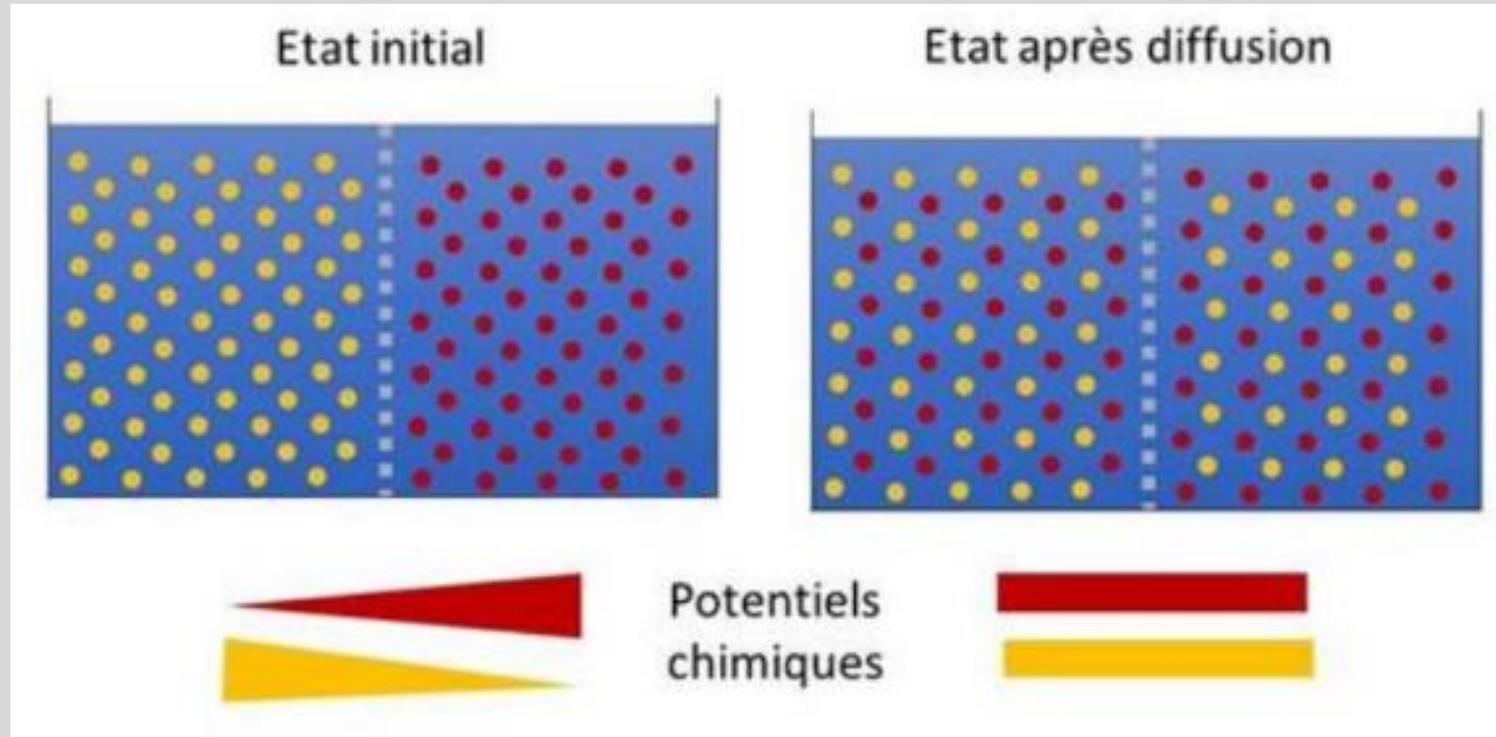
- Φ **Filtration** : passage d'eau et de molécules en solution **OU** en suspension à travers une membrane **NON** sélective ++++
- Φ **Ultrafiltration** : passage d'eau et de molécule en solution à travers une membrane sélective (PAS de molécules en suspension ATTENTION !) +++
- Φ **Membrane sélective** : membrane qui retient un certain nb de composés d'un côté de la membrane.

*M'en
voulait
pas mdr*

♥ ORGANISME = ULTRAFILTRATION ♥

B- Diffusion et convection à travers une membrane

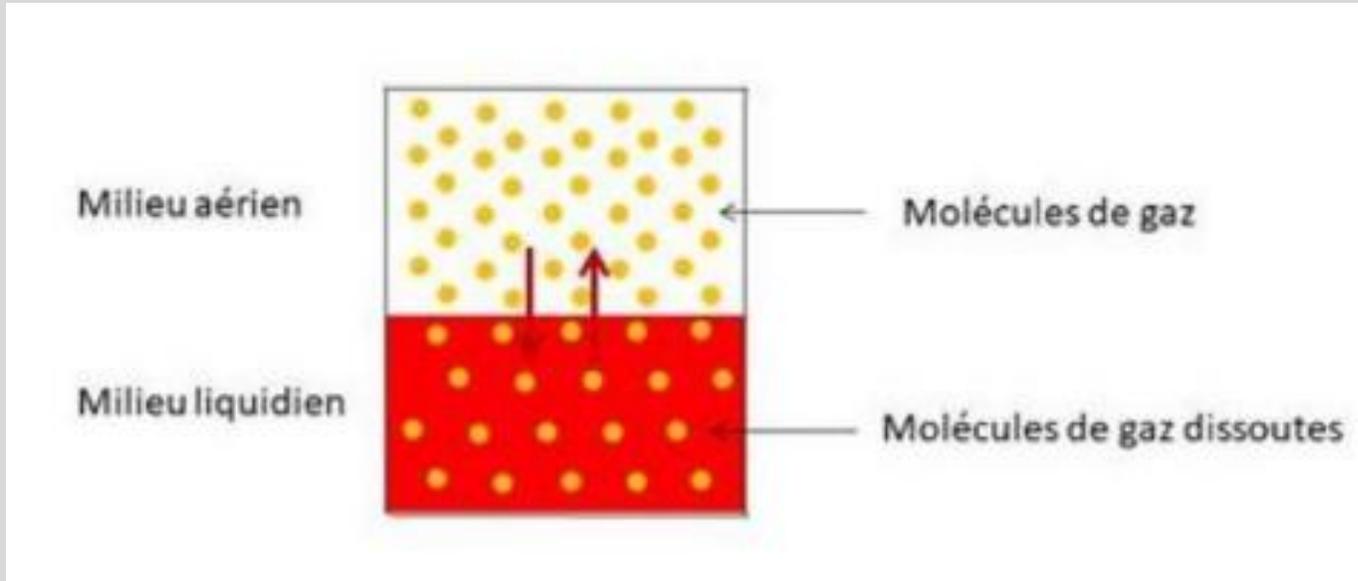
a) Diffusion dans un liquide seul



♥ On rappelle que la diffusion obéit à la **loi de Fick** et fait intervenir un PC ♥

Lorsqu'on met en présence **2 solutions de composition différente** par l'intermédiaire d'une membrane \Rightarrow
Les PC sont **initialement maximaux** et **nuls après diffusion** CAR la membrane n'est **PAS sélective**.

b) Diffusion des gaz à l'interface air-eau



Le gradient de pression partielle correspond à la pression **d'UN seul gaz** = la pression qu'il exercerait s'il occupait seul le volume du mélange

flux de gaz (air → liquide) = coefficient de diffusion x gradient de pression partielle

Les **molécules de gaz aériennes sont en équilibre avec les molécules de gaz dissoutes** et de le flux de gaz air/eau dépend du **gradient de pression partielle + du coefficient de diffusion**.

c) La convection

$$\text{Débit}(x) = -L_H \frac{dp}{dx}$$

x = distance entre 2 points

Débit = flux par convection (sur la distance x)

L_H = coefficient de mobilité mécanique dans le milieu

dp = différence de pression hydrostatique entre A et B

dx = distance entre 2 points très voisins A et B

dp/dx = gradient de pression entre A et B

Signe négatif = le flux va en sens inverse de celui du gradient
(le sens du gradient est orienté par convention du – vers le +).

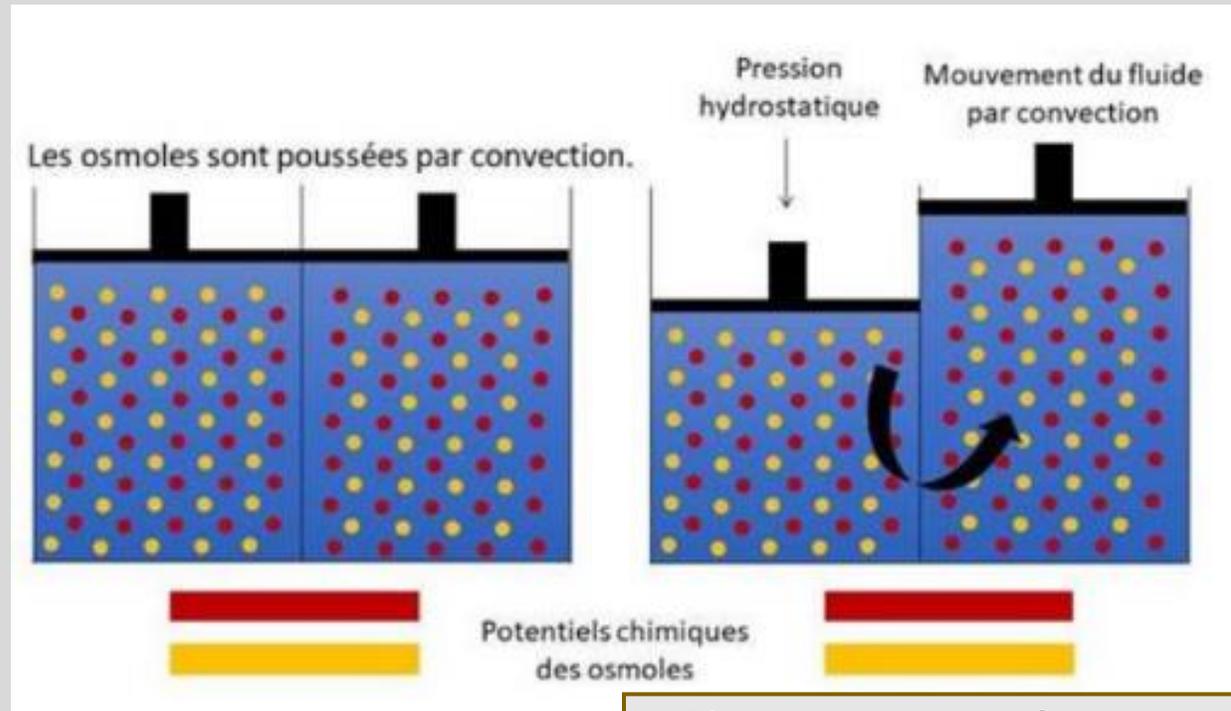
La **convection** est la propriété d'un mélange de molécules liquides ou gazeuses de se déplacer selon la pression hydrostatique qu'elles subissent +++

La **force motrice de la convection** est la **pression hydrostatique** +++ (\neq de diffusion = agitation thermique)

Le débit de fluides et d'osmoles va dépendre :

- * Du **gradient de pression hydrostatique** $\frac{dp}{dx}$
- * Du **coef de mobilité mécanique du fluide dans la membrane** L_H

Convection à travers une membrane **NON** sélective



PAS DE PC car à D = moins d'eau et moins d'osmoles et à G = + d'eau et + d'osmoles
DONC
les concentrations sont identiques +++

Au départ :

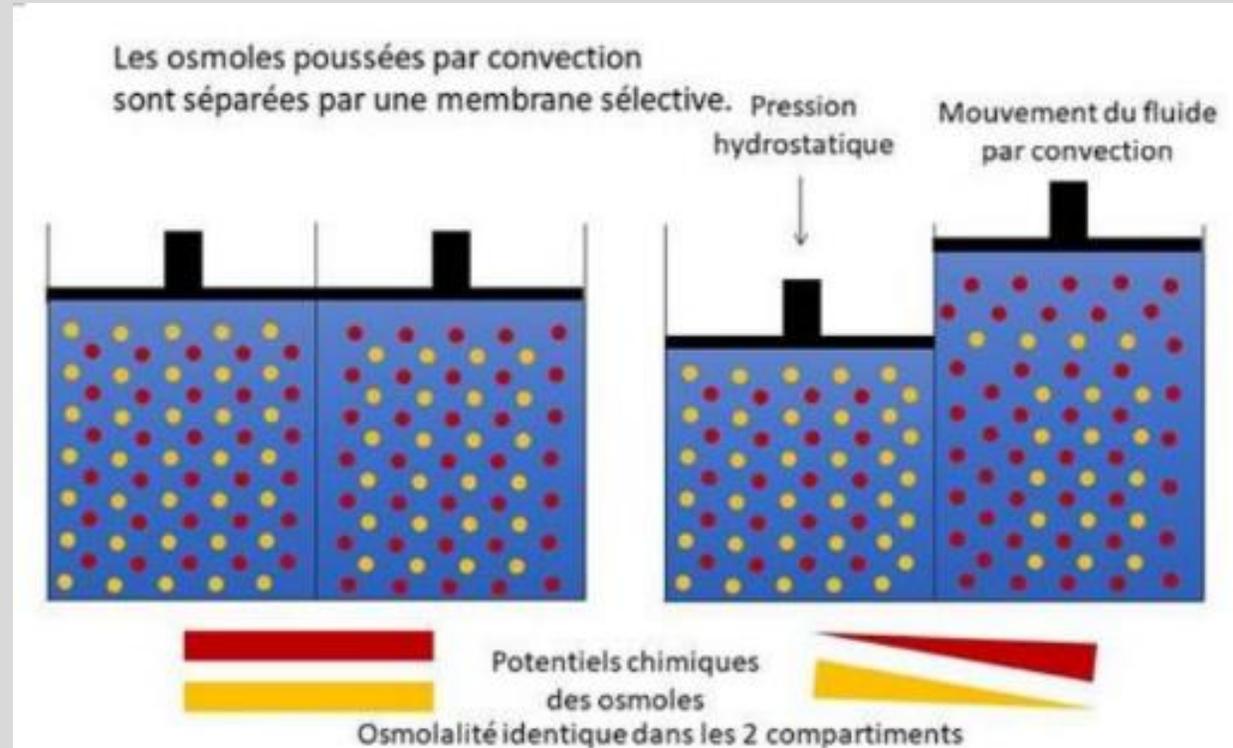
Les deux compartiments ont une **composition osmolaire identique**.
On exerce une pression hydrostatique sur les 2 compartiments à l'aide de *pistons*.

Si on exerce sur le compartiment de G une pression hydrostatique :

La convection fait passer du liquide (eau + osmoles) du compartiment de G vers le D et monter le piston du côté D.

PAS DE PC GÉNÉRÉ

Convection à travers une membrane idéale sélective



Au départ on a un **PC** pour les **molécules rouges** MAIS si on attend une situation d'équilibre on observera une **absence de PC** pour les **molécules rouges**

>>> à suivre

Au départ :

Les deux compartiments ont une **composition osmolaire identique**.
Cependant ici la **membrane est sélective** = elle est **imperméable** aux **molécules jaunes**
!!!

On exerce une pression à G et par convection → on fait monter le couvercle D.

On accumule des molécules jaunes à G ⇒ PC fort à gauche et PC faible à droite.

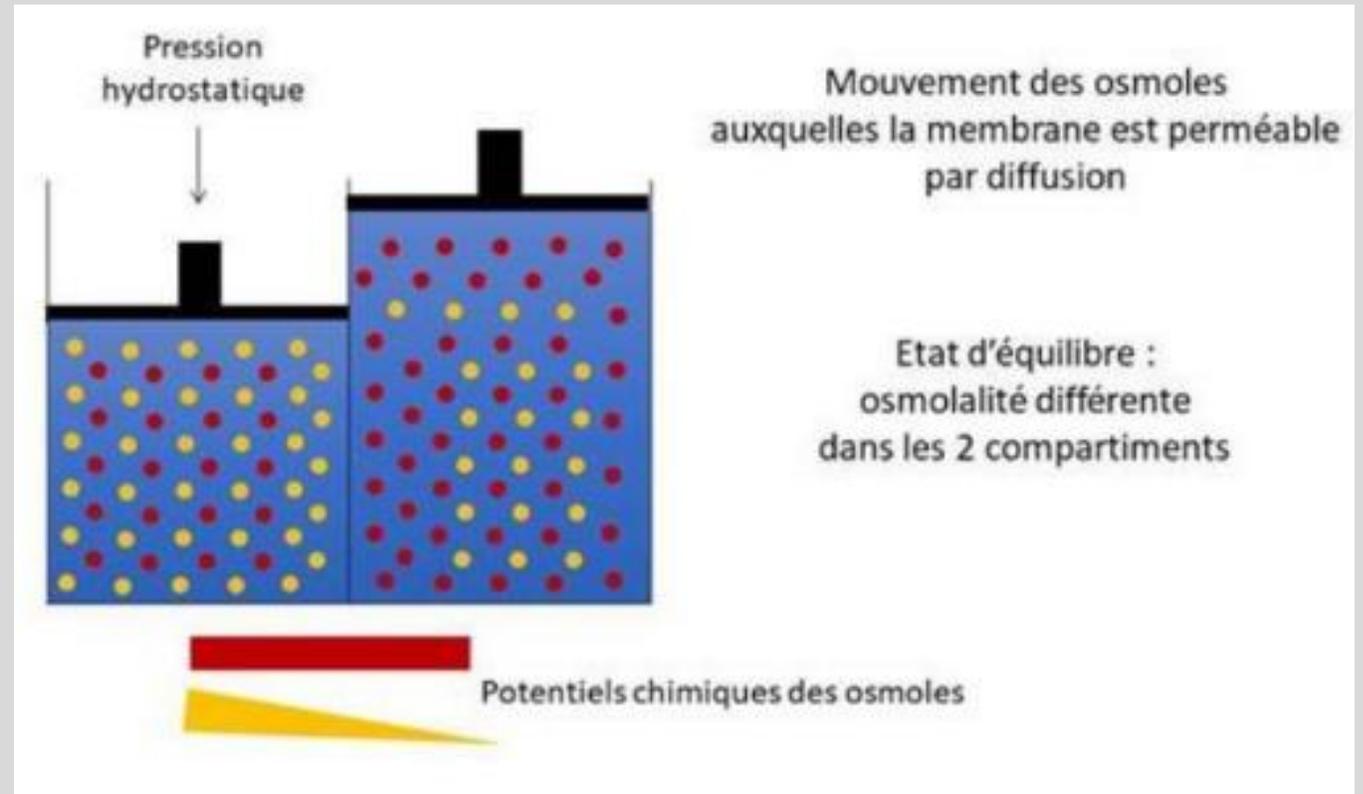
On génère un PC (jaunes)

Suite de la situation précédente

Si on laisse la situation évoluer :

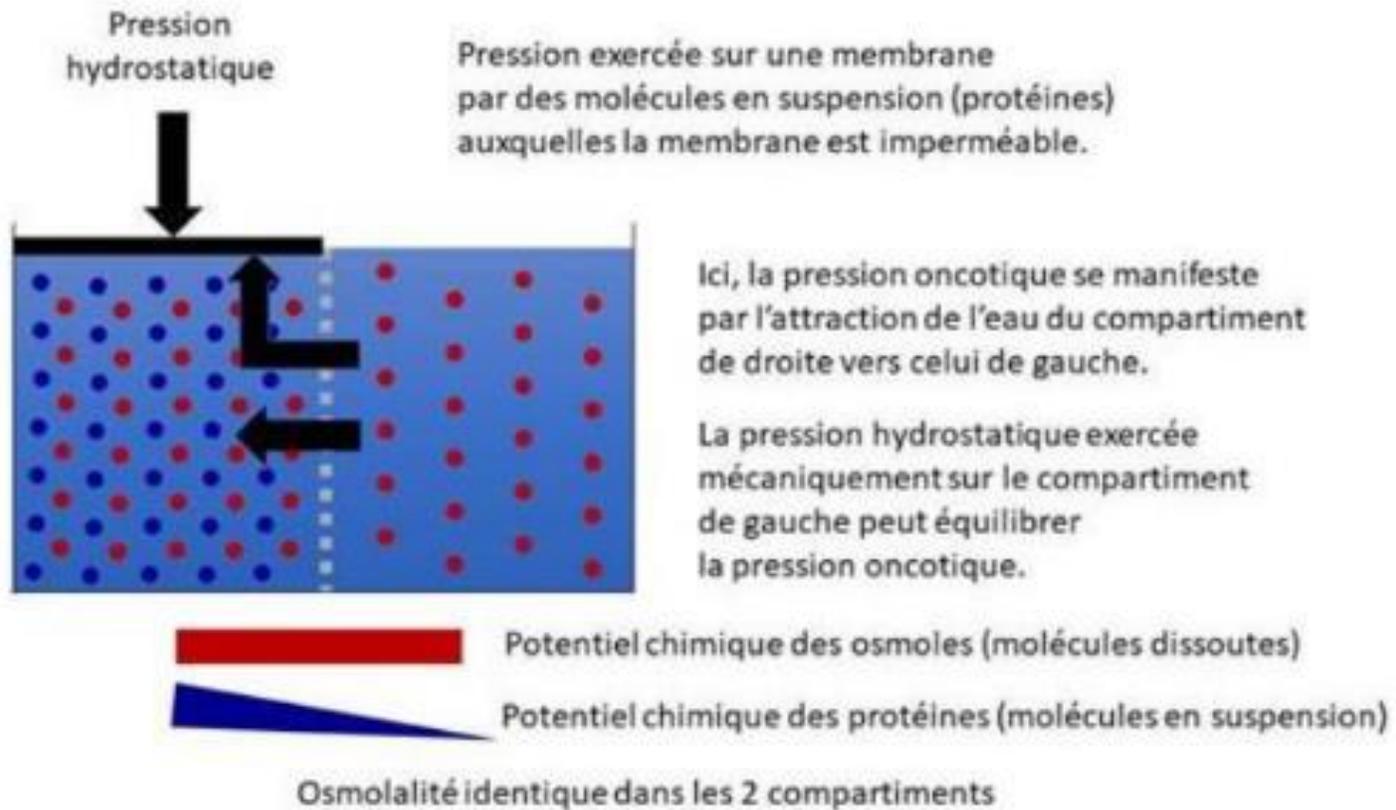
On observe une **diffusion des molécules rouges** de D à G pour **équilibrer le PC** +++

MAIS les **molécules jaunes** gardent **leur PC** car la **membrane est imperméable à ces molécules** !!



En faisant agir conjointement des forces de **convection** et des **forces de diffusion** à travers une **membrane idéale sélective** = on obtient un **état d'équilibre** où **l'osmolalité est \neq entre les deux compartiments** +++

d) Pression oncotique



PC des protéines fort à gauche + PC osmoles équivalent

=

Flux d'eau de droite à gauche.

Si on exerce une *pression hydrostatatique* sur le compartiment de D = on génère un **flux opposé** = l'eau ne passe plus car elle est repoussée par la pression hydrostatatique +++

CONCLUSION

- ♥ Les compartiments de l'organisme contiennent des **substances dissoutes ou/et en suspension** séparées par des **membranes biologiques**.
- ♥ Les forces mises en jeu pour les échanges osmolaires entre les compartiments sont les **pressions hydrostatique, oncotique et osmotique**.



QCM TIME LES
APPRENTIS SORCIERS
!!!!

RDV SUR SOCRATIVE

Nom de la salle :
PHYSIOLOVER



QCM 1 : A propos du cours Potentiel chimique, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) La filtration correspond au passage d'eau et de molécules en solution ou en suspension à travers une membrane sélective
- B) L'ultrafiltration correspond au passage d'eau et de molécules en solution à travers une membrane non sélective
- C) Une membrane sélective est une membrane qui retient un certain nombre de composés d'un côté de la membrane
- D) La force motrice de la convection est la l'agitation thermique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 1 : A propos du cours Potentiel chimique, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) La filtration correspond au passage d'eau et de molécules en solution ou en suspension à travers une ~~membrane sélective~~
- B) L'ultrafiltration correspond au passage d'eau et de molécules en solution à travers une ~~membrane non sélective~~ **SELECTIVE**
- C) Une membrane sélective est une membrane qui retient un certain nombre de composés d'un côté de la membrane
- D) La force motrice de la convection est la ~~l'agitation thermique~~ **PRESSION HYDROSTATIQUE** \Rightarrow l'agitation thermique c'est pour la diffusion
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos de la sélectivité de la membrane, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Une membrane sélective laisse passer n'importe quelle molécule
- B) Si une membrane est imperméable au chlore, les molécules de chlore ne pourront pas diffuser à travers la membrane et il y aura formation d'un potentiel chimique
- C) Si une membrane est imperméable au chlore, les molécules de chlore ne pourront pas diffuser à travers la membrane et aucun potentiel chimique n'apparaîtra
- D) Si une membrane est imperméable au chlore, les molécules de chlore pourront diffuser à travers la membrane et il y aura formation d'un potentiel chimique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos de la sélectivité de la membrane, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Une membrane sélective ~~laisse passer n'importe quelle molécule~~
- B) Si une membrane est imperméable au chlore, les molécules de chlore ne pourront pas diffuser à travers la membrane et il y aura formation d'un potentiel chimique
- C) Si une membrane est imperméable au chlore, les molécules de chlore ne pourront pas diffuser à travers la membrane ~~et aucun potentiel chimique n'apparaîtra~~
- D) Si une membrane est imperméable au chlore, ~~les molécules de chlore pourront diffuser à travers la membrane~~ et il y aura formation d'un potentiel chimique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

VISUALISER LES SCHEMAS !!! La clé c'est la compréhension et la visualisation 😊

FIN !!!!!!!!!!!

Merci pour votre attention ♥



Vous et le PC unis pour la viiiiie ♥