

Transport Facilité

TD

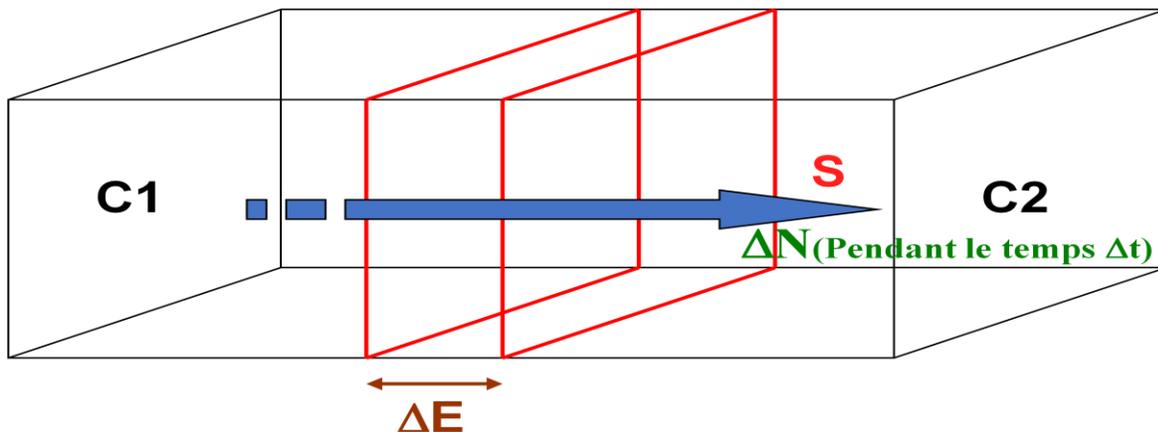
Le **transport facilité** est un transport qui ne nécessite pas de l'énergie pour avoir lieu. Mais, il ne faut pas le confondre avec une **diffusion simple**, car ces deux phénomènes présentent des **cinétiques différentes** :

- la diffusion simple vérifie la **loi de Fick** :

$$dn_i = -D_i \cdot S \cdot dC_i / dx \cdot dt$$

Loi de FICK

Quand on a 2 compartiments de concentrations différentes, C_1 et C_2 , avec $C_1 > C_2$ (ΔC) et séparés par une membrane semi perméable d'épaisseur ΔX et de surface S :



ΔN : **Quantité** de **soluté** traversant la surface membranaire **A** pendant le temps Δt

Δt : **Temps** de **diffusion** du soluté d'un point à un autre

Δx : **Distance** (**épaisseur membrane**)

ΔC : **Différence** de **concentration** entre les 2 compartiments C_1 et C_2

On sait que le **flux net** d'une substance se fait du compartiment de **forte concentration** vers le compartiment de **faible concentration**.

Ce fluxnet peut être déterminer par la **Loi de Fick**

$$d(C_1 - C_2) / dt = - K' (C_1 - C_2) ; \text{ avec } K' = K S/E$$

K : coefficient de diffusion, **S** : section de la membrane, **E** : épaisseur de la membrane

⇒ Ce qui veut dire en d'autres termes que la **variation de la différence de concentration par unité de temps est proportionnelle au gradient de concentration**

Sur la base de ces données, on peut déterminer le **flux** d'une substance à travers une membrane, qui est la quantité de substance ΔN qui migre en un temps Δt à travers une surface **S** de membrane

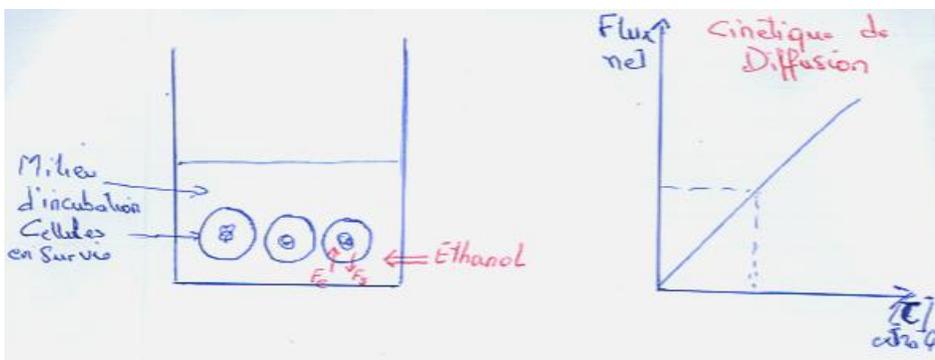
$$J = \frac{\Delta N}{\Delta t \cdot S} \quad \text{Mol. m}^{-2}\text{s}^{-1}$$

L'**épaisseur** de la membrane est difficile à connaître. Alors, on **associe** au terme **coefficient de diffusion D** ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$), un **coefficient de perméabilité K**, ce qui permet d'écrire :

$$K = \frac{D}{\Delta x} \rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = - D \cdot S \frac{\Delta C}{\Delta E} \rightarrow J = K \cdot \Delta C$$

le **signe -** est introduit pour tenir compte du fait que **flux et gradient de concentration sont de signes opposés**, le **flux** s'établissant vers la **concentration la plus faible**

Ex. • le cas de cellules en survie dans un milieu contenant de l'**éthanol**. Le flux net de ce dernier est égal au flux entrant moins le flux sortant et est proportionnel à la concentration extracellulaire de l'éthanol :



$$F_e = P_d \cdot A \cdot C_{ext}$$

$$F_s = P_d \cdot A \cdot C_{int}$$

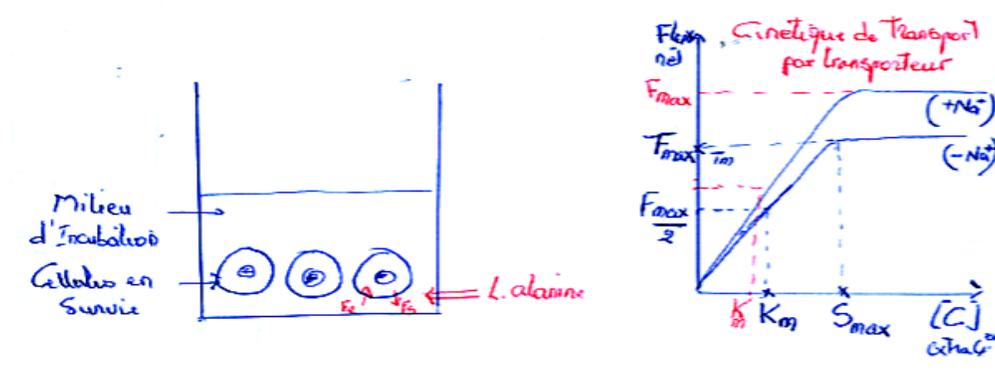
⇒

$$|F_n| = |F_e - F_s|$$

$$F_n = F_e - F_s = P_d \cdot A \cdot (C_{ext} - C_{int}) \quad \text{de la forme : } Y = aX \quad \text{équation de droite}$$

P_d : coef. De diffusion ; A : aire de la membrane

- Même expérience, mais avec la **L-alanine** au lieu de l'éthanol :



La courbe passant par l'origine s'incurve et devient asymptote. Donc présence d'un **seuil max (Smax)**

S_{max} : la **concentration** de la substance dans le milieu qui détermine la limite des capacités de transport. \Rightarrow **Nombre limité de transporteurs**

T_m : la **Taux maximum** de la substance que peuvent prendre en charge les transporteurs membranaires

Et surtout quand on fait $F_{max}/2$; puis on projette sur la courbe et ensuite sur l'axe des abscisses, on identifie la valeur **Ka** qui représente la **constante d'affinité** (équivalente à la **constante michaelis-menten Km**)

Dans le cas de cette cinétique, la **loi de Flick** ne se vérifie qu'aux **concentrations très faibles**. Alors qu'aux **fortes concentrations**, d'autres paramètres entrent en jeu.

- ✓ Quantitativement, le flux suit la relation de Michaelis-Menton (enzyme-substrat)

$$F_n = (F_{max} \cdot C_s) / (K_m + C_s)$$

F_n : Flux net ; F_{max} : Flux maximum ; C_s : conc. de la subst. transportée dans le milieu extraC. ; K_m : conc. pour laquelle le flux égal à la moitié du flux max. Elle caractérise la cinétique. Plus K_m est faible, plus le transport est important (c'est l'**affinité** vis-à-vis du **soluté**). Plus l'**affinité** est grande, plus le flux est grand aux faibles concentrations et inversement.

Cinétique Michaelis-Menton

De manière générale : $|F_n| = |F_e - F_s|$

$$\Rightarrow |F_n| = |(F_{\max \text{ entrant}} \cdot C_{\text{ext}}) / K_m + C_{\text{ext}} - (F_{\max \text{ sortant}} \cdot C_{\text{int}}) / K_m + C_{\text{int}}|$$

Pour les **faibles concentrations internes et externes, les flux max à peu près égaux**, K_m étant la même. On met alors F_{\max} / K_m en facteur et dans ces conditions on a : $C_{\text{int}} / 1 + C_{\text{int}} \approx C_{\text{int}}$

La relation devient
$$|F_n| = |(F_{\max}) / K_m \cdot (C_{\text{ext}} - C_{\text{int}})|$$

F_{\max} / K_m peut être assimilé à une **constante** et la relation devient identique à la **loi de Fick (équation de droite)** et donc ne s'applique qu'aux **faibles concentrations** \Rightarrow Assimilable à la **cinétique de diffusion simple**.

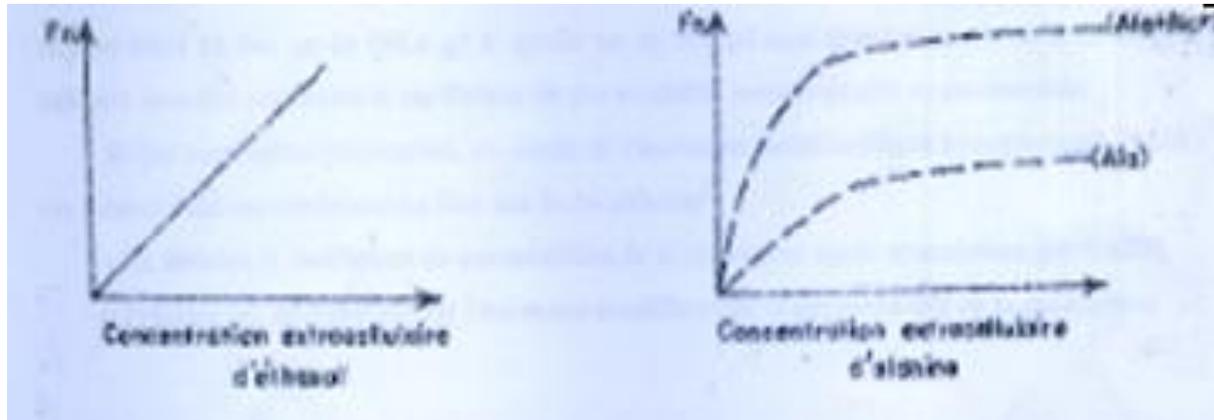
✓ **Aux fortes concentrations**, il y a saturation et la **loi de Fick** ne **s'applique plus**. C'est toute la relation qui doit être prise en considération pour faire les calculs :

$$|F_n| = |(F_{\max \text{ entrant}} \cdot C_{\text{ext}}) / K_m + C_{\text{ext}} - (F_{\max \text{ sortant}} \cdot C_{\text{int}}) / K_m + C_{\text{int}}|$$

Exo.1/

Afin d'étudier les modalités de transport de l'**éthanol** et de l'**alanine** à travers la **membrane plasmique** d'une cellule, on a préparé deux cuves de culture cellulaire contenant chacune des cellules en survie. Dans une première cuve, on a introduit dans le **milieu extracellulaire** de l'**éthanol**, dans la deuxième cuve on a introduit de l'**alanine**.

La détermination des **flux nets (Fn)** en fonction de la **concentration extracellulaire** dans les deux conditions a donné les graphiques suivants :



L'addition de **Na⁺** dans les deux cuves ne change rien aux modalités de transport de l'**éthanol**. Par contre, dans la cuve contenant de l'**alanine**, le **flux entrant (Fe)** passe de **1,20 μmole/h/cm²** à **2,20 μmole/h/cm²**, alors que le flux sortant ne change pas et reste égal à **0,20 μmole/h/cm²**.

a/ **Commentez les deux graphiques** ci-dessus et en déduire, en justifiant vos réponses, les **modalités de transport** dans chacune des 2 conditions. ?

b/ Calculez le **flux maximum (Fmax)** en **présence** de **Na⁺**, sachant que la concentration initiale du milieu extracellulaire était de **4 10⁻⁴ mole/l** et **Km** égale à **10⁻⁴ mole/l**. ?

Exo2/

Soit une solution d'**hémoglobine (Hg)** de **concentration molaire C_m = 2 10⁻⁴ mole/l** dans le **compartiment 1**, qui diffuse à travers une membrane de surface **S = 5cm²** jusqu'à une **concentration molaire de 8 10⁻⁵ mole/l** dans le **compartiment 2**.

Déterminez la **quantité de matière m** qui s'est déplacée de **3cm** pendant **5mn** ?

On donne **D_{Hg} = 6,9 cm²/s**, **M_{Hg} = 68 kg/mole**

REPONSES**Exo.1/**

a/ Dans le cas de l'**éthanol**, il s'agit d'une **diffusion simple**. On applique alors la **loi de Fick** pour déterminer le **flux net**. Dans ces conditions, il est égal aux flux entrant moins le flux sortant et est proportionnel à la concentration extracellulaire de l'éthanol :

$$F_n = F_e - F_s = P_d \cdot A \cdot (C_{\text{ext}} - C_{\text{int}})$$

P_d : coef. de diffusion ; **A** : aire de la membrane

b- $F_{\text{max}} = 2,75 \mu\text{moles/h/cm}^2$

Exo.2 $\Delta m = 2,82 \mu\text{g}$