Propriétés colligatives des solutions

1. Pression Osmotique

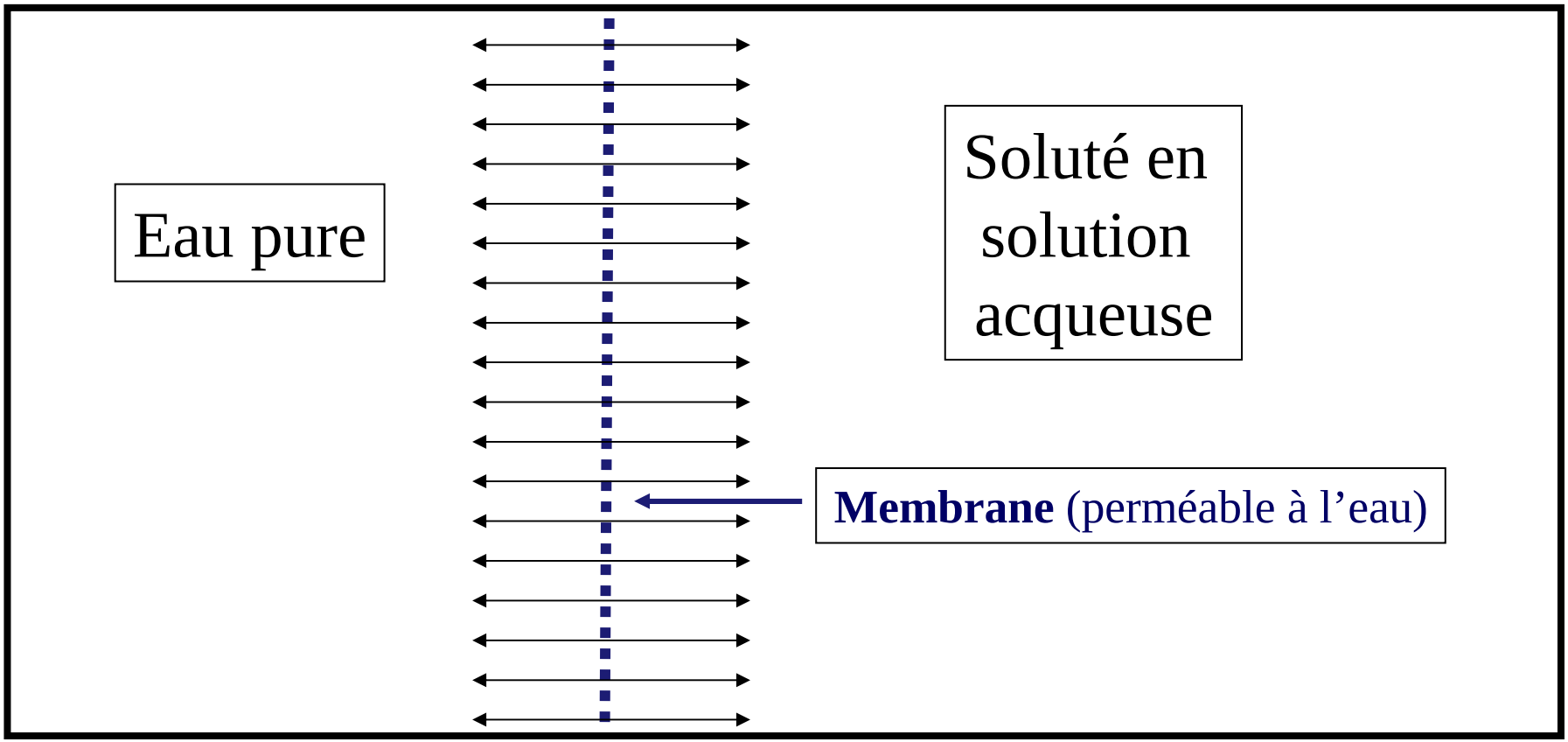
2. Cryoscopie

Déplacements moléculaires

voir

RAPPELS

1. Pression osmotique



Diffusion et Convection du solvant à travers une membrane

- **Transfert diffusif** (« transfert osmotique »)
  (de l'eau)

gradient d'**osmolalité**

et

- **Transfert convectif**

gradient de **P** ***Hydrostatique***

- Membrane perméable à l'eau :
  pas de pression exercée sur la membrane

- La pression exercée par le soluté S sur la membrane dépend de sa perméabilité à S :

  – si **perméabilité** complète : la pression osmotique de la solution est nulle

  – si **imperméabilité** complète : **P *osmotique* π**

$$\boxed{\pi = \frac{n\,RT}{V} = RT\,\underbrace{c_{\text{osm}}}}$$

Osmolalité des molécules qui ne peuvent pas traverser la membrane

« osmotiquement efficaces »

Cas de plusieurs solutés qui ne peuvent pas traverser la membrane **« osmotiquement efficaces »**

$$\pi = \left(\sum n_i\right)\frac{RT}{V} = RT\underbrace{\sum c_{\text{osm, i}}}_{\textbf{Osmolalité totale}}$$

P_{osm} de la solution $= \Sigma\, P_{osm}$

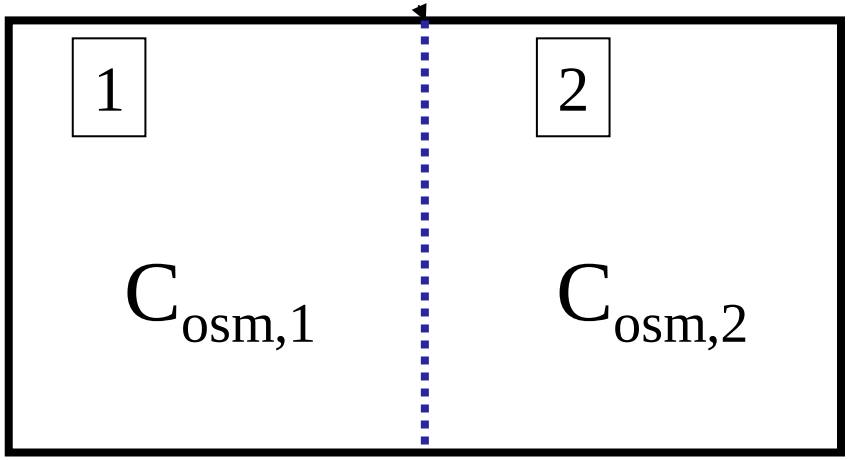
[dues à chacun des solutés]

Loi de *Van't Hoff* : solutions idéales (diluées)

$$\pi = RT\sum c_{\text{osm, i}} = RT\, C_{\text{osm}}$$

Membrane hémi-perméable

- perméable à l'eau
- imperméable à tous les solutés



$$\pi_i = RT\, C_{\text{osm, i}}$$

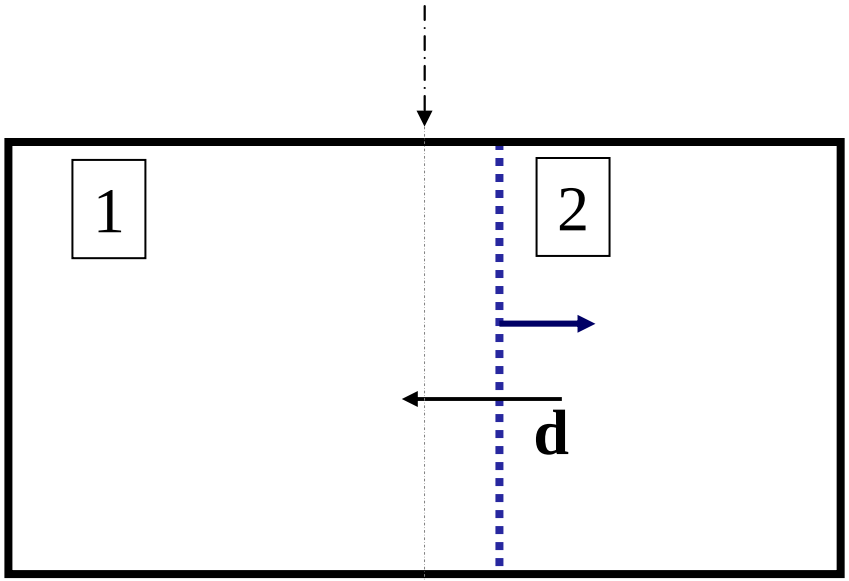
La situation d'équilibre dépend des conditions :

P = Cte : ($\mathbf{V}_i$ varie)

l'eau diffuse (**d**)

[flux volumique net $\neq \mathbf{0}$]

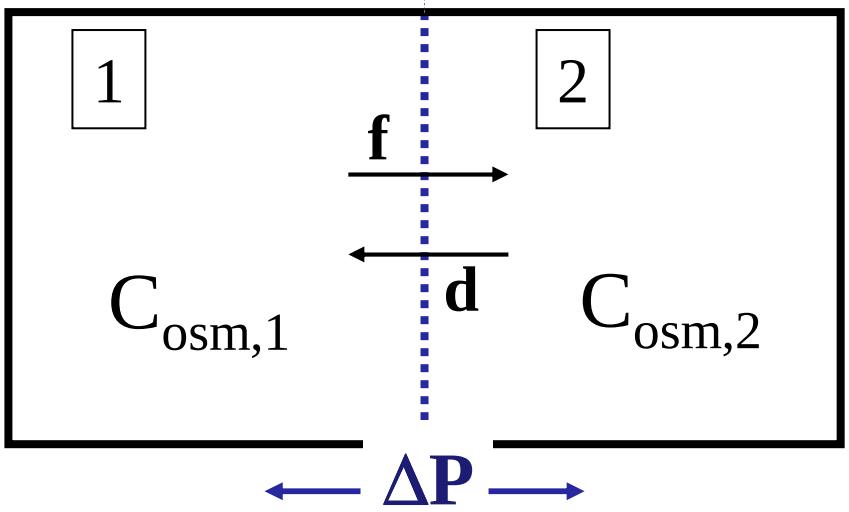
$$\longrightarrow \quad \boxed{C_{osm,1} = C_{osm,2}}$$



V = Cte : ($\mathbf{P}_i$ varie)

$$\longrightarrow \quad \boxed{Q_{\mathbf{d}} + Q_{\mathbf{f}} = 0}$$

[flux volumique net nul]



Flux osmotique $\mathbf{Q_d}$ Flux de filtration $\mathbf{Q_f}$

$$\mathbf{Q_d + Q_f = 0}$$

$$\left(RT\, b_{H_2O}.V_{H_2O}.S\,\frac{dC_{osm}}{dx}\right) + \left(-b_{H_2O}.V_{H_2O}.S\,\frac{dP}{dx}\right) = 0$$

(voir **RAPPELS**)

$$\Rightarrow \Delta P = RT\,\Delta C_{osm} = \pi_2 - \pi_1$$

différence de **P** hydrostatique

différence de **P** osmotique

La **pression osmotique** d'une solution représente la différence de **pression hydrostatique** qui annule le flux volumique de solution à travers la membrane

Mise en évidence de la pression osmotique

variation de volume <u>et</u> de pression

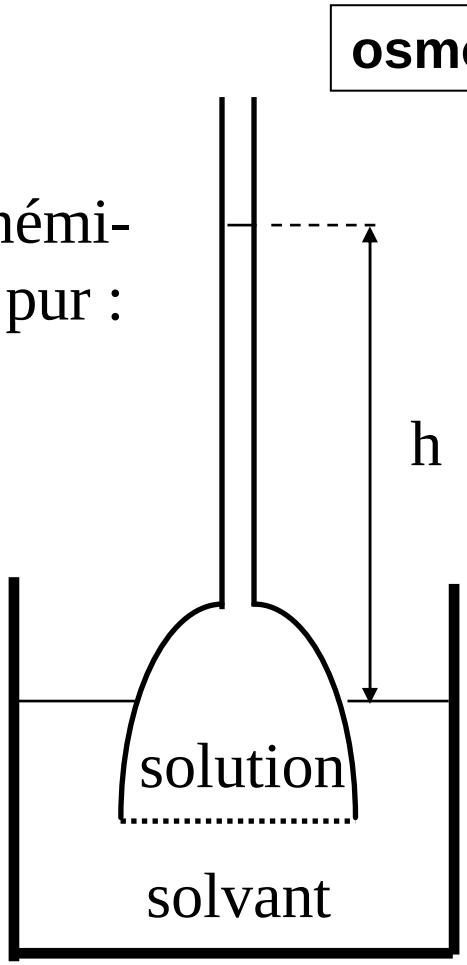
$$\Delta \mathbf{h} \longrightarrow \Delta \mathbf{P} \; (= \rho . g . \Delta h)$$

Pression osmotique à travers une membrane hémi-perméable d'une solution contre le solvant pur :

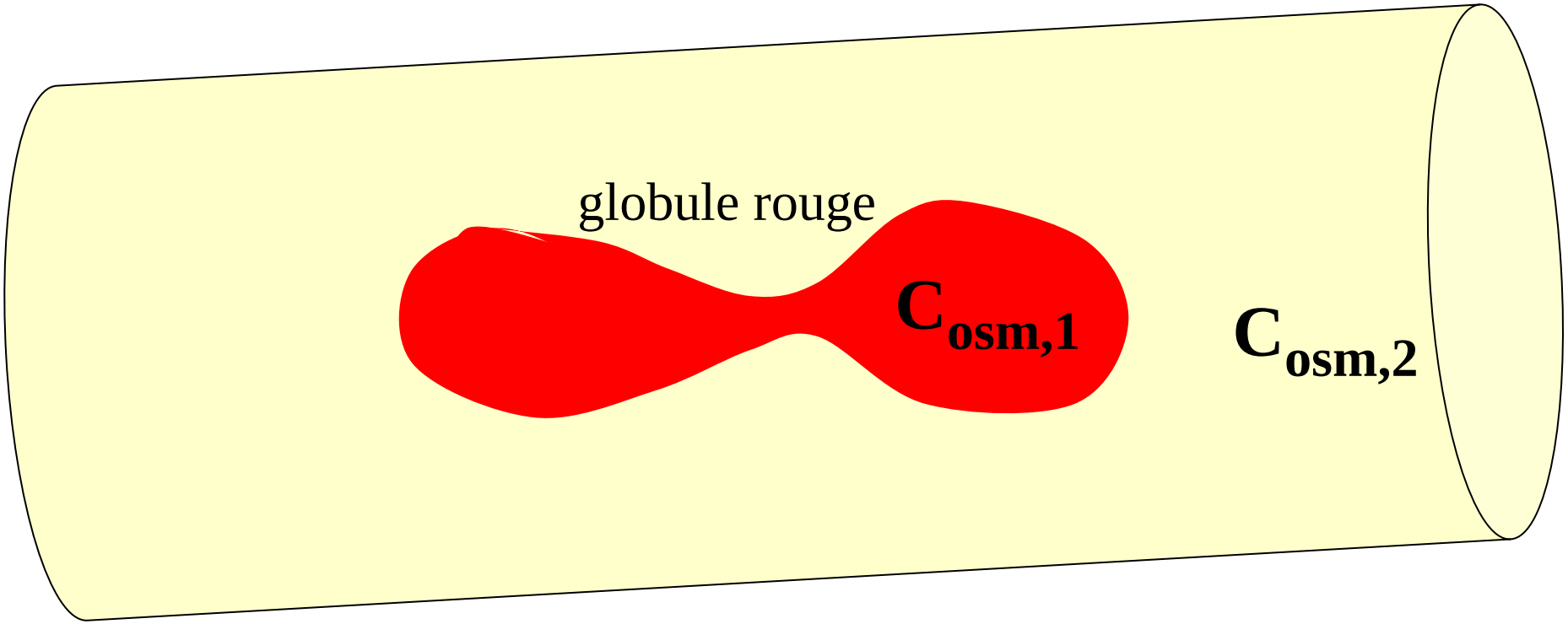
$$\pi = \mathbf{h}\, \rho\, \mathbf{g}$$

$$\pi = \mathbf{RT.}\, \Delta \mathbf{C_{osm}}$$

ex : 2 mosm/l ; 27℃ :
8,32. 300 . 2 = 5000 Pa
~ 50 cm d'eau

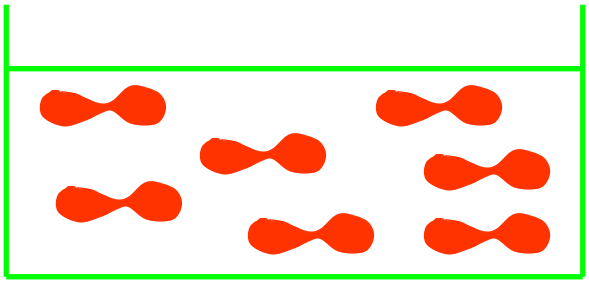


Application n°1 : l'**hémolyse**

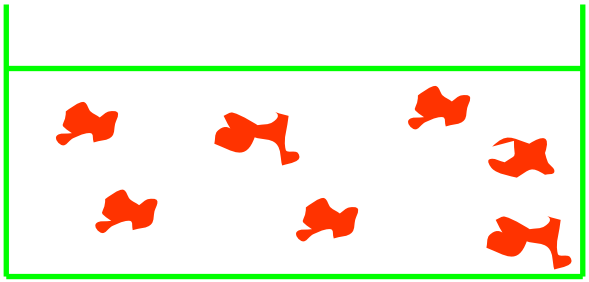


$\longrightarrow$ $\boxed{C_{osm,1} = C_{osm,2}}$ (P = Cte)

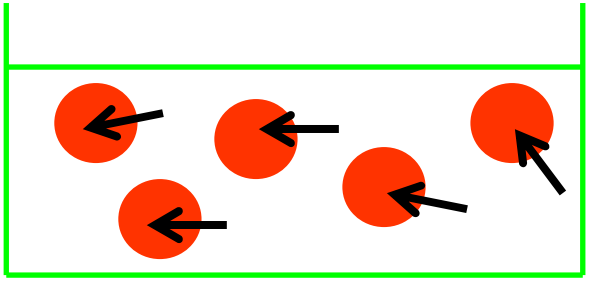
dans solution **isotonique**



dans solution **hypertonique**



dans solution **hypotonique**



pas de différence de pression hydrostatique entre la solution et l'intérieur du globule rouge

dans solution (**très**) **hypotonique**

augmentation de la pression hydrostatique à l'intérieur du globule rouge

dans solution (**très**) **hypotonique**

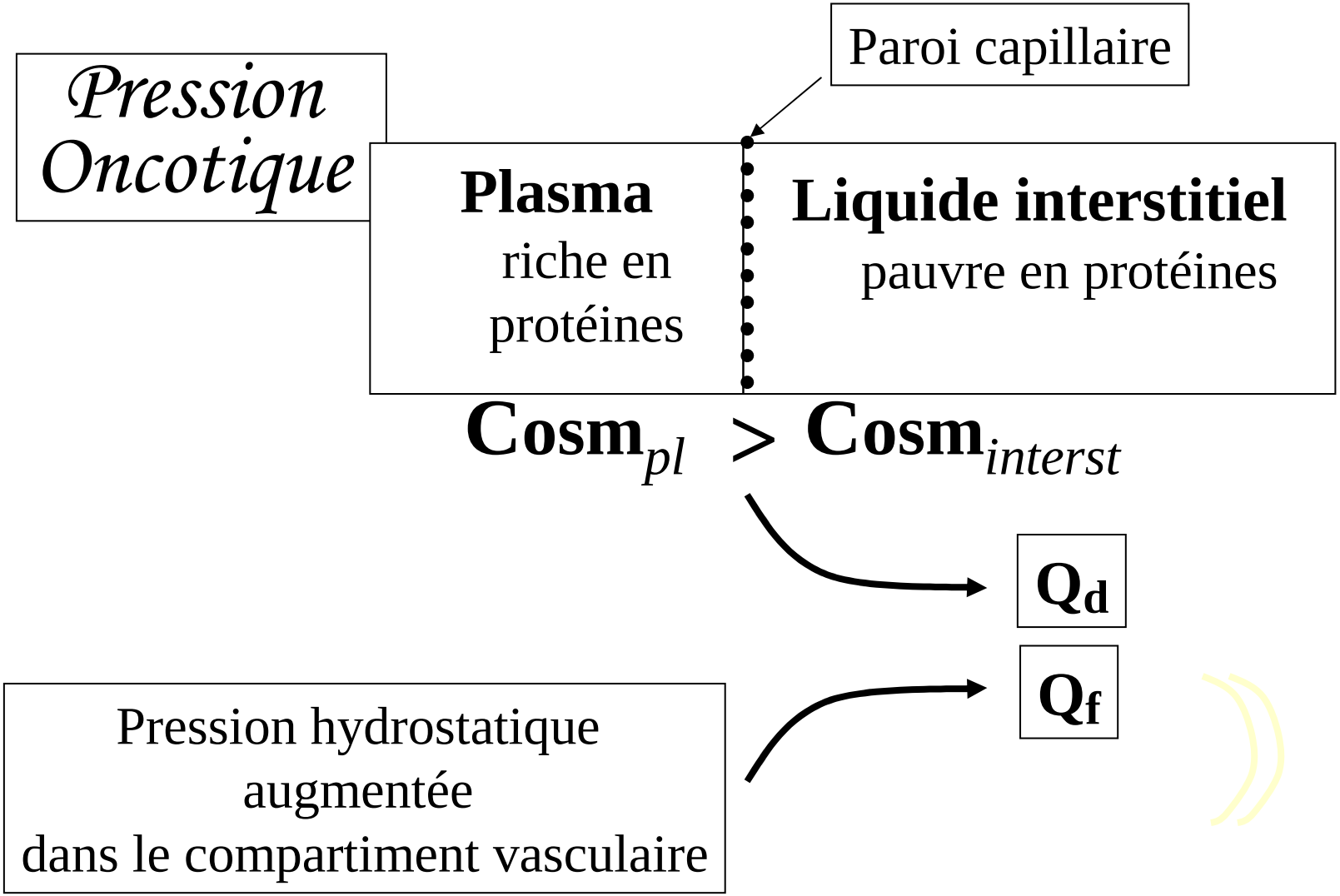
Gonflement

hémolyse

augmentation de la pression hydrostatique
à l'intérieur du globule rouge

flux de filtration

Application n°2 : la **volémie**

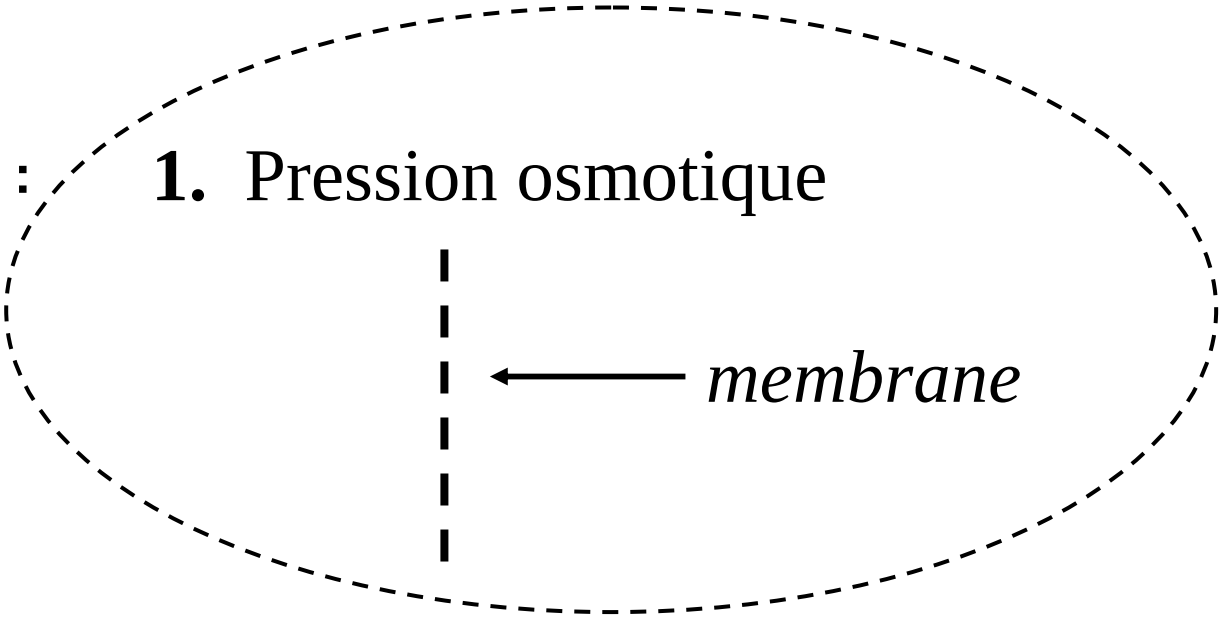


Propriétés colligatives des solutions (suite) :

2. Cryoscopie

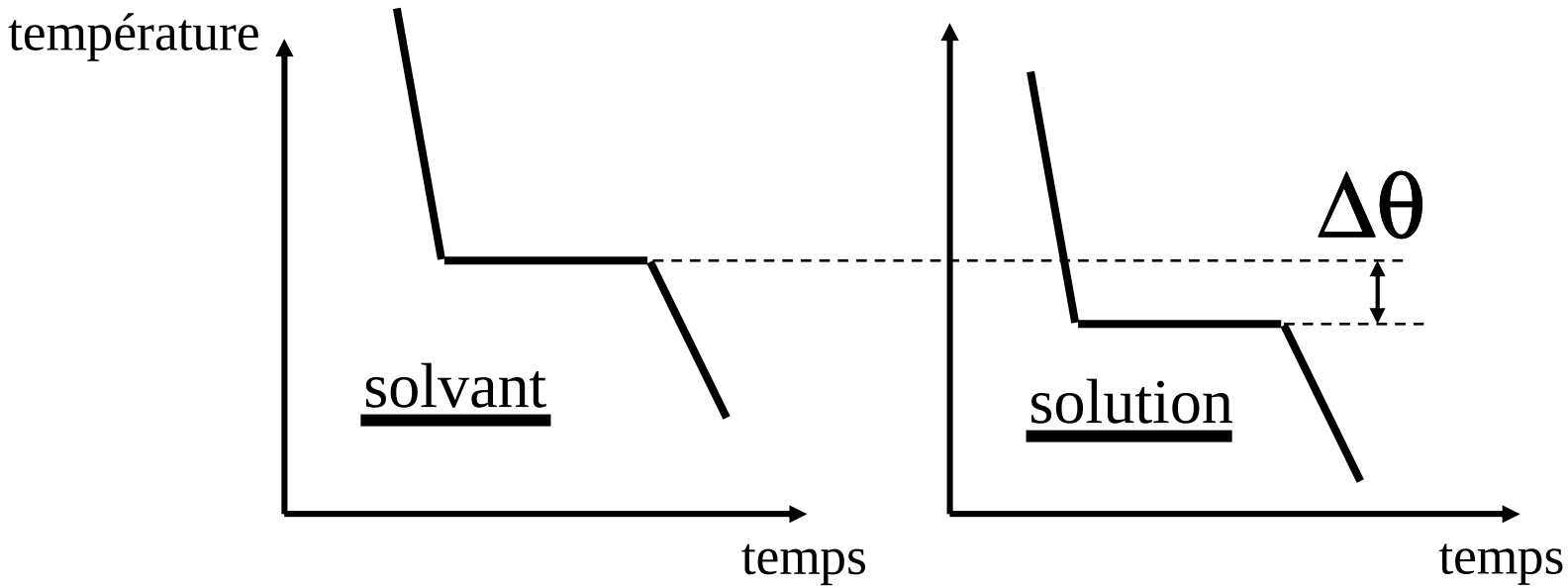
interface *non membranaire* liquide-solide

RAPPEL : **1.** Pression osmotique



Abaissement cryoscopique $\Delta\theta$

abaissement de la température de congélation
d'une solution par rapport à celle du solvant pur



$\Delta\theta$ proportionnel à l'osmolalité totale

$$\Delta\theta = \mathbf{K \cdot C_{osm}}$$

K *cte cryoscopique* du solvant

pour l'eau : $K = \frac{RT_{cong}^{2}}{L_f} = 1{,}86 \left(\frac{osm}{l}\right)^{-1}$

– Le sérum normal gèle à – 0,56°C

– Mesure de la T_{cong} du sérum :

$\longrightarrow$ anomalies de l'osmolalité sérique

Mesures d'osmolalités

Loi de *Van't Hoff* : solutions idéales

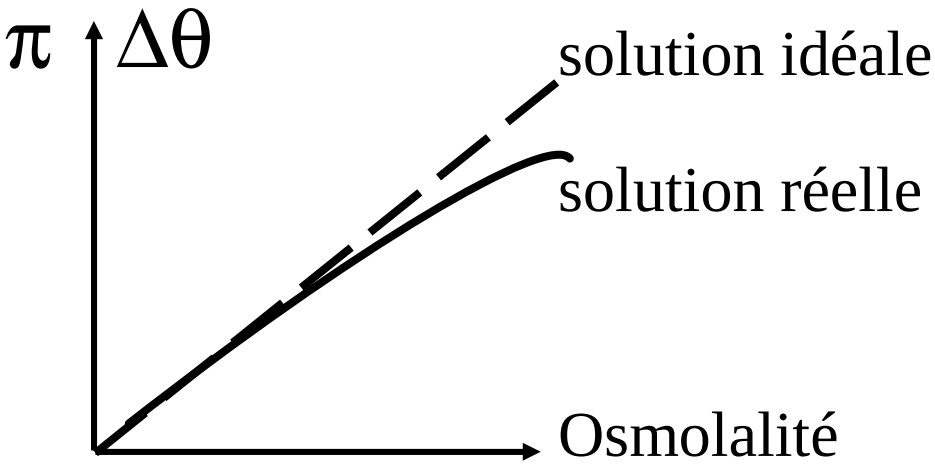
$$\pi = RT \sum c_{\text{osm, i}} = RT\, C_{\text{osm}}$$

Loi de *Raoult* : solutions idéales

$$\Delta\theta = -K \,.\, \mathbf{C}_{\text{osm}}$$

Solutions **réelles** :

Écart par rapport aux solutions **idéales**



Activité osmotique **a** d'une solution :

$$\mathbf{a} = \gamma \,.\, \mathbf{Cosm}$$

ex : $\Delta\theta = K \,.\, a$

coefficient d'activité osmotique γ ($\gamma \leq 1$)

sans dimension, dépend de la nature du soluté et de **C**osm

Domaines d'application

- Mesure de la **Pression osmotique** :
  - Solutés **macromoléculaires**

    Sinon, pression trop grande !

- **Cryoscopie** :
  - Solutés **micromoléculaires**

    Sinon, osmolalité trop faible !