

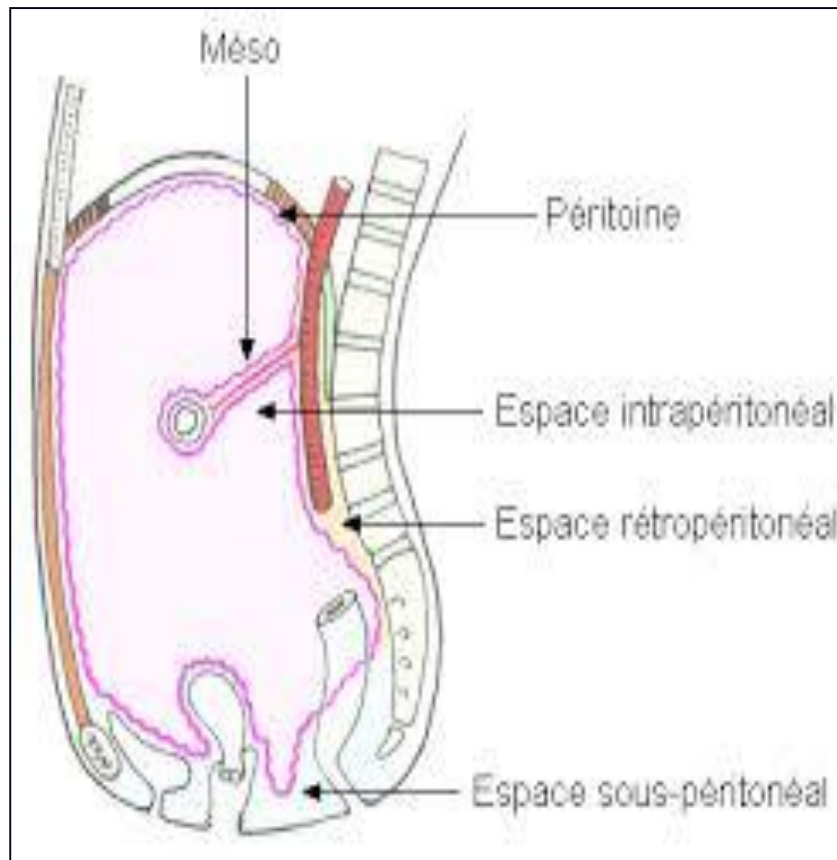
Principes de la dialyse péritonéale

Th Lobbedez

CHU de CAEN

DUTER 2015

La cavité péritonéale



Quelques rappels d'anatomie...

La cavité péritonéale est constituée de deux feuillets

- Viscéral=**90%** de la surface mais **10% du transport**
- Pariétal=**10%** de la surface mais **90% du transport**

Surface du péritoine

■ Surface péritonéale chez l'adulte

- $\frac{\text{surface}}{\text{poids}} = 0.28$
- 2 à 1.72 m²

■ Surface péritonéale chez l'enfant

- $\frac{\text{surface}}{\text{poids}} = 0.38 \text{ à } 0.52$

Vascularisation artérielle du péritoine

- **Péritoine pariétal**

Iliaque, lombaire, intercostal et épigastrique

- **Péritoine viscéral**

Coélique, mésentérique supérieure et inférieure

Débit sanguin= environ 150 ml par minute

Vascularisation veineuse du péritoine

- **Péritoine pariétal**

Veine systémique

[Pas d'effet de premier passage hépatique]

- **Péritoine viscéral**

Veine porte

Vascularisation lymphatique péritonéale

- Lymphatiques terminaux situés dans la partie sous-diaphragmatique du péritoine
- Séparé de la cavité péritonéale par le mésothélium et l'endothélium
- Retour dans la circulation veineuse de 80% du drainage lymphatique péritonéal

La réabsorption lymphatique

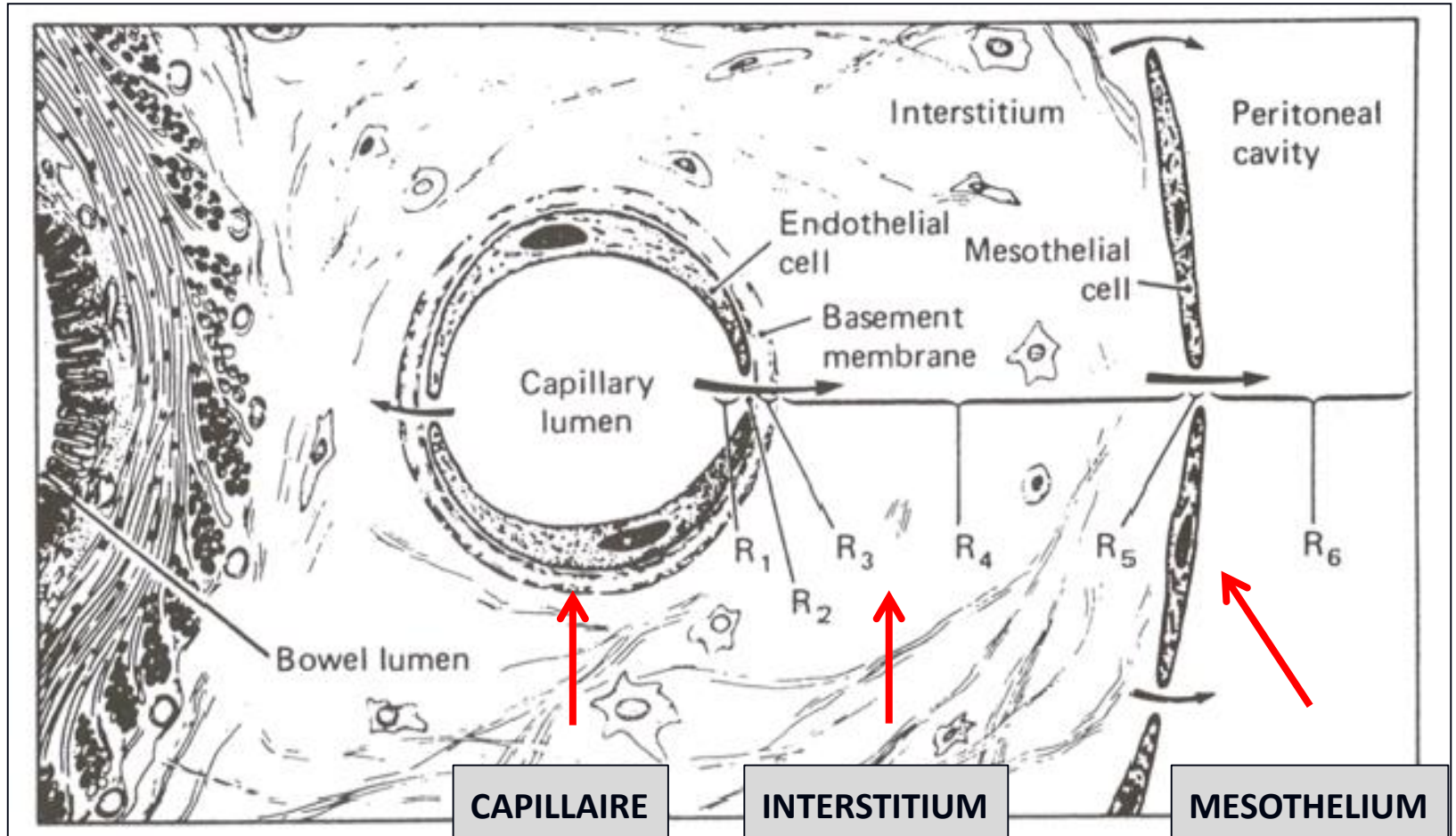
- **Expiration**

- Relaxation diaphragmatique: ouverture des valvules
- Absorption du liquide intrapéritonéal

- **Inspiration**

- Contraction diaphragmatique: fermeture des valvules
- Flux maintenu par valvules lymphatiques efférentes

Structure de la membrane péritonéale



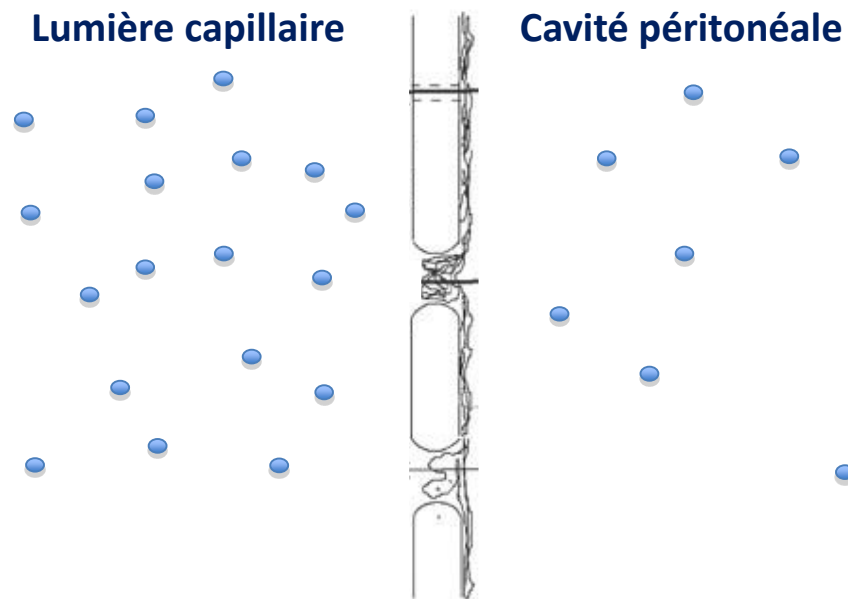
Résistance au transfert diffusif

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6$$



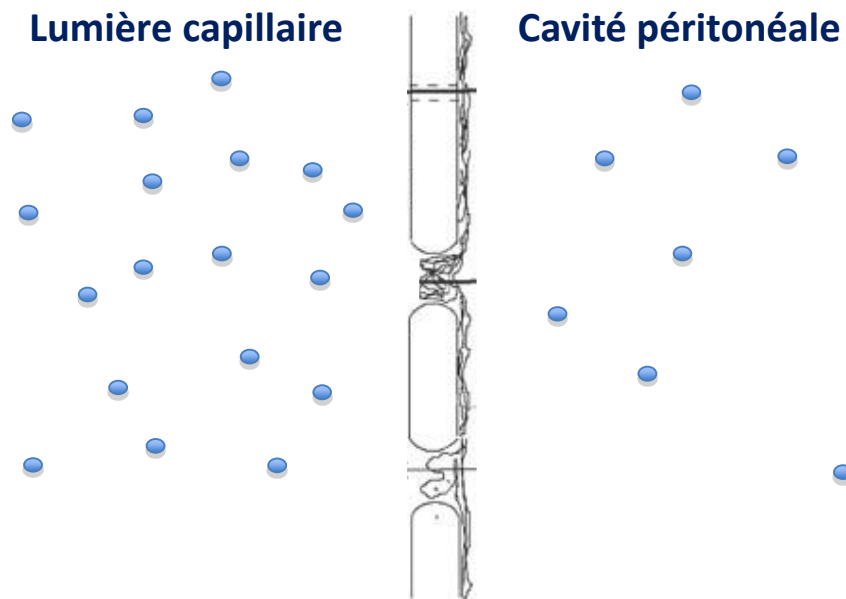
$$R_1 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 0 \text{ donc } R_{TOTAL} = R_2 = R_{capillaire}$$

Les échanges en dialyse péritonéale



- ΔC : Echanges par diffusion
- ΔP : Echanges par convection

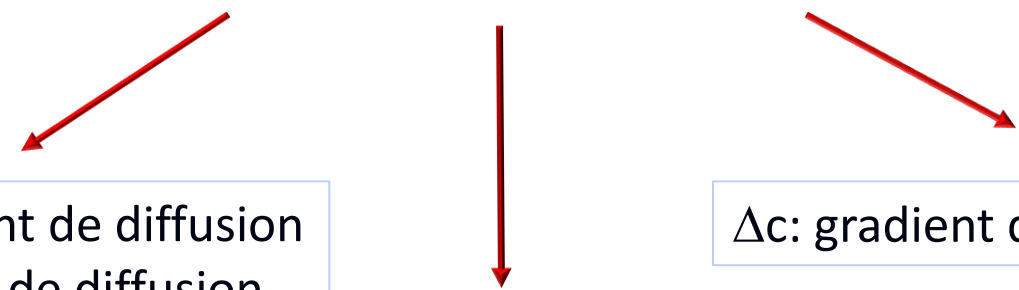
Echanges péritonéaux par **DIFFUSION**



$\vec{J}_s$: Flux de solutés par unité de temps [ΔC]

Echanges péritonéaux par **DIFFUSION**

$$J_s = \frac{D_f}{\Delta x} \times A \times \Delta C$$



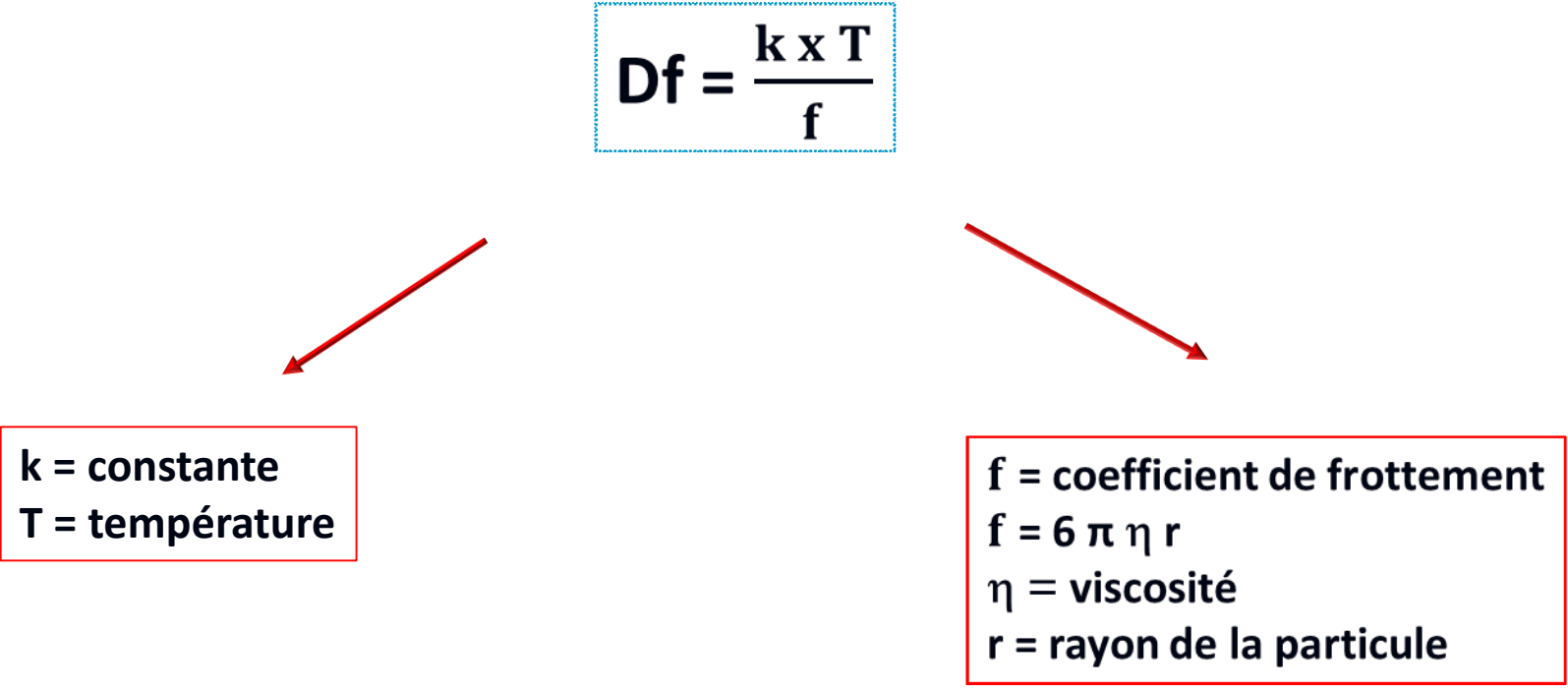
Df: coefficient de diffusion
Δx: distance de diffusion

A: surface

Δc: gradient de concentration

Echanges péritonéaux par **DIFFUSION**

$$Df = \frac{k \times T}{f}$$

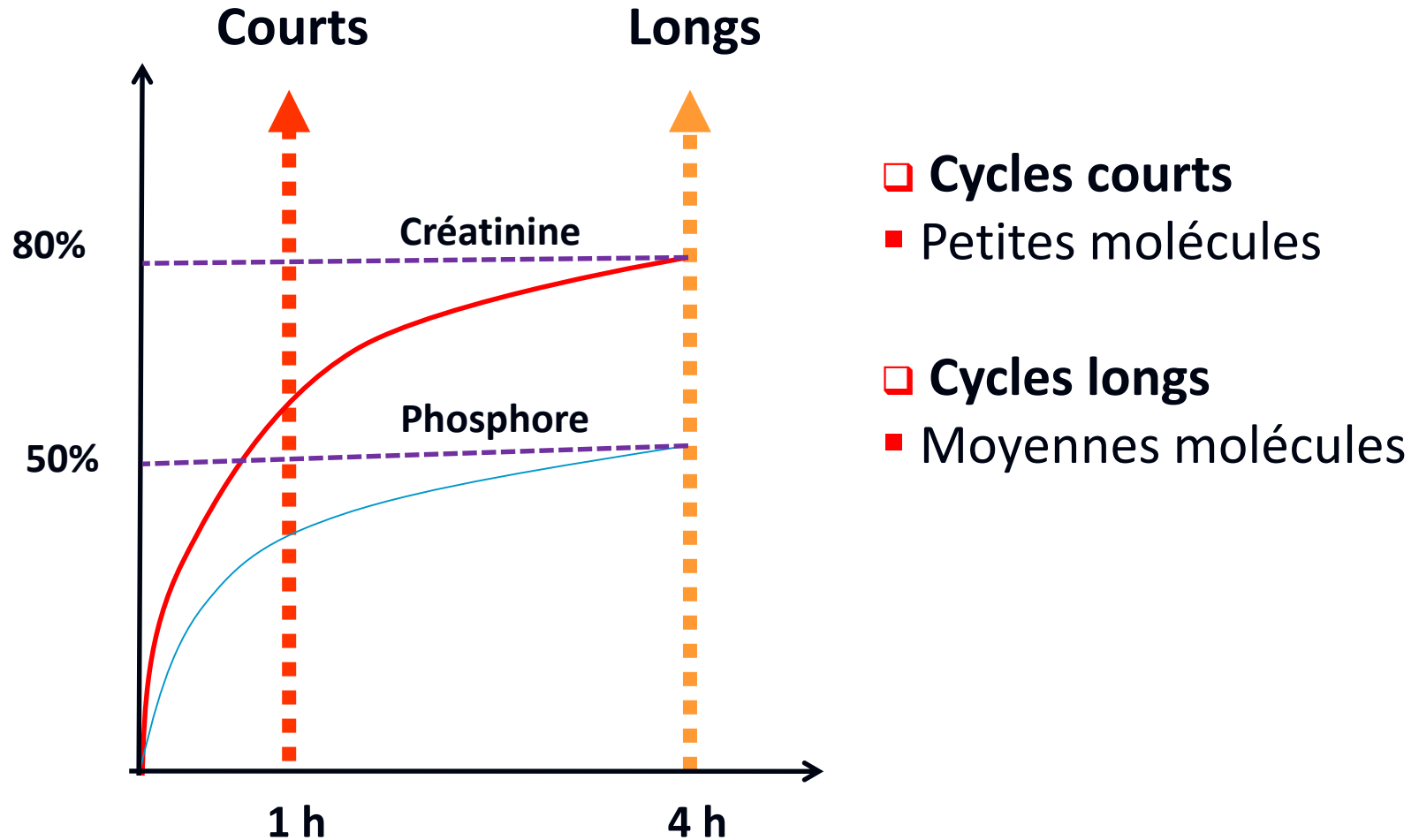


k = constante
T = température

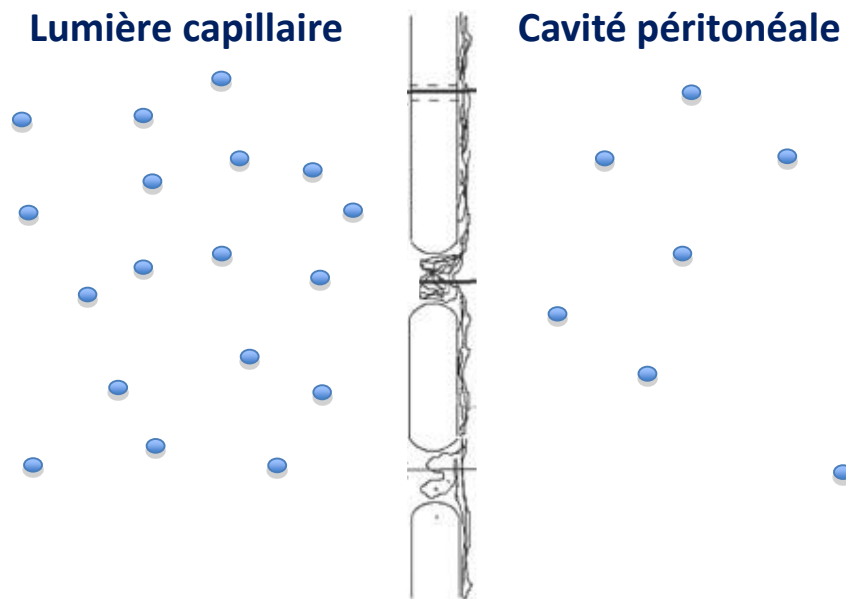
f = coefficient de frottement
f = $6 \pi \eta r$
 η = viscosité
r = rayon de la particule

La diffusion d'une molécule dépend de son PM

La clairance des molécules dépend du temps



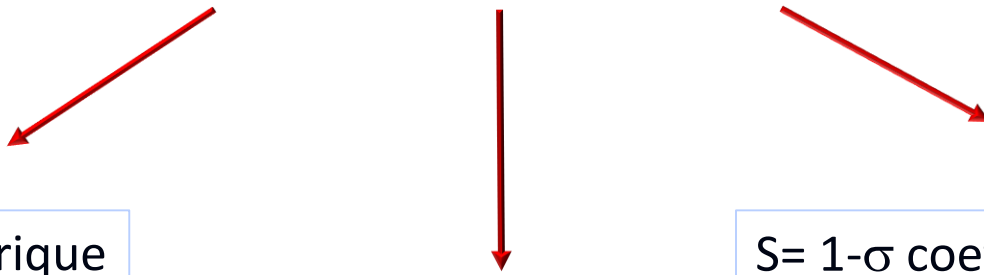
Echanges péritonéaux par **CONVECTION**



$\vec{J}_s$: Flux de solutés par unité de temps [ΔP]

Echanges péritonéaux par **CONVECTION**

$$J_s = J_v \times c \times s$$



J_v : flux hydrique

C : concentration du soluté

$S = 1 - \sigma$ coefficient de tamisage
 σ = coefficient de réflexion

Echanges péritonéaux par **CONVECTION**

σ : coefficient de réflexion

Fraction de pression osmotique que peut exercer un soluté à travers une membrane semi-perméable

s : coefficient de tamisage

Fraction de transport d'un soluté par un solvant à travers une membrane semi perméable

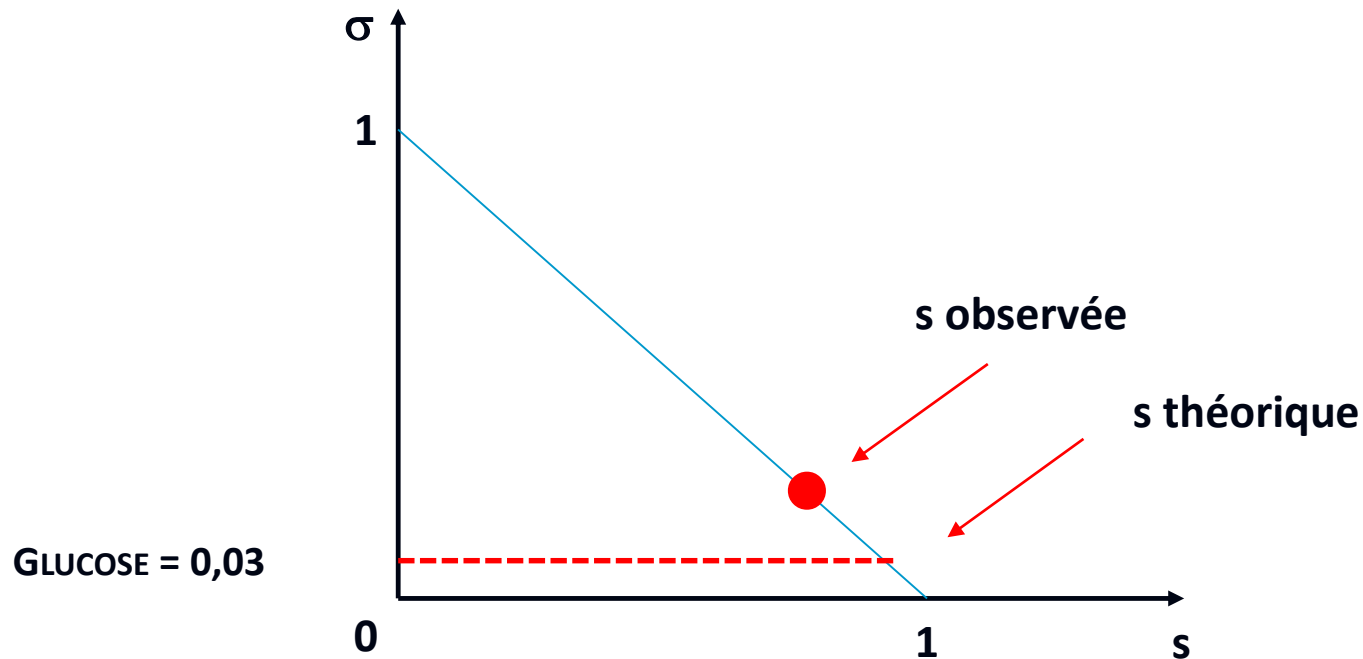
$$s = 1 - \sigma$$

En théorie s et σ sont interchangeables

Echanges péritonéaux par **CONVECTION**

$$s = 1 - \sigma$$

En théorie s et σ sont interchangeables

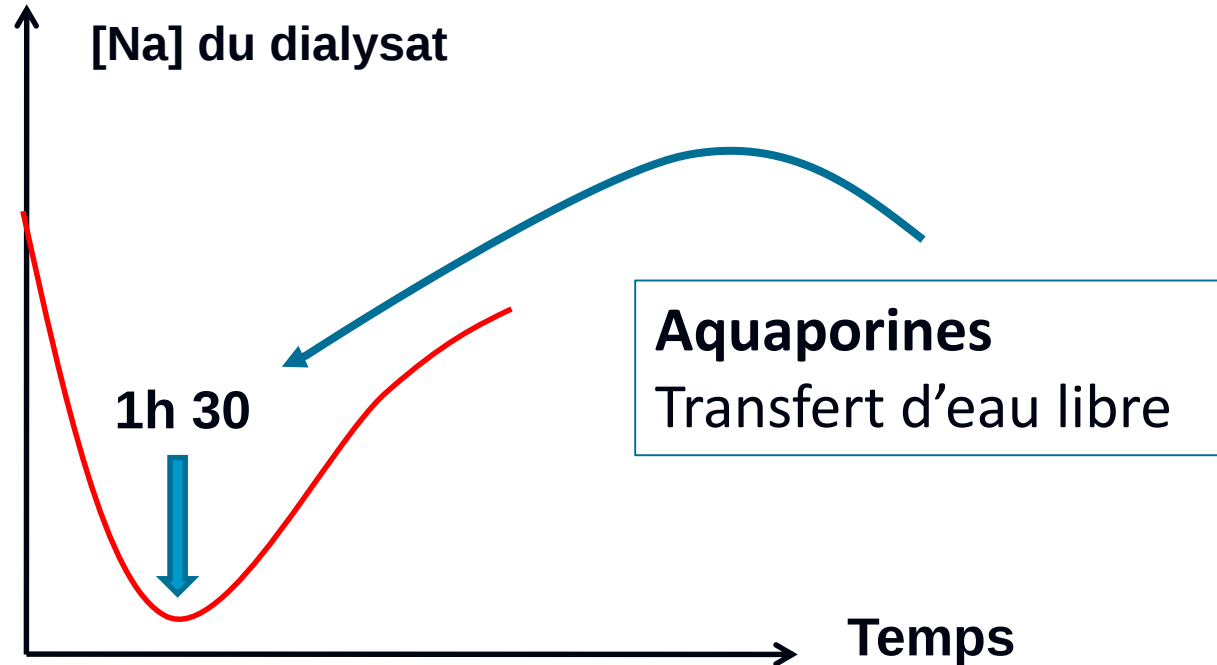


Expression des aquaporines endothéliales



[Image aimablement mis à disposition par J Morelle, Louvain]

Transfert d'eau libre via les aquaporines



- **Réduction du temps de contact**
- L'ultrafiltration est plus importante
- Mais extraction de sodium par litre d'UF moindre

Echanges péritonéaux par **CONVECTION**

Pour le glucose $s < 1 - \sigma$ le péritoine n'est pas une membrane semi-perméable. MODÈLE DES TROIS PORES.

- US pores [3-5 Å] $\longrightarrow$ transport de l'eau
- S pores [40-50 Å] $\longrightarrow$ petites molécules
- L pores [> 150 Å] $\longrightarrow$ macromolécules

Ultrafiltration en dialyse péritonéale

UF = UF TRANSCAPILLAIRE - REABSORPTION LYMPHATIQUE

$$UF = K_{uf} \times [\Delta P - \Delta \Pi] + \tau \Delta \theta$$



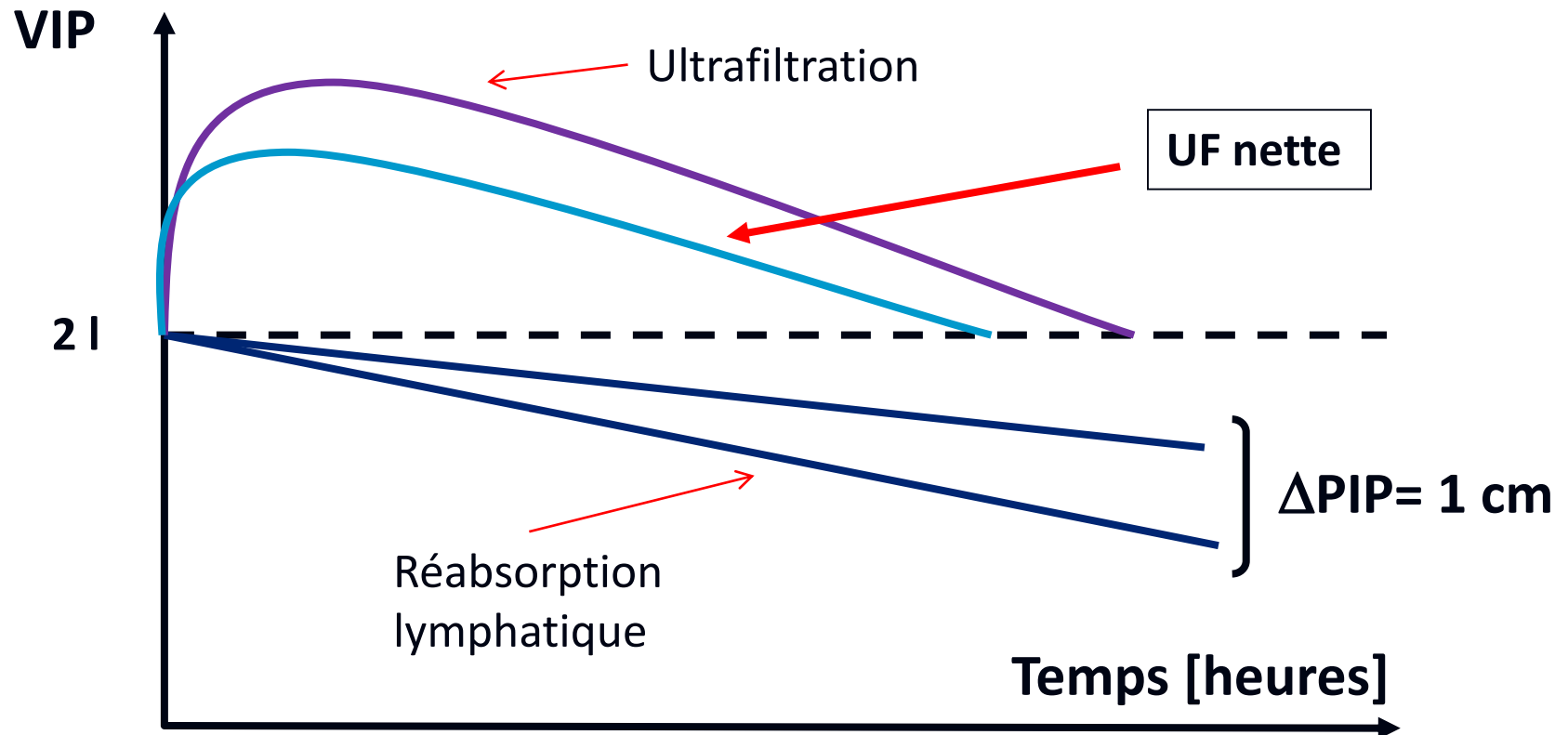
- $\Delta P = P \text{ Capillaires} - P \text{ Péritonéale} \approx 9 \text{ mmHg}$
- $\Delta \Pi = 0 - P \text{ Albumine (0-65)} \approx -21 \text{ or } 45 \text{ mmHg}$
- $\tau \Delta C = \Delta \text{osmolality} \times \tau \times 19.3$
- $[\tau = 0.03 \text{ S pores}, \tau = 1 \text{ US pores}, 1 \text{ osmole} = 19.3 \text{ mmHg}]$

Déterminants des gradients de pression

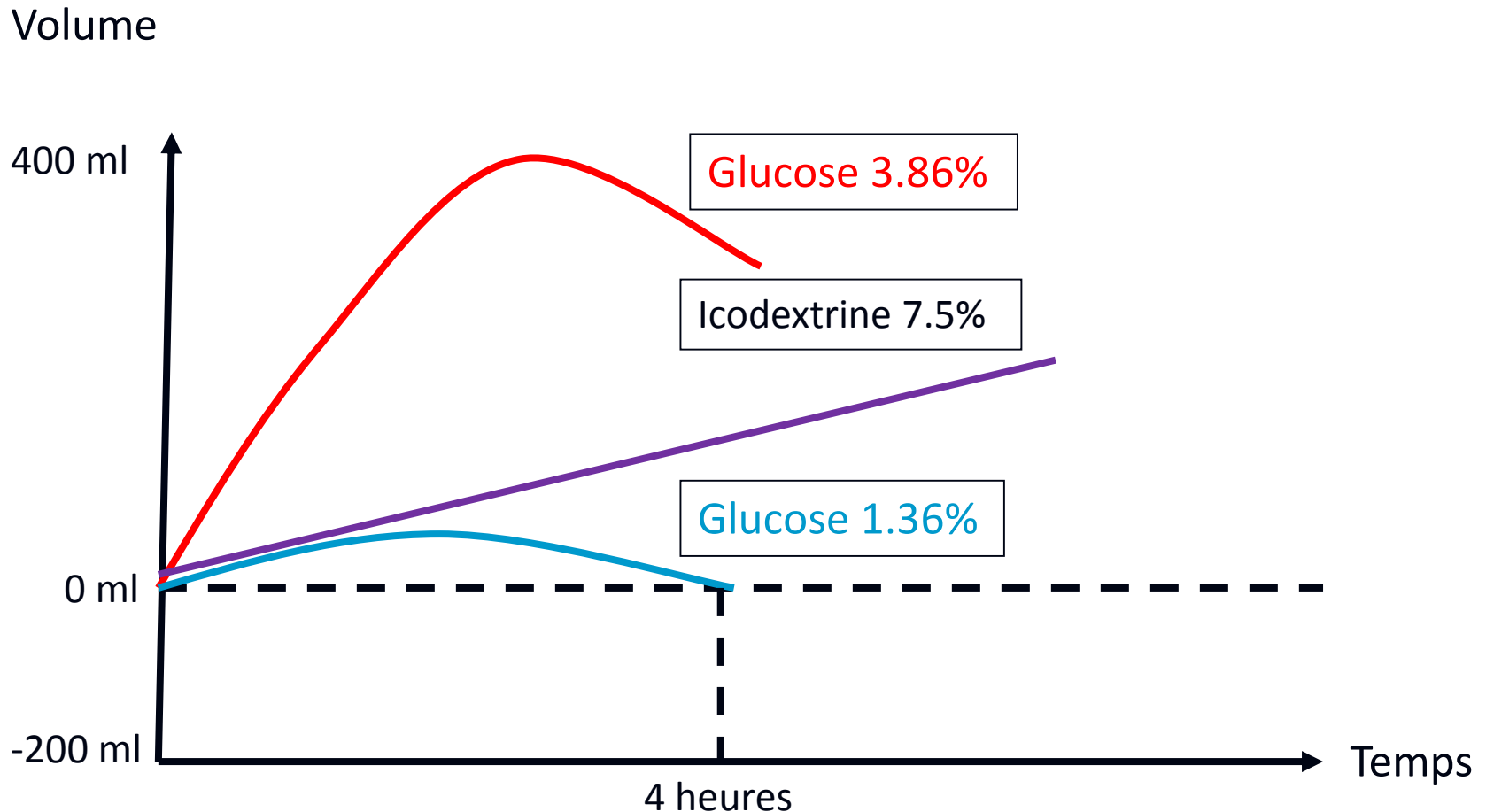
- **Volume intrapéritonéal** → **Pression hydrostatique**
- **Icodextrine** → **Pression colloïde**
- **Glucose-Acides aminés** → **Pression cristalloïde**

L'UF dépend de la pression hydrostatique

[UF=UF transcapillaire-réabsorption lymphatique]

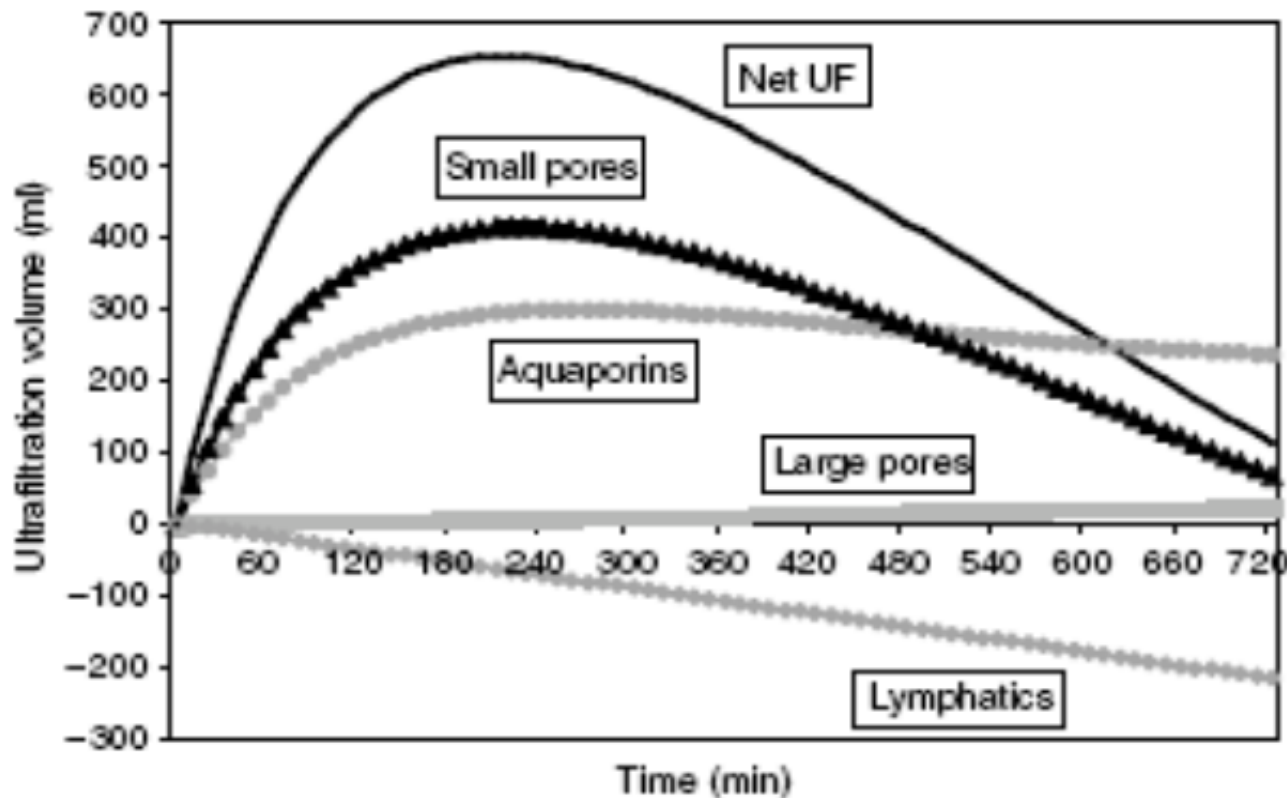


L'UF dépend du gradient de pression osmotique



Ultrafiltration en dialyse péritonéale

$$\text{UF NETTE} = (\text{UF}_{\text{Pore L}} + \text{UF}_{\text{AQP}} + \text{UF}_{\text{Pore S}}) - \text{réabsorption Lymphatique}$$



Extraction hydrosodée en dialyse péritonéale

- **Un transfert convectif [ultrafiltration]**
- **Un transfert diffusif [extraction sodée]**
- **A travers une membrane vivante personnalisée**

Transport diffusif du sodium

- La concentration du sodium dans les solutions de dialyse est de 132 mmol par litre
- La concentration du sodium dans le plasma est de 140 mmol par litre
- Le Δ sodium relativement faible ne permet pas un transfert diffusif important

Optimiser le transfert diffusif du sodium

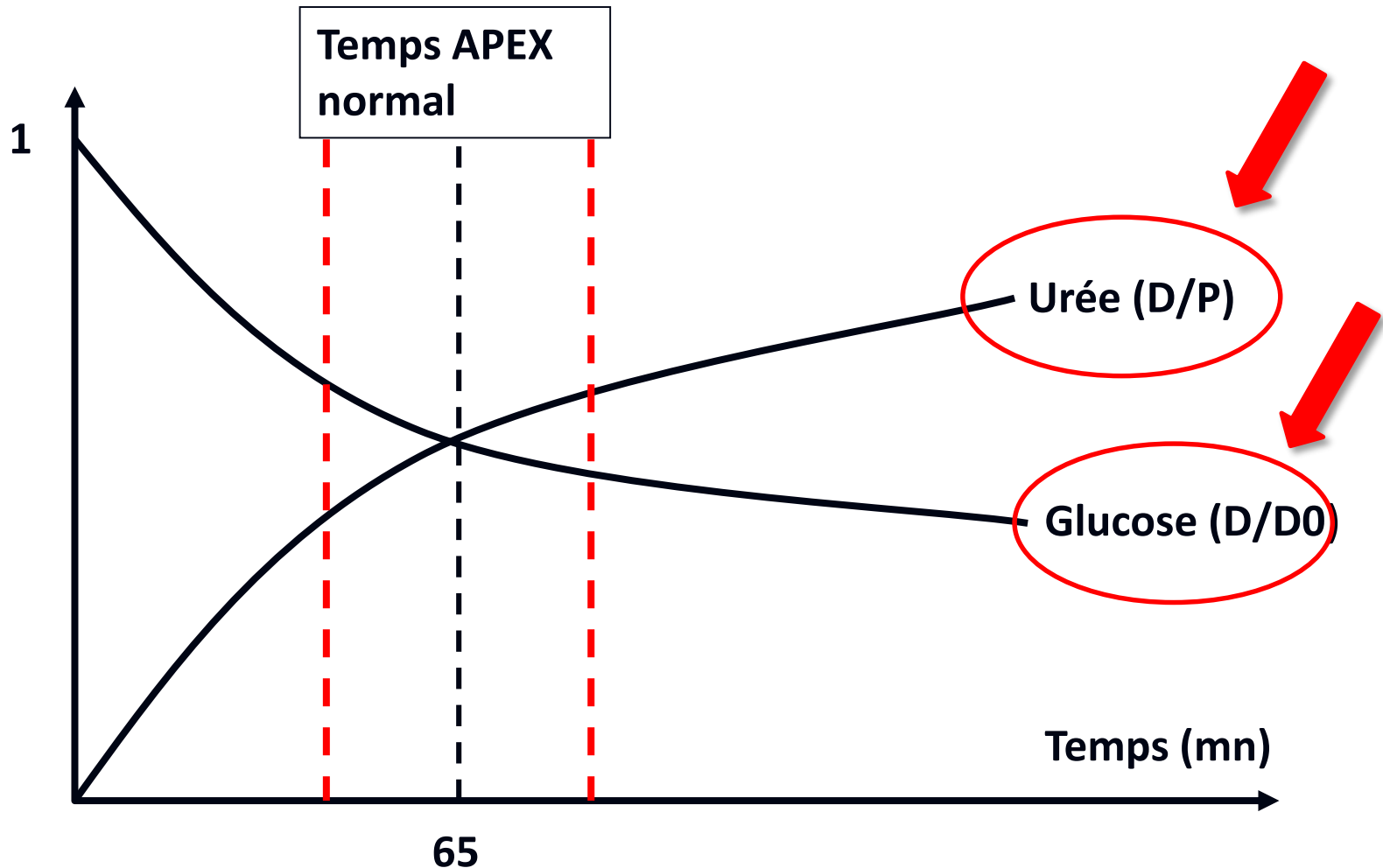
Diminuer la concentration en sodium du dialysat pour augmenter le gradient

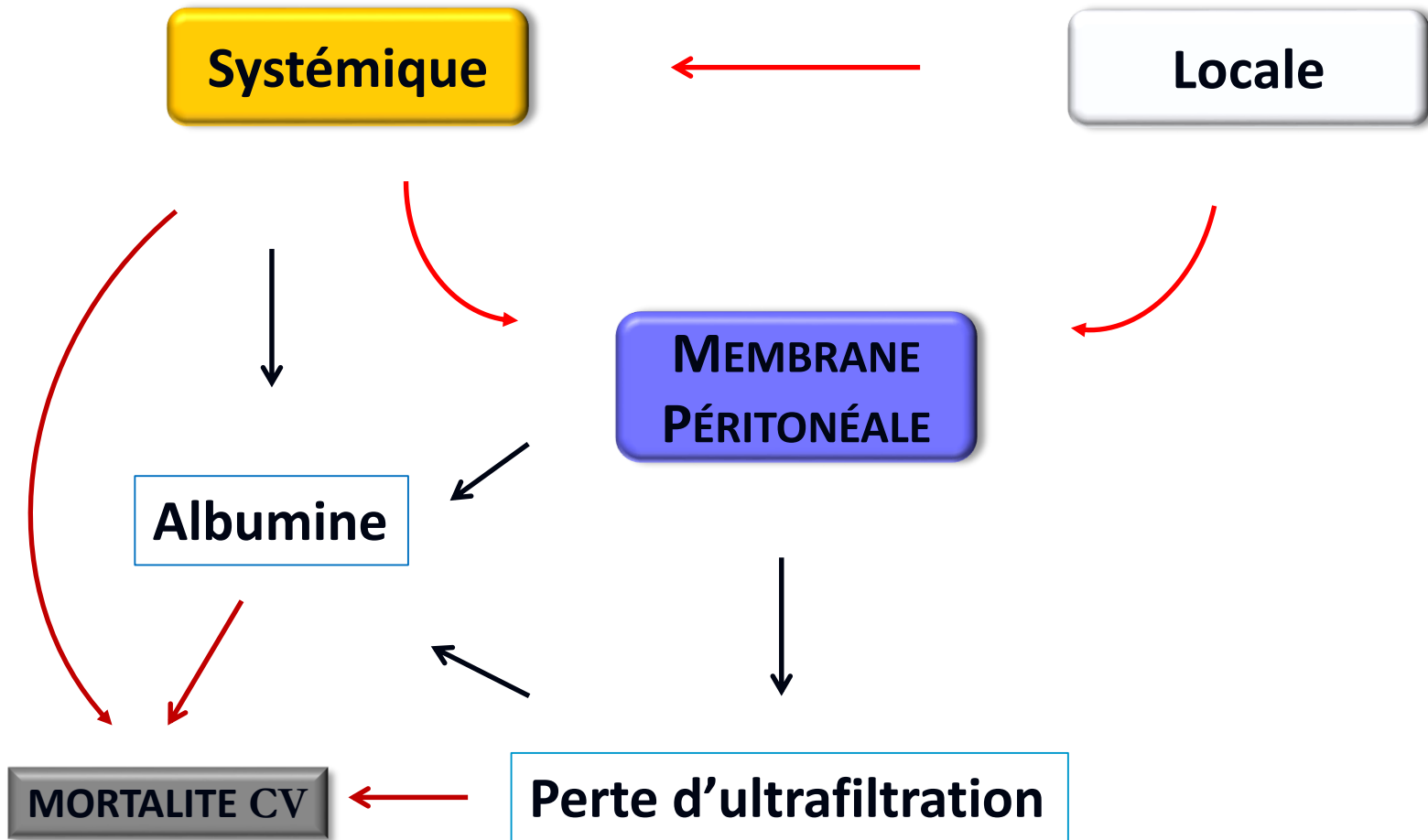
Mais solutions de dialyse bas sodium non disponibles, investigations en cours depuis plusieurs années

Combiner le transfert diffusif et convectif dans un seul et même dialysat

Idée géniale de Ph Freida [UF bimodale], mais nécessité d'une préparation extemporanée du dialysat

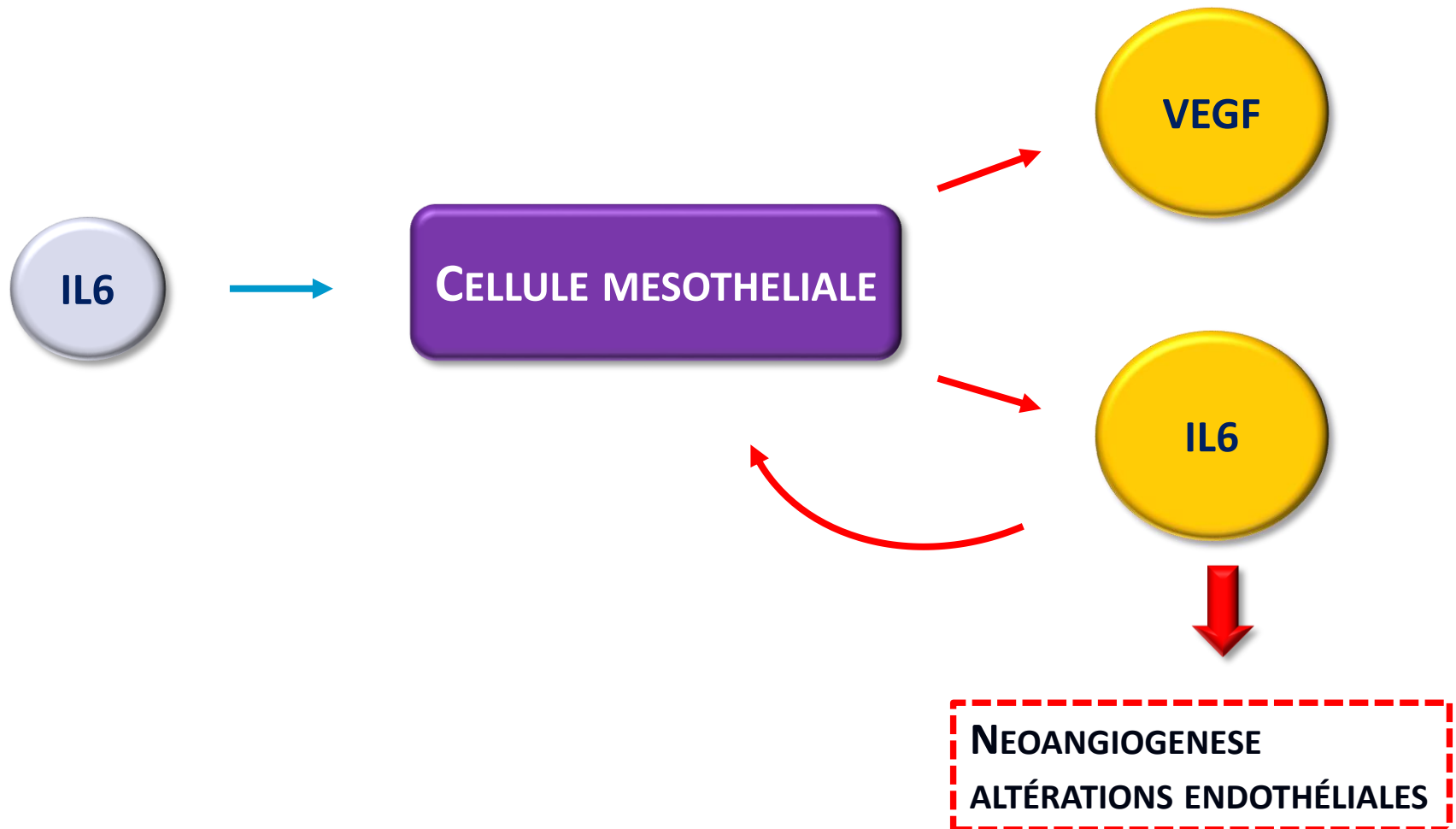
Convection et diffusion une évolution en sens inverse





HYPOTHÈSE DU MIA CAUSE DE MORTALITÉ CARDIOVASCULAIRE
M (Malnutrition) **I** (Inflammation) **A** (Athérosclérose)

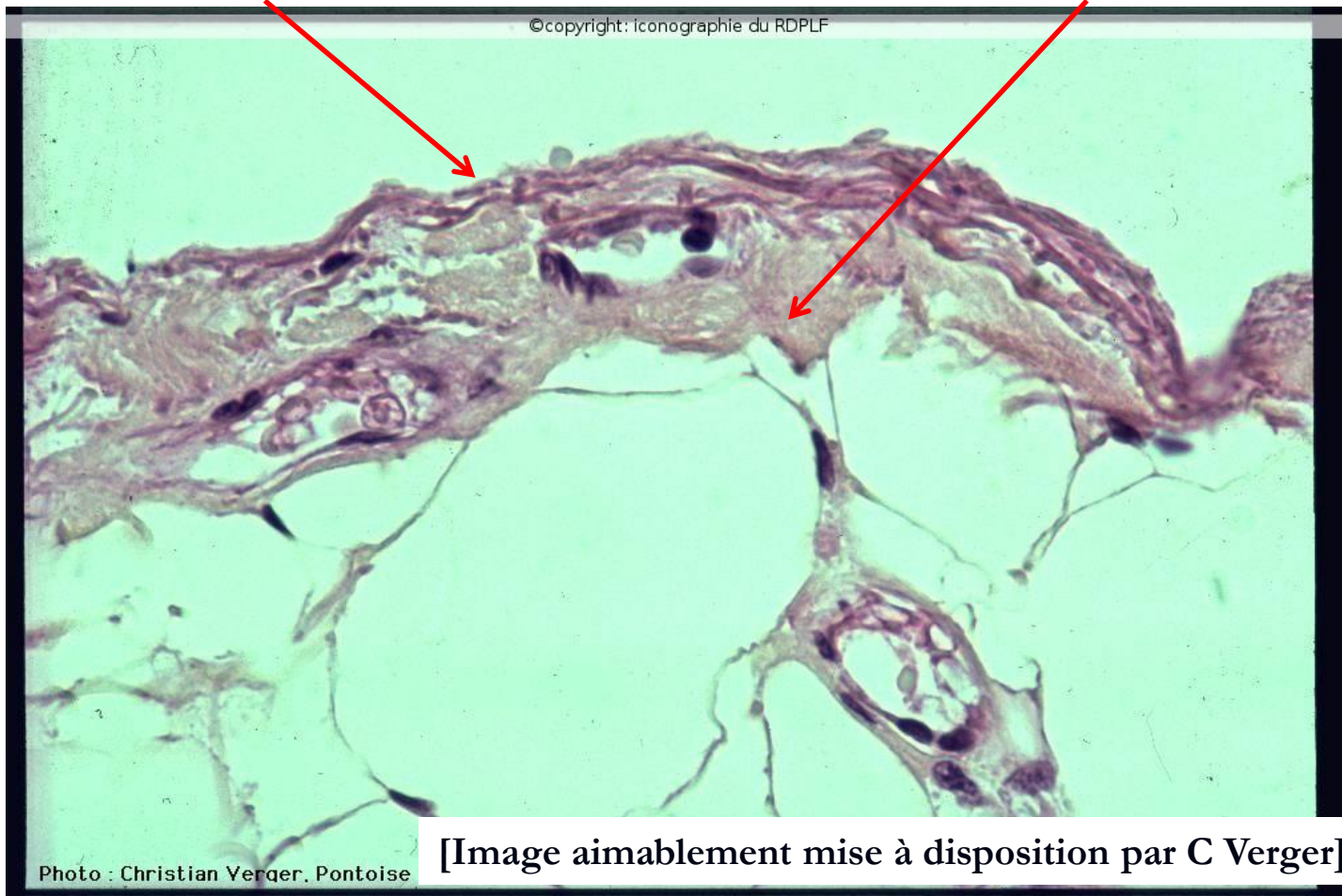
Inflammation locale en dialyse péritonéale



Le péritoine du patient en dialyse péritonéale

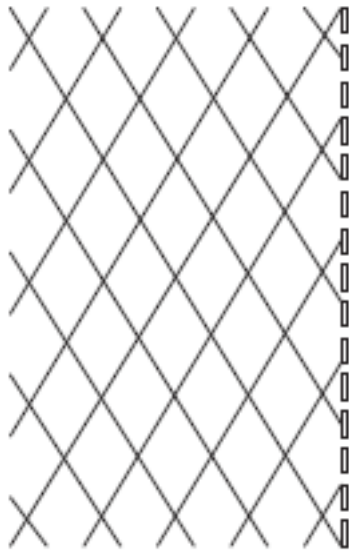
Mésothélium dénudé

Fibrose interstitielle

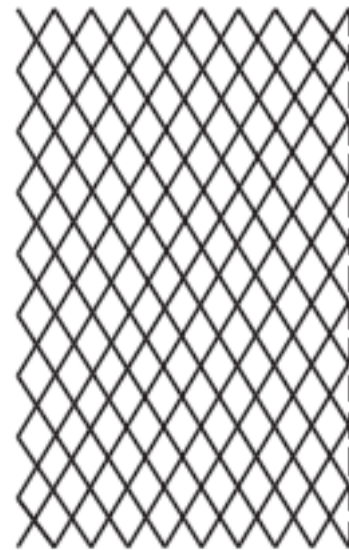


La fibrose de l'interstitium

- Capacité du glucose à induire une UF osmotique
- Conductance osmotique du glucose = $L_p S \sigma$
- L_p diminue en cas de fibrose de l'interstitium

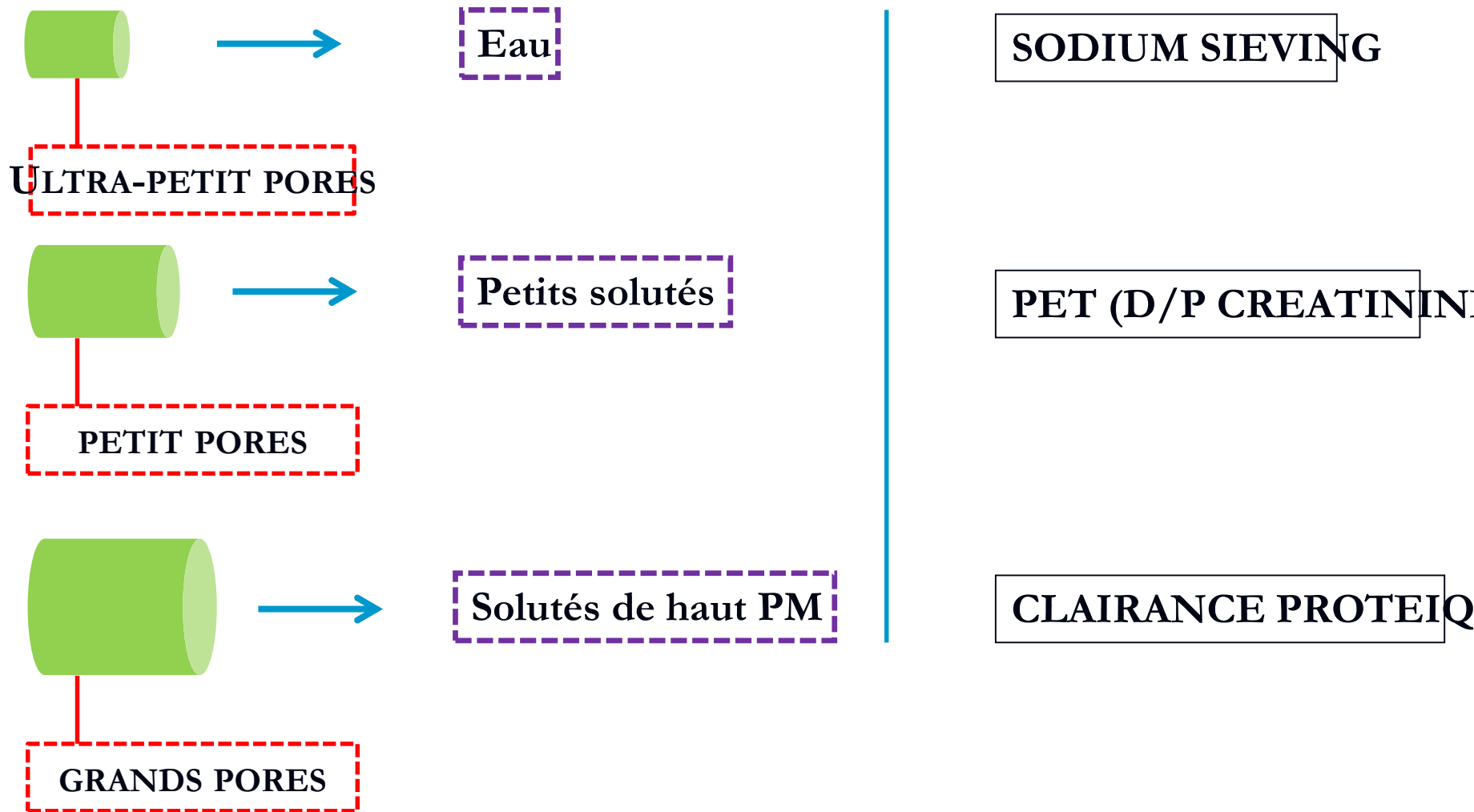


$S = 1$

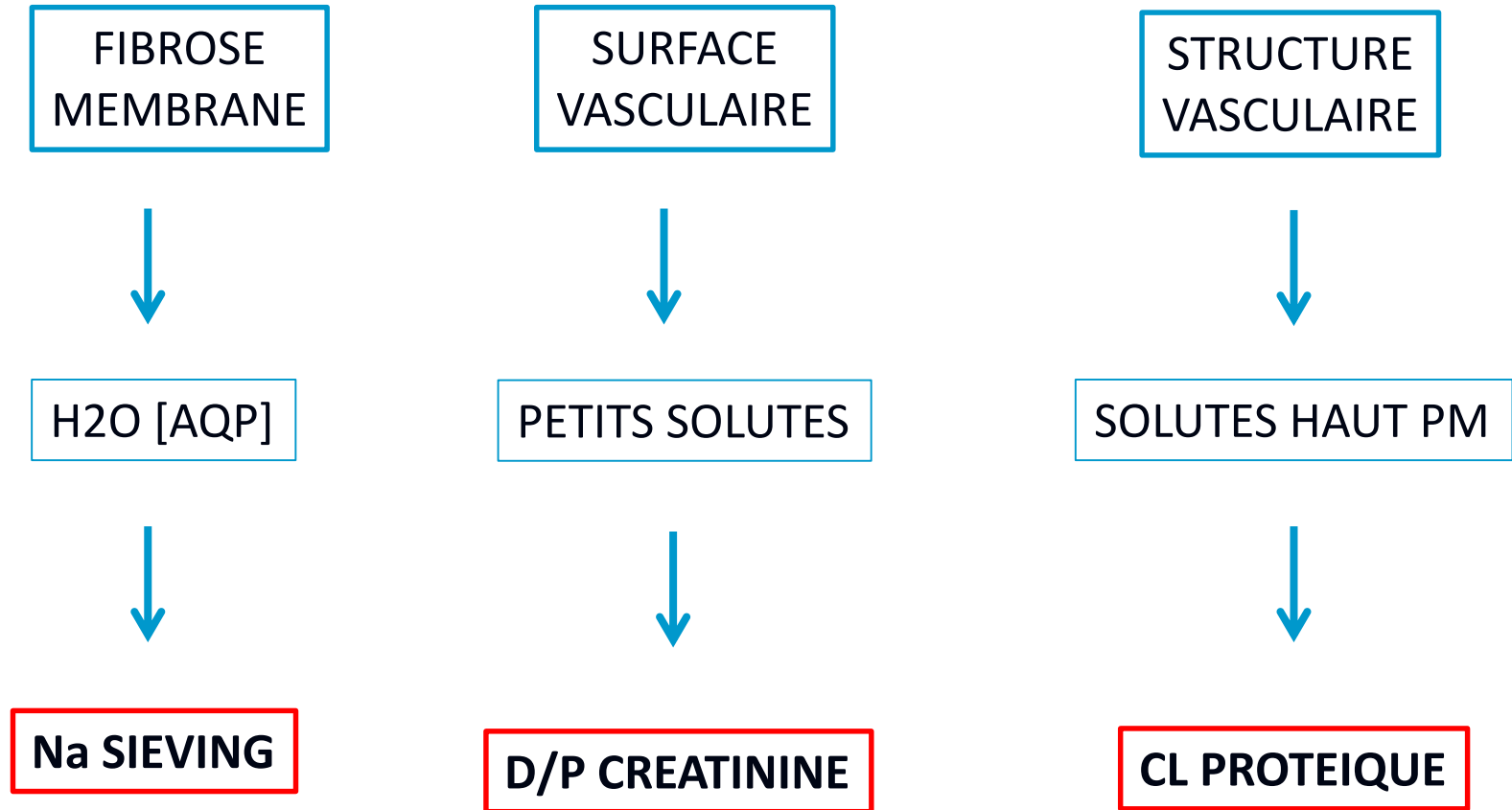


$S = 1.8$

Le modèle des trois pores



Que nous apprennent les indicateurs ?



Pour prescrire la dialyse péritonéale

- Débit de dialysat: volume et temps de stase
- Une notion de la surface d'échange
- Et des propriétés de la membrane