



## Principes et indications de la dialyse péritonéale

*Antoine Lanot  
Néphrologie, dialyse et transplantation rénale*



**DUTER**  
Diplôme Universitaire des  
Techniques d'Épuration Extra-Rénale



[Antoine.lanot@gadz.org](mailto:Antoine.lanot@gadz.org)

1

1

## Anatomie du péritoine

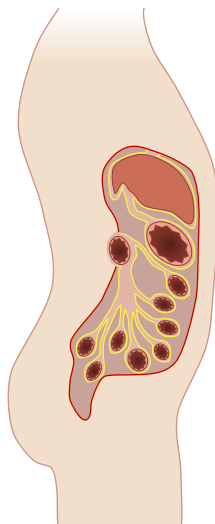


Rembrandt - la leçon d'anatomie du Dr Tulp - 1632



2

## Le péritoine



Membrane séreuse semi-perméable

S<sub>totale</sub> 1 à 2 m<sup>2</sup> chez l'adulte

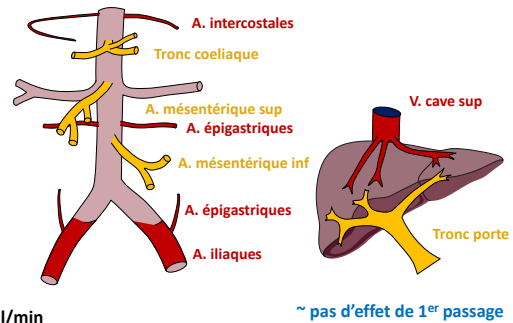
— Feuillelet pariétal = 20% de la surface  
mais 90% des échanges

— Feuillelet viscéral = 80% de la surface  
mais 10% des échanges

Débit de la vascularisation péritonéale ~ 150 ml/min

Retour lymphatique ~ 0,5 – 1 ml/min

■ Cavité péritonéale (< 100 ml physiologiquement)



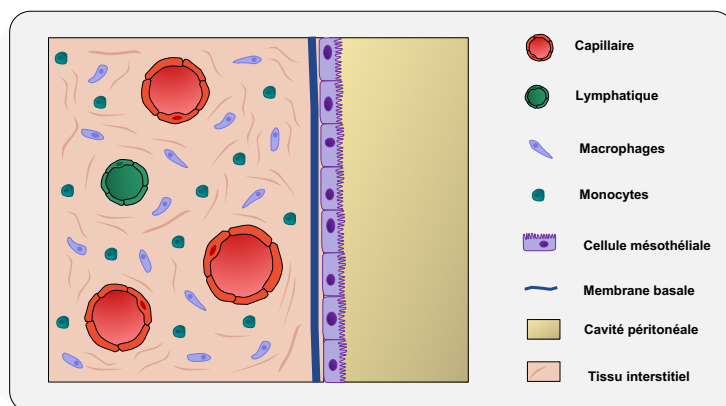
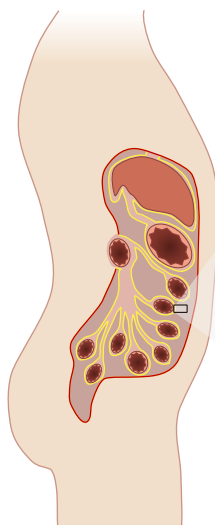
~ pas d'effet de 1<sup>er</sup> passage

Lanot A, Béchade C, Lobbedez T. Place et utilisation de la dialyse péritonéale dans le traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale. EMC - Néphrologie 2022  
Kastelein AW et al. Embryology, anatomy, physiology and pathophysiology of the peritoneum and the peritoneal vasculature. *Semin Cell Dev Biol* 2019;92:27–36.



3

## Le péritoine

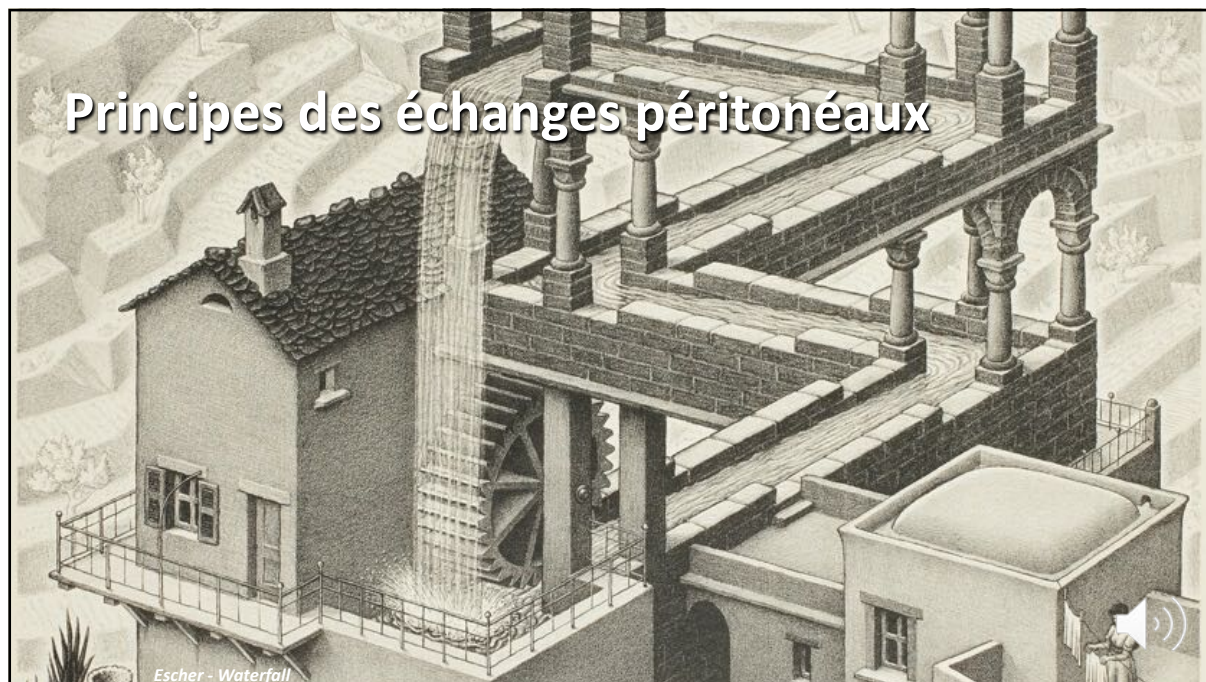


+++ La résistance principale aux transferts de solutés est l'endothélium capillaire +++

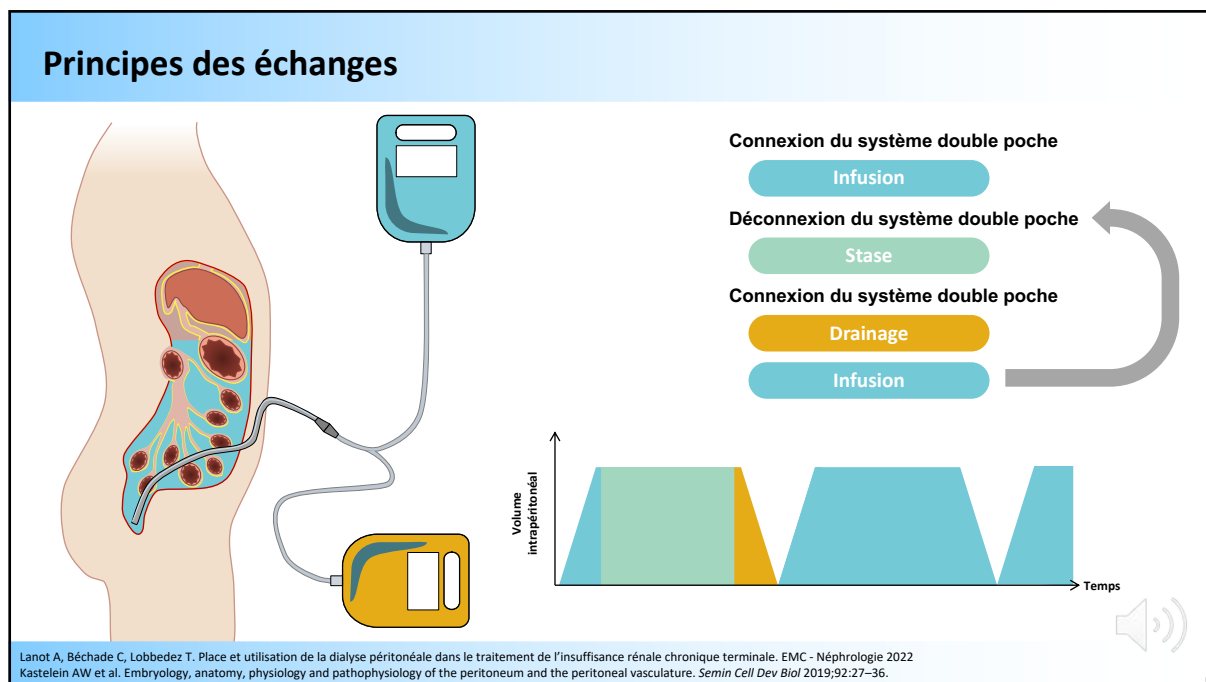
Lanot A, Béchade C, Lobbedez T. Place et utilisation de la dialyse péritonéale dans le traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale. EMC - Néphrologie 2022  
Kastelein AW et al. Embryology, anatomy, physiology and pathophysiology of the peritoneum and the peritoneal vasculature. *Semin Cell Dev Biol* 2019;92:27–36.



4



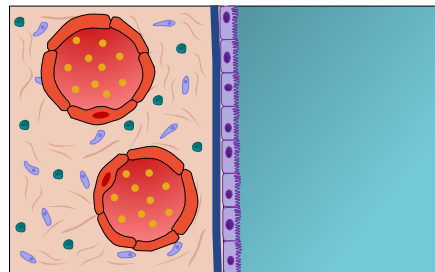
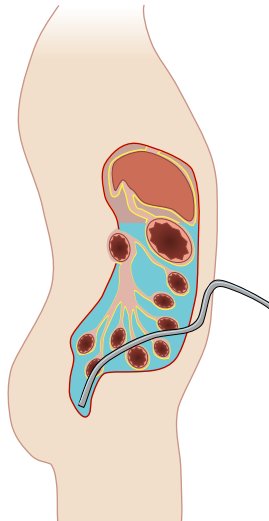
5



6

## Échanges durant la stase

## 1: la diffusion des petites molécules



**Sang**

**Dialysat**

Toxines urémiques

Absence de toxine urémique

Diffusion des petites molécules selon leur gradient de concentration

Flux de diffusion:

$$J_{\text{molécule } i} = K_{\text{molécule } i} \cdot S \cdot \Delta C_{\text{molécule } i}$$

K: perméabilité membranaire

S: Surface d'échange (capillaires sanguin)

$\Delta C$ : différence de concentration

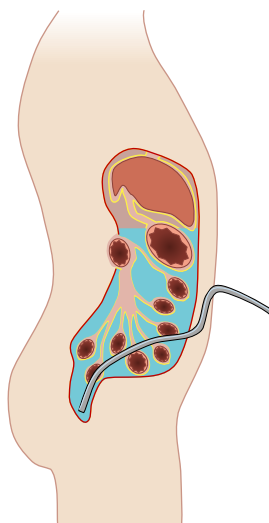


Lanot A, Béchade C, Lobbedez T. Place et utilisation de la dialyse péritonéale dans le traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale. EMC - Néphrologie 2022  
Kastelein AW et al. Embryology, anatomy, physiology and pathophysiology of the peritoneum and the peritoneal vasculature. *Semin Cell Dev Biol* 2019;92:27–36.

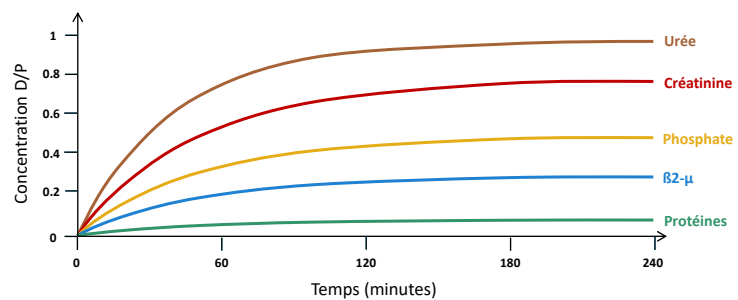
7

## Échanges durant la stase

## 1: la diffusion des petites molécules



Courbes d'équilibration péritonéales



Flux de diffusion:

$$J_{\text{molécule } i} = K_{\text{molécule } i} \cdot S \cdot \Delta C_{\text{molécule } i}$$

K: perméabilité membranaire

S: Surface d'échange (capillaires sanguin)

$\Delta C$ : différence de concentration

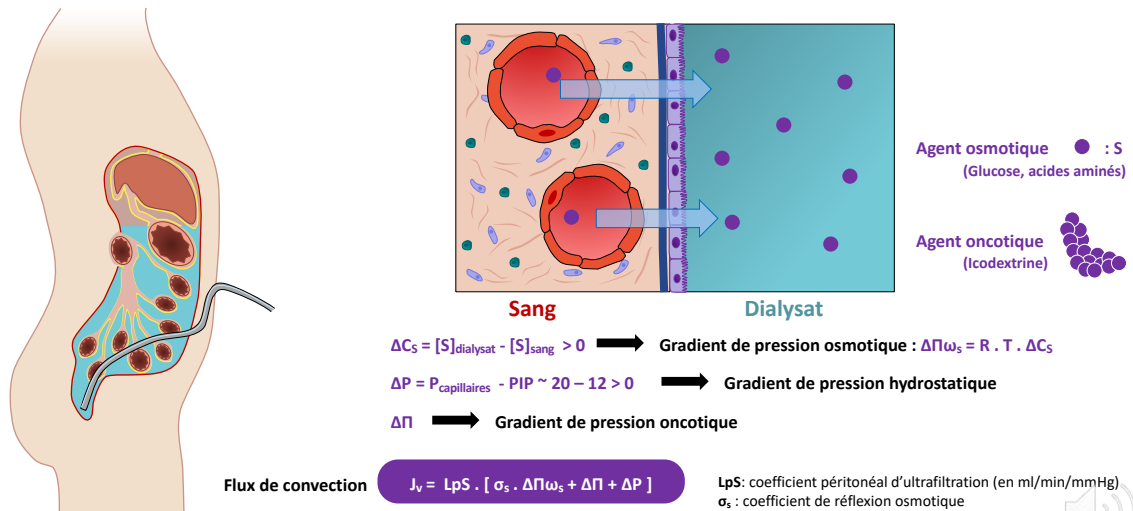


Lanot A, Béchade C, Lobbedez T. Place et utilisation de la dialyse péritonéale dans le traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale. EMC - Néphrologie 2022  
Kastelein AW et al. Embryology, anatomy, physiology and pathophysiology of the peritoneum and the peritoneal vasculature. *Semin Cell Dev Biol* 2019;92:27–36.

8



## Échanges durant la stase 2: la convection



Lanot A, Béchade C, Lobbedez T. Place et utilisation de la dialyse péritonéale dans le traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale. EMC - Néphrologie 2022  
 Kastelein AW et al. Embryology, anatomy, physiology and pathophysiology of the peritoneum and the peritoneal vasculature. Semin Cell Dev Biol 2019;92:27–36.

9

## Théorie: le modèle des 3 pores

*Le Verrier a aperçu le nouvel astre sans avoir besoin de jeter un seul regard vers le ciel ; il l'a vu au bout de sa plume*

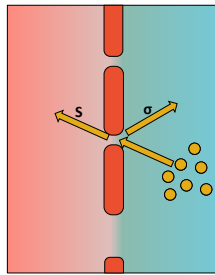
François Arago, 1840

10

## Le modèle des 3 pores Historique

1980

Modèle à 2 pores (Pyle & Popovich)



**Petits pores**  
 $r_{\text{pore}} = 40 \text{ à } 60 \text{ \AA}$   
 $\sim 90\%$  du LpS total

**Grands pores**  
 $r_{\text{pore}} > 200 \text{ \AA}$   
 $\sim 5 \text{ à } 8\%$  du LpS total

Coefficient de réflexion de M:  $\sigma_M = \frac{r_M}{r_{\text{pore}}}$

Coefficient de tamisage de S:  $S = 1 - \sigma$

### Paradoxes

Modèle hydrodynamique:  $\sigma_{\text{Glucose}} \sim 0$   
 Expérimentalement:  $S_{\text{Glucose}} = 0,6$

$S_{\text{glucose}} \neq 1 - \sigma_{\text{glucose}}$

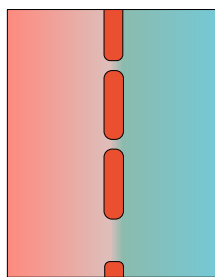
Pyle VK, Moncrief JQ, Popovich RP. Peritoneal transport evaluation in CAPD. In: Moncrief JW, Popovich RP eds. CAPD update. New York: Masson, 1980:35  
 Rippe B. A three-pore model of peritoneal transport. Perit Dial Int. 1993;13:S35- S38

11

## Le modèle des 3 pores Historique

1980

Modèle à 2 pores (Pyle & Popovich)

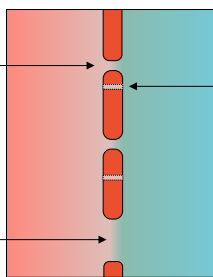


**Petits pores**  
 $r_{\text{pore}} = 40 \text{ à } 60 \text{ \AA}$   
 $\sim 90\%$  du LpS total

**Grands pores**  
 $r_{\text{pore}} > 200 \text{ \AA}$   
 $\sim 5 \text{ à } 8\%$  du LpS total

1989

Modèle à 3 pores



**ultra-petits pores**  
 $r_{\text{pore}} = 2 \text{ à } 5 \text{ \AA}$   
 $\sim 2 \text{ à } 5\%$  du LpS total

=> Perméable à l'eau

Quel est le substrat anatomique de ces ultra-petits pores transcellulaires?



Bengt Rippe  
 Gothenburg  
 1950-2016

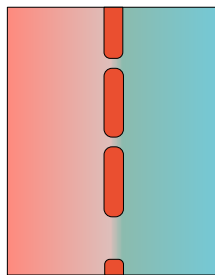
Pyle VK, Moncrief JQ, Popovich RP. Peritoneal transport evaluation in CAPD. In: Moncrief JW, Popovich RP eds. CAPD update. New York: Masson, 1980:35  
 Rippe B. A three-pore model of peritoneal transport. Perit Dial Int. 1993;13:S35- S38  
 Ni J, Verbavatz et Al. Aquaporin-1 plays an essential role in water permeability and ultrafiltration during peritoneal dialysis. Kidney Int. 2006;69:1518- 1525

12

## Le modèle des 3 pores Historique

1980

Modèle à 2 pores (Pyle & Popovich)

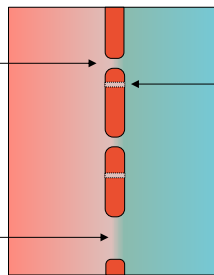


Petits pores  
 $r_{\text{pore}} = 40 \text{ à } 60 \text{ \AA}$   
~ 90% du LpS total

Grands pores  
 $r_{\text{pore}} > 200 \text{ \AA}$   
~ 5 à 8% du LpS total

1989

Modèle à 3 pores



ultra-petits pores  
 $r_{\text{pore}} = 2 \text{ à } 5 \text{ \AA}$   
~ 2 à 5% du LpS total



Peter Agre  
USA  
Nobel 2003



Bengt Rippe  
Suède  
1950-2016

=> Perméable à l'eau



Aquaporines 1 (1992)

2006:  
AQP1 présent sur les cellules endothéliales péritonéales  
Perte d'UF chez des souris mutées pour AQP1.

Pyle VK, Moncrief JQ, Popovich RP. Peritoneal transport evaluation in CAPD. In: Moncrief JW, Popovich RP eds. CAPD update. New York: Masson, 1980:35  
Rippe B. A three-pore model of peritoneal transport. Perit Dial Int. 1993;13:S35-S38  
Rippe B, Stelin G. Simulations of peritoneal solute transport during CAPD. Application of two-pore formalism. Kidney Int. 1989;35:1234-44

13

## Le modèle des 3 pores Historique



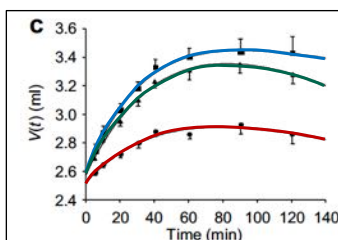
Aquaporines 1



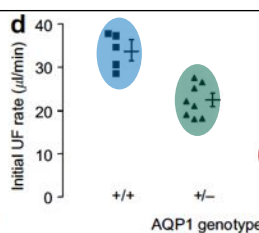
Marquage AQP1 en IHC



1998:  
AQP1 présent sur les cellules endothéliales  
des capillaires péritonéaux humaines



Effect of AQP1 deletion on water and solute transport parameters.



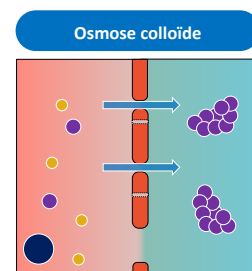
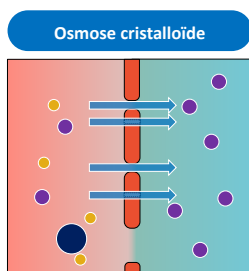
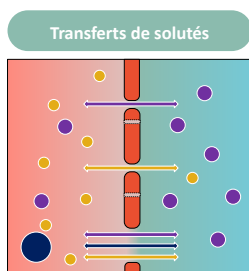
2006:  
Perte d'UF chez des souris mutées  
pour AQP1

Devuyst O et al. Aquaporin-1 and endothelial nitric oxide synthase expression in capillary endothelia of human peritoneum. Am J Physiol. 1998;275:H234-42  
Ni J et Al. Aquaporin-1 plays an essential role in water permeability and ultrafiltration during peritoneal dialysis. Kidney Int. 2006;69:1518- 1525

14

## Le modèle des 3 pores Synthèse

|                                          | Rayons (Å)         | Localisation | % LpS                    | Moteurs du flux d'eau | Molécules diffusants                                                         |
|------------------------------------------|--------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| ● Petites molécules<br>● Glucose (3,7 Å) | Ultra-petits pores | 2 à 5        | Cellule endothéliale     | 2 à 5%                | $\Omega$ cristalloïde<br>eau                                                 |
| ● Icodextrine (15-230 Å)                 | Petits pores       | 40 à 60      | Espace inter endothélial | 90%                   | $\Omega$ cristalloïde<br>$\Omega$ colloïde<br>Petites molécules              |
| ● Grosses molécules (36 Å)               | Grands pores       | > 200        | Espace inter endothélial | 5 à 8%                | $\Omega$ colloïde<br>Phydrstatique<br>Petites molécules<br>Grosses molécules |



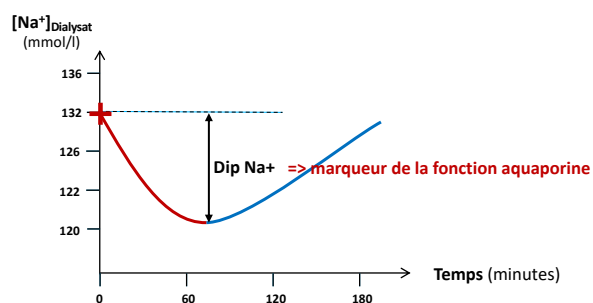
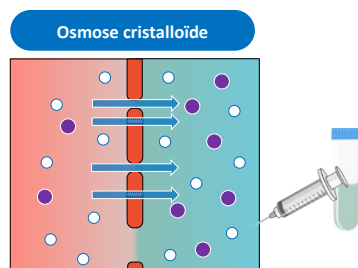
Rippe B. A three-pore model of peritoneal transport. Perit Dial Int. 1993;13:S35-S38

Rippe B, Stelin G. Simulations of peritoneal solute transport during CAPD. Application of two-pore formalism. Kidney Int. 1989;35:1234-44

15

## Tamissage du sodium

- Na<sup>+</sup>
- Glucose



H0 à 1h30 => seul le transport AQP est efficace => Dilution du dialysat

Dip Na<sup>+</sup> < 5 mmol/l à 1h avec solution glucosée hypertonique = dysfonction intrinsèque de la membrane péritonéale

Devuyst O, Rippe B. Water transport across the peritoneal membrane. Kidney Int. 2014;85:750-8.

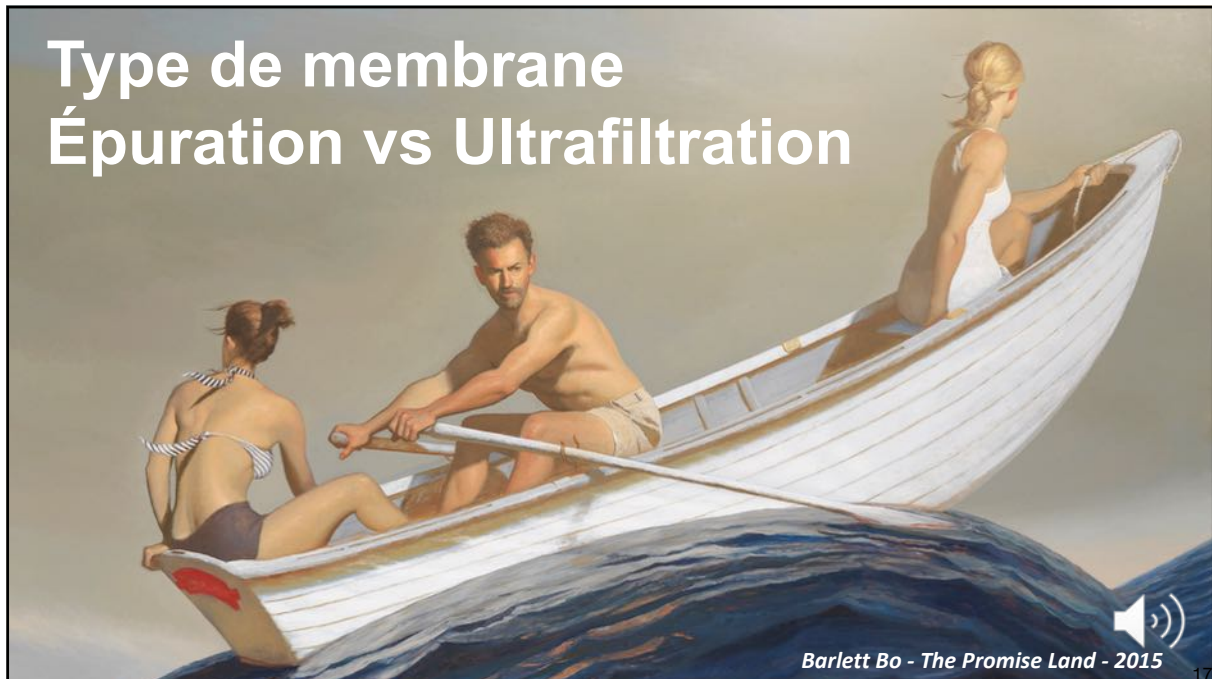
Heimbürger O et al. A quantitative description of solute and fluid transport during peritoneal dialysis. Kidney Int 1992; 41

Morelle L et al. ISPD recommendations for the evaluation of peritoneal membrane dysfunction in adults: Classification, measurement, interpretation and rationale for intervention. Perit Dial Int. 2021;41:352-372

16

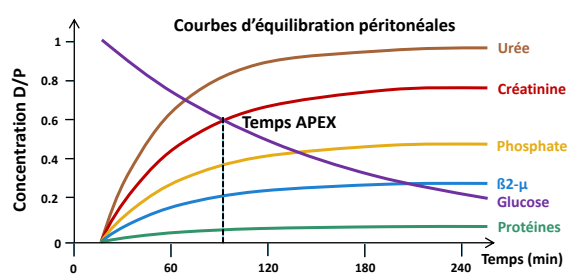


# Type de membrane Épuration vs Ultrafiltration



17

## Dissipation du gradient osmotique



Variabilité intra-individuelles

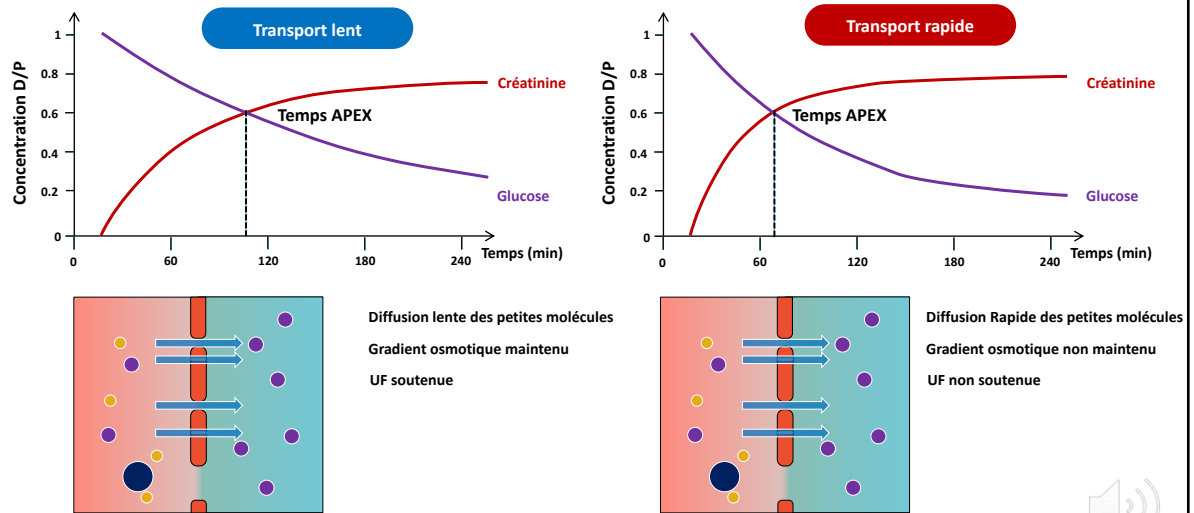
Convection et diffusion évoluent en sens opposés



18

18

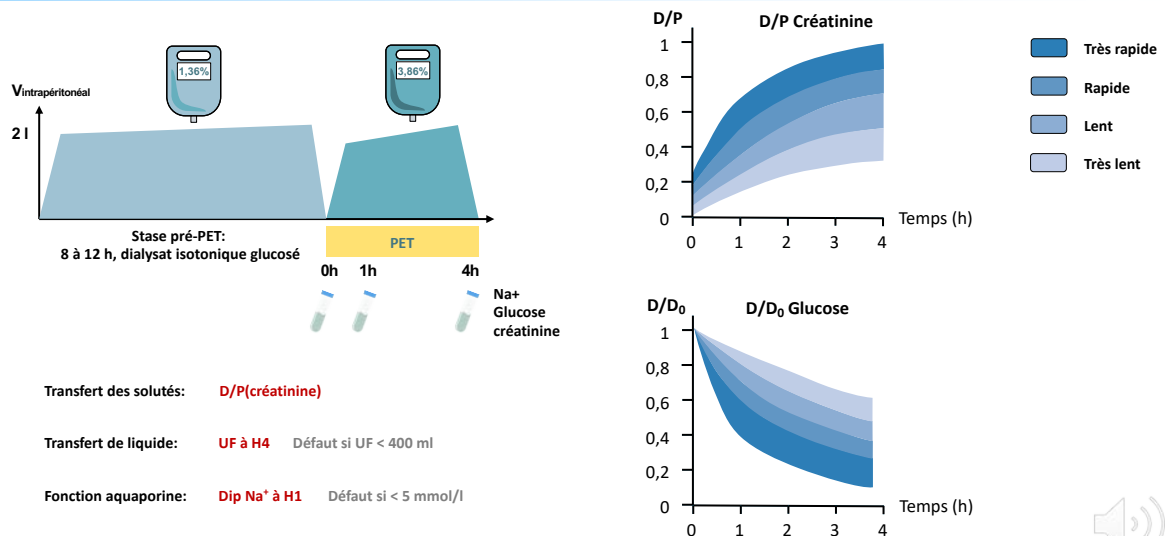
## Dissipation du gradient osmotique



19

19

## Peritoneal Equilibration Test et ses variantes: ici le Modified mini-PET

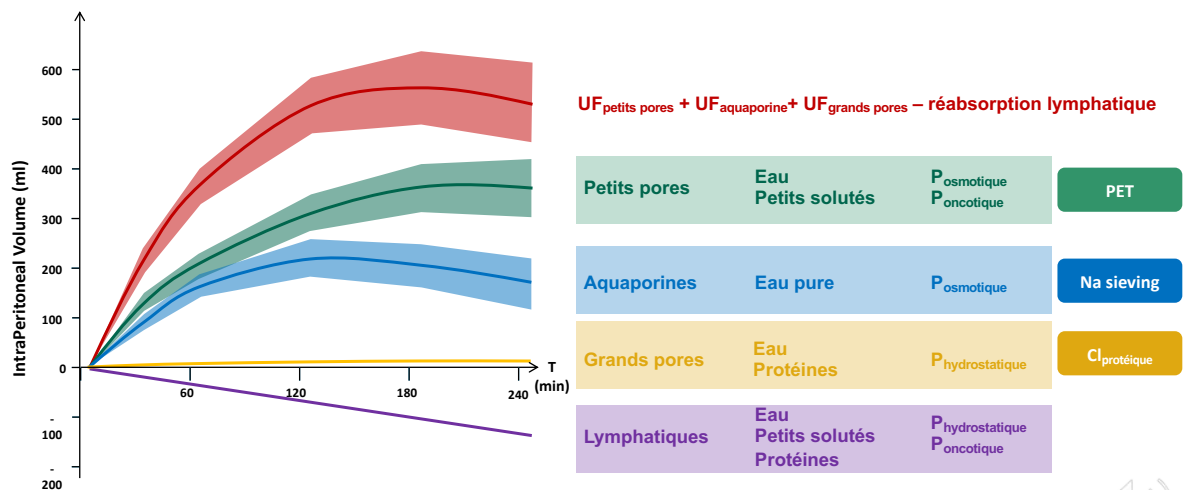


Morelle J et al. ISPD recommendations for the evaluation of peritoneal membrane dysfunction in adults: Classification, measurement, interpretation and rationale for intervention. Perit Dial Int. 2021;41:352-372

20

20

## Le modèle des 3 pores Répartition du transfert de liquide



Asghar RB, Davies SJ. Pathways of fluid transport and reabsorption across the peritoneal membrane. Kidney Int. 2008;73:1048-53

Morelle J et al. ISPD recommendations for the evaluation of peritoneal membrane dysfunction in adults: Classification, measurement, interpretation and rationale for intervention. Perit Dial Int. 2021;41:352-372

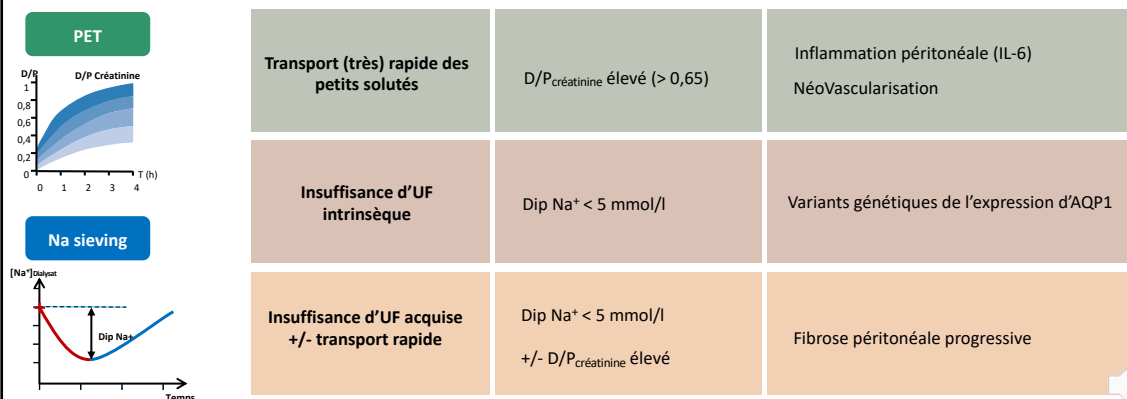
21

21

## Défaut d'UF Classification des dysfonctions de membranes

**UF<sub>petits pores</sub> + UF<sub>aquaporine</sub> + UF<sub>grands pores</sub> – réabsorption lymphatique**

**UF<sub>totale</sub> < 400 ml après un échange de 4h avec 2l de dialysat glucosé hypertonique**



Morelle J et al. ISPD recommendations for the evaluation of peritoneal membrane dysfunction in adults: Classification, measurement, interpretation and rationale for intervention. Perit Dial Int. 2021;41:352-372

Morelle J et al. AQP1 Promoter Variant, Water Transport, and Outcomes in Peritoneal Dialysis. N Engl J Med. 2021;385:1570-1580

22

22

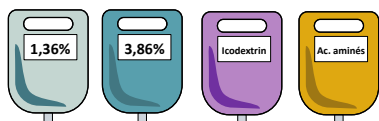
# Influence de la prescription



23

## Paramètres de prescription et UF

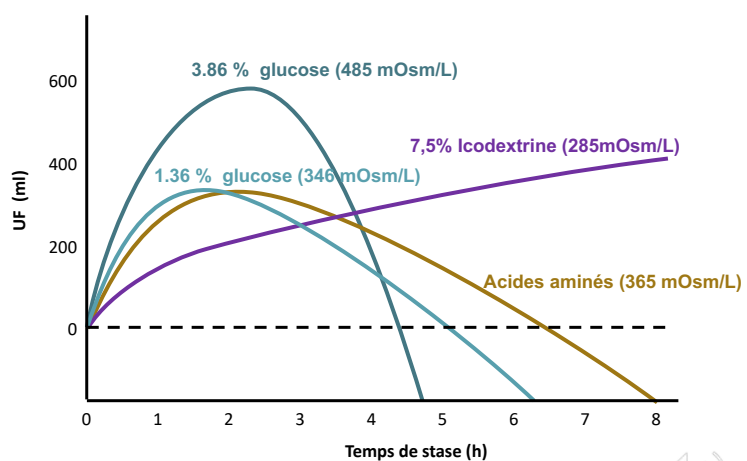
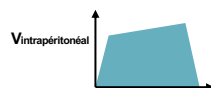
Agent osmotique du dialysat



Temps de stase



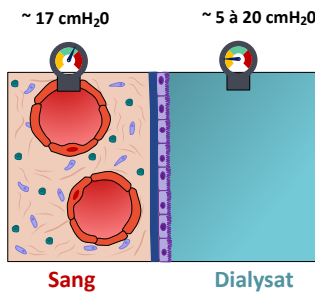
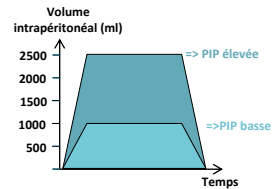
Volume d'infusion du dialysat



24

24

## Paramètre à prendre en compte: La Pression Intra-Péritonéale (PIP)

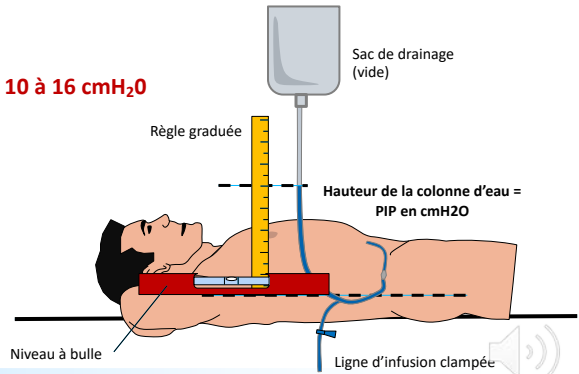


Flux de convection

$$J_v = L_p S \cdot [\sigma_s \cdot \Delta \Pi \omega_s + \Delta \Pi + \Delta P]$$

$L_p S$ : coefficient péritonéal d'ultrafiltration (en ml/min/mmHg)  
 $\sigma_s$ : coefficient de réflexion osmotique

Mesure en pratique clinique: La méthode de Durand



PIP acceptable = 10 à 16 cmH<sub>2</sub>O

Castellanos LB et al. Clinical Relevance of Intraperitoneal Pressure in Peritoneal Dialysis Patients. *Perit Dial Int.* 2017;37:562-567  
 Durand PY et al. Routine measurement of hydrostatic intraperitoneal pressure. *Adv Perit Dial* 1992; 8:108-12.

25

25



26

26





27

## Les contre-indications



**Éventration non opérable**

**Délabrement irréparable de la paroi abdominale**

**Obésité morbide (IMC > 45 kg/m2)**



**Chimiothérapie aplasiant**

**Diverticulose colique**

**Antécédent de sigmoïdite diverticulaire**

**Maladie inflammatoire chronique de l'intestin**

**Stomie urinaire**

**Stomie digestive**

**Éventration ou hernie non opérable**

**Prolapsus utérin**

**Grossesse en cours**

**L'impossibilité « sociale »**



**Prothèse aorto-iliaque depuis moins de 3 mois**

**Antécédent de pancréatectomie**

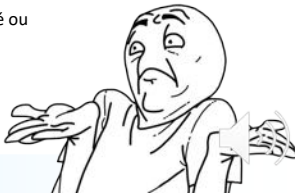
**Antécédent de radiothérapie pelvienne**

**Insuffisance respiratoire chronique**

**Antécédent de péritonite de la grande cavité ou localisée**

**Antécédent de colectomie, de gastrectomie**

**Hernie diaphragmatique**



HAS 2007

28

28

## Les possibilités reconnues



Séropositivité pour le (VIH) (VHB) (VHC)  
Immunosuppression thérapeutique  
Chimiothérapie non aplasiante  
**Cirrhose, décompensée ou non**  
Insuffisance coronarienne, même non stabilisée  
Insuffisance cardiaque chronique  
Artérite des membres inférieurs, symptomatique ou non  
Anévrisme de l'aorte abdominale non opéré  
**Éventration ou d'une hernie, opérée ou opérable ;**  
Embols de cholestérol  
**Antécédent de chirurgie vésiculaire, vésicale, de néphrectomie**  
**prothèse ilio-fémorale** (même depuis moins de 3 mois)  
Antécédent de césarienne  
Dépression chronique

HAS

HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

Indications et non-indications  
de la dialyse péritonéale chronique  
chez l'adulte

Consensus formalisé



HAS 2007

29

29



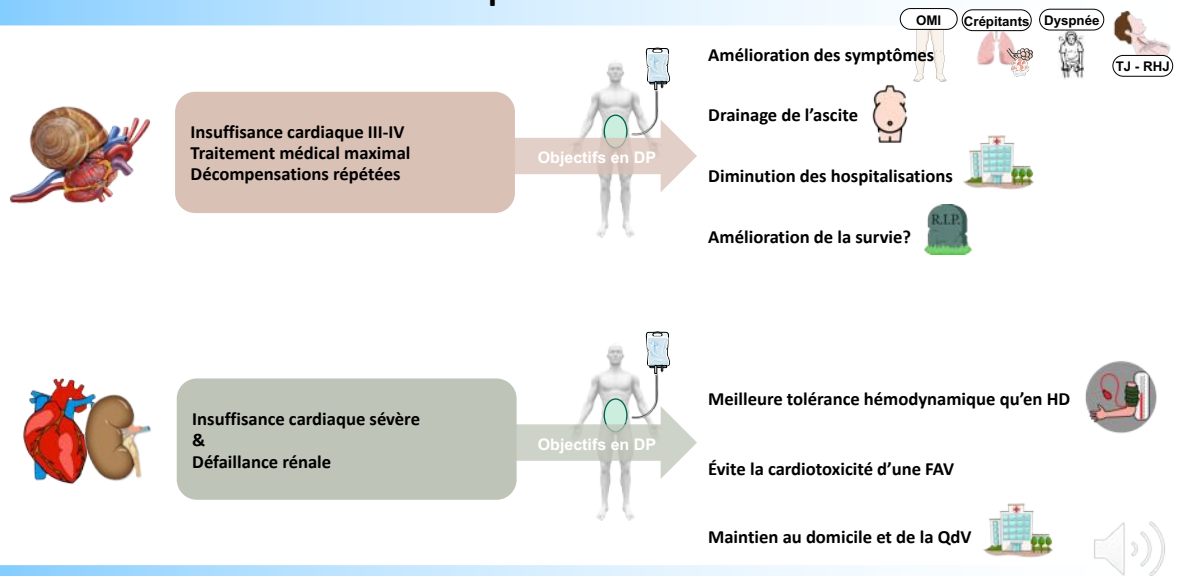
Carl Bloch - Dans une Osteria Romaine - 1866

# Contre les idées reçues



30

## La DP chez l'insuffisant cardiaque

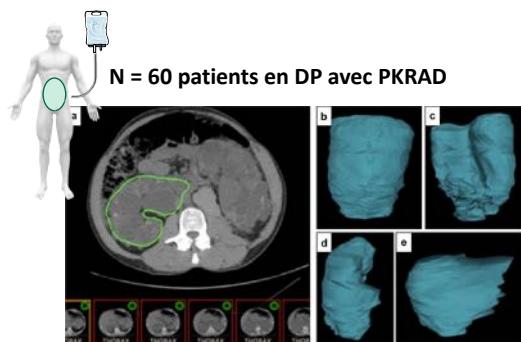


Puttagunta H, Holt SG. Peritoneal Dialysis for Heart Failure. Perit Dial Int. 2015;35:645-9.

31

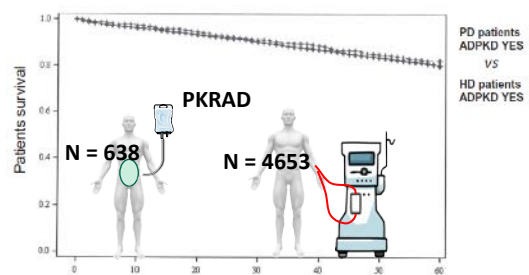
31

## La DP en cas de PKRAD



**Pas de corrélation entre  
Volume des organes et PIP**

Mais association entre BMI et PIP



**Pas de différence sur la survie**

Sigogne M et al. Outcome of autosomal dominant polycystic kidney disease patients on peritoneal dialysis. Nephrol Dial Transplant. 2018;33:2020-2026

Sigogne M et al. Identification of the Factors Associated With Intraabdominal Pressure in ADPKD Patients Treated With Peritoneal Dialysis. Kidney Int Rep. 2020;5:1007-1013

32

32

## Le choix du traitement selon le contexte



Clinical Kidney Journal, 2023, vol. 16, Suppl 1, i39–i47

<https://doi.org/10.1093/ckj/sfad062>  
CKJ Review

CKJ REVIEW

### An update on absolute and relative indications for dialysis treatment modalities

Mark Lambie and Simon Davies

School of Medicine, Faculty of Medicine and Health Sciences, Keele University, UK

Correspondence to: Simon Davies; E-mail: [simonj.davies55@gmail.com](mailto:simonj.davies55@gmail.com)

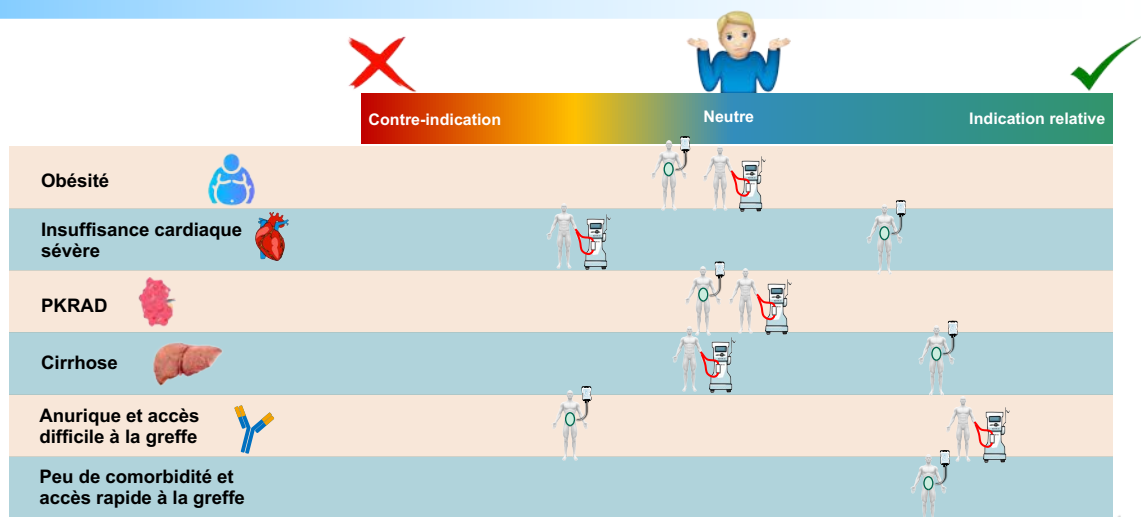


Lambie et al. An update on absolute and relative indications for dialysis treatment modalities. Clin Kidney J 2023

33

33

## Le choix du traitement selon le contexte



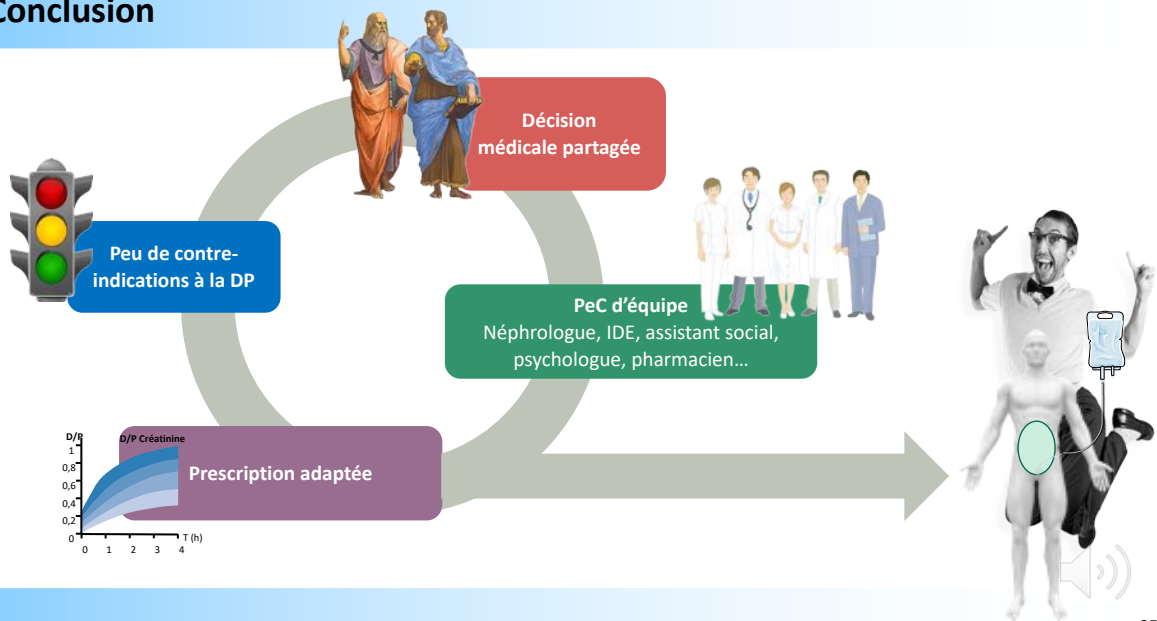
Lambie et al. An update on absolute and relative indications for dialysis treatment modalities. Clin Kidney J 2023

34

34



## Conclusion



35

# Merci de votre attention



36