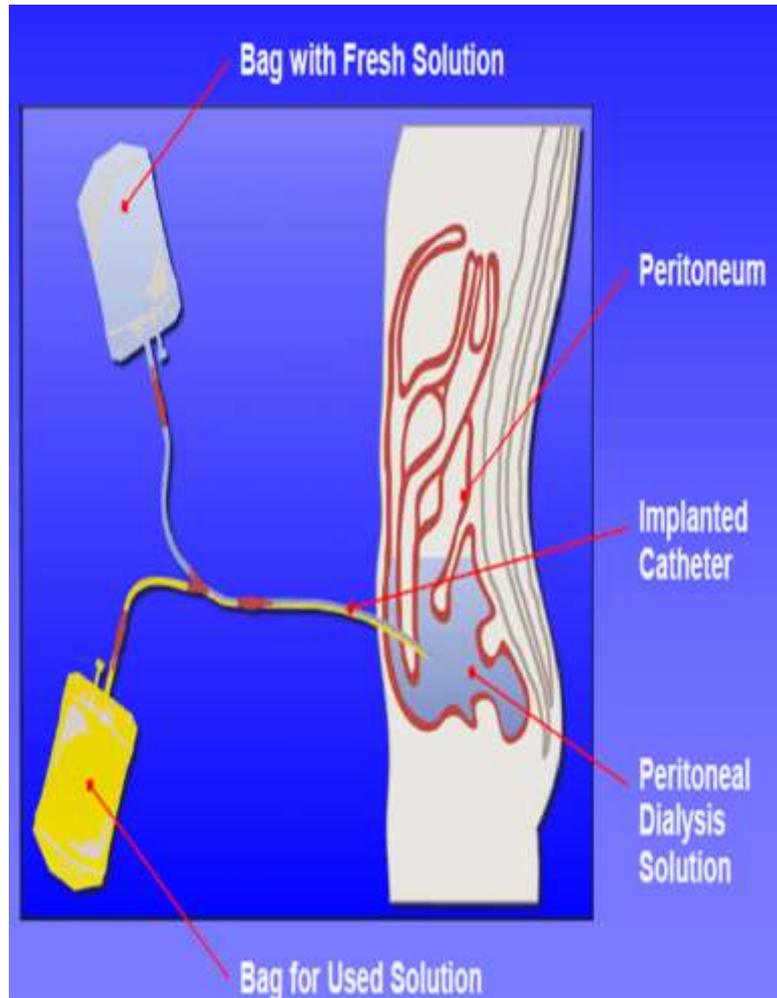


Techniques de dialyse

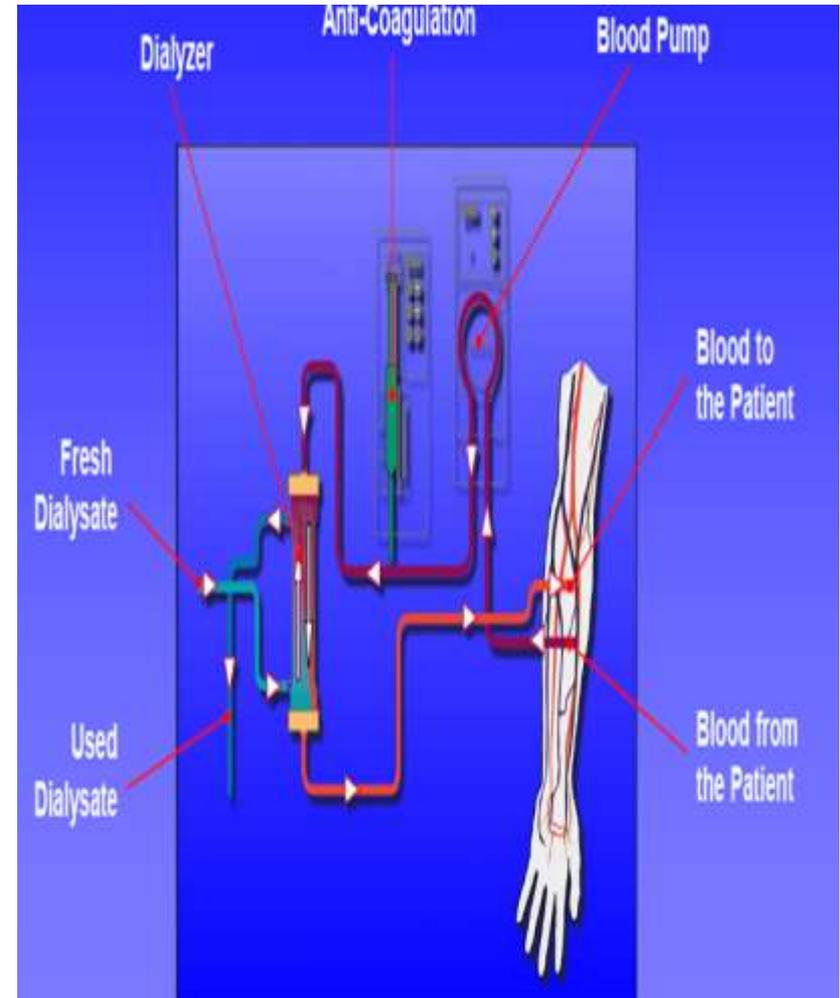
Plan de présentation

- Introduction
- Bases physico-chimiques des techniques de la dialyse
- Technique de la Dialyse péritonéale
- Technique de l'Hémodialyse et variantes

Définition= épuration extra-rénale des toxines urémiques en utilisant une membrane semi-perméable



Dialyse péritonéale

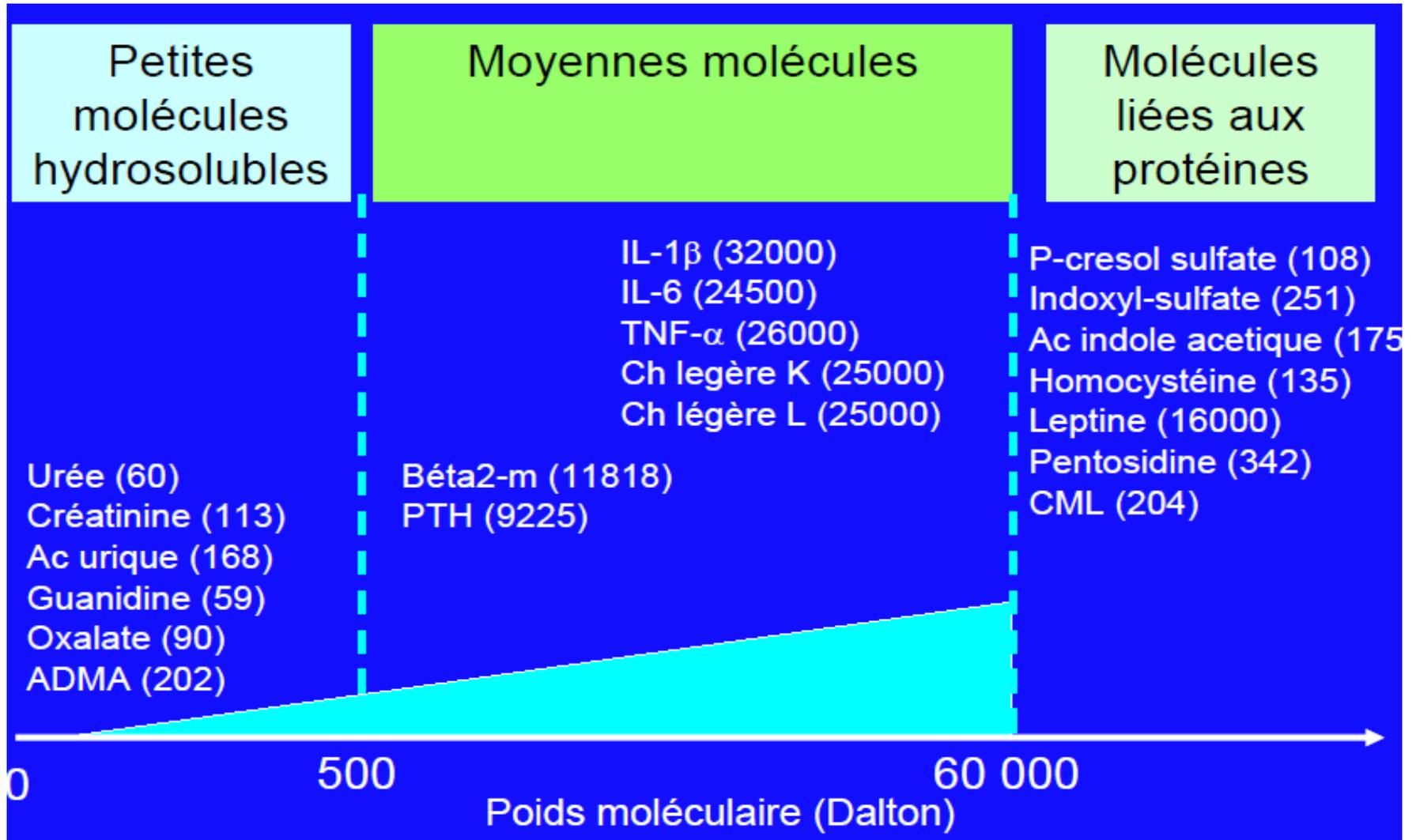


Hémodialyse (circuit externe)

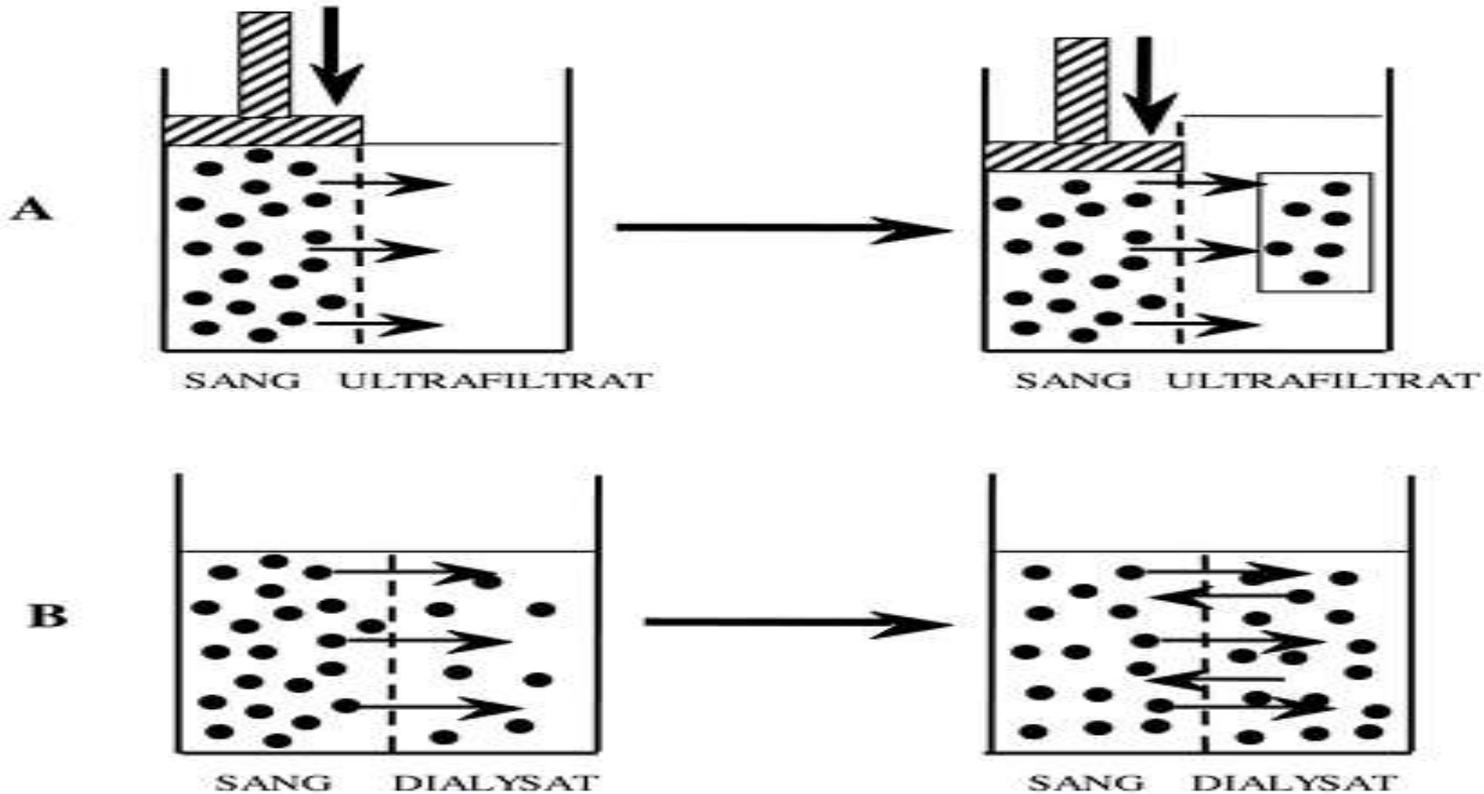
Principales indications de la dialyse

- Syndrome urémique (cfr cours MRC et ARA)
- Complications de l'insuffisance rénale non corrigées par un traitement médical bien conduit: hyperkaliémie sévère, OAP hémodynamique, acidose métaboliques réfractaires
- Maladie rénale chronique au stade 5
Si TFG ≥ 8 ml/min/1.73 m² privilégier la clinique
Si TFG < 8 ml/min/1.73 m² dialyse préventive quelle que soit la clinique
- ARA au stade 3 d'AKIN avec anurie prolongée
- Autres indications: insuffisance cardiaque terminale, intoxications, dialyse hépatique

Toxines urémiques



Principes physico-chimiques



A = convection gradient de pression qui favorise le passage de la solution
(soluté + solvant)

B = diffusion passage de solutés du milieu le plus concentré vers le milieu le
moins concentré

Autre principe: adsorption

Convection

- Echanges par gradient de pression, le solvant entraine passivement les solutés à travers la membrane semi-perméable tant que la pression transmembranaire est maintenue.
- un gradient de pression hydrostatique génère le transfert d'eau et de solutés à travers une membrane semi-perméable: c'est le débit transmembranaire du solvant qui entraine un débit passif des solutés qu'il contient

Convection

- L'eau plasmatisée qui traverse la membrane, devient ainsi l'ultrafiltrat qui contient toutes substances de petit poids moléculaire (<5000 Da) en concentration équivalente à celle du plasma. Ainsi la clairance obtenue pour les petites molécules (urée, créatinine,...) est proportionnelle au débit d'ultrafiltration (UF)

Efficacité des échanges convectifs est fonction du débit d'ultrafiltration qui dépend de

- Débit sanguin utilisé
- Pression transmembranaire
- Perméabilité hydraulique de la membrane
- Coefficient de tamisage de la membrane
- Surface de la membrane
- Interaction des solutés avec la membrane (charge électrique, capacité d'adsorption)

Diffusion

- Echange réalisé sous l'effet d'un gradient de concentration entre le secteur vasculaire et le dialysat circulant à contre-courant au sein de la membrane
- Echanges par gradient de concentration: les solutés passent du compartiment le plus vers le moins concentré, jusqu'à égalisation des concentrations entre les deux compartiments.

Principe de la diffusion

- Seules les substances de petit poids moléculaire traversent la membrane selon le gradient de concentration
- Molécules de taille moyenne ne sont pratiquement pas épurées par diffusion.

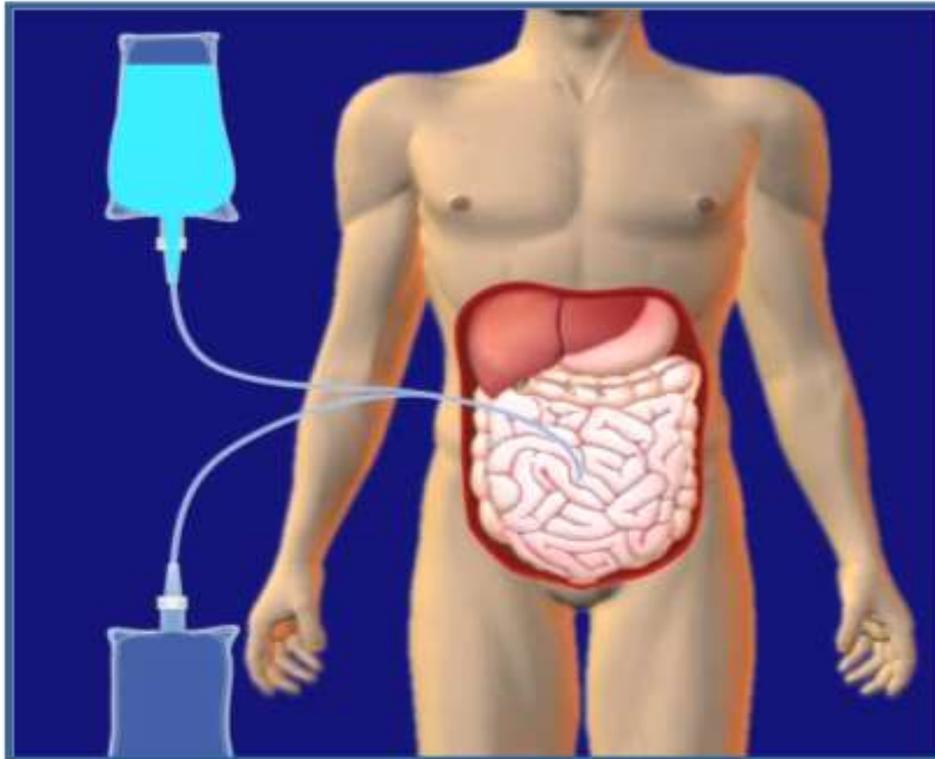
Efficacité des échanges diffusifs dépend de:

- 1) Gradient de concentration
- 2) Poids moléculaire de la substance
- 3) Interaction entre la molécule et la membrane(charge électrique)
- 4) Surface et épaisseur de la membrane
- 5) Débits dialysats et sang

Adsorption

- Fixation saturable de certaines molécules directement sur la membrane (cfr médiateurs de l'inflammation)
- Efficacité dépend de la perméabilité de membrane et concerne les membranes de haute perméabilité.

Dialyse péritonéale



Péritoine est utilisé comme membrane semi-perméable
Débit sanguin péritonéal \approx 100 - 150 ml/min

Enfants

Surface membrane péritonéale:

383 à 450 cm²/kg de poids corporel

Fréquence relativement faible des
polypathologies

Adultes

177 à 284 cm² /kg de poids corporel

Soit 2 m² adulte moyen

Polypathologie pouvant altérer la
perméabilité de la membrane
péritonéale

Place de la DP dans la PEC de l'insuffisance rénale

Utilisation dans le monde : 14% dans la population mondiale des dialysés, avec des variabilités:

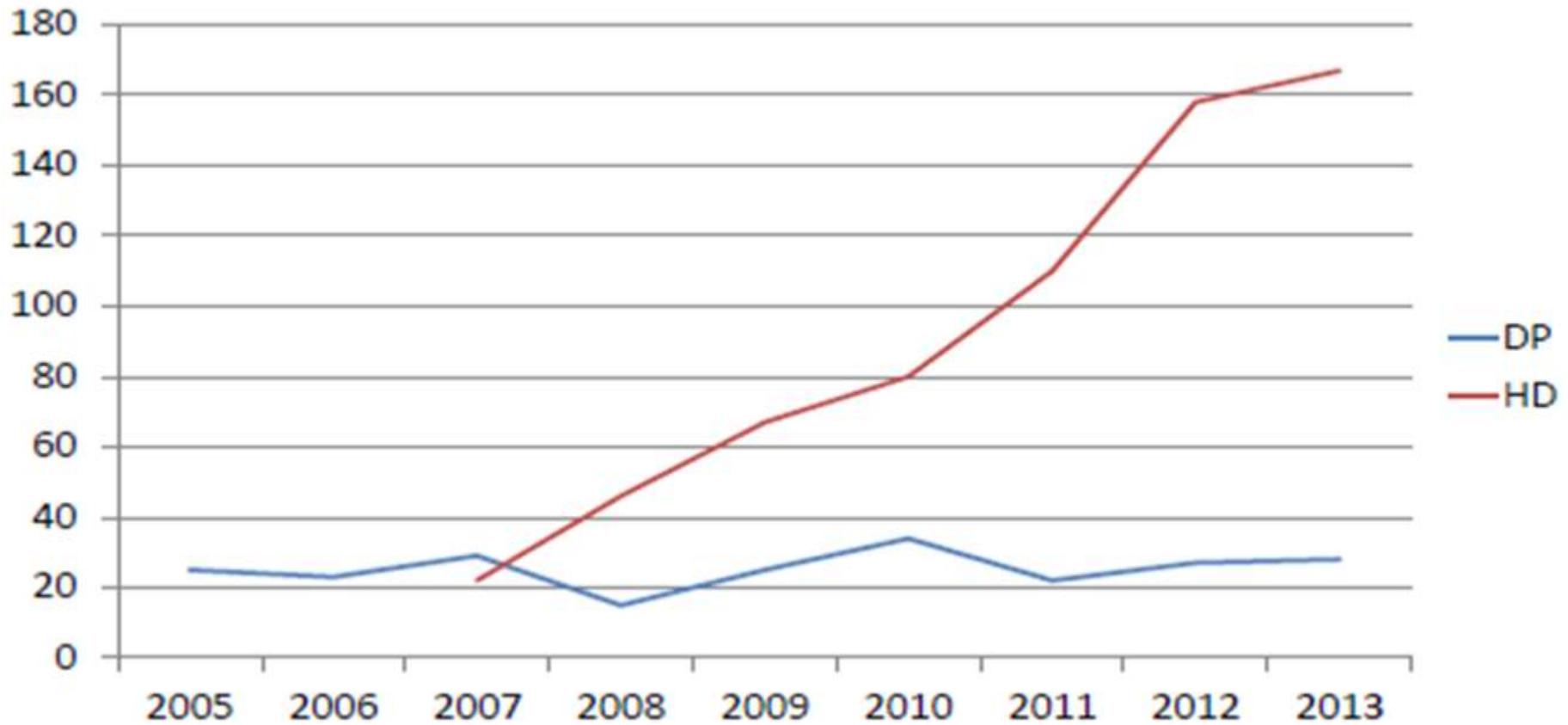
- Amérique du sud et Mexique: 91%
- USA: 18%
- Europe (France): 10%
- Japon: 5%
- RDC 100% avant 2007, année de la reprise de l'hémodialyse.

Demande de plus en plus croissante de la DP

Objectif : 50 % DP et 50 % HD

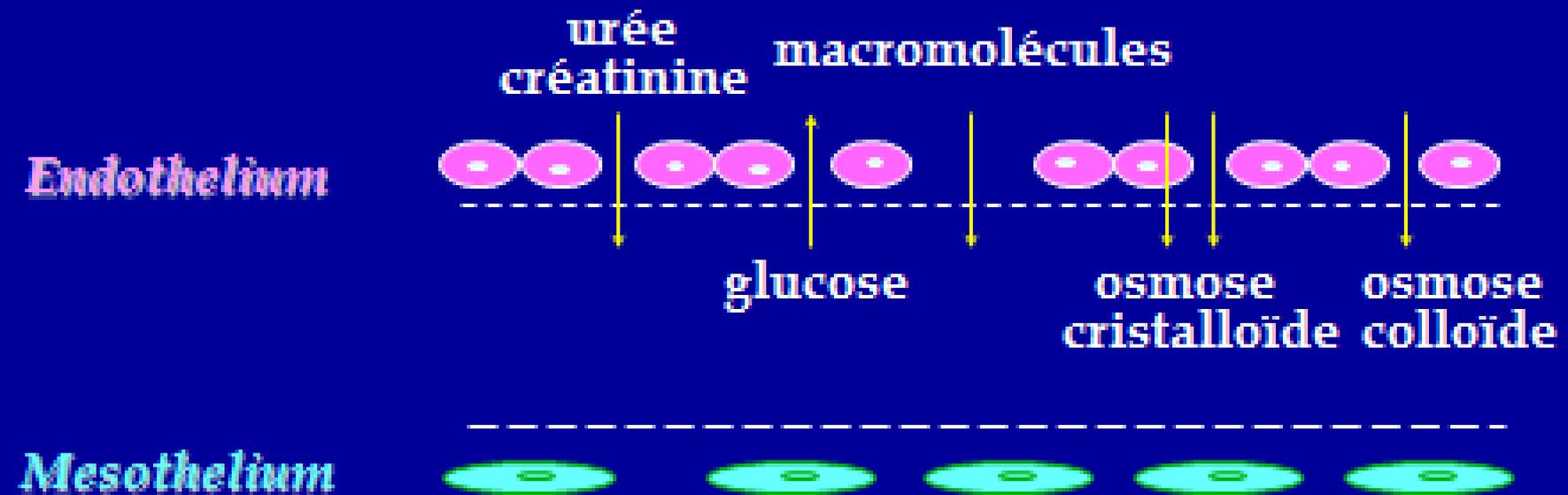
Avantages: moindre coût, technique simple, pas de nécessité d'une infrastructure lourde, meilleure autonomie

Accessibilité DP et HD à Kinshasa



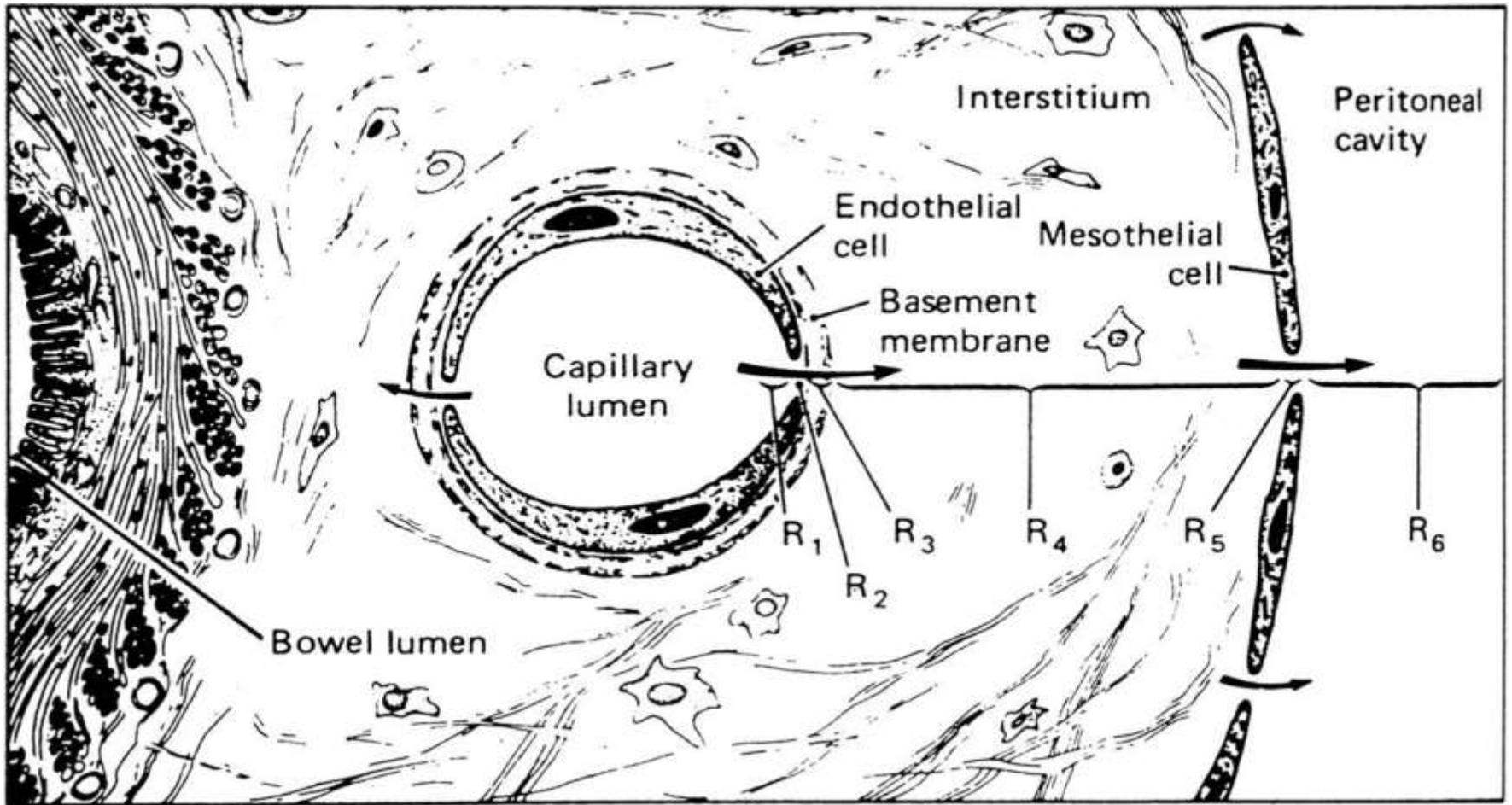
Voies de Transport des Solutés et de l'Eau

Sang dans les Capillaires Péritonéaux



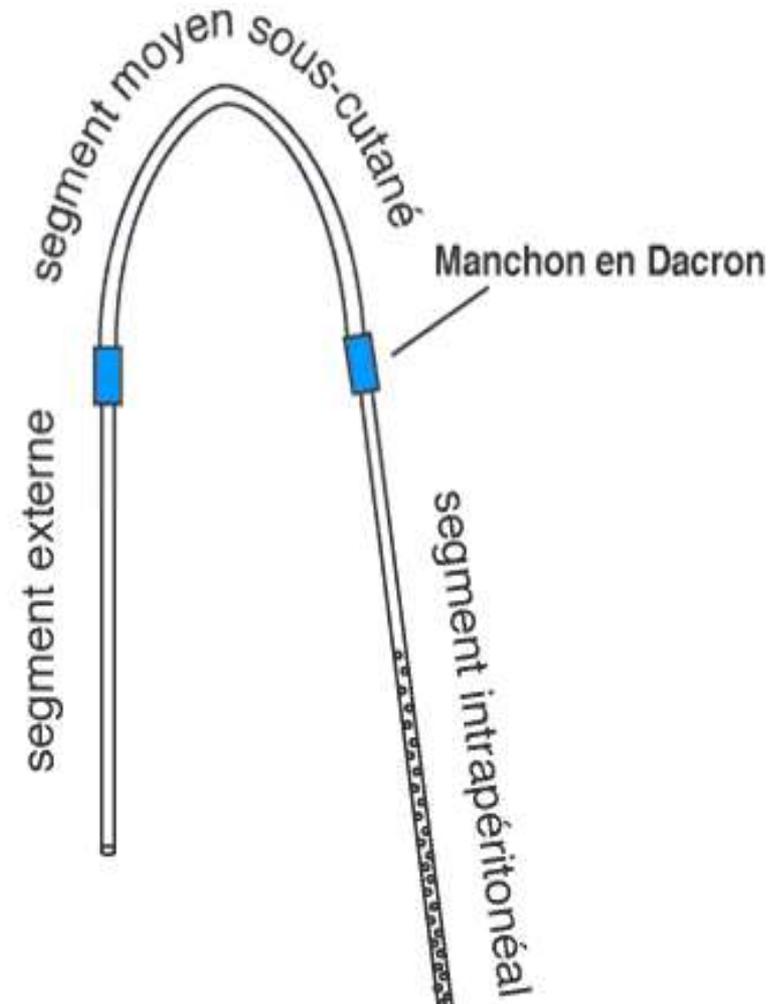
Dialysat dans la Cavité Péritonéale

Schéma histologique échanges DP



Matériel nécessaire pour la DP

- Cathéters: rigides (en cas d'ARA) ou flexibles (en cas de MRC et d'ARA)
- Prolongateur
- Dialysat: cristalloïde ou colloïde



Dialysat idéal

Il doit être biocompatible par :

- Tampon physiologique
- pH et osmolalité physiologiques
- Agent osmotique : non toxique, non immunogénique, non diffusible → UF constante tout au long de la durée de stase ou rapidement métabolisé
- Pas d'effet délétère sur la membrane péritonéale

Caractéristiques des dialysats

Agent osmotique

+

Agent tampon

+

Electrolytes

→ **Agent cristalloïde** (*glucose/acides aminés/ glycérol*)
→ **Agent colloïde** (*icodextrine*)

→ **Lactates** 35 à 40mmol/L (pH 5 à 6)
→ **Lactates** 15mmol/L + **HCO₃⁻** 25mmol/L (pH=7,4)
→ **HCO₃⁻** 34mmol/L (pH=7,4)

→ **Na⁺** 132 à 136 mmol/L
Ca²⁺ 1,25 à 1,75mmol/L
Mg²⁺ 0,25 à 0,75mmol/L
Cl⁻ (électroneutralité) 95-105 mmol/L

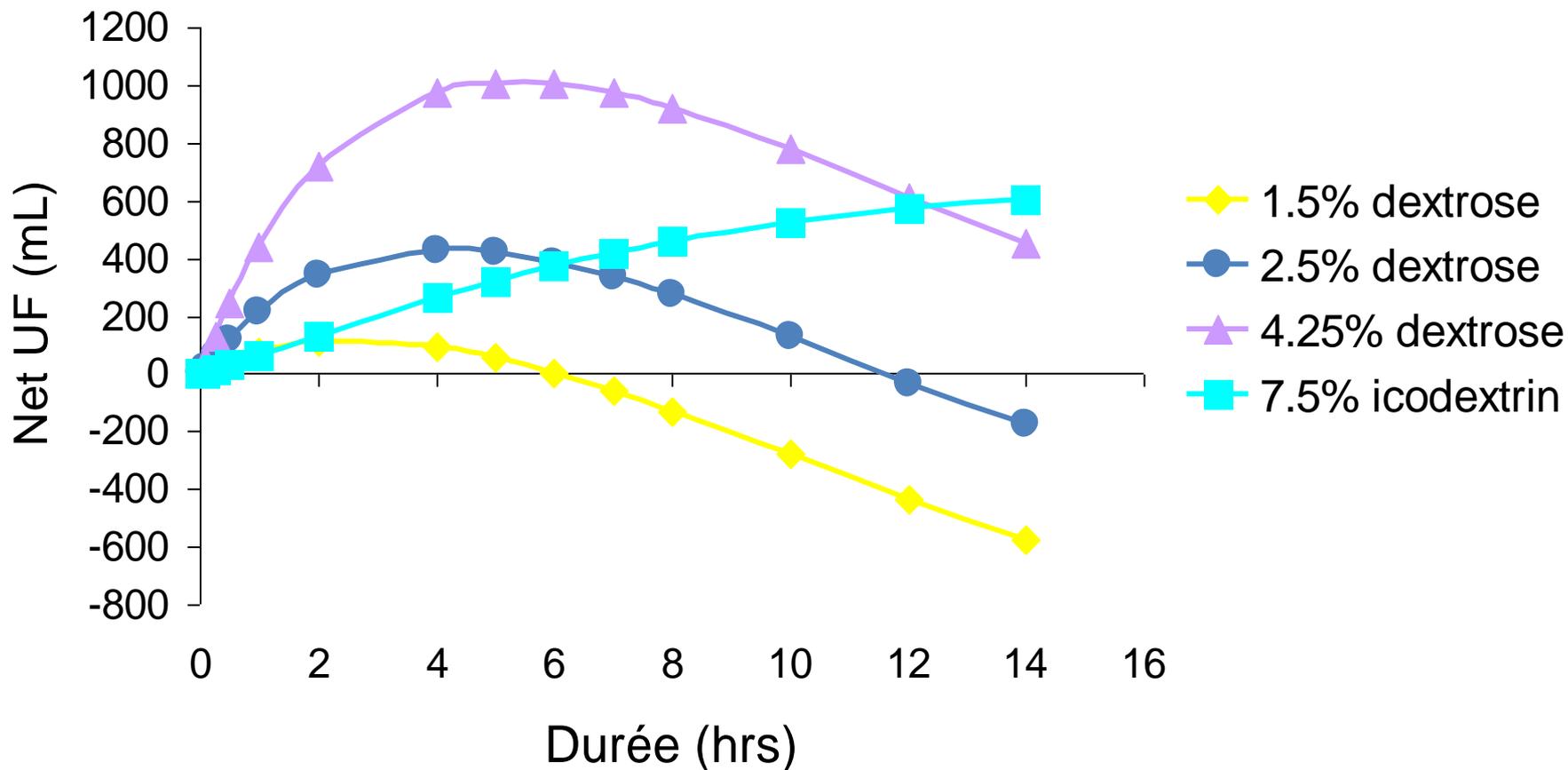
Ultrafiltration cristalloïde

- Petits solutés : glucose, acides aminés
- Mécanisme d'action :
 - Force osmotique 40 X supérieure au niveau des aquaporines que des petits pores
 - Appel d'eau libre à travers les aquaporines → dilution du sodium
 - Absorption transcapillaire (petits pores) de l'agent osmotique → dissipation du gradient osmotique

Ultrafiltration colloïde

- UF contre gradient osmolaire par forte concentration de solutés auxquels le péritoine est imperméable
- PG : faible absorption par petits pores (faible coef. réflexion)
- 90 % UF obtenue par petits pores
- Pas de flux par AQP, pas d'appel d'eau libre, pas de dilution de Na

Profils d'ultrafiltration % Dialysat



Les solutions de DP: agents osmotiques

Agents cristalloïdes

Isotonique : **Glucose 1,36%** (15g/L) : 347mosmol/L
Acides aminés 1,1% : 365mosmol/L
Intermédiaire : **Glucose 2,27%** (25g/L) : 398mosmol/L
Hypertonique : **Glucose 3,86%** (42,5g/L) : 486mosmol/L

Force osmotique 40 x
plus grande sur les
AQP

Absorption du
glucose et dilution

Appel d'eau libre

**UF initiale
importante**

Perte rapide du pouvoir
osmotique

**Tamissage du
sodium**

Stase courte ++

→ UF par AQP (50%) et petits pores (50%)

UF cristalloïde

Agents colloïdes

Icodextrine 7,5% : 285mosmol/L

Pas d'appel d'eau libre

Peu d'absorption
plasmatique

UF isotonique (eau+Na)

Pas de perte du pouvoir
osmotique

UF progressive

Stase longue ++

→ 90% UF par petits
pores

UF colloïde

Modalités de DP

- DP manuelle
- DP intermittente: 3x12 heures/semaine
- DP continue en ambulatoire (DPCA): 3 ou 4x 2 litres/j
- DP automatique (DPA = utilisation du cyclor): 12-15 litres/j

PDG (produits de dégradation du glucose)

- Taux de PDG lié à l'oxydation du glucose induite par la stérilisation et pendant le stockage des solutions
 - PDG se forment directement par la liaison du glucose avec les résidus amines (NH₂) libres des lysines ou arginines des protéines tissulaires (réaction de Maillard)
 - Conséquences au long cours des PDG
 - Rénales : perte de diurèse résiduelle
 - Locales :
 - sur mésothélium
 - inhibition de la prolifération mésothéliale
 - induction de l'apoptose
 - retard de la re - mésothélialisation
 - Fibroblastes : prolifération sous effet de facteurs de croissance TGFβ – IL-6
 - TNF α
 - Vaisseaux : néo-vascularisation sous effet de VEGF
- Fibrose péritonéale

Dialyse péritonéale

Avantages

Simplicité

Coût moins cher

Pas d'héparine

Epuration douce

Bonne tolérance hémodynamique

Préservation de la fonction rénale résiduelle

Autonomie

Meilleure gestion du temps

Désavantages

Péritonite (↓ si DPA, KT Tenckhoff à 2 manchons, KT tunnelisé)

Péritonite encapsulante même après arrêt du traitement (rôle d'icodextrine non prouvée)

Faible convection

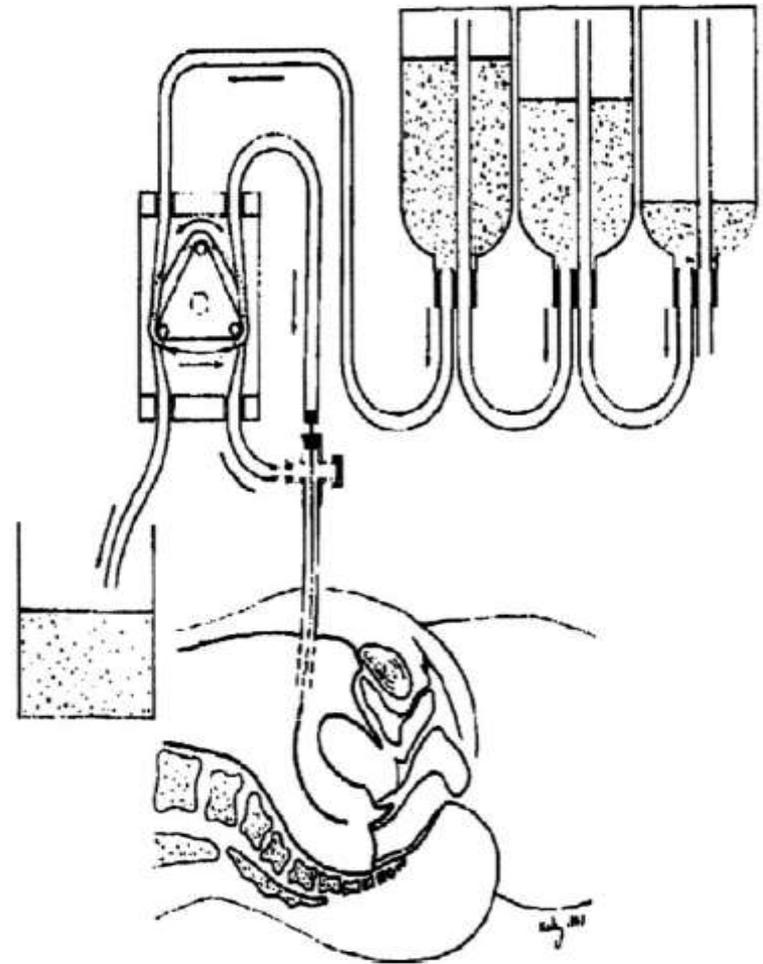
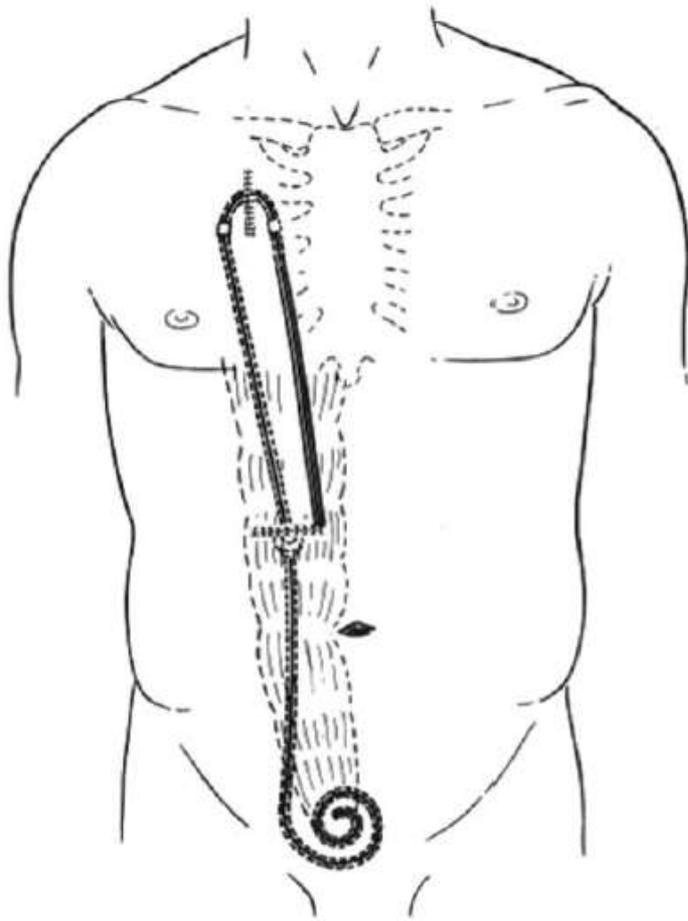
Perte de la perméabilité du péritoine avec le temps

Implication personnelle ou de l'entourage dans le traitement

CI si chirurgie ou inflammation abdominale

Mauvaise performance si obésité

Progrès en DP: KT tunnelisés, cycler, etc



Les dialysats du futur...

- Le dialysat « low sodium »
- Agents osmotiques : combinaison de substance de faible PM et de gros PM
- Glycérol
- Remplacer totalement le Glucose car persistance de PDG à concentrations réduites mais variables
- Supprimer le Lactate (cfr douleurs abdominales à cause de pH acide)
- Combinaison des agents osmotiques colloïdes et cristalloïdes : effet synergique sur l'UF et l'extraction sodée à travers les petits pores (UF Bimodale)
- L. Carnitine : non toxique, UF équivalente au G, Accélération de catabolisme lipidique, légèrement plus petit que G → rapidement résorbable

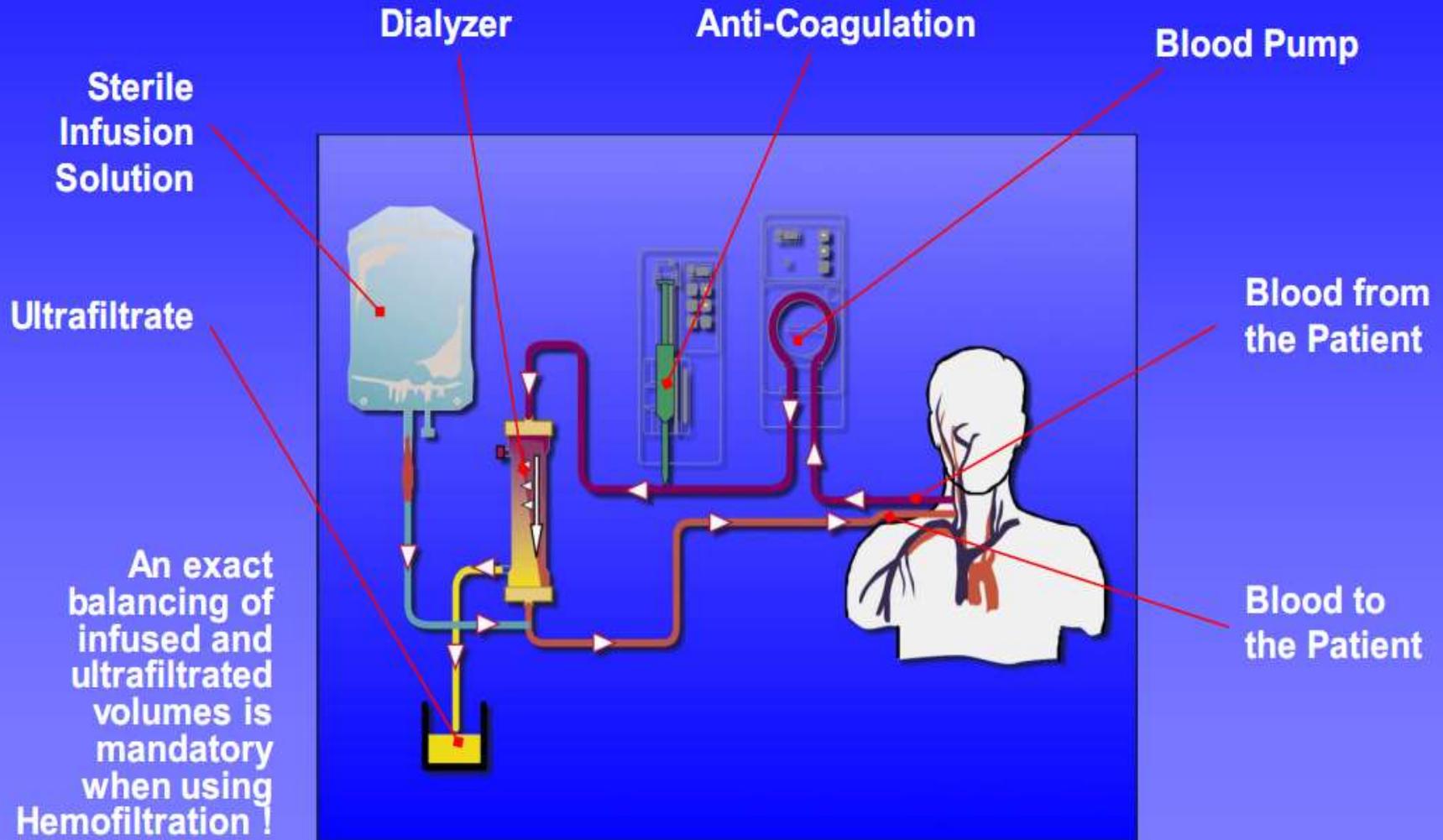
Hémodialyse

Hémodialyse

3 compartiments:

- 1) Dialyseur = où se font les échanges
- 2) Système de délivrance du dialysat
- 3) Système de délivrance du sang

Schéma classique d'une hémodialyse



Dialyseur

- Filtre en plastique d'une surface d'environ 1,5 à 2 m² (sujet adulte)
- 4 sortes de membranes:
 - 1) Cellulose
 - 2) Substitut de cellulose
 - 3) Cellulose synthétique
 - 4) Synthétiques (polysulfone, polyméthacrylate, polyacrylonitrile)

Peut être réutilisé après désinfection avec formaldéhyde, acide peracétique, peroxyde d'hydrogène, glutéraldéhyde et eau de Javel

Dialysat

Composé de:

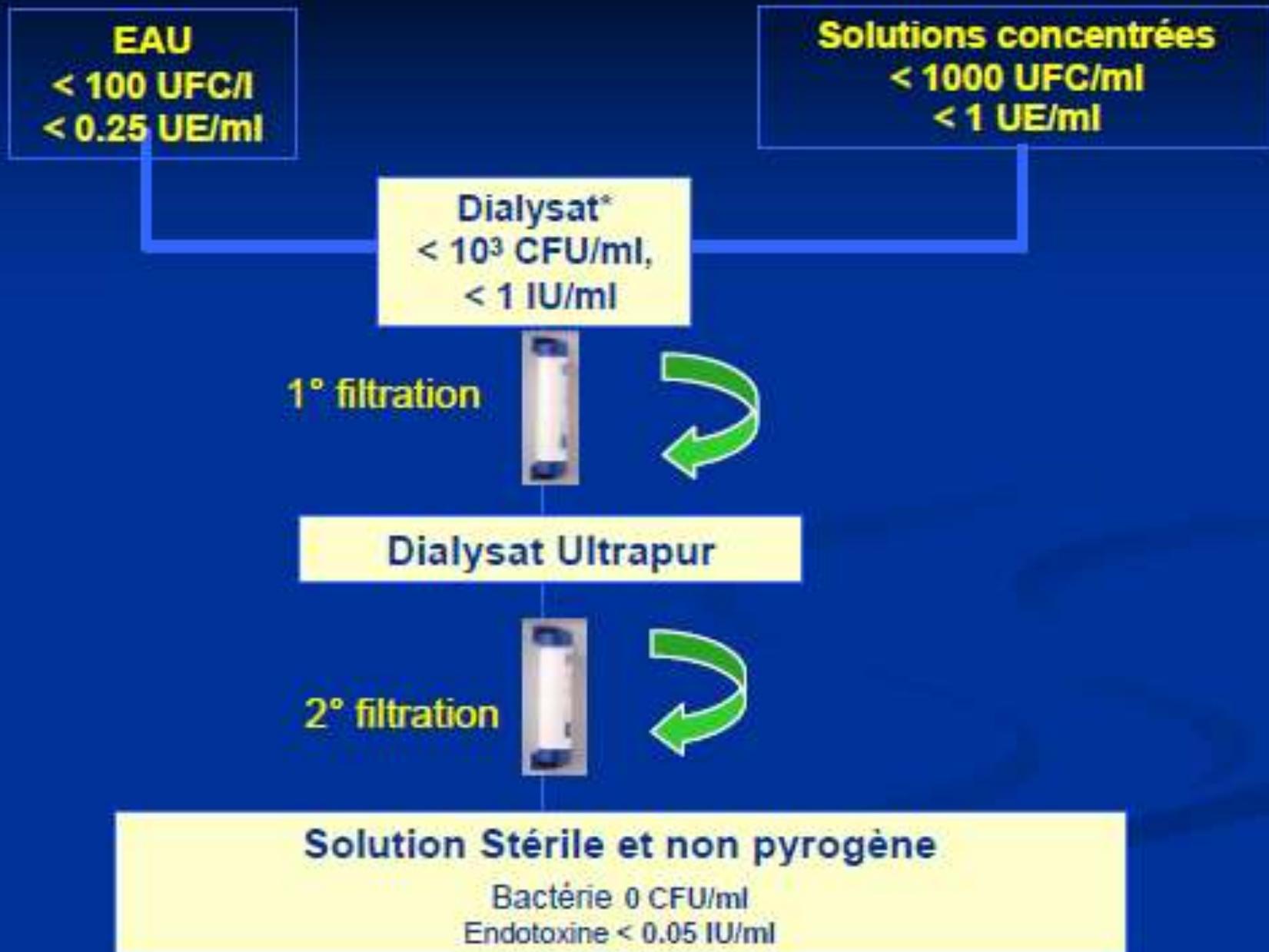
- K^+ entre 0-4 mmol/l
- Ca^{++} entre 1-1,75 mmol/l
- Na^+ entre 135-140 mmol/l: si diminué → hypotension artérielle, crampes, nausées, vomissements, fatigue et vertiges
- Cl^- 110 mmol/l
- HCO_3^- 32 mmol/l
- Mg^{++} 0,5 mmol/l
- Acétate 3 mmol
- Eau: 120 l d'eau sont utilisées à chaque séance
doit être bien traitée

Etapes de traitement d'eau

1. Filtration (filtres de 50, 20, 10, 5 et 1 micron). Elimination de toute substance de l'ordre de microns
2. Adoucissement. Elimination des ions divalents
3. Filtres à charbon activé. Elimination de chlore
4. Osmose reverse. Elimination des particules de l'ordre d'angstrons

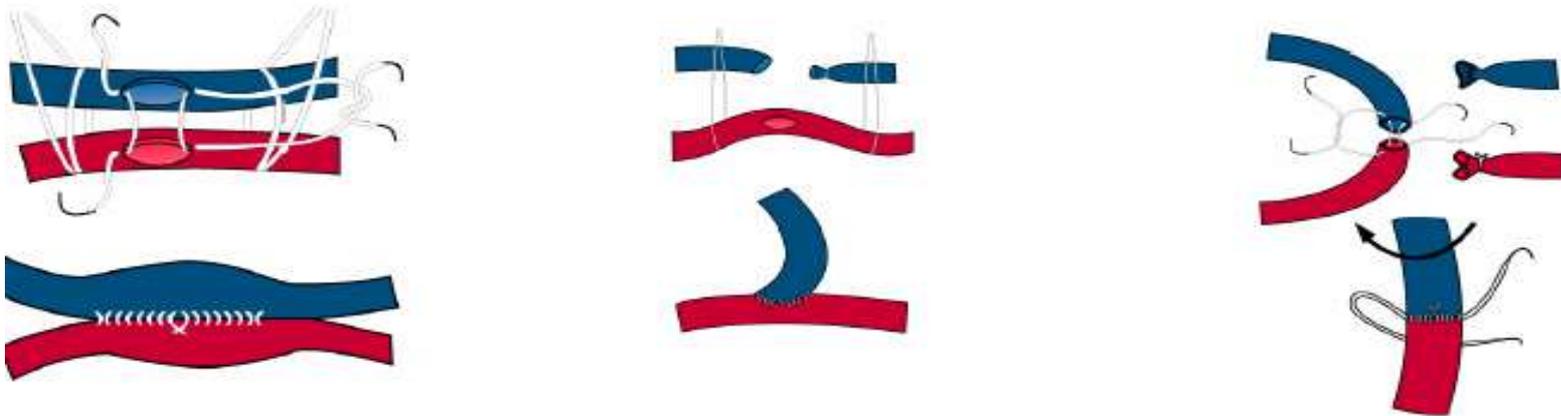
Objectif= obtention d'une eau ultrapure

Obtention d'un soluté stérile et apyrogène:



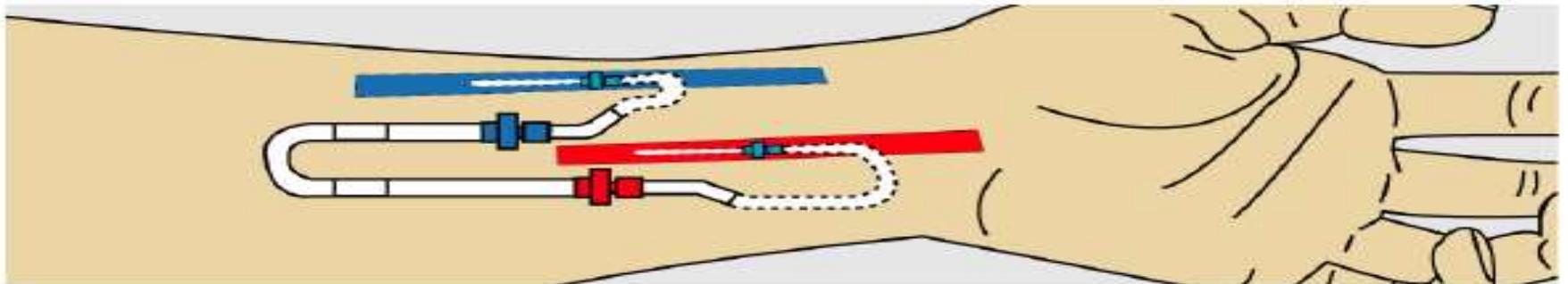
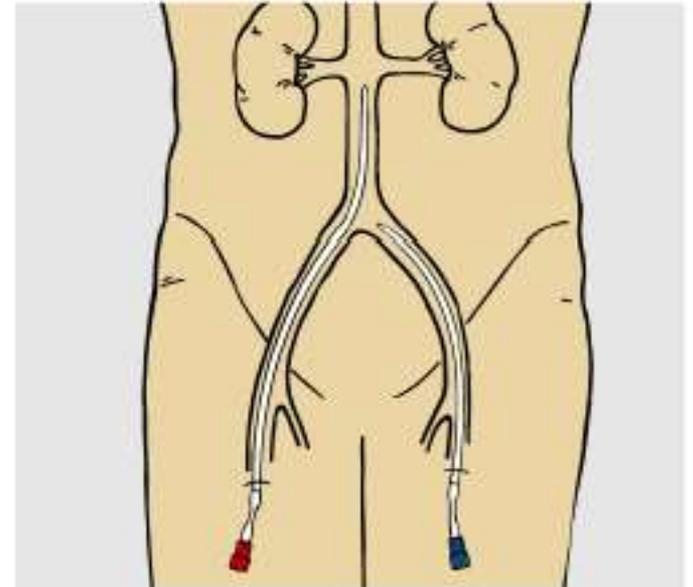
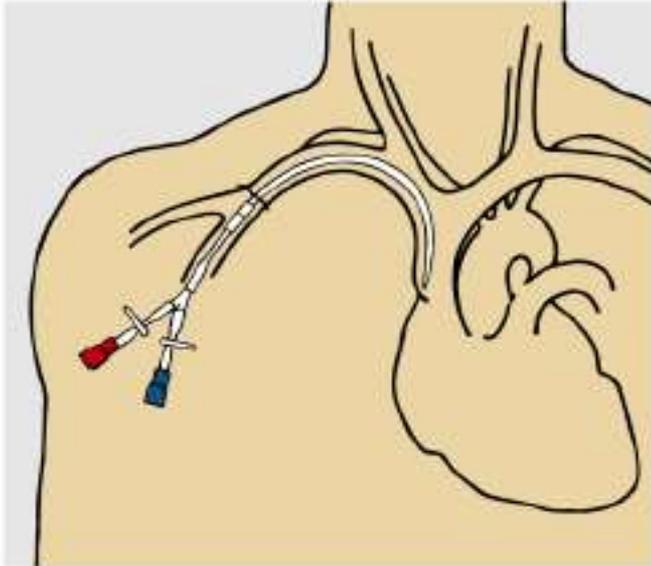
Délivrance de sang (accès vasculaires)

- Cathéters temporaires et cathéters permanents
sites d'insertion: veines jugulaire interne, fémorale, sous-clavière droites ou gauches
- Fistule artério-veineuses (FAV)
sites: radio-céphalique, huméro-céphalique, huméro-cubitale
- Prothèse artério-veineuse



Schémas de réalisation d'une FAV

Cathéters sous-clavière, fémoral et prothèse



Trois variantes de l'hémodialyse

Technique	diffusion	convection
Hémodialyse	↑↑↑	↑
<u>Hémofiltration (CVVH)</u>		↑↑↑
<u>Hémodiafiltration</u>	↑↑↑	↑↑↑

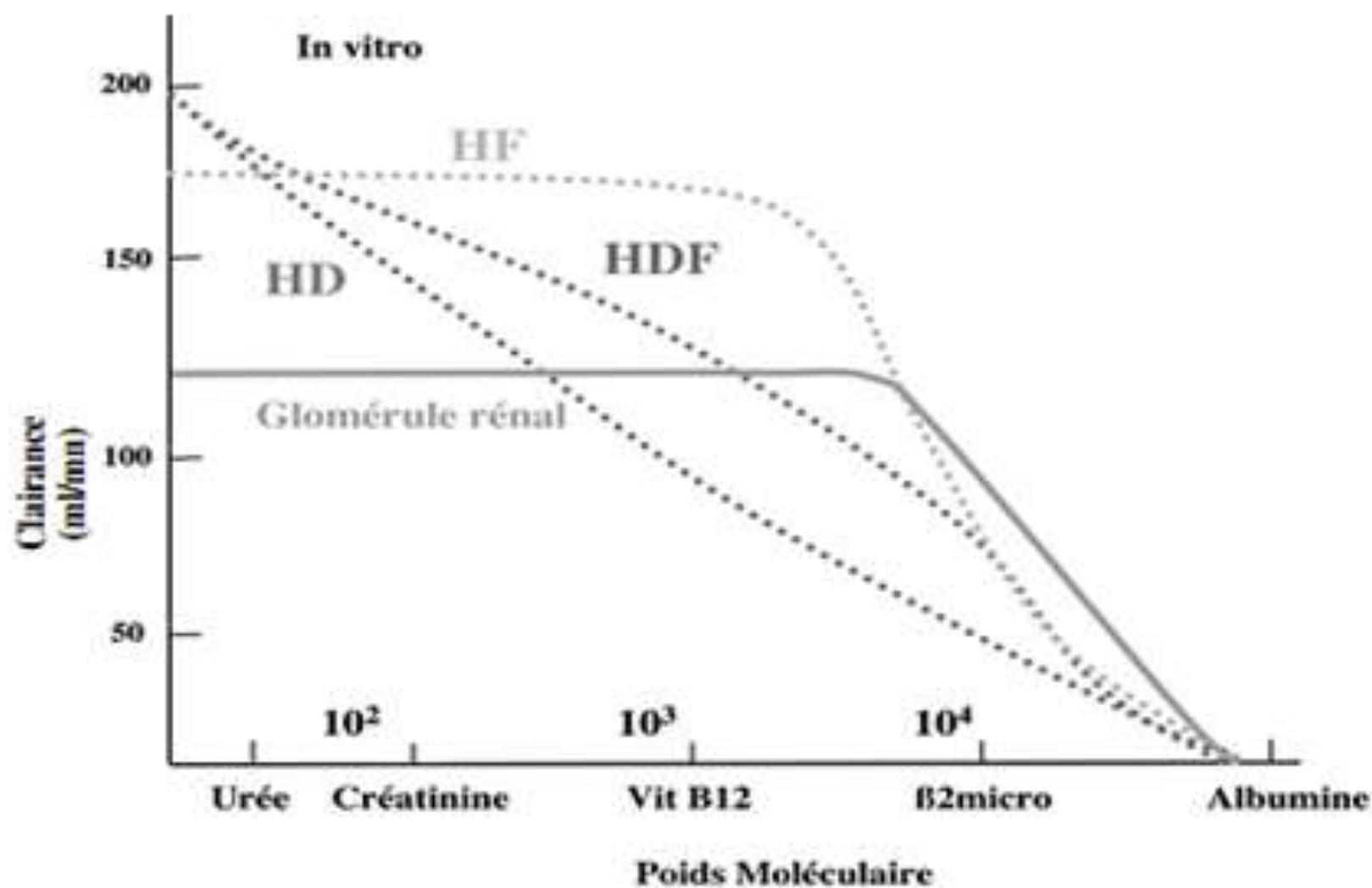


Fig. 2 – Clairance des molécules en fonction de leur poids moléculaire et de la technique utilisée. HD = hémodyalyse ; HF = hémofiltration ; HDF = hémodiafiltration.

Quelques générateurs



Dialyse classique



Hémodiafiltration



Hémofiltration

Hémodialyse

Avantages

Plus efficace que la DP

En cas d'OAP et d'hyperkaliémie menaçante

Meilleure évaluation efficacité du traitement cfr calcul du KT/V et de PRU

Meilleure épuration phosphates et cytokines + + si HDF et hémofiltration

Peut être utilisé même en cas de chirurgie ou d'inflammation abdominale

Désavantages

Coût d'installation élevé

Manipulation des machines et maintenance, traitement de l'eau

Instabilité hémodynamique (diminuée si HDF et hémofiltration)

Risque hémorragique à cause des anticoagulants

Incidents liés à la pose du cathéter

Epuisement cathéter veineux

Infections KT

Complications Fistule

Pas d'autonomie (sauf si autodialyse)

Réduction fonction rénale résiduelle