

# **PRINCIPES ET MODALITES D'EPURATION EXTRA RENALE (EER)**

**DR ZOUAGHI LE 27/5/2011**

# INTRODUCTION

- Les techniques d'épuration extra rénale ont commencé à se développer à partir des années 40 pour intéresser au tout début le traitement de l'insuffisance rénale aiguë (IRA) et par la suite l'insuffisance rénale chronique (IRC) 1970.
- Plusieurs techniques ont été développées :  
hémodialyse, dialyse péritonéale, hémofiltration, hémodiafiltration afin de pallier aux conséquences de l'IR.

# Rappel

## Les reins participent à l'homéostasie

### REINS = FILTRE

- **Fonction excrétrice** : l'urine est le produit d'excrétion des reins

Maintien de la volémie par régulation de l'équilibre hydrique



Maintien de l'équilibre acido-basique



Élimination des déchets du métabolisme azoté (urée, créatinine)



Maintien de l'équilibre électrolytique

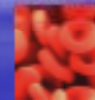


- **Fonction sécrétrice** : sécrétion de trois hormones différentes

Rénine : participe à la régulation de la pression sanguine



EPO : régule la production de globules rouges



Vitamine D : régule la fixation de calcium



# EPURATION EXTRA RENALE

## EER

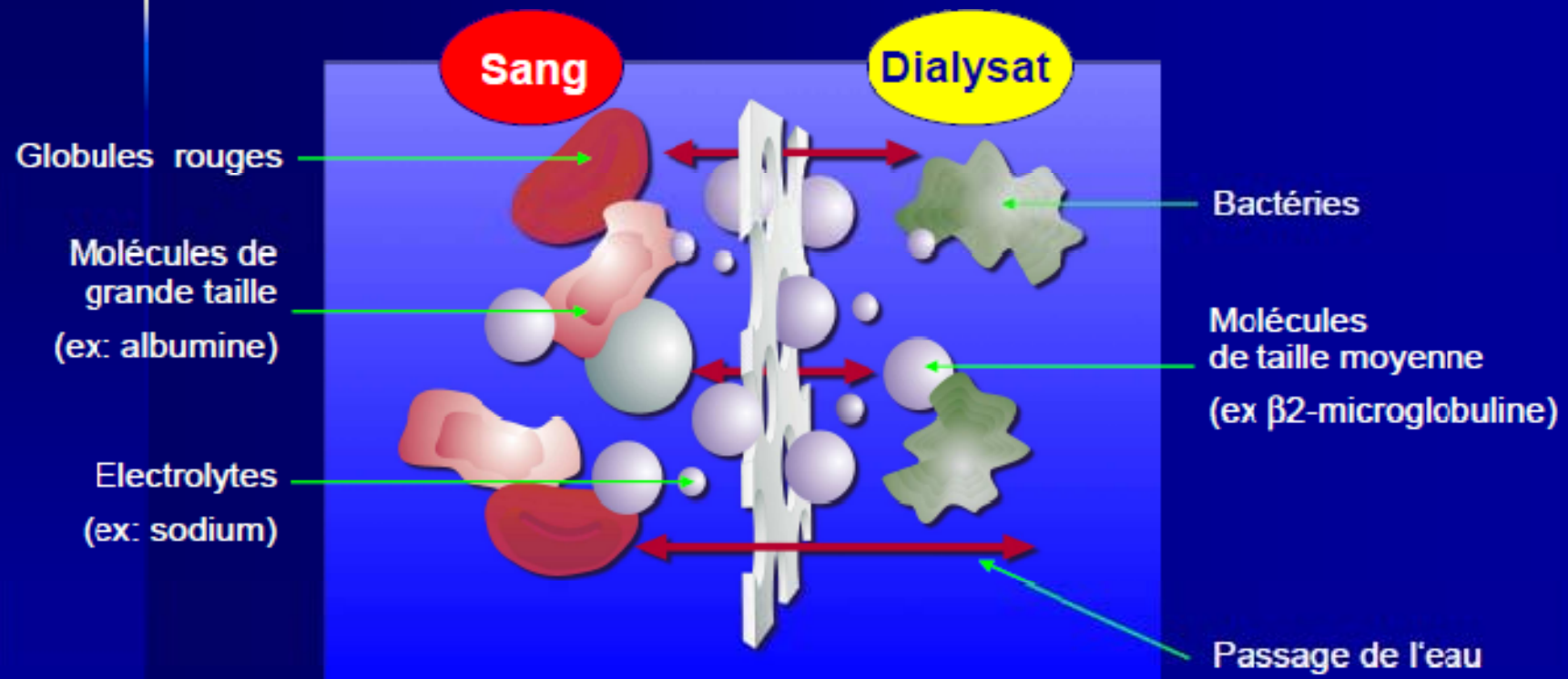
- En cas d'IR :défaut des fonctions:
  - \*Exocrines
  - \*Endocrines
- D'où nécessité d'un traitement de suppléance: l'EER
- Objectifs :
  - \*Maintien de l'équilibre hydro électrolytique
  - \*Équilibre acido- basique
  - \*Eliminations des toxines endo et exogènes
- Actuellement plusieurs techniques sont disponibles

# PRINCIPES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EER

# PRINCIPES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EER

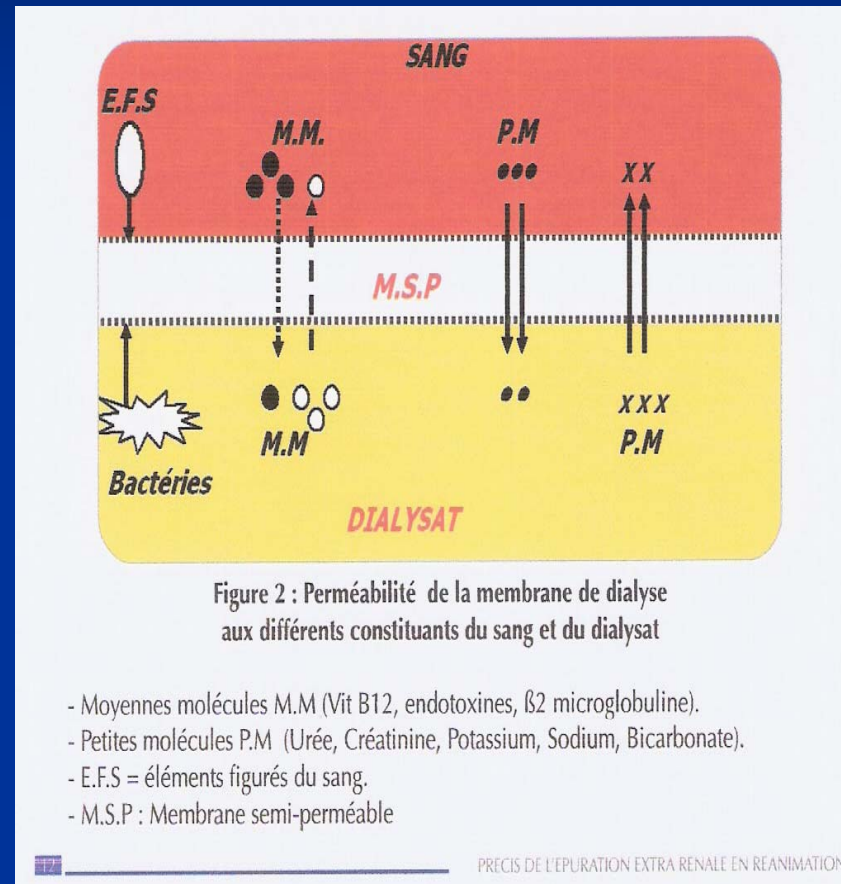
- MEMBRANE SEMI PERMEABLE
- DIFFUSION
- CONVECTION
- ULTRAFILTRATION (UF)
- ADSORPTION

# Membrane semi-perméable



# MEMBRANE SEMI PERMEABLE

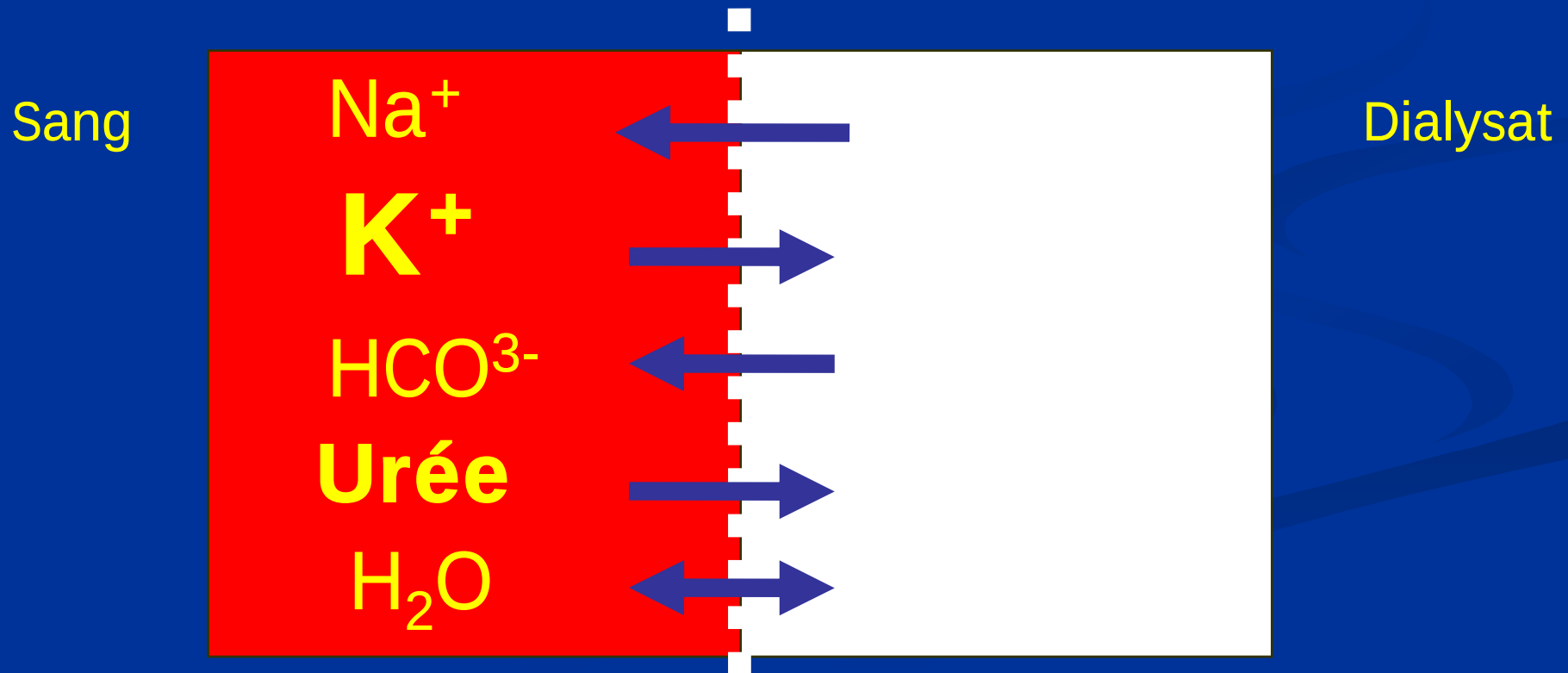
- Transfert de solutés dans un seul sens
- Le transfert est limité par la taille et la concentration de la soluté





# Transfert par conduction

Transfert passif de solutés à travers une membrane semi-perméable selon un **gradient de concentration** sans transfert de solvant.



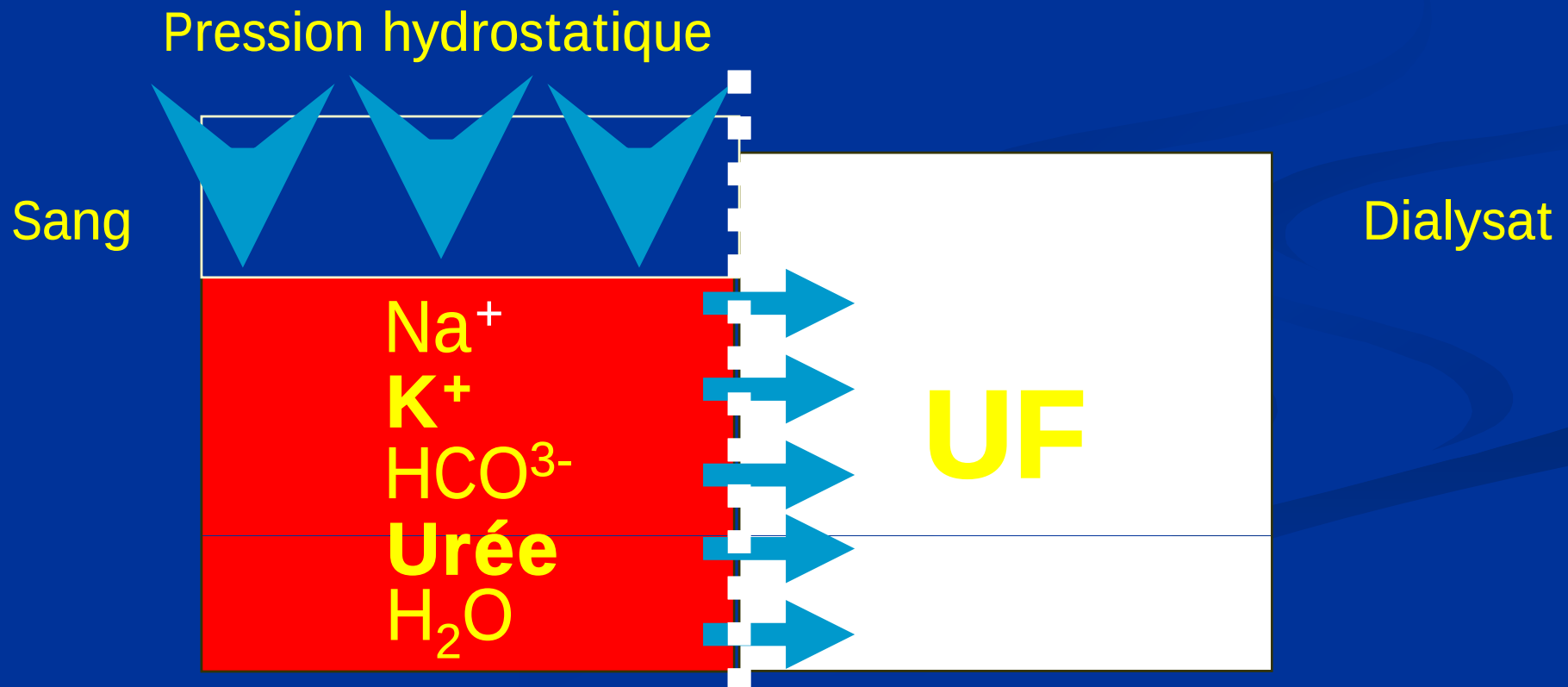
# Transfert par conduction

## CARACTERISTIQUES

- Mécanisme passif: pas d'intervention extérieure
- Mécanisme lent : dû à l'agitation des molécules
- Mécanisme local: à proximité des pores de la MSP

# Transfert par convection

Transfert sous l'effet d'un **gradient de pression hydrostatique** de solvant et de solutés à travers une membrane semi-perméable.



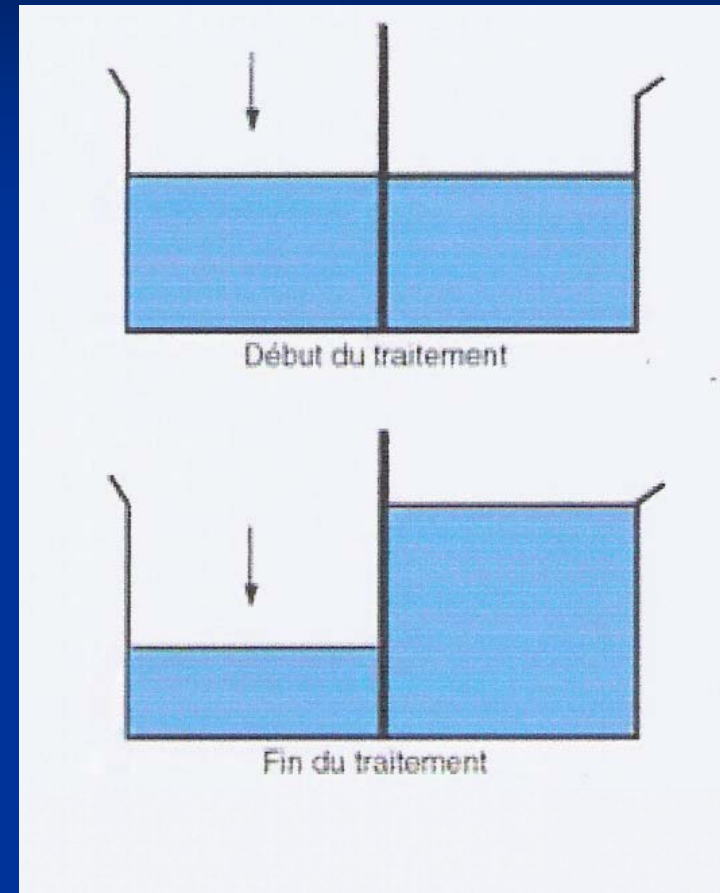
# Transfert par convection

## CARACTERISTIQUES:

- Mécanisme actif : intervention extérieure nécessaire
- Mécanisme rapide : mis en œuvre par l'intermédiaire d'une pompe
- Mécanisme global: action s'exerçant à distance des pores de la MSP
- UF : perte de poids

# ULTRAFILTRATION

- Transfert actif par différence de pression hydrostatique
- Transfert de solvant CAD uniquement de l'eau plasmatisque
- Dépend :
  - \*Coefficient de tamisage de la membrane
  - \*Coefficient de perméabilité hydraulique



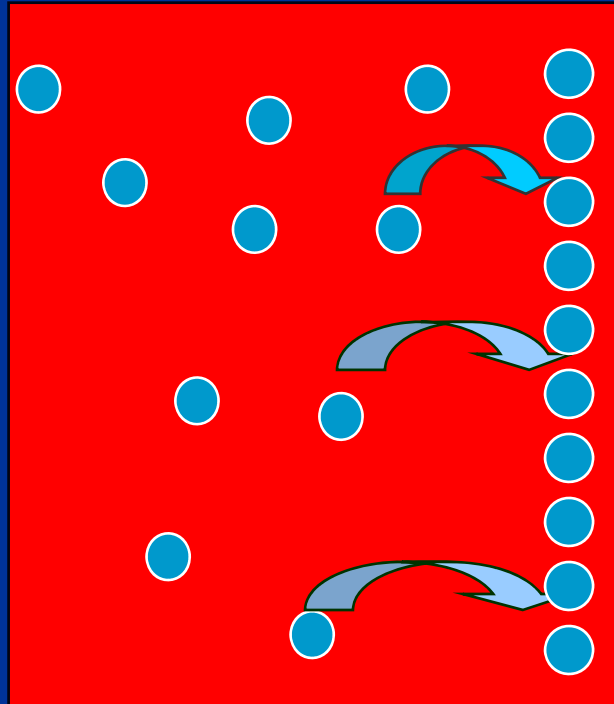
# MECANISMES

|                | DIFFUSION        | CONVECTION           |
|----------------|------------------|----------------------|
| MECANISME      | PASSIF           | ACTIF                |
| RAYON D'ACTION | PROCHE DES PORES | A DISTANCE DES PORES |
| VITESSE        | LENT             | RAPIDE               |
| PM             | BAS              | BAS + MOYEN          |
| PREPONDERANCE  | HDI              | EERC                 |

# Transfert par adsorption

Soustraction de solutés par adsorption sur la membrane semi-perméable selon un **gradient de d'affinité** (électrique ou chimique).

Sang



Dialysat

# LES METHODES D'EER



# LES METHODES D'EER

## ■ Techniques intermittentes ou séquentielles:

- \*Hémodialyse intermittente (**HDI**) : technique de référence
- \*Ultrafiltration isolée : (**UFI**)
- \*Sustained low – efficiency dialysis : (**SLED**)

## ■ Techniques continues:

- \*L'hémofiltration veino-veineuse continue : (**CVVHF**)
- \* L'hémofiltration à haut volume (**HV HF**)
- \*L'hémofiltration veino-veineuse continue: ( **CVVHDF**)
- \*Slow continuous ultrafiltration (**SCUF**)

# Les techniques d'épuration

Mécanismes

Diffusion

Adsorption

Convection

Techniques

*Discontinues*

HDI

HVHF

SLEDD



*Continues*

CVVHDF

CVVHF

## Méthodes d'épuration extracorporelles

|                           | Continue                                                                         | Semi-continue<br>Quotidien                            | Intermittent                                                                   |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Diffusion                 | Hémodialyse<br>CVVHD                                                             | Hémodialyse<br>SLED                                   | Hémodialyse<br>IHD                                                             |
| Convection                | Ultrafiltration isolée<br>SCUF<br>Hémofiltration<br>post/pré dilution HF<br>CVVH | Ultrafiltration<br>Isolée UF<br>Hémofiltration<br>DHF | Ultrafiltration isolée<br>IUF<br>Hémofiltration<br>post/pré dilution HF<br>IHF |
| Diffusion<br>+ Convection | Hémodiafiltration<br>post/pré dilution HDF<br>CVVHDF                             | Hémodiafiltration<br>post/pré dilution HDF<br>DHDF    | Hémodiafiltration<br>post/pré dilution HDF<br>IHDF                             |

# HDI

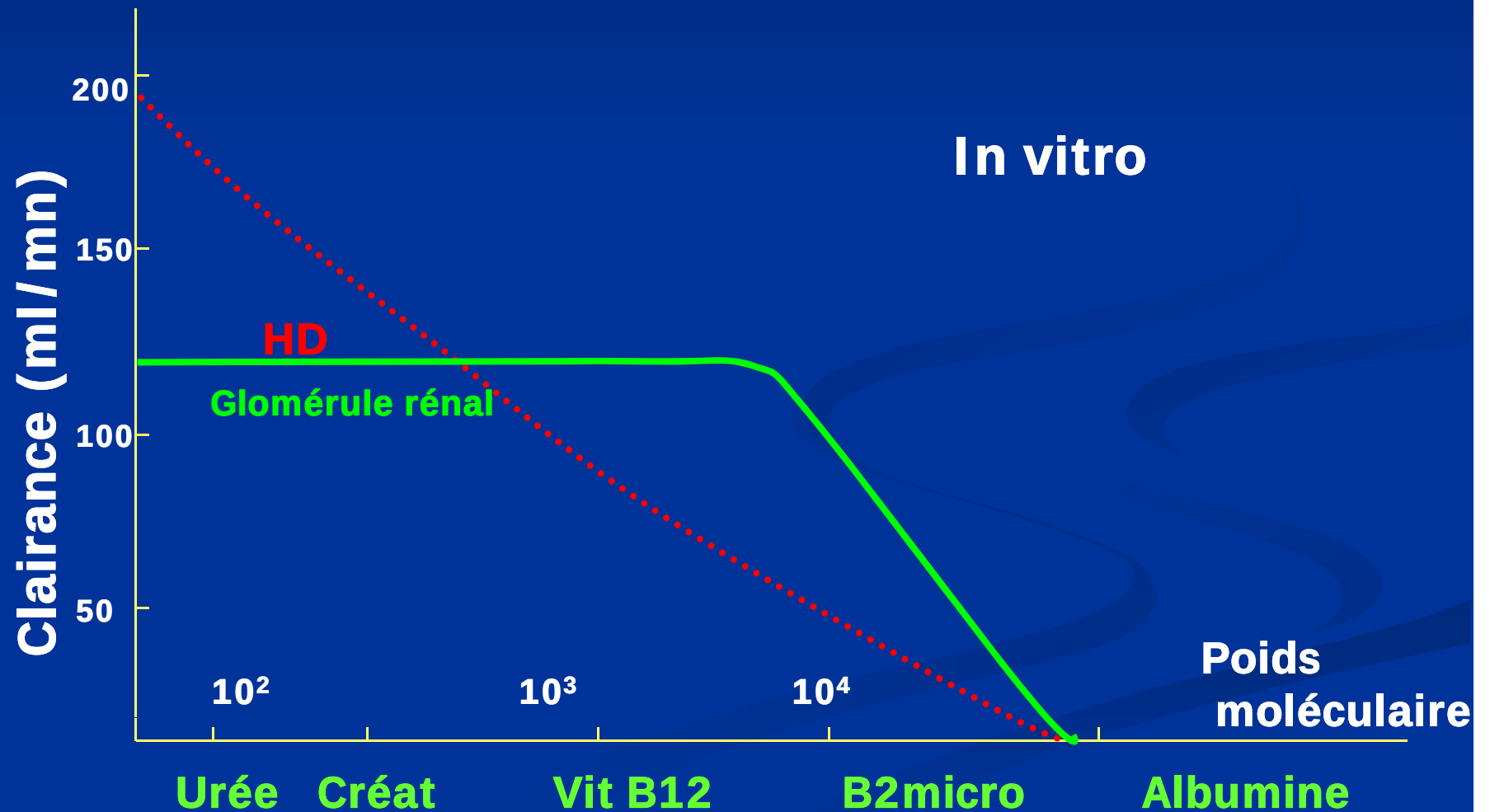
Transfert de solutés :

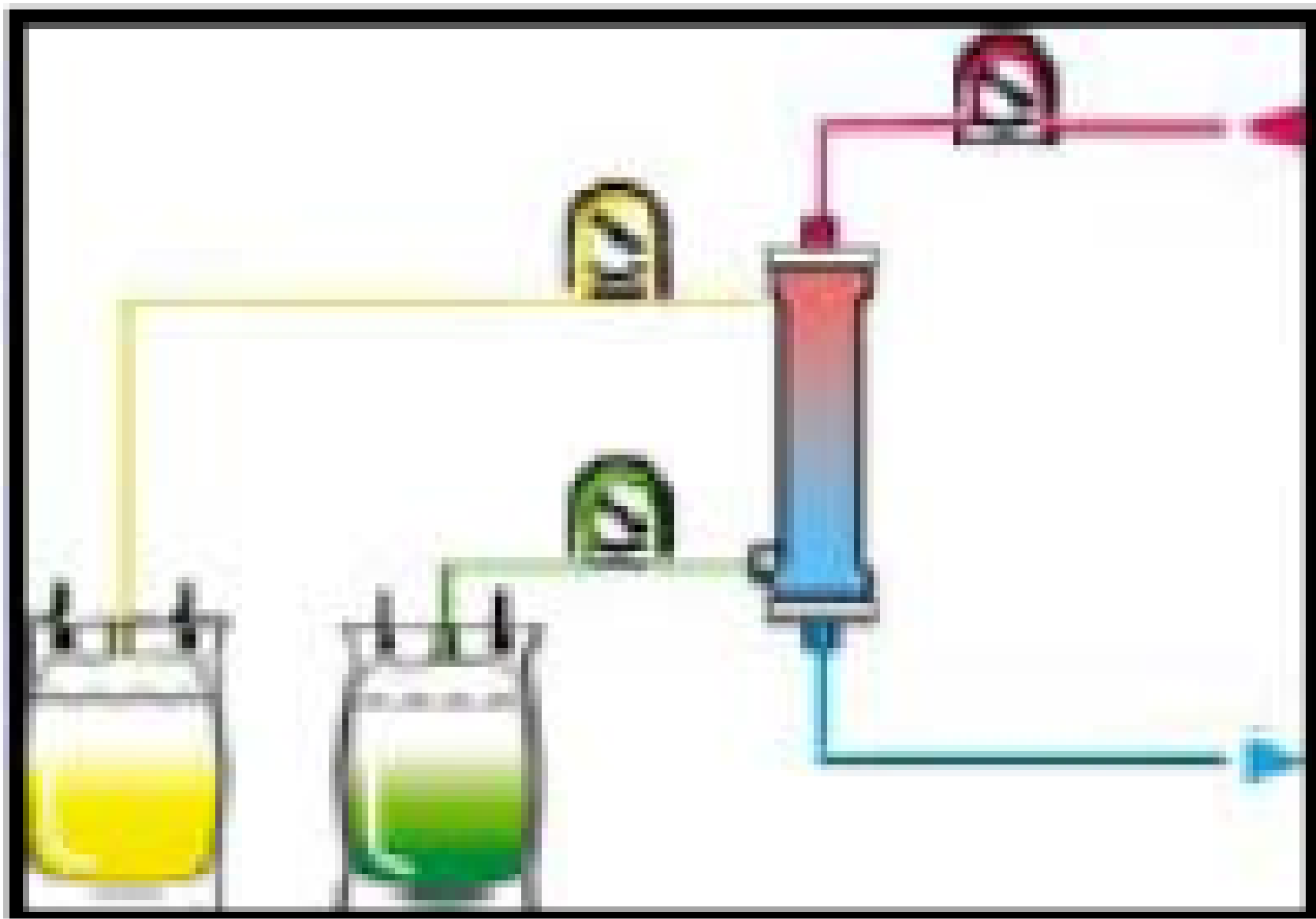
- transfert conductif (Dialyse) +++
- transfert convectif
- transfert adsorptif +/-

Transfert de solvant :

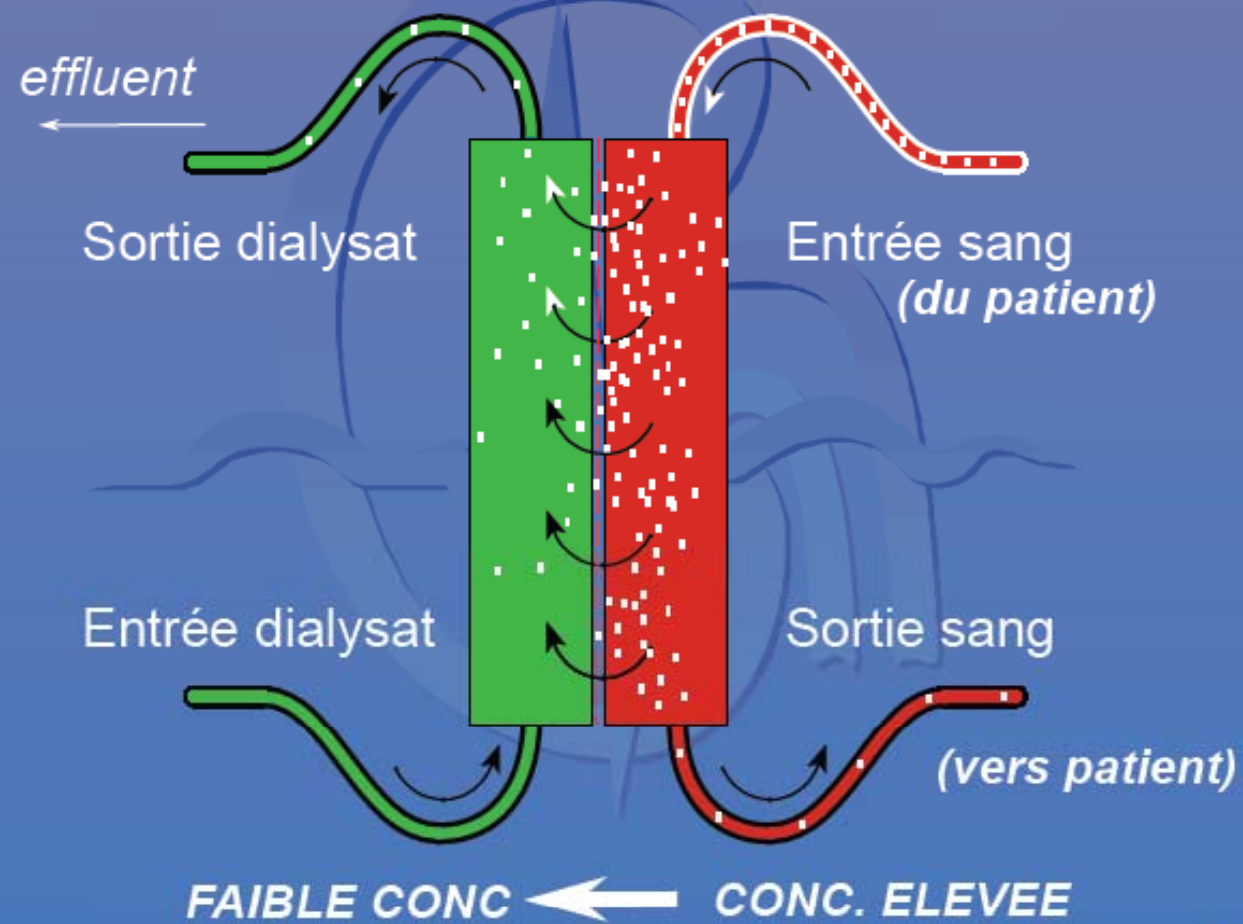
- transfert convectif (UF)

# Hémodialyse



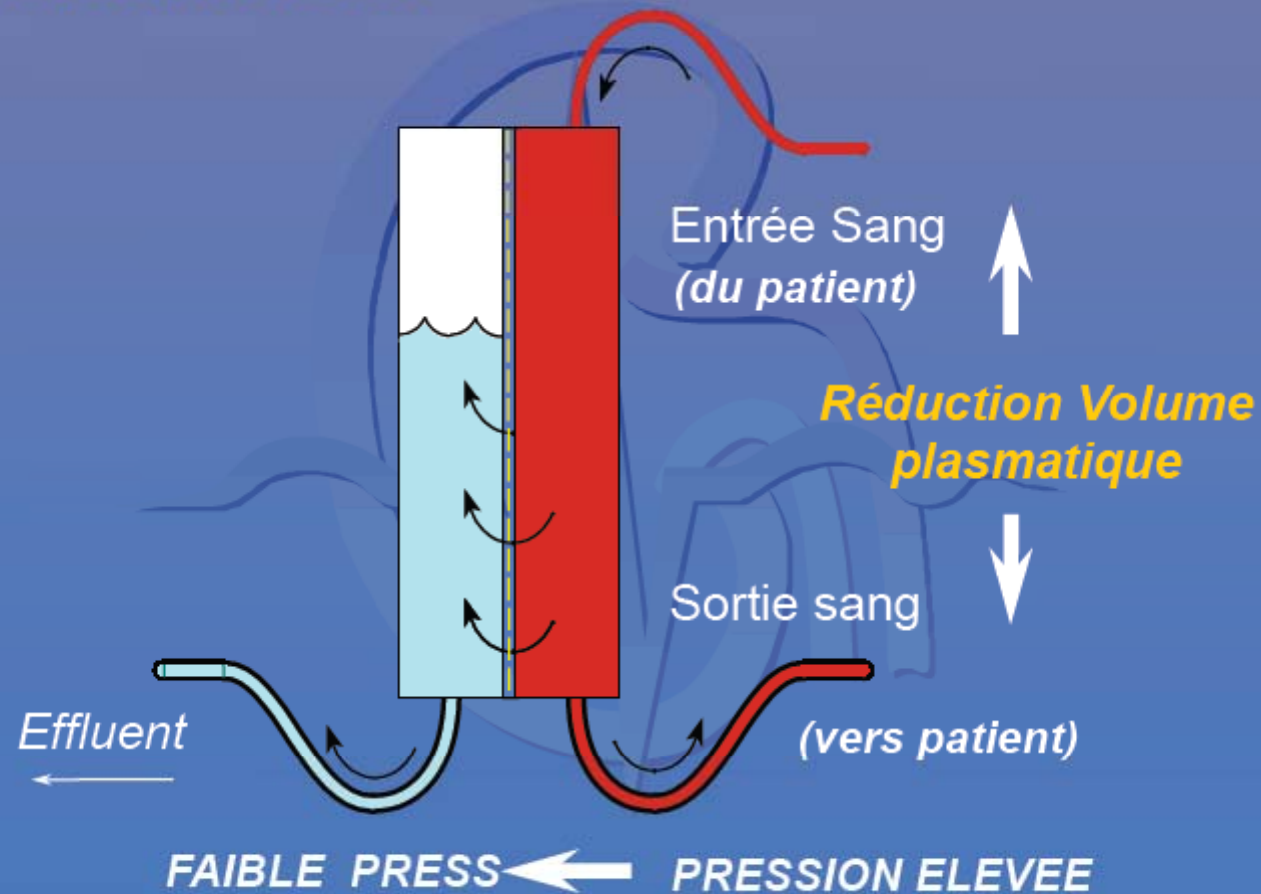


# Hémodialyse



Fresenius Medical Care

# Ultrafiltration



Fresenius Medical Care



# SLED

- La **SLED** est une nouvelle modalité d'**HDI** caractérisée par :
- une dialyse de longue durée (6 à 12 heures)
- bas débit sanguin (200 ml/min)
- bas débit de dialysat (300 ml/min)
- au prix d'une moindre efficacité dialytique acceptée.
- Cette technique associe les avantages de l'HDI et de l'EERC. L'allongement de la durée de la séance compense la perte d'efficacité dialytique instantanée pour aboutir à une qualité d'épuration satisfaisante.

# CVVHF

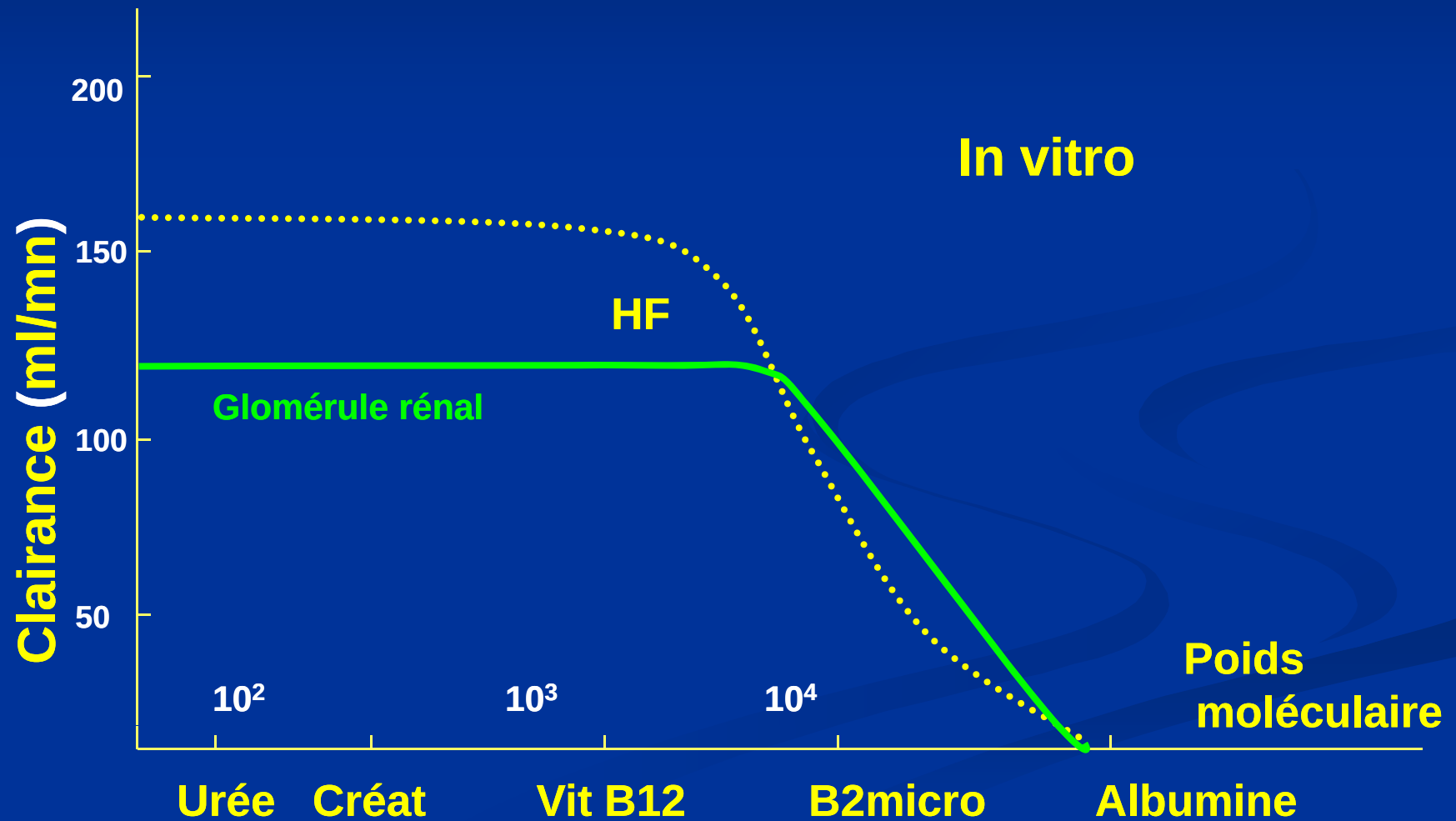
## Transfert de solutés :

- transfert conductif 0
- transfert convectif ++
- transfert adsorptif +/-

## Transfert de solvant :

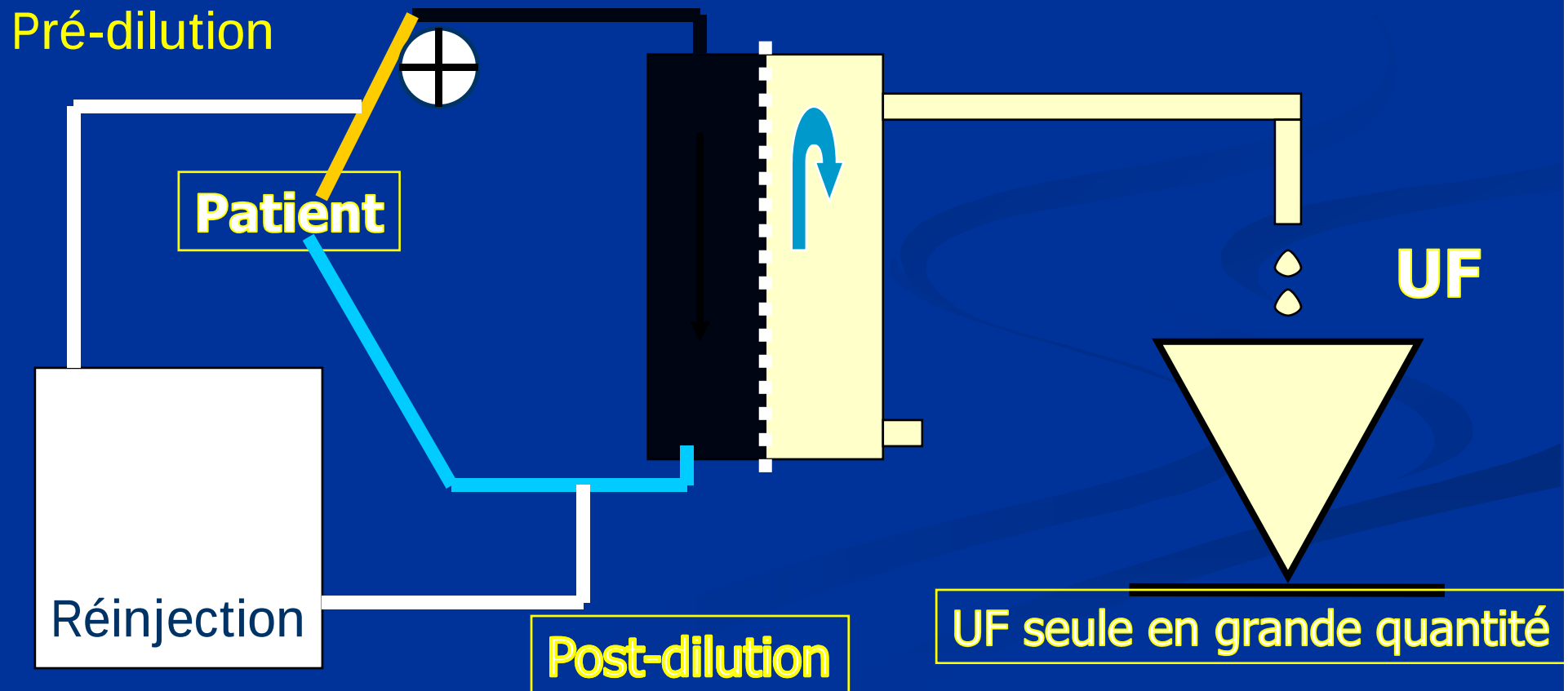
- transfert convectif +++ (UF)

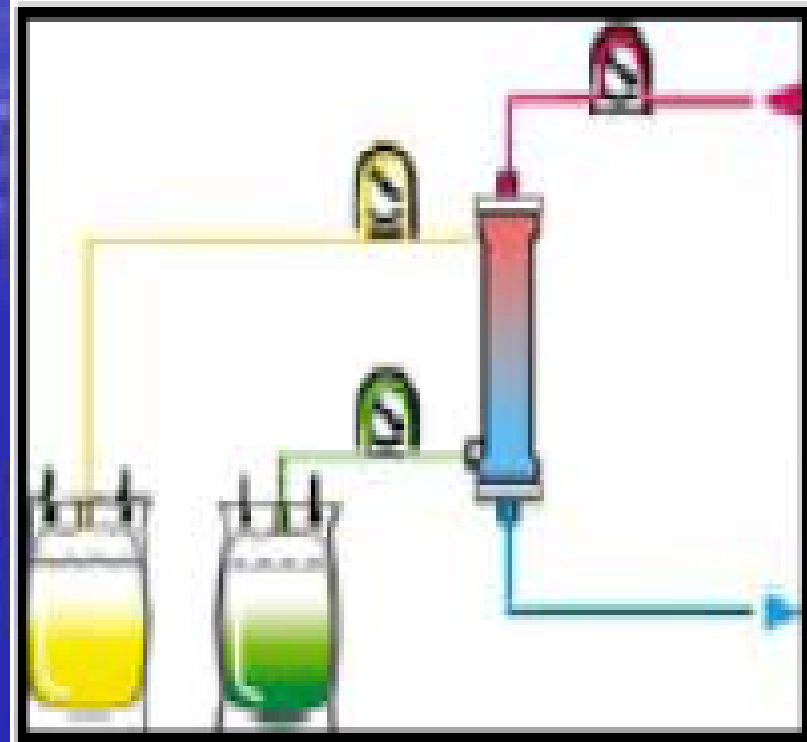
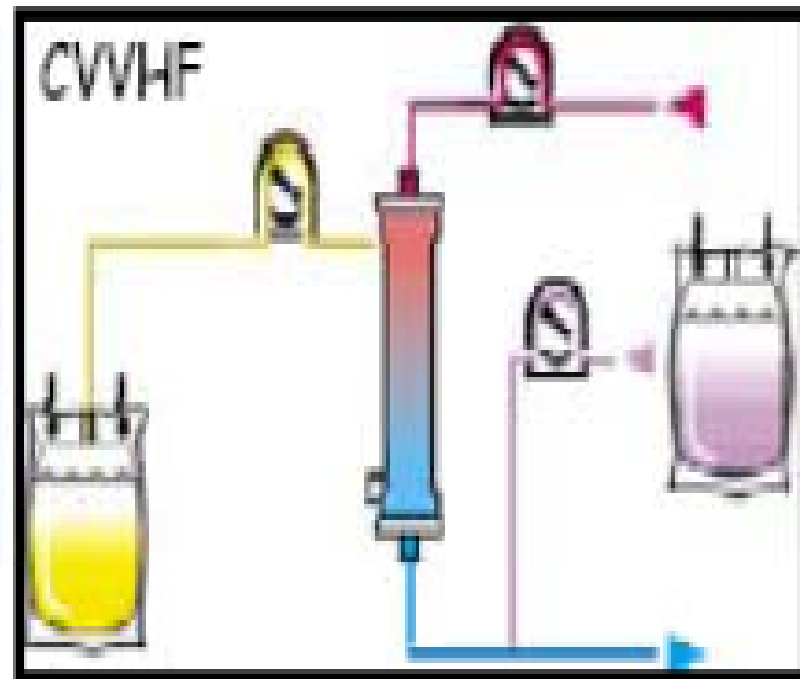
# Hémofiltration



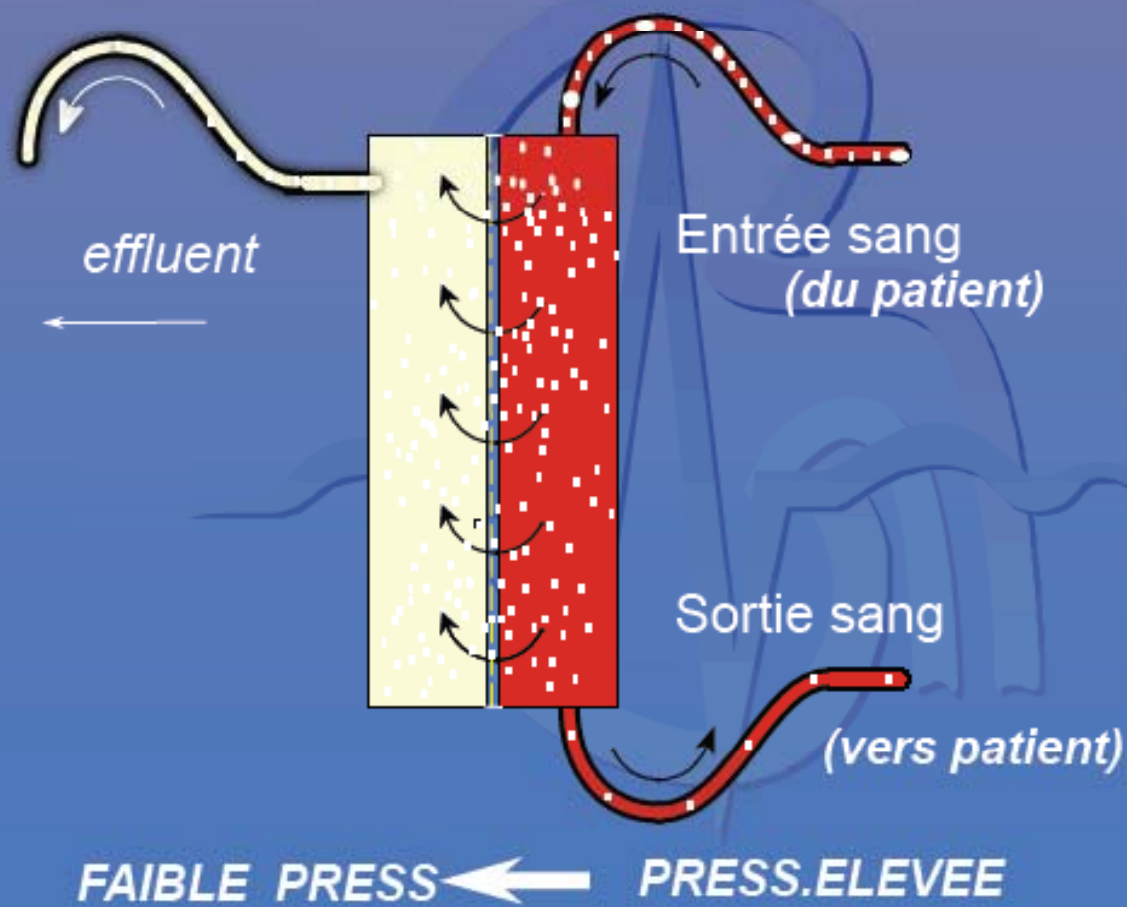
# Transfert convectif isolé (2)

- Hémofiltration (UF compensée par une réinjection).



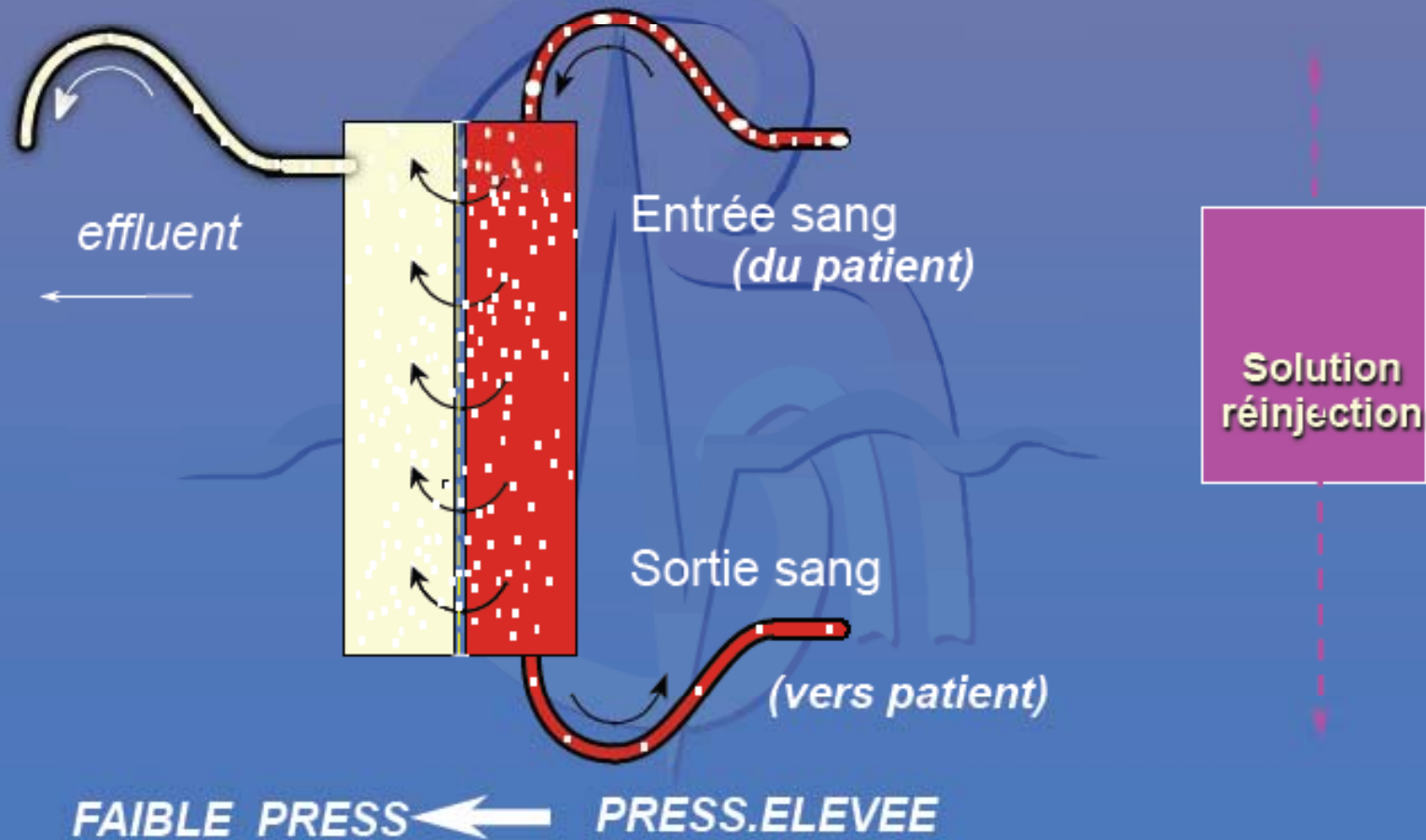


# Hémofiltration

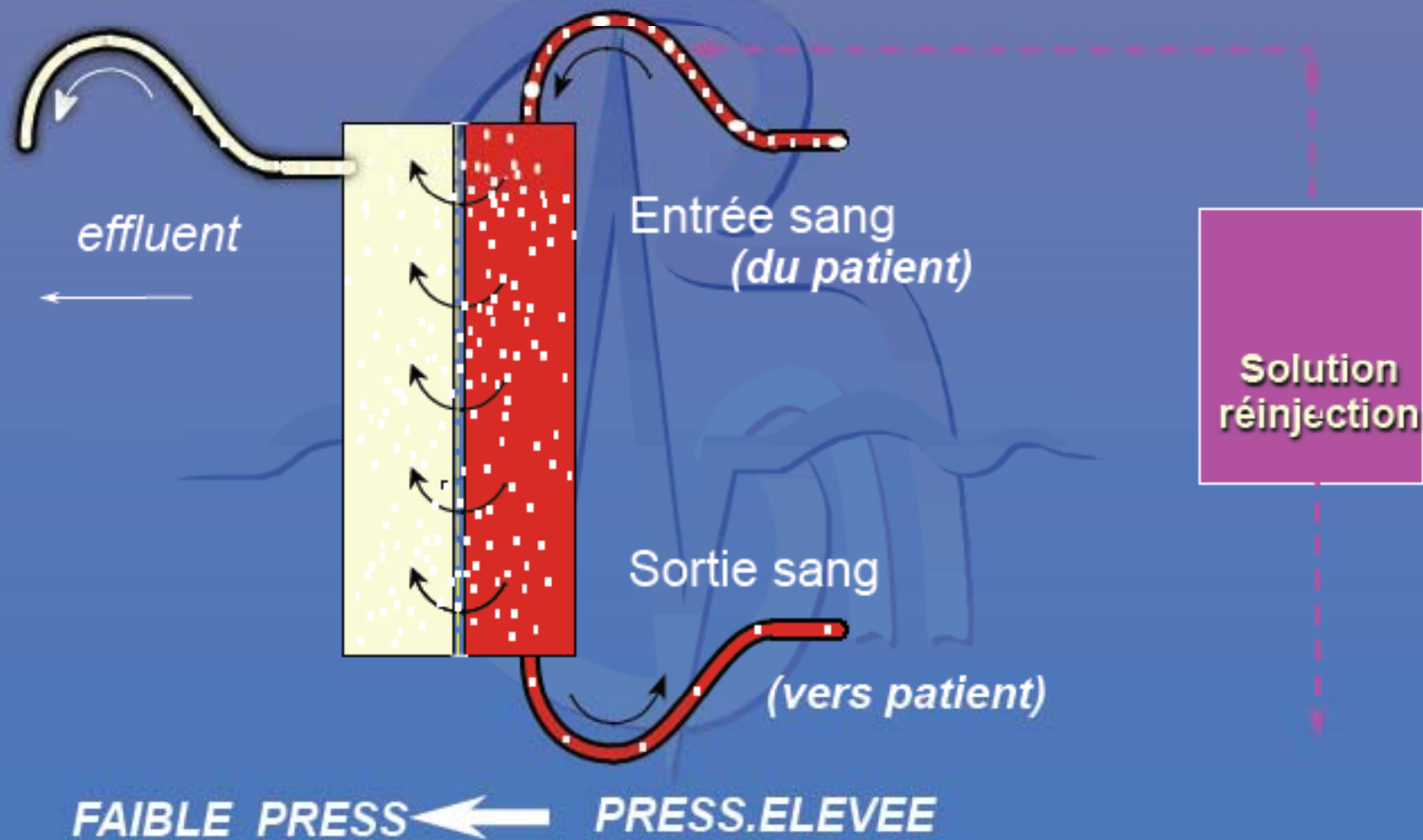


Fresenius Medical Care

# Hémofiltration



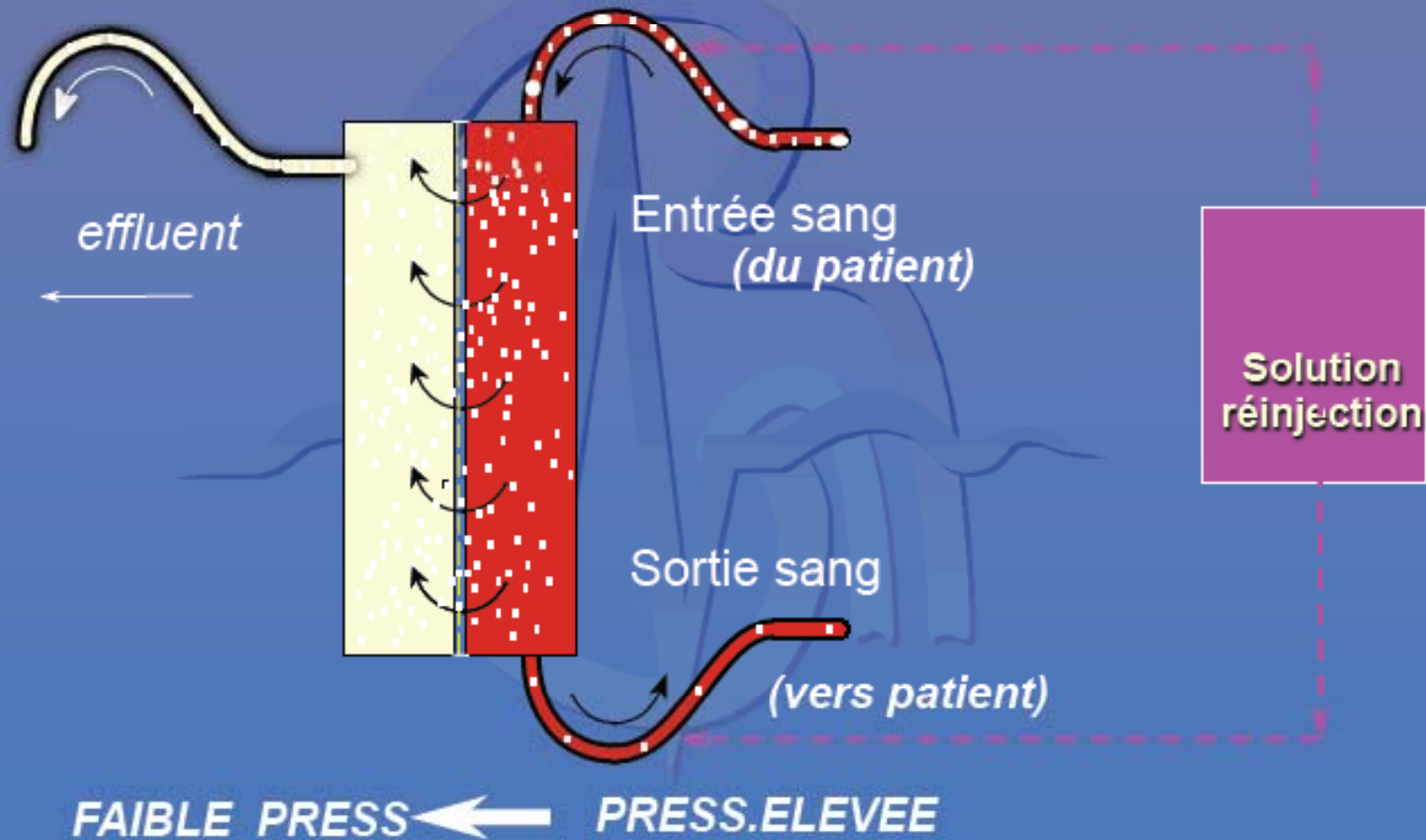
# Hémofiltration



Fresenius Medical Care



# Hémofiltration



Fresenius Medical Care

# CVVHDF

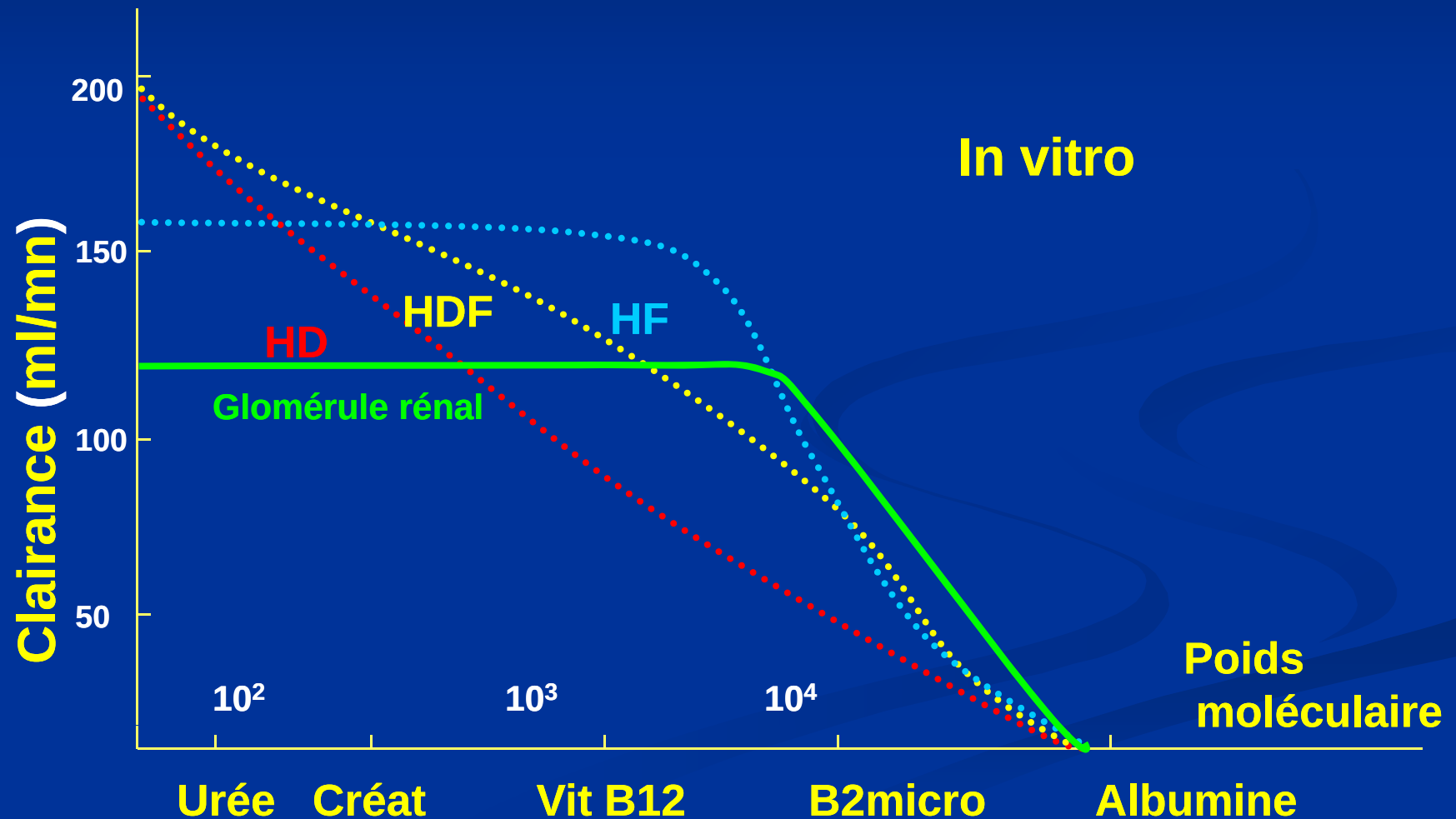
## Transfert de solutés :

- transfert conductif +++
- transfert convectif +
- transfert adsorptif +/-

## Transfert de solvant :

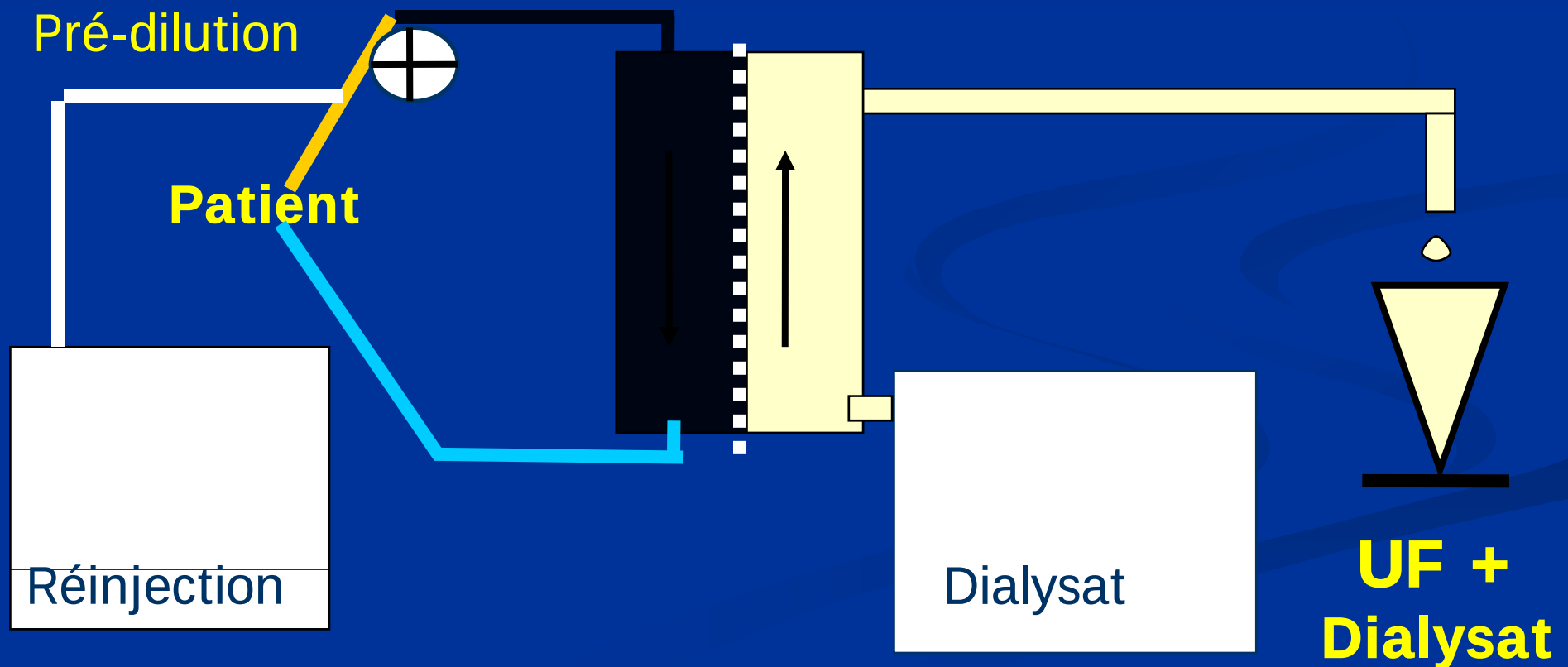
Transfert convectif +++

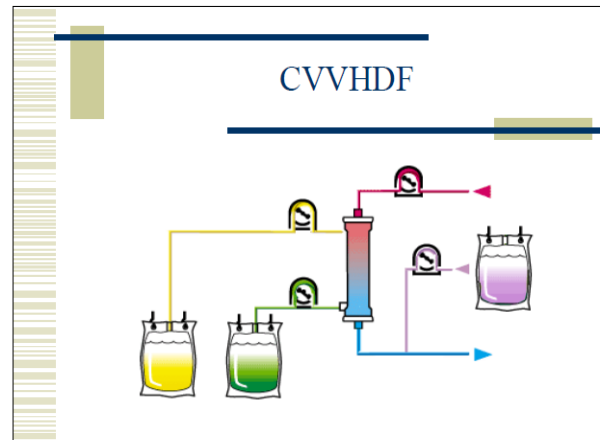
# Hémodiafiltration



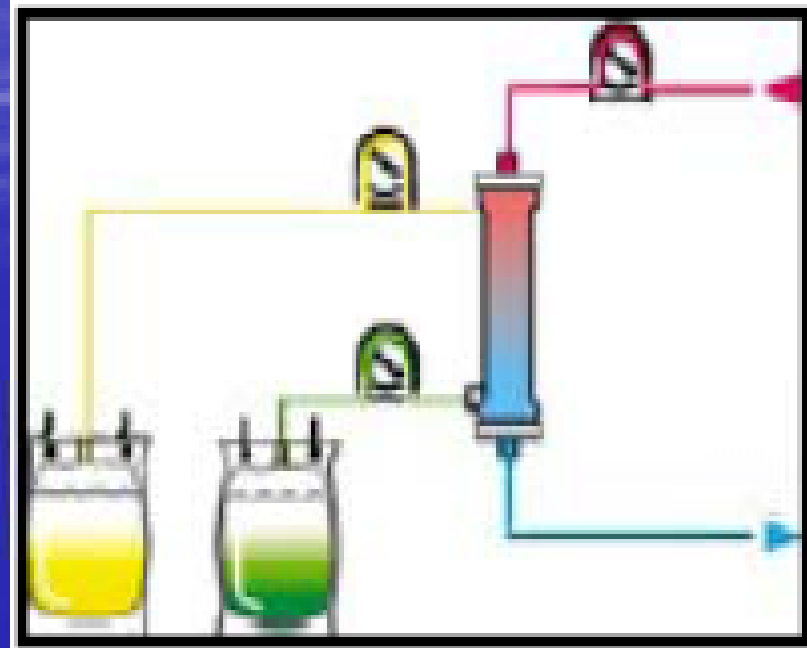
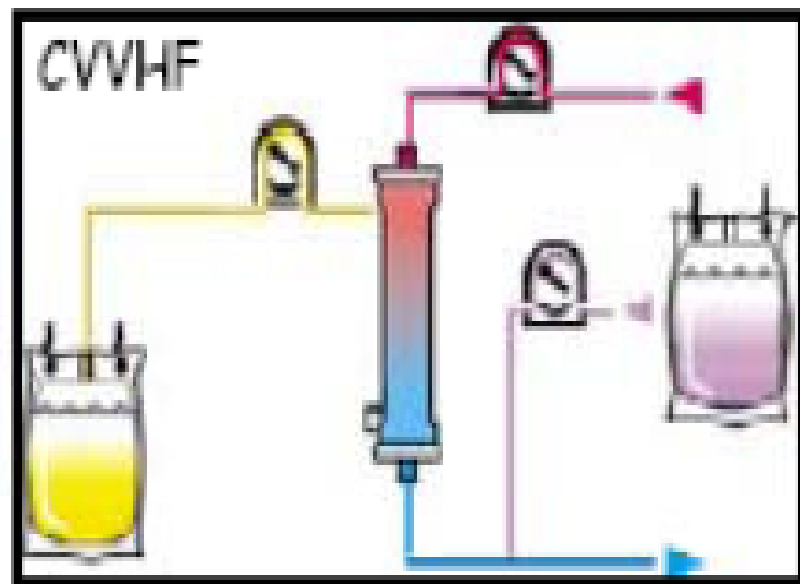
# Hémodialfiltration

- Hémofiltration (UF compensée par une réinjection) +
- Hémodialyse à petit débit (1 à 2.5 l/h)

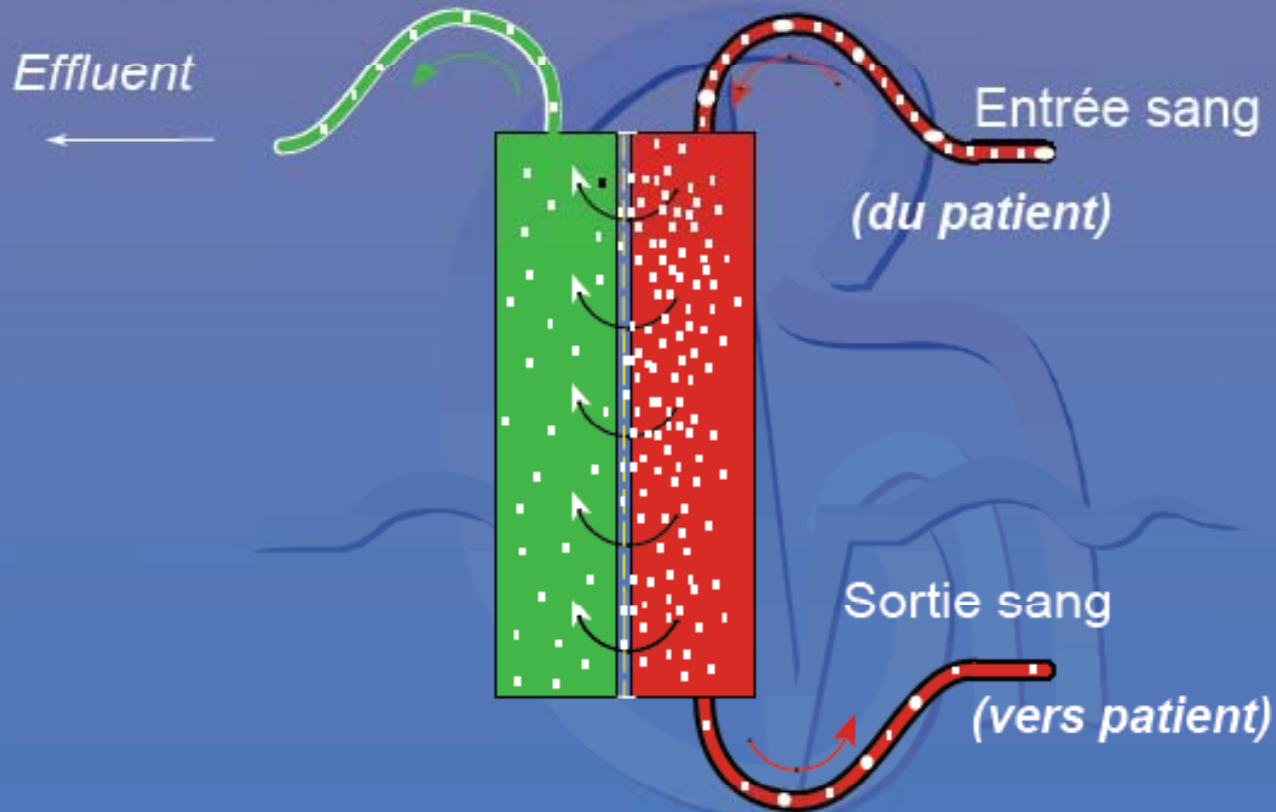




Page 26



# Hémodiafiltration



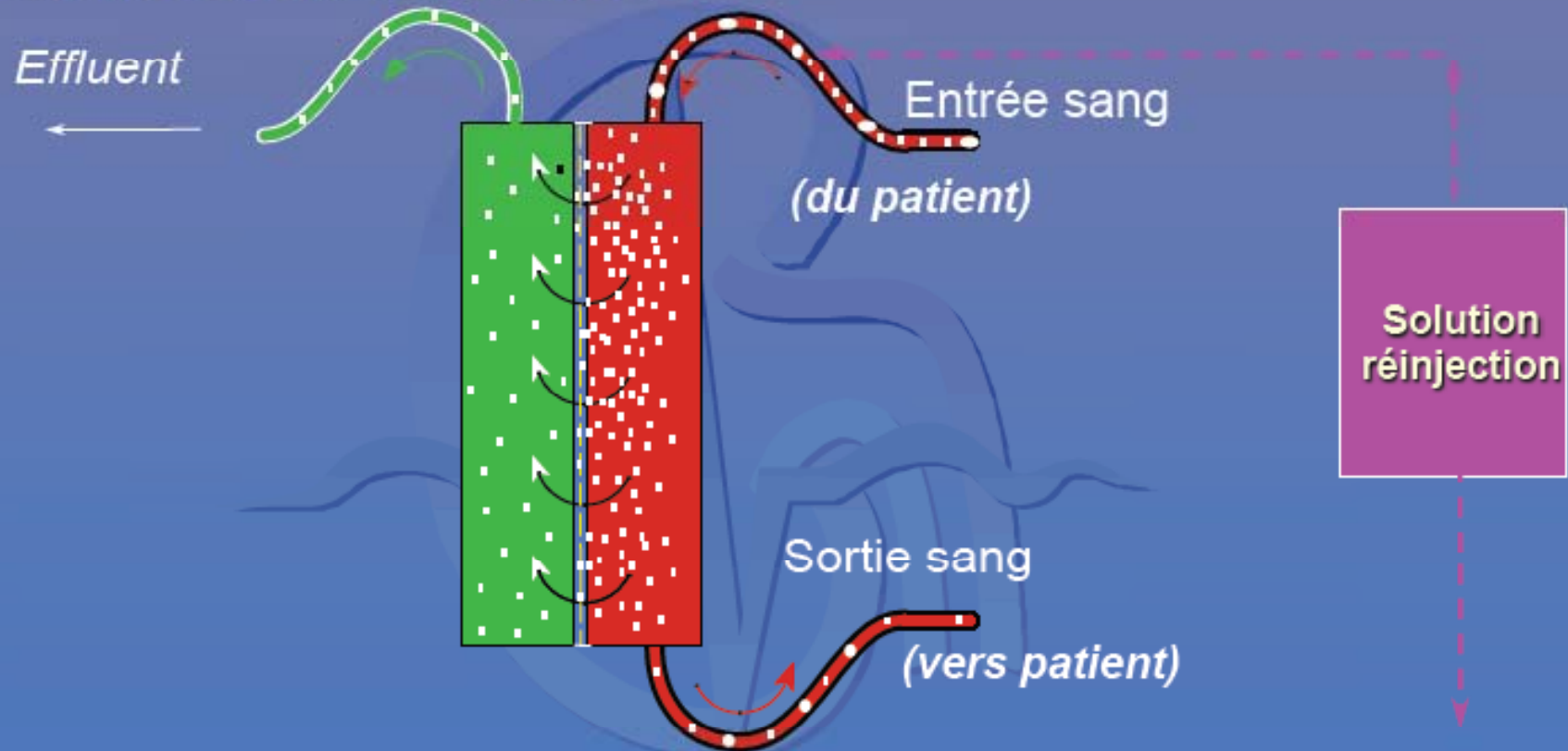
FAIBLE PRESS ← PRESS.ELEVEE

FAIBLE CONC ← CONCENTRATION ELEVEE



Fresenius Medical Care

# Hémodiafiltration



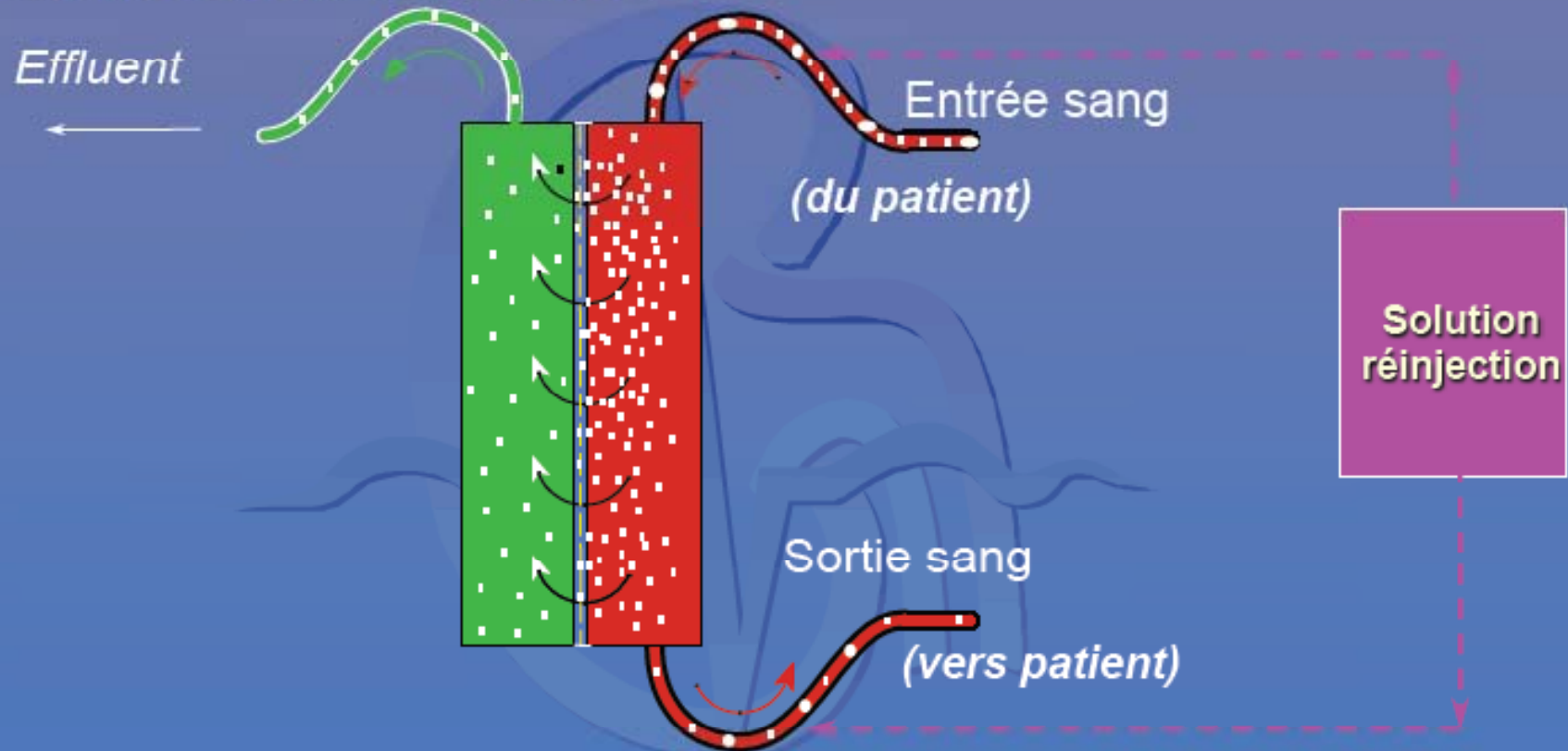
FAIBLE PRESS ← PRESS.ELEVÉE

FAIBLE CONC ← CONCENTRATION ELEVÉE



Fresenius Medical Care

# Hémodiafiltration



FAIBLE PRESS ← PRESS.ELEVÉE

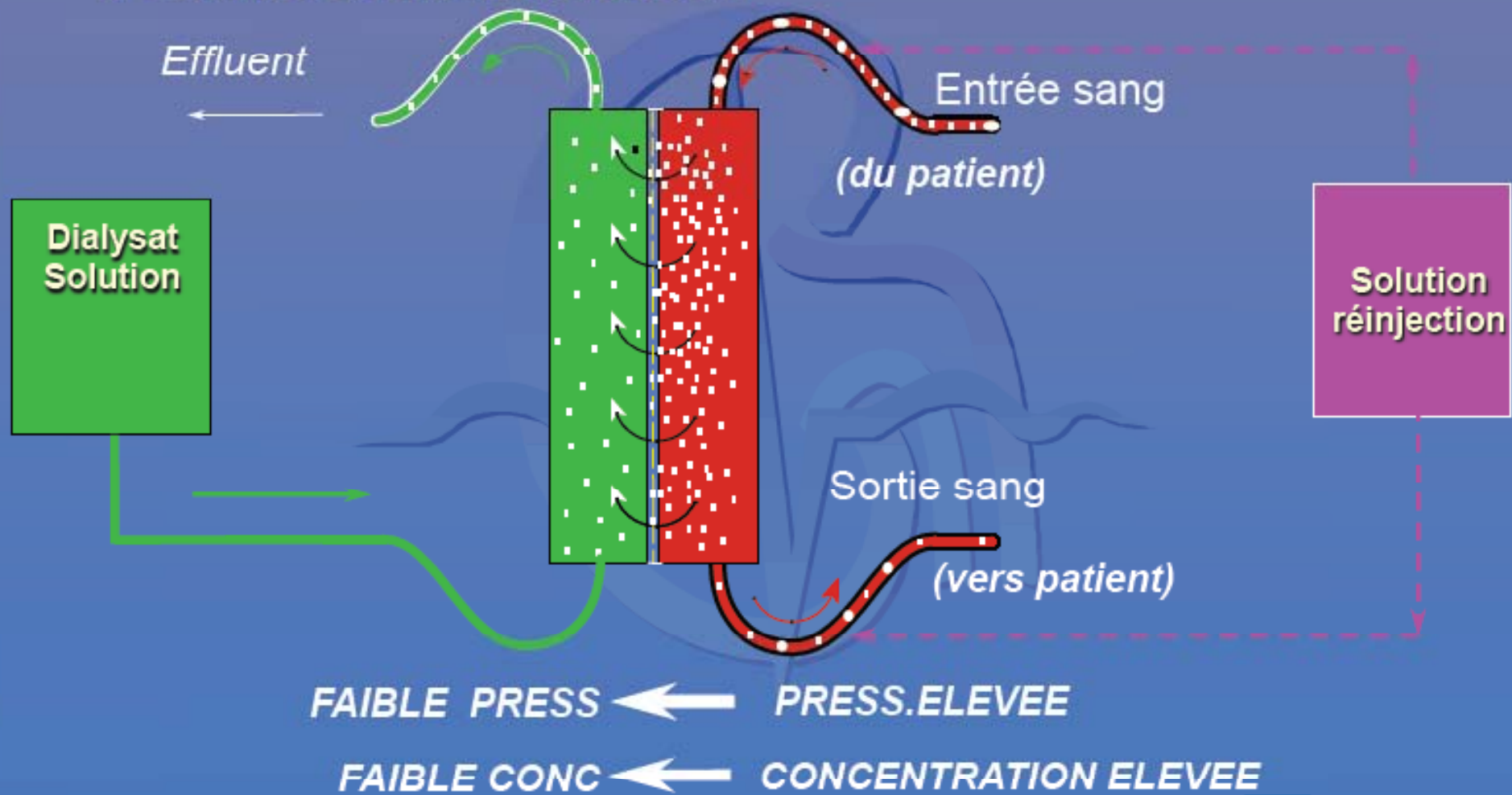
FAIBLE CONC ← CONCENTRATION ELEVÉE



Fresenius Medical Care



# Hémodiafiltration

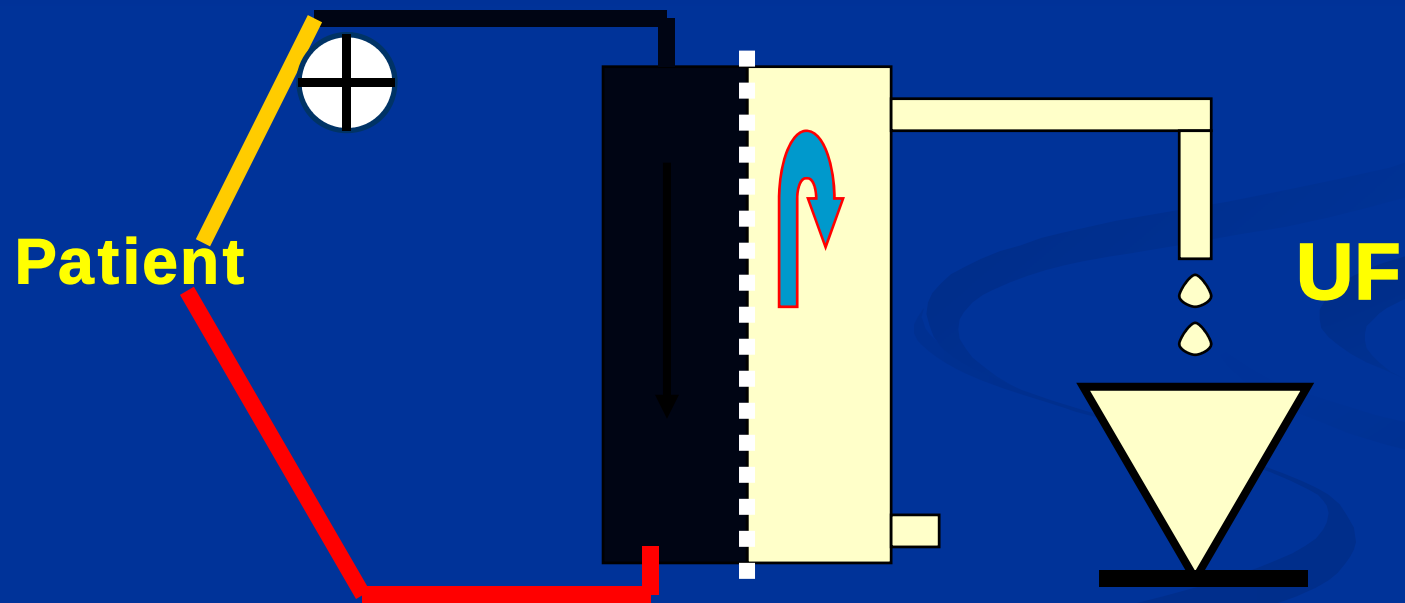


# HEMOFILTRATION HAUT VOLUME

- Débit  $> 60\text{ml/kg/h}$
- But: augmenter l'épuration des molécules de poids moléculaires moyens (cytokines, médiateurs de l'inflammation )
- Intérêt clinique choc septique

# Transfert convectif isolé (1)

- SCUF : Slow Continuous UltraFiltration

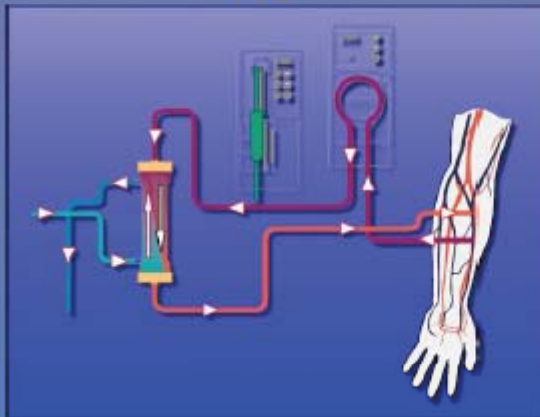


UF seule en faible quantité

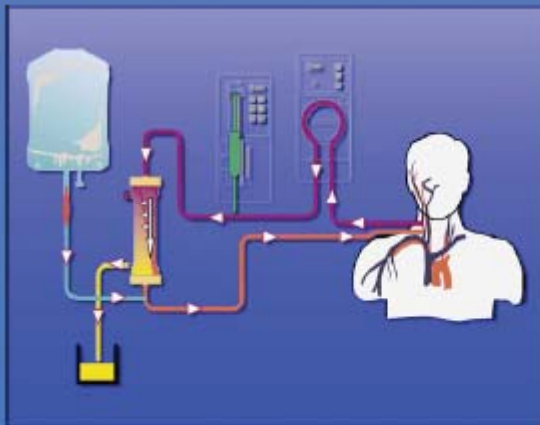
# MODALITES D'EER

## Modalités de traitement de l'IR : l'EER.

HD



HF

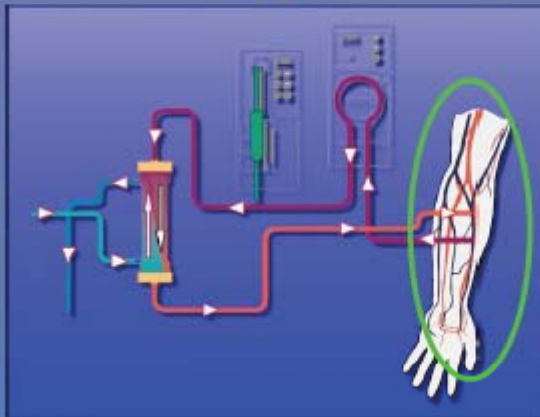


HD et HF nécessitent :

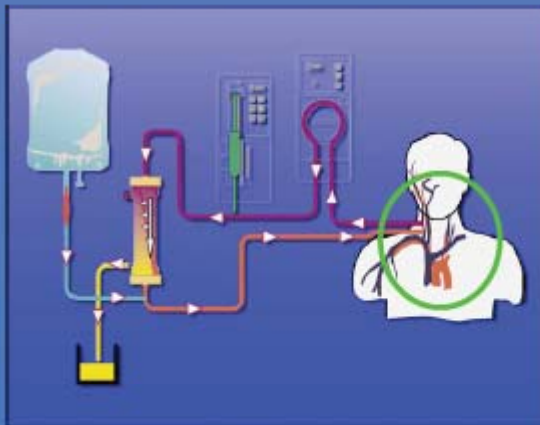
- Un abord vasculaire.
- Une circulation extra-corporelle (CEC).
- Une membrane semi-perméable.
- Une circulation de dialysât et/ou de solution de réinjection.
- Une anticoagulation du circuit (CEC).
- Un monitoring de la circulation des fluides.

## Modalités de traitement de l'IR : l'EER.

HD



HF

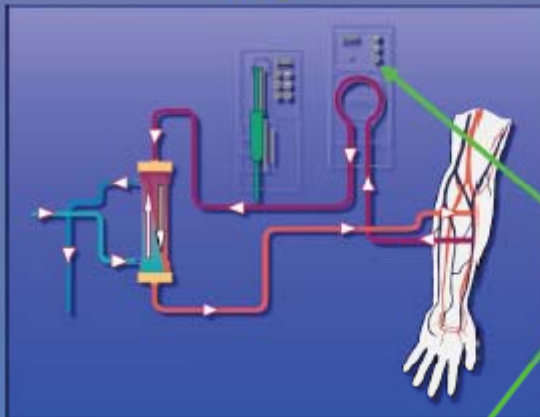


HD et HF nécessitent :

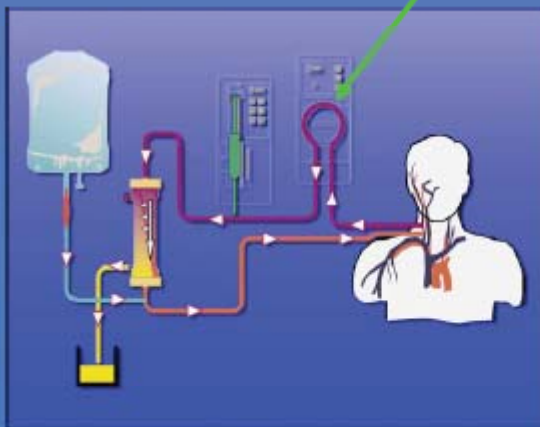
- Un abord vasculaire.
- Une circulation extra-corporelle (CEC).
- Une membrane semi-perméable.
- Une circulation de dialysât et/ou de solution de réinjection.
- Une anticoagulation du circuit (CEC).
- Un monitoring de la circulation des fluides.

## Modalités de traitement de l'IR : l'EER.

HD



HF



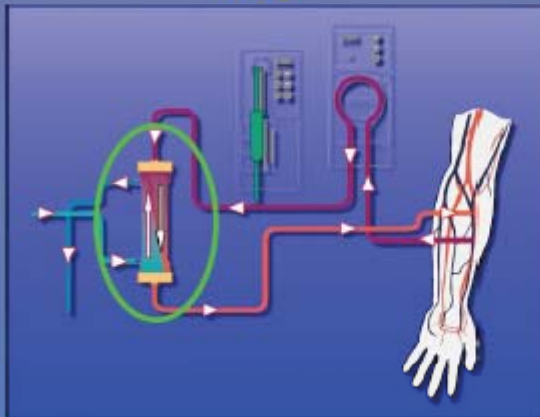
HD et HF nécessitent :

- Un abord vasculaire.
- Une circulation extra-corporelle (CEC).
- Une membrane semi-perméable.
- Une circulation de dialysât et/ou de solution de réinjection.
- Une anticoagulation du circuit (CEC).
- Un monitoring de la circulation des fluides.



## Modalités de traitement de l'IR : l'EER.

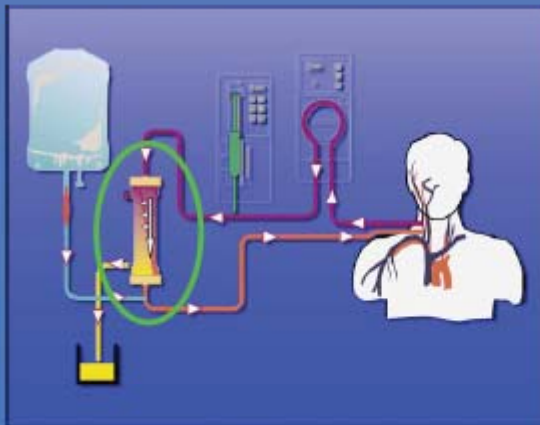
HD



HD et HF nécessitent :

- Un abord vasculaire.
- Une circulation extra-corporelle (CEC).
- Une membrane semi-perméable.
- Une circulation de dialysât et/ou de solution de réinjection.
- Une anticoagulation du circuit (CEC).
- Un monitoring de la circulation des fluides.

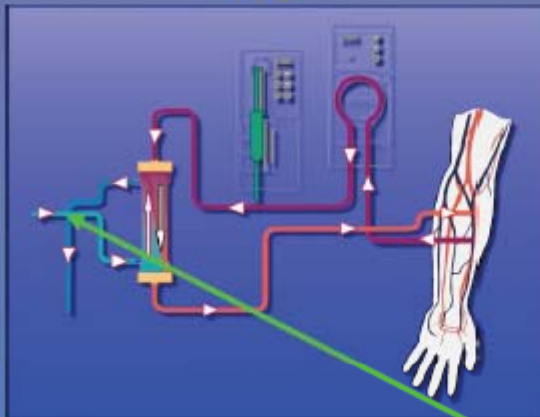
HF



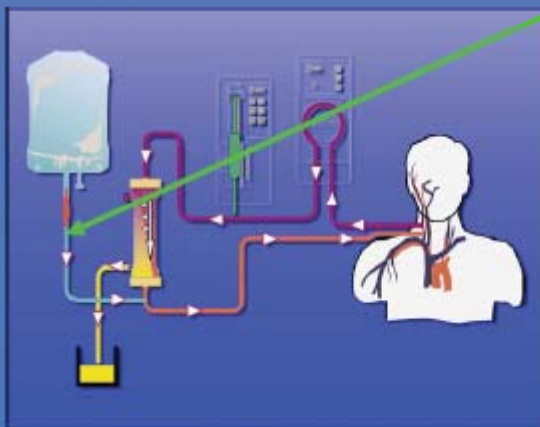


## Modalités de traitement de l'IR : l'EER.

HD



HF

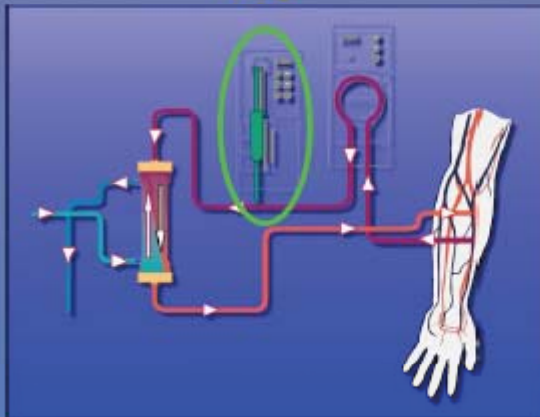


HD et HF nécessitent :

- Un abord vasculaire.
- Une circulation extra-corporelle (CEC).
- Une membrane semi-perméable.
- Une circulation de dialysât et/ou de solution de réinjection.
- Une anticoagulation du circuit (CEC).
- Un monitoring de la circulation des fluides.

## Modalités de traitement de l'IR : l'EER.

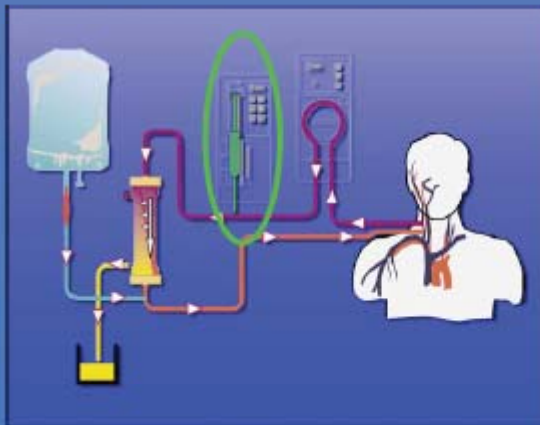
HD



HD et HF nécessitent :

- Un abord vasculaire.
- Une circulation extra-corporelle (CEC).
- Une membrane semi-perméable.
- Une circulation de dialysât et/ou de solution de réinjection.
- Une anticoagulation du circuit (CEC).
- Un monitoring de la circulation des fluides.

HF



# Les voies d'abord

Différents sites en fonction des voies d'abord disponibles et de l'urgence de la dialyse ou de l'hémofiltration:

- un KT de dialyse (double lumière)
- deux KT de dialyse simple voie



- KT de Canaud (Twin cath)



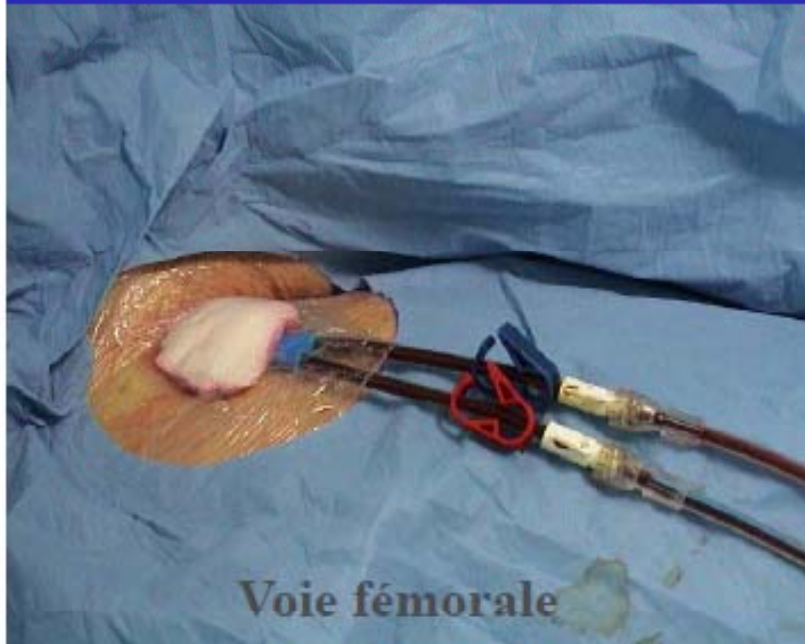
- Fistule artério-veineuse (quand elle existe)





## A) Le cathéter de dialyse

- gros calibre
- simple ou double voie
- première intention, transitoire
- en jugulaire interne, fémoral, sous ~~clavier~~ (gros tronc veineux)





### Cathéter permanent: Dialock

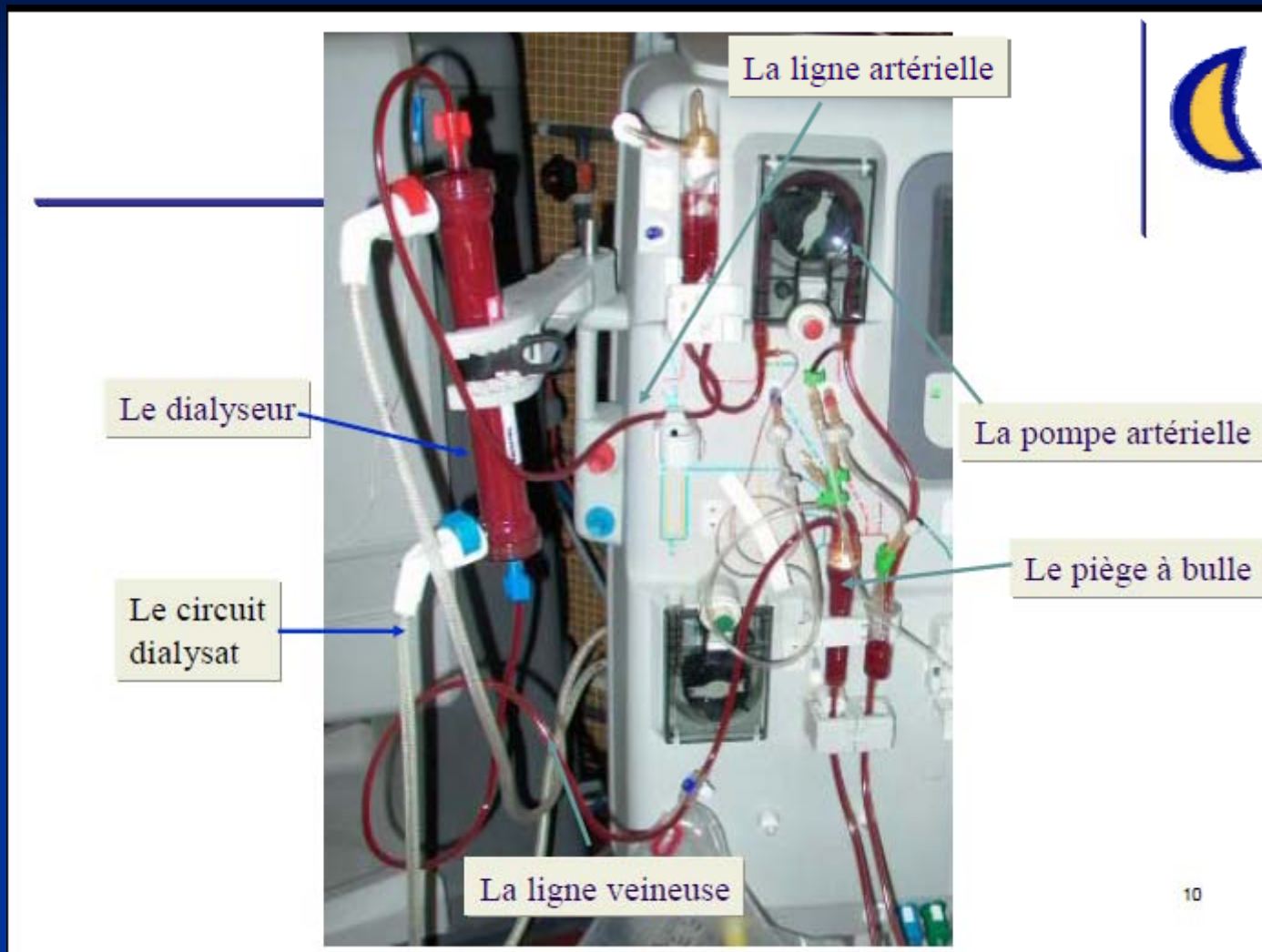


Dr. Georges Bouché  
Service de Néphrologie



Dr. Georges Bouché  
Service de Néphrologie





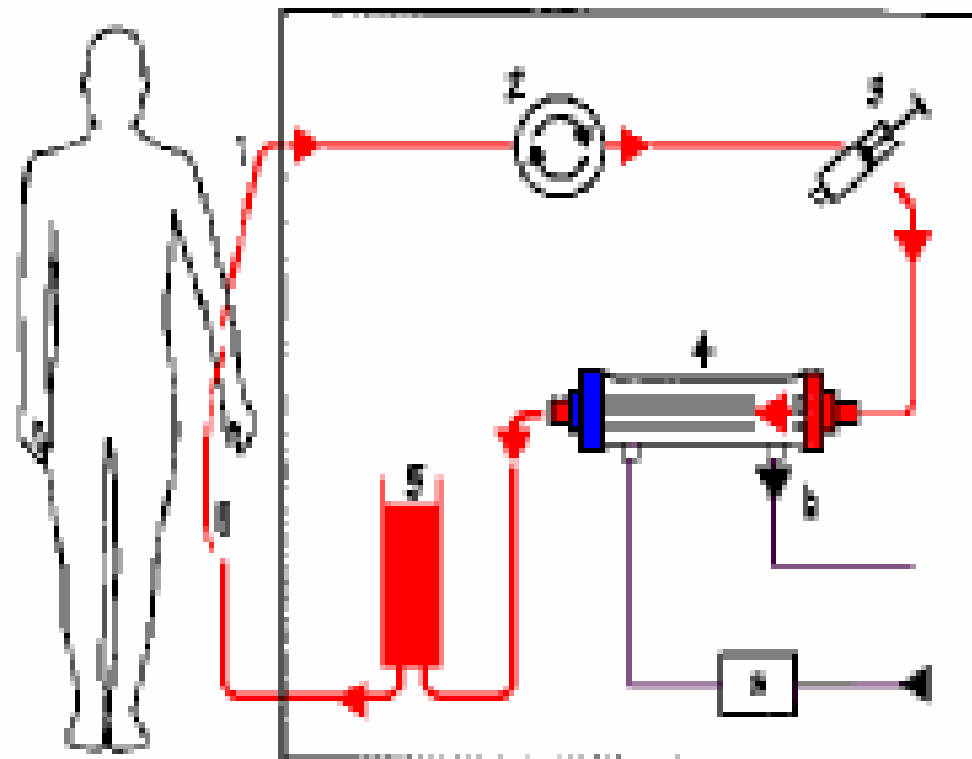
Réalisation pratique d'une HDI : préparation de la machine

## Présentation de la machine pour une HDI

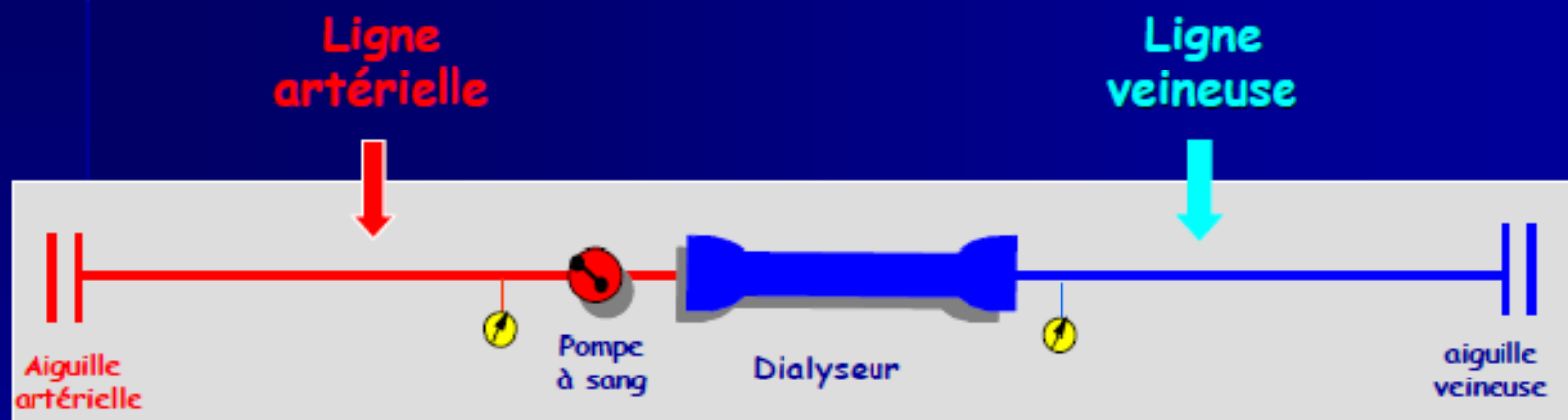




# Circuit extra-corporel



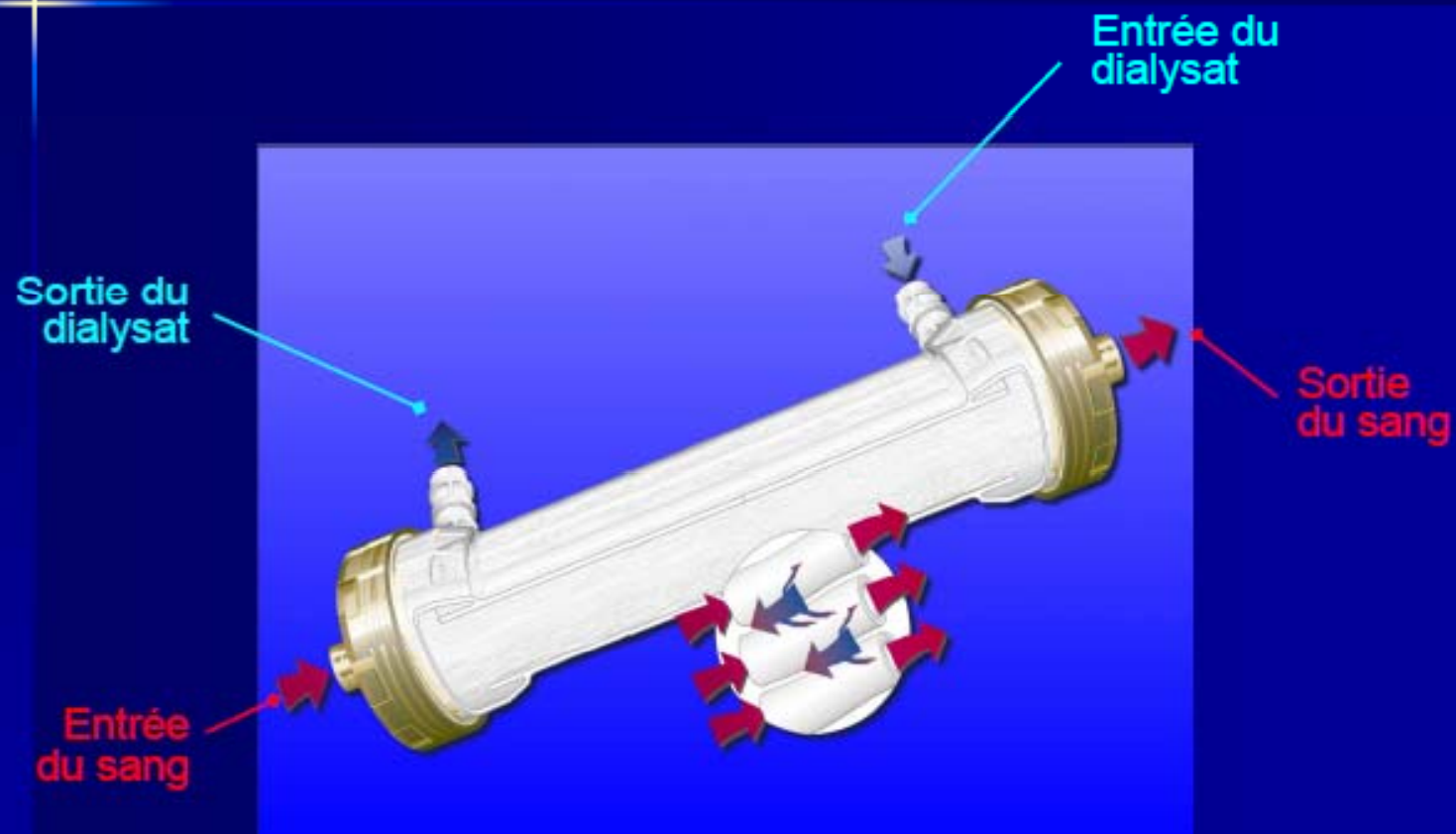
# Lignes



# ANTICOAGULATION

- Afin d'éviter la coagulation du CEC
- Maniée en fonction du risque hémorragique:
- Faible : héparine
- Moyen : HBPM
- Elevé : pas d'anticoagulation
  - \* Rinçage simple
  - \* Citrate

# Dialyseur



# FILTRE

- **Le rein artificiel**
- Membrane semi perméable
- Caractéristiques:
  - \*Structure: capillaires
  - \*Nature biochimique
- Naturelle: cellulose
- Semi synthétique: cellulose régénéré
- synthétique +++
  - \*Surface
  - \*Épaisseur
  - \*Performance:
- Perméabilité à l'eau
- Clairance
  - \*Mode de stérilisation

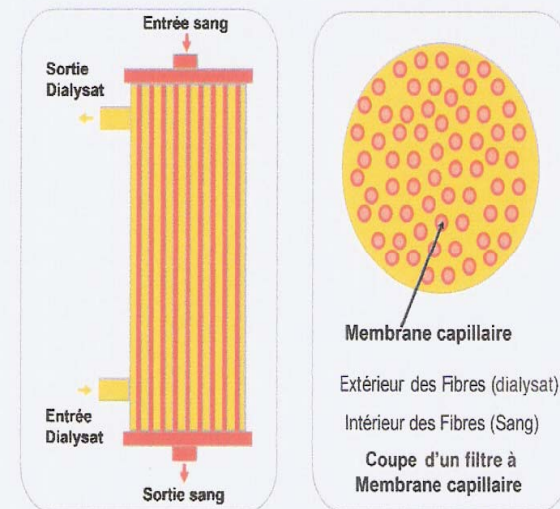
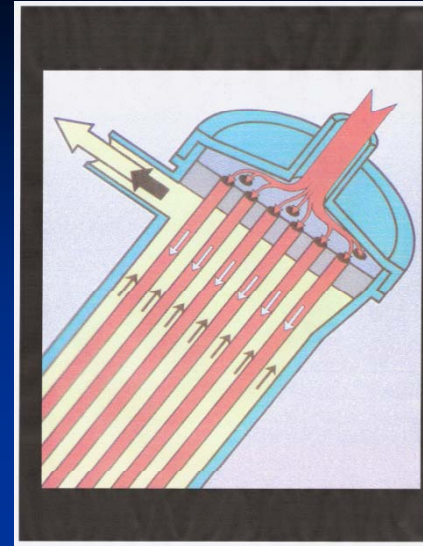


Figure 7 : structure et géométrie d'un filtre capillaire

# DIALYSAT

- Mélange entre des solutés concentrés et eau traitée
- Contact direct avec le sang
- Isotonique au plasma
- A contre courant
- Débit variable 300 - 1000 ml/mn

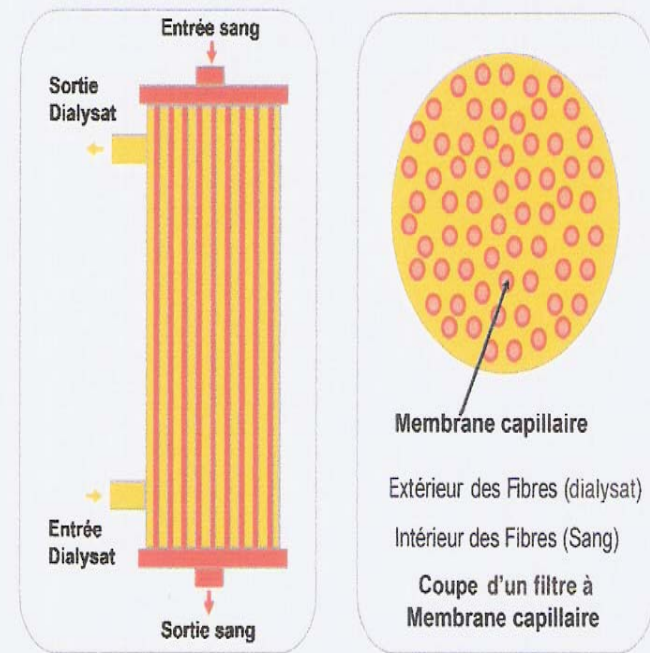


Figure 7 : structure et géométrie d'un filtre capillaire

# TRAITEMENT DE L'EAU

- L'eau de ville est incompatible
- Eau ultra pure
- Traitement de l'eau:
  - \*Prétraitement :
    - Filtration
    - Adoucissement
    - Déchloration
  - \*Traitement  
proprement dit :double  
osmose





# UN DIALYSAT

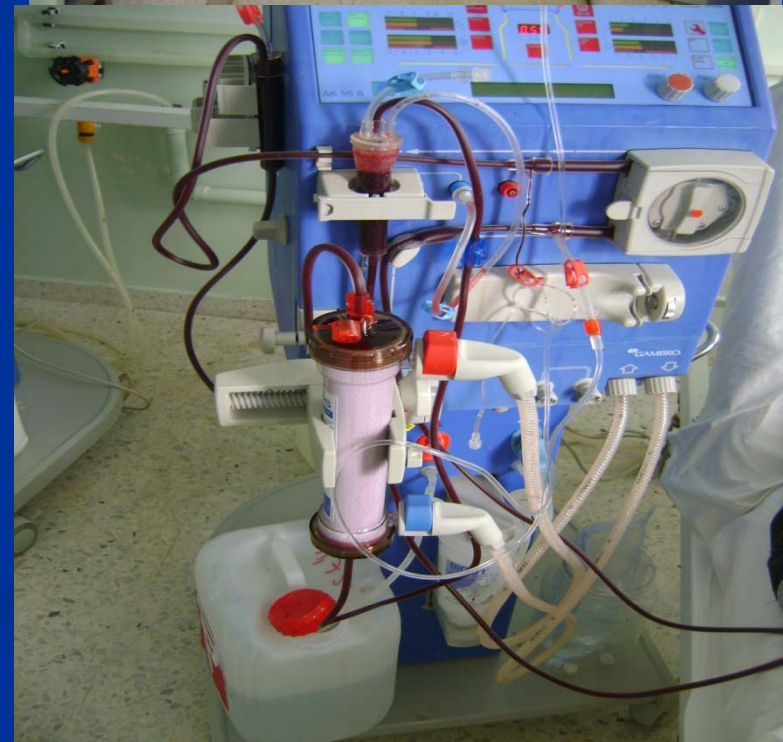
Mélange entre des solutés concentrés et eau traitée

Contact direct avec le sang

Isotonique au plasma

A contre courant

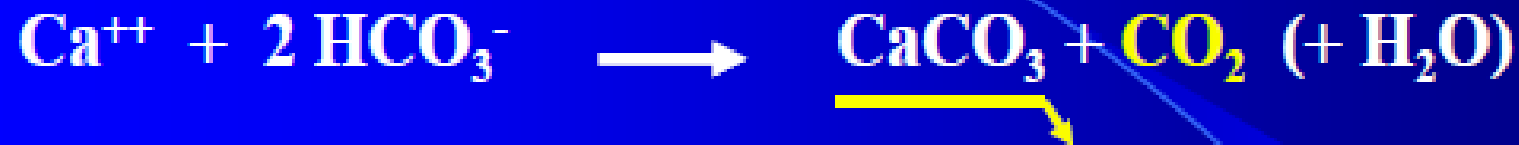
Débit variable 300 - 1000 ml/mn





# Dialyse au bicarbonate

- **DIALYSE AU BICARBONATE : danger !**



- **REMEDE :**

- séparation des ions divalents ( $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ ) et du bicarbonate (dans 2 concentrés A et B différents)
- adjonction d'acide (acétique) dans le concentré sans bicarbonates (concentré acide) pour permettre la fabrication extemporanée de  $\text{CO}_2$  lors du mélange



Réalisation pratique d'une HDI : préparation de la machine

## Présentation de la machine pour une HDI



# FONCTION DU GENERATEUR

Le générateur de dialyse assure:

- la préparation et le contrôle du dialysat.
- la circulation du dialysat.
- la mise en oeuvre de l'ultrafiltration.
- la circulation sanguine extra-corporelle.
- la désinfection.
- le contrôle de la qualité du traitement.
- Des alarmes de pression, débit, température, un détecteur d'air assurent la sécurité de son utilisation

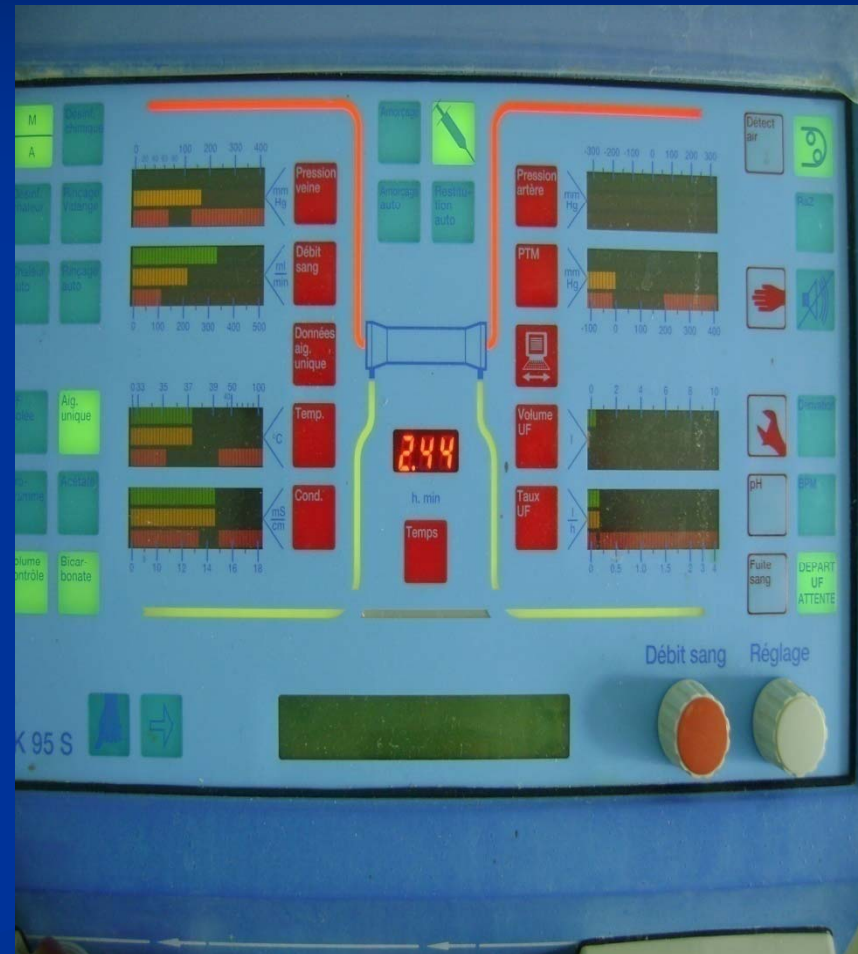
# MONITORAGE

- Surveillance de l'écoulement correct des fluides en mouvement : mesures des pressions sur circuit sang et dialysat
- De la température correcte des fluides participants aux échanges (dialysat substitution): mesure de la température/réchauffage
- Du volume et de la composition correcte des fluides participants aux échanges

# MONITORAGE DU GENERATEUR

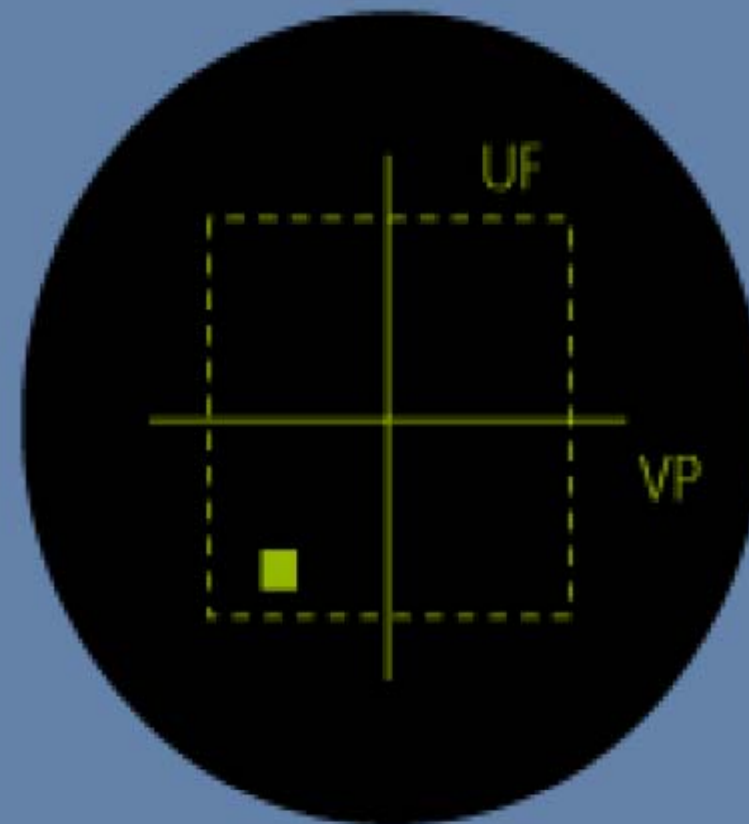
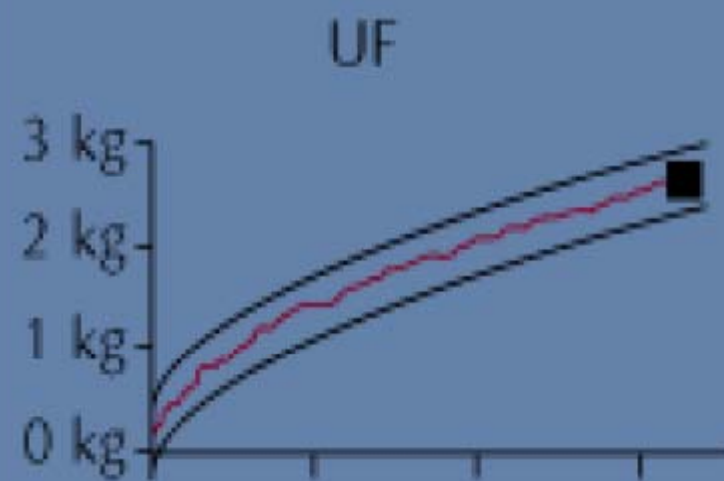
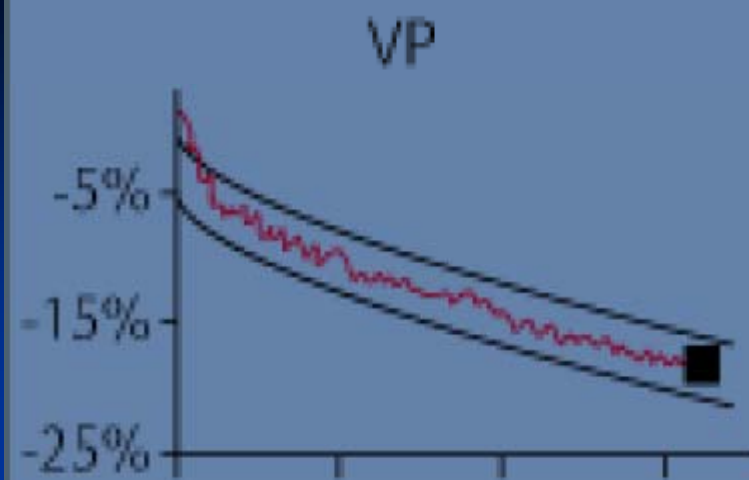
- PTM
- Conductivité
- Pression artérielle
- Pression veineuse
- Température
- Détecteur d'air
- Détecteur de sang
- Débit UF horaire

**Surveillances = reflet du bon déroulement de l'hémodialyse**



# AVANCEES RECENTES EN HD

- Surveillance du volume plasmatique
- Surveillance de la dialysance et de la dose de dialyse  $KT/V$
- Profil sodium, UF
- Rétrocontrôle
  - \*Hémocontrôle
  - \*Dia control
  - \*Asservissement de la température

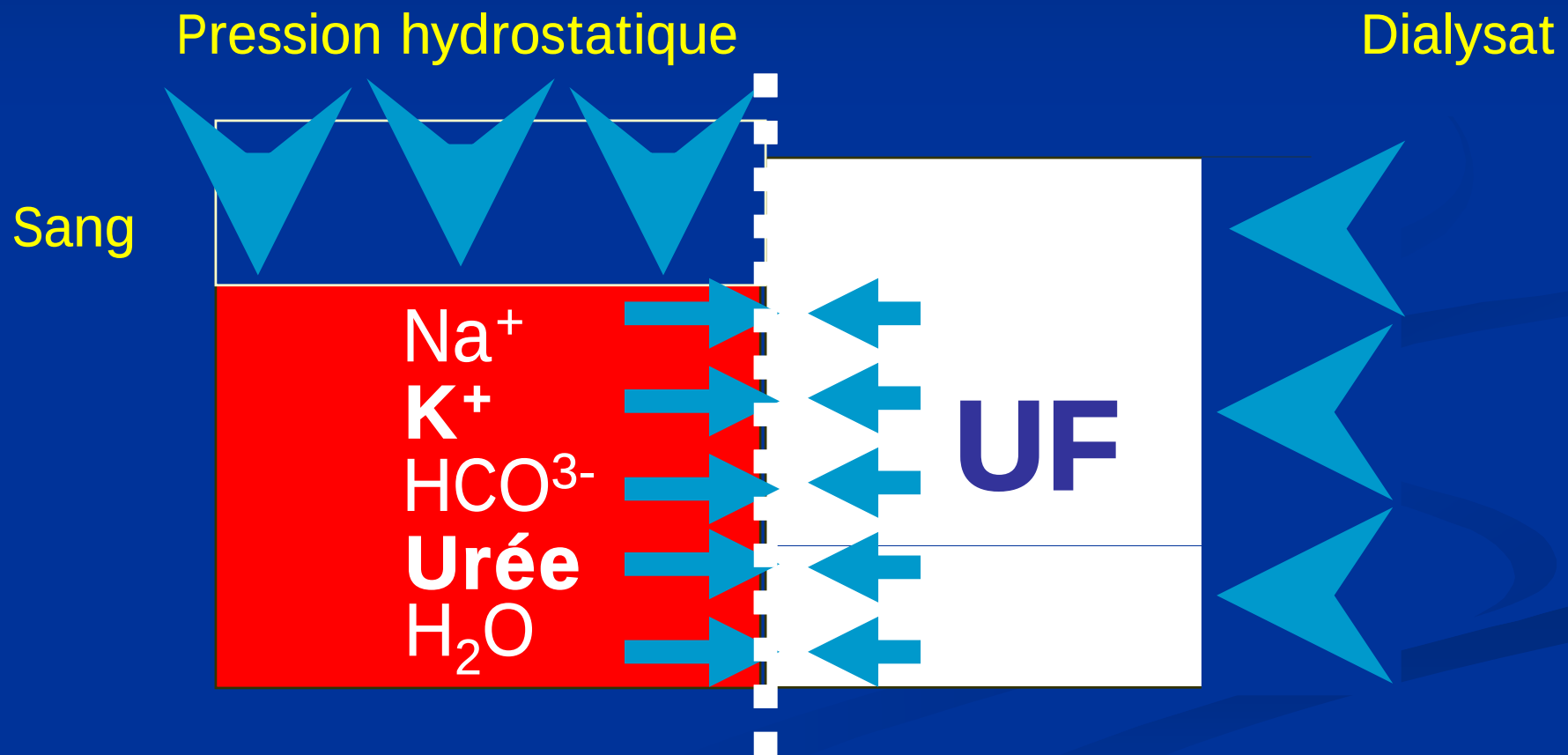


# AVANCEES RECENTES EN HD

- Surveillance du volume plasmatique
- Surveillance de la dialysance et de la dose de dialyse  $KT/V$
- Maitriseur d'UF
- Profil sodium,UF
- Rétrocontrôle
  - \*Hémocontrôle
  - \*Dia control
  - \*Asservissement de la température



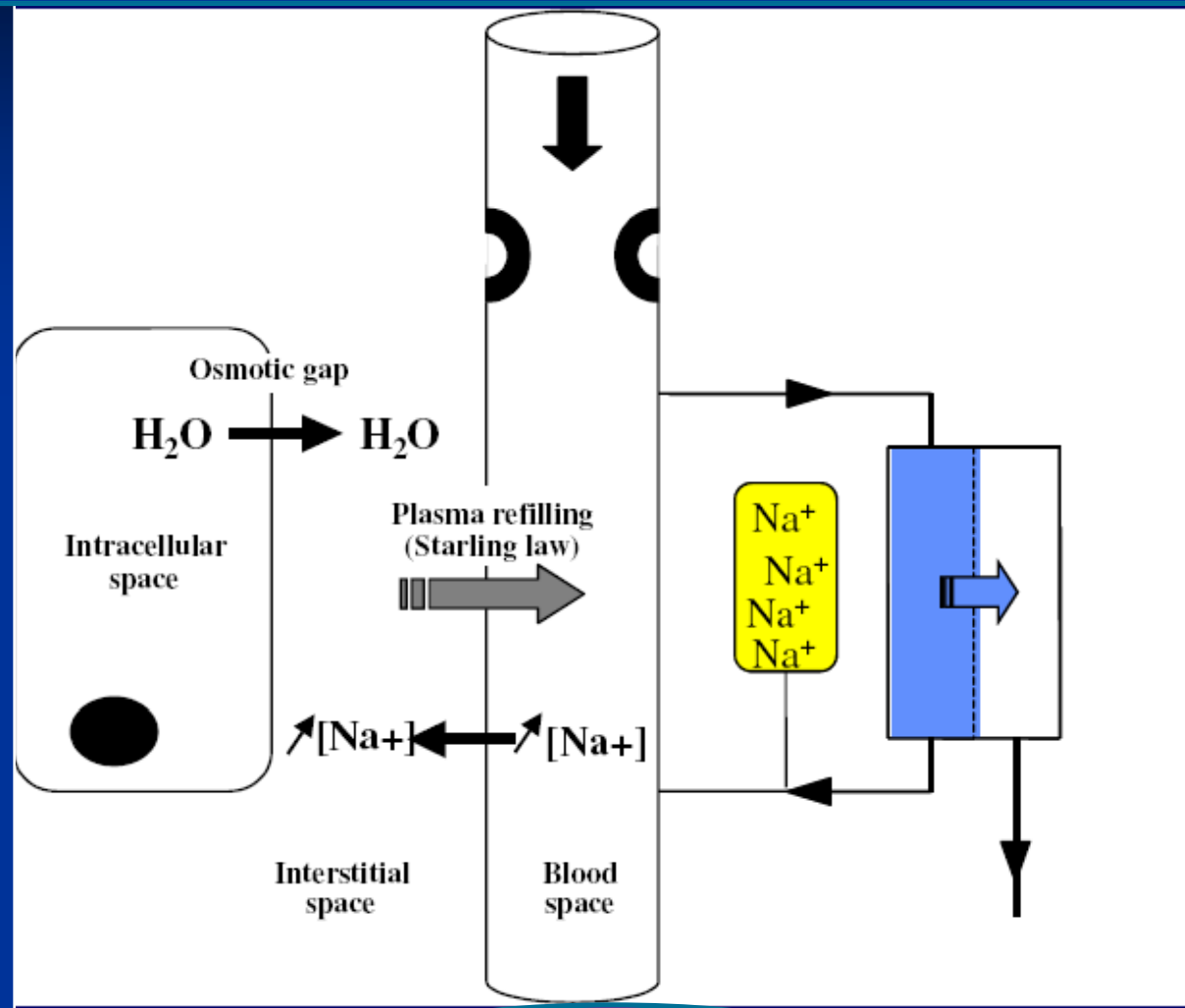
# Maîtreur d'UF



# AVANCEES RECENTES EN HD

- Surveillance du volume plasmatique
- Surveillance de la dialysance et de la dose de dialyse  $KT/V$
- Maitriseur d'UF
- Profil sodium, UF
- Rétrocontrôle
  - \*Hémocontrôle
  - \*Dia control
  - \*Asservissement de la température

## Renouvellement ("refilling") du volume plasmatique



Variation osmotique entre les  
liquides intra et extra vx: mvt  
de  $Na^+$

# PRESCRIPTION D'UNE SEANCE D'HDI

- Durée 3-4 h
- Filtre : type de membrane et surface 1-2 m<sup>2</sup>
- Anticoagulation
- Débit sanguin : 250-300ml/mn
- Débit de dialysat : 300-800ml/mn
- Composition du dialysat : conductivité, Ca, K, HCO<sub>3</sub>-, Glucose
- Température dialysat
- Perte de poids UF

# EER CONTINUE

HFVVC, HDFVVC, HDVVC

Développement et essor récent

Prise en charge de la défaillance multiviscérale

Service de réanimation



## Présentation générale :

2 balances supérieures.

Panneau de commande et de contrôle.

Pompes et réchauffeurs.

2 balances inférieures.

Roues et freins.



Fresenius Medical Care



## Kits spécifiques à chaque mode de traitement



### Un kit comprend :

- 1 cassette ( 1 ligne art, 1 ligne veineuse et 1 ligne UF ).
- 1 ou 2 lignes annexes ( dialysat, substitution ) selon mode TTT
- 1 hémofiltre ou plasmafiltre

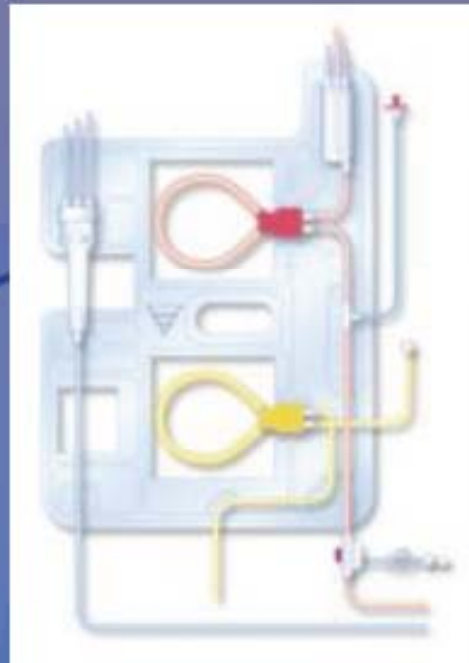
### Non compris dans le kit :

poche de recueil 10 l  
poches de solution

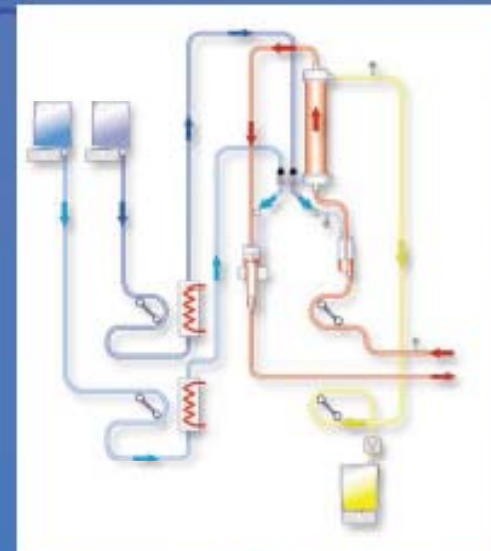
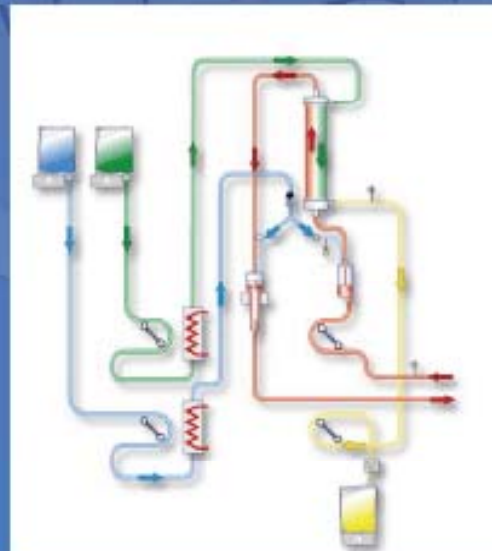


Fresenius Medical Care

- **Cassette intégrant 3 lignes**  
(artérielle, veineuse et  
ultrafiltration )



- **Lignes annexes :**
  - Ligne de substitution
  - Ligne de dialysat
  - Ligne de substitution HV
  - Ligne de substitution EP





Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine le circuit sang

## Le matériel utilisé



La membrane ou hémofiltre



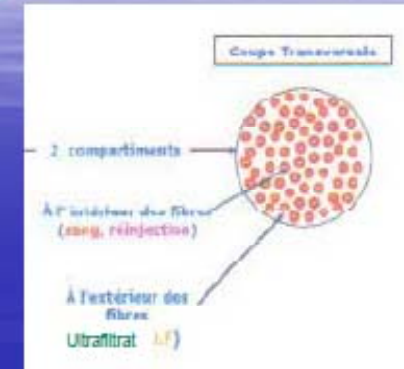
La ligne vasculaire, dite artérielle, qui transporte le sang du patient jusqu'à la membrane



La ligne vasculaire, dite de retour veineux, qui restitue le sang au patient, additionné du liquide de substitution



La purge qui a pour but d'éliminer l'air et les résidus de produits stérilisants



# ANTICOAGULATION

- Le risque de coagulation du CEC est plus important en méthodes continues
- Anticoagulation
  - \*Risque faible : héparine
  - \*Risque moyen : HBPM
  - \*élevé : rinçage

# Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine

## circuit extraction / réinjection

### Définition:

C'est le circuit qui permet l'extraction du filtra du patient, et la réinjection de produits de substitution dans un même temps , tels que: l'hémosol (.....)

### Solutions utilisées en EERC

|             | PrimaSol | Hemosol 80 | PrismaSol S |
|-------------|----------|------------|-------------|
| Na          | 140      | 140        | 140         |
| Ca          | 0        | 1.75       | 1.75        |
| Mg          | 0.5      | 0.5        | 0.5         |
| K           | 0        | 0          | 4           |
| Cl          | 106      | 106.5      | 111.5       |
| Bicarbonate | 32       | 32         | 32          |
| Lactate     | 3        | 3          | 3           |
| Glucose     | 0        | 0          | 6.3         |

mmol/L, sauf indications contraires

### Solutés de réinjection

- Tampon
  - Bicarbonate
  - Citrate?
- Glucose
- Electrolytes
- Température



Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine le circuit  
extraction/réinjection

## Le matériel utilisé



La ligne de réinjection du produit de substitution comporte une poche d'expansion , placée dans le réchauffeur ,elle permettra le réchauffement du soluté administré



La ligne d'extraction du filtra est raccordée à une poche de recueil



La purge (même fonction que dans le circuit sang) ou avec hémosol

Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine

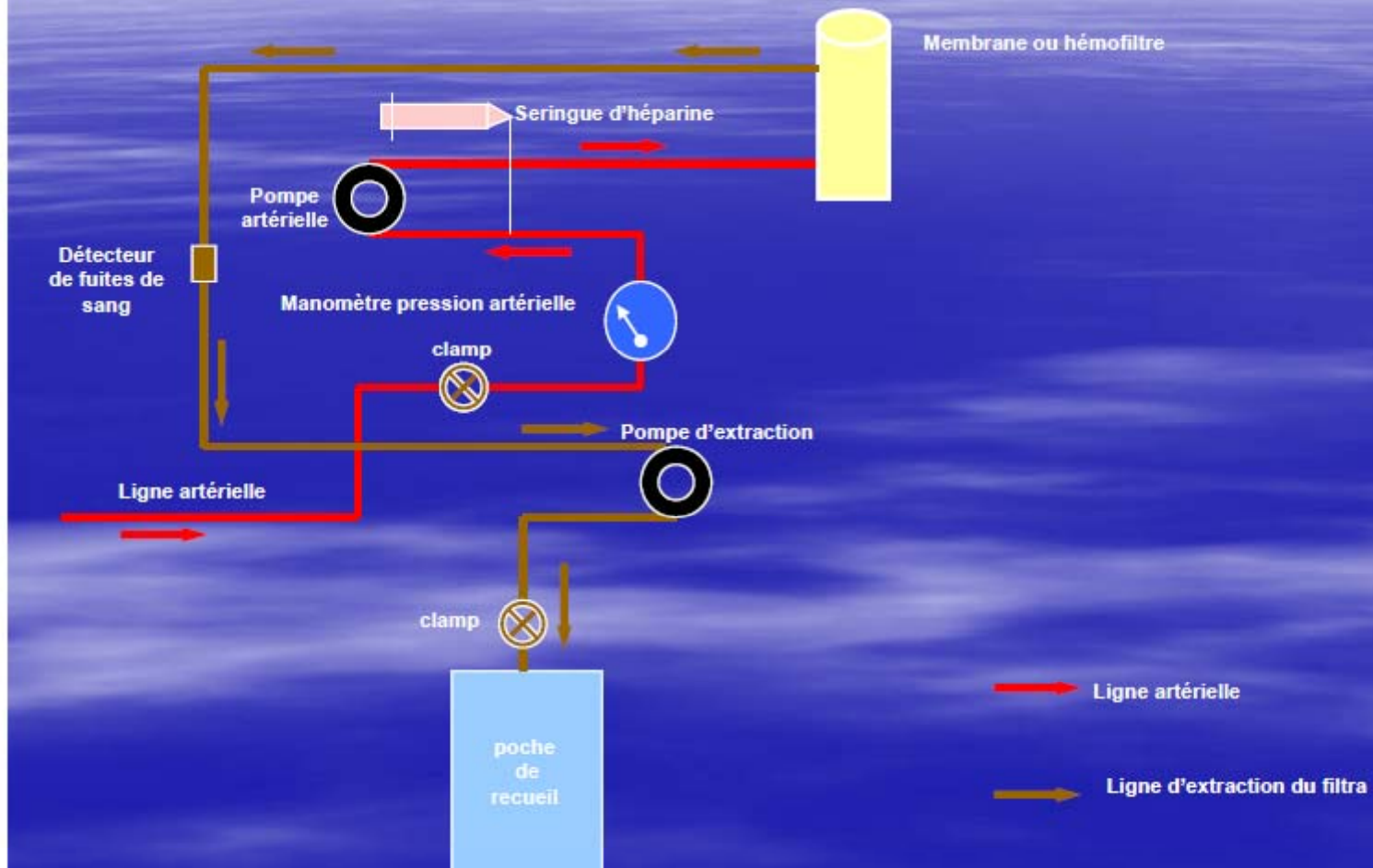
## Schéma de la machine





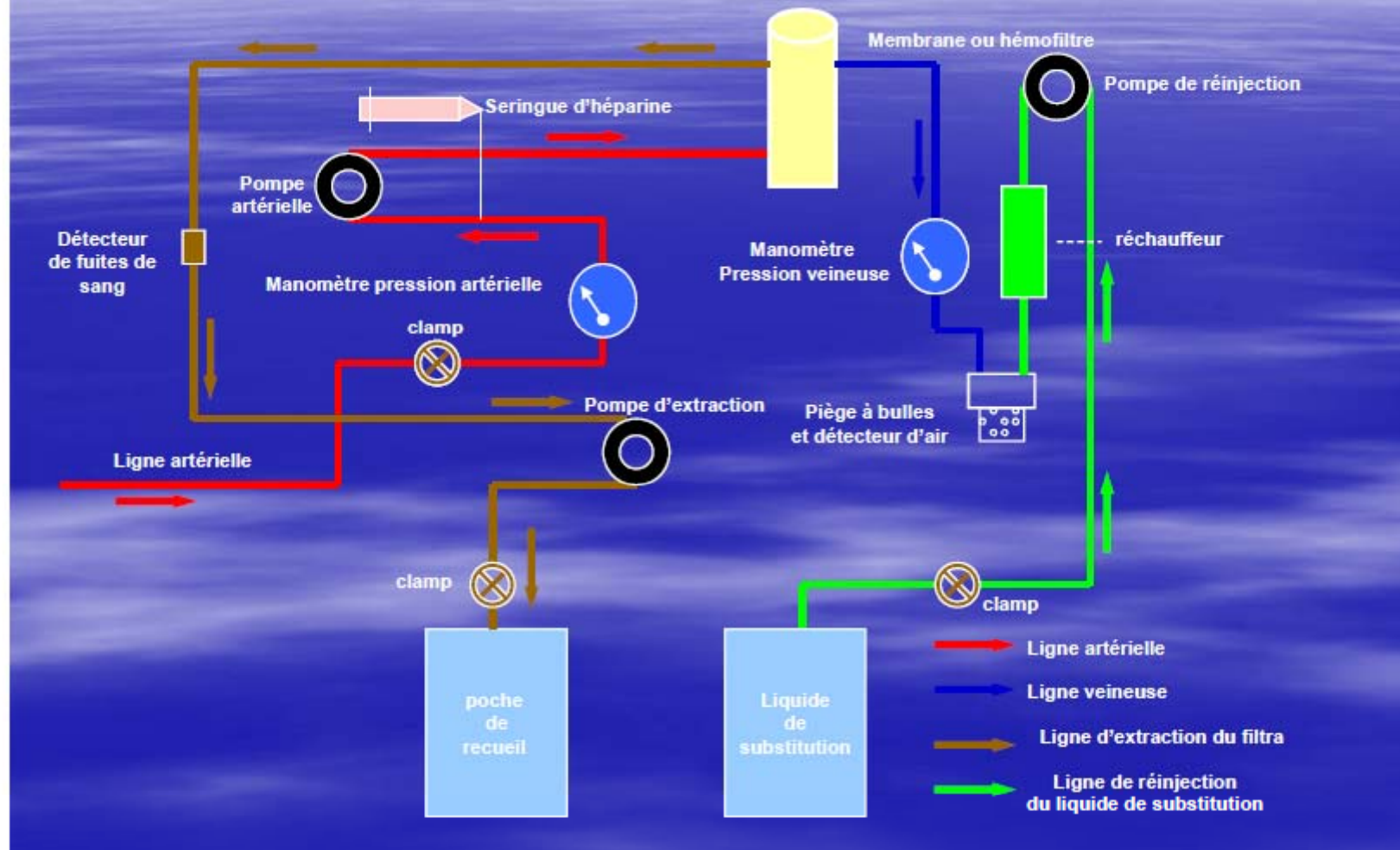
Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine

## Schéma de la machine



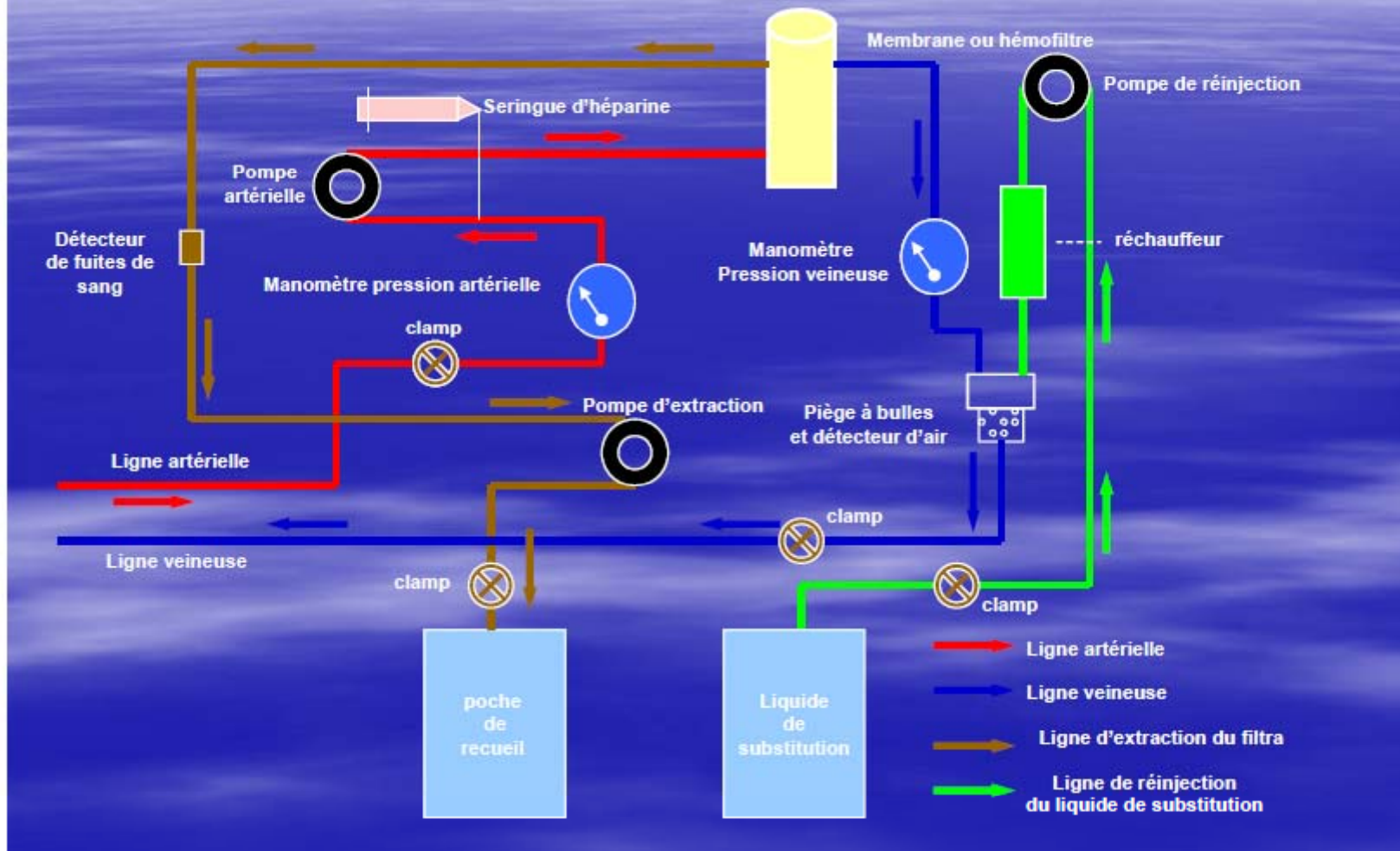
Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine

## Schéma de la machine



Réalisation pratique d'une hémofiltration: préparation de la machine

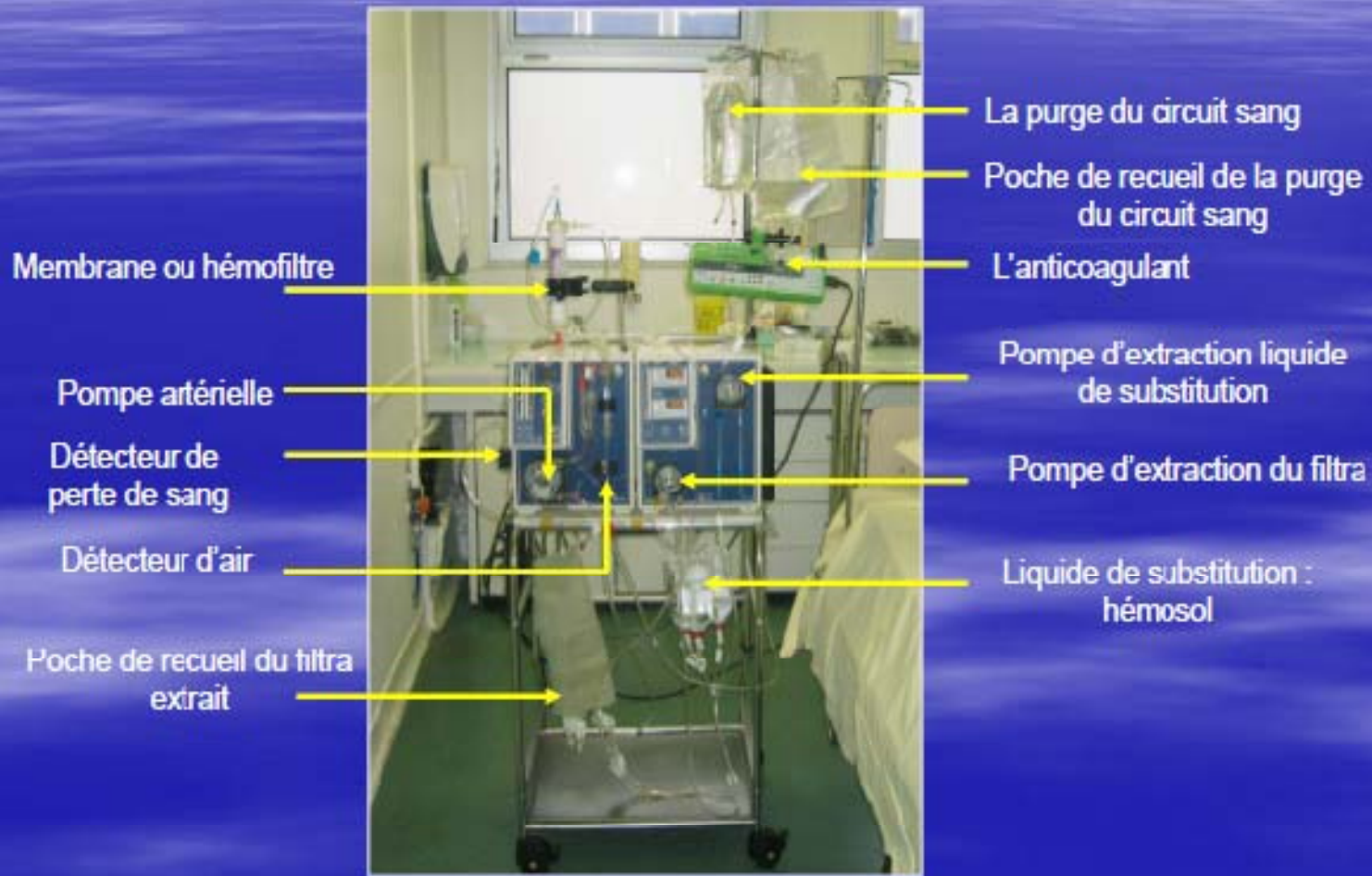
## Schéma de la machine





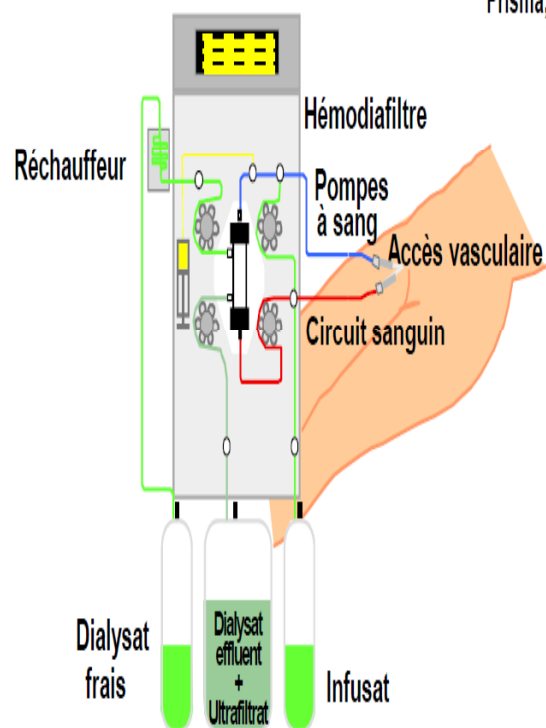
Réalisation pratique d'une hémofiltration : préparation de la machine

## Le montage du circuit



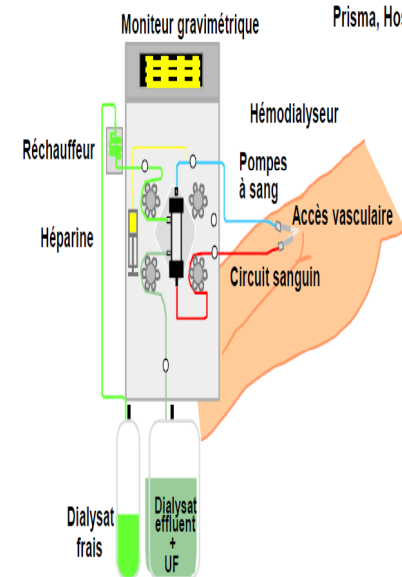
## Hémodiafiltration Continue Veino-Veineuse, CVVHDF

Prisma, Hospal



## Hémofiltration Continue Veino-Veineuse, CVVH

Prisma, Hospal



# Surveillance d'une EER

## ▪ HDI : au branchement,



### noter

L'heure

TA, FC, FR, Saturation, Conscience

T°, glycémie,

Type de plaque, site

Les débits (**dialysat**, sang)

Conductivité NA et Bicar

UF horaire et totale

Température machine

Pressions (artérielles, veineuses, trans-membranaire)

L'anticoagulation (bolus, entretien)

## ▪ HFVVC :



### noter

L'heure

TA, FC, FR, Saturation, Conscience

T°, glycémie,

Type de plaque, site

Les débits (**extraction/réinjection** :  
pré/post, sang)

UF horaire et totale

Température machine

Pressions (artérielles, veineuses, trans-membranaire, perte de charge, filtre, effluent)

L'anticoagulation (bolus, entretien)





## • HDI

**Surveillance par demi heure :**

TA, FC, FR, SPO2, Conscience,  
T° et Glycémie

Débit sang, **Débit Dialysat**  
UF horaire et totale,  
Pressions  
(artérielles, veineuses, trans-membranaire),



- Vérifier le site (saignement de FAV...)
- Noter toutes incidences (inversions des lignes, chute TA...) et les prescriptions médicales en cours (remplissage, bilan sanguin...)

## • HFFVC

**Surveillance par heure :**

TA, FC, FR, SPO2, Conscience,  
T° et Glycémie

Débit sang, **Débit réinjection**  
UF horaire et totale,



**Volume de réinjection et extraction**  
Pressions (artérielles, veineuses, trans-membranaire, perte de charge...),  
**Anticoagulation** (dose et vitesse)

- Vérifier le site (saignement de FAV...)
- Noter toutes incidences (inversions des lignes, chute TA...) et les prescriptions médicales en cours (remplissage, bilan sanguin...)



**Surveillances = reflet du bon déroulement de l'hémodialyse**

# CONCLUSION

- L'EER est ttt de suppléance de l'IR
- Pallie la fonction exocrine
- Les méthodes séquentielles sont diffusives et les méthodes continues sont essentiellement convectives
- Les méthodes intermittentes sont rapidement efficace mais mal tolérée alors que les méthodes continues sont mieux tolérées mais dont l'efficacité n'est pas rapide