

Module Uro-Néphrologie – L3

PHYSIOLOGIE RENALE

Cours N°1

Débit de Filtration Glomérulaire Débit Sanguin Rénal

05/11/2012

M.Flamant

Physiologie – Explorations Fonctionnelles Rénales

Hôpital Bichat

PLAN

A- Introduction générale à l'enseignement de physiologie rénale

1. Principales fonctions du rein

2. Anatomie

Position anatomique

Anatomie macroscopique

Anatomie microscopique

Unité fonctionnelle : Néphron

Vascularisation rénale

3. Fonctionnement du rein

Principe général

Données quantitatives

Rôle de la vascularisation

PLAN

B- Filtration glomérulaire

1. Données anatomo-fonctionnelles

Structure anatomique de la structure filtrante

Composition de l'urine primitive

Déterminants de la filtration – Loi de Starling appliqué au glomérule

Modulation de la filtration par les résistances artériolaires

Autorégulation

2. Débit de filtration glomérulaire – Utilisation et mesure

Notion d'insuffisance rénale

Insuffisance rénale Fonctionnelle / Organique

Comment mesurer le DFG

Notion de clairance

Mesure du DFG par clairance de traceurs exogènes

Mesure approchée du DFG par clairance de la créatinine

Mesure approchée du DFG par la créatininémie

3. Débit Plasmatique Rénale – Mesure

PLAN

A- Introduction générale à l'enseignement de physiologie rénale

1. Principales fonctions du rein

2. Anatomie

Position anatomique

Anatomie macroscopique

Anatomie microscopique

Unité fonctionnelle : Néphron

Vascularisation rénale

3. Fonctionnement du rein

Principe général

Données quantitatives

Rôle de la vascularisation

1/ PRINCIPALES FONCTIONS DU REIN

➡ Le rein est un organe multi-fonctionnel

1. Fonctions exocrines = fonctions en rapport avec la formation de l'urine

A. Épuration des déchets

Substances issues du métabolisme endogène (synthétisées par l'organisme)

Produits du métabolisme protidique

Déchets azotés (Urée)
Créatinine
Oxalate

Élimination et catabolisme d'hormones peptidiques

Insuline
Glucagon
Parathormone
Hormone de croissance (GH)

Élimination de substances d'origine exogène

Toxines
Médicaments



Cette fonction d'épuration se fait par défaut chez les mammifères

Confère une très bonne capacité d'adaptation à l'environnement

B. Homéostasie hydro-électrolytique (Cours 2 à 6)

. Le rein assure un bilan nul entre les entrées (digestives) et les sorties (rénales)

. Hydriques (H₂O)

. électrolytiques

. Na

. K

. HCO₃⁻

. Ca/Phosphore

. Ce qui permet le maintien d'une composition ionique extra-cellulaire stable nécessaire au fonctionnement cellulaire

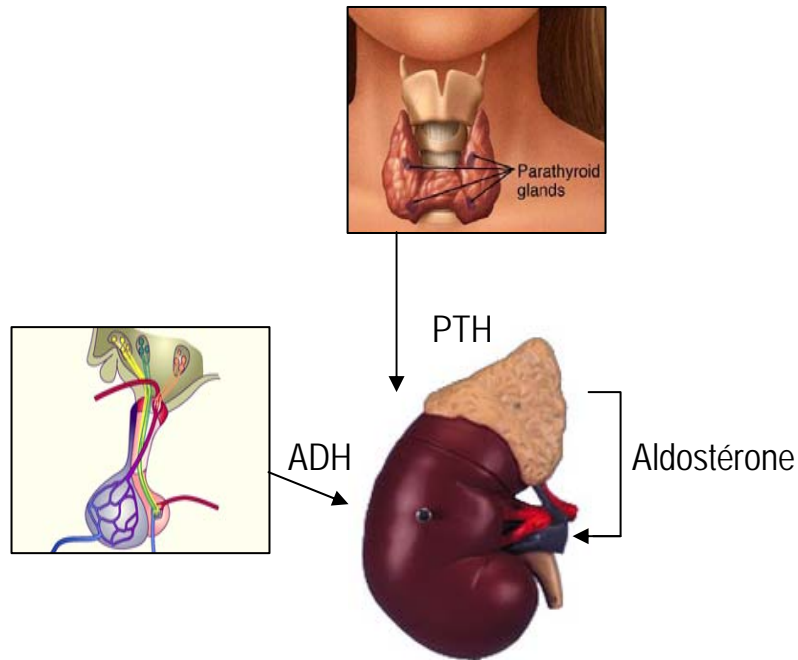
<u>Cations</u>	Plasma	Interstitialium	Intra-cellulaire
Na	140	142	10
K	4	4	140
Ca	5	2.5	<0.001
<u>Anions</u>			
Cl ⁻	100	115	2
HCO ₃ ⁻	25	28	8
Prot	16	0	55

2. Fonctions « endocrines »

A. Fonction effectrice = Cible de l'action d'hormones synthétisée à distance

C'est ce qui permet la fonction d'homéostasie

Exemples: Hormone anti-diurétique (ADH) (Synthétisée dans le SNC → bilan de l'eau
 Parathormone (Synthétisée par les parathyroïdes) → Bilan du Calcium
 Aldostérone (Synthétisée par la cortico-surrénale) → Bilan du Na et du K



B. Fonction de synthèse

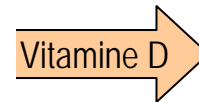
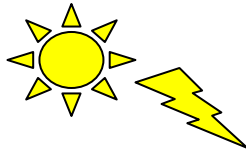
Le rein synthétise des médiateurs humoraux, qui vont agir à distance du rein

Exemple 1 - Erythropoïétine (EPO)

- Facteur de croissance hématopoïétique
- Synthétisé par le rein
- En réponse à la carence en oxygène (hypoxie)
- Agit sur la moelle osseuse pour augmenter la production de globule rouge (érythropoïèse)



Exemple 2 – vitamine D

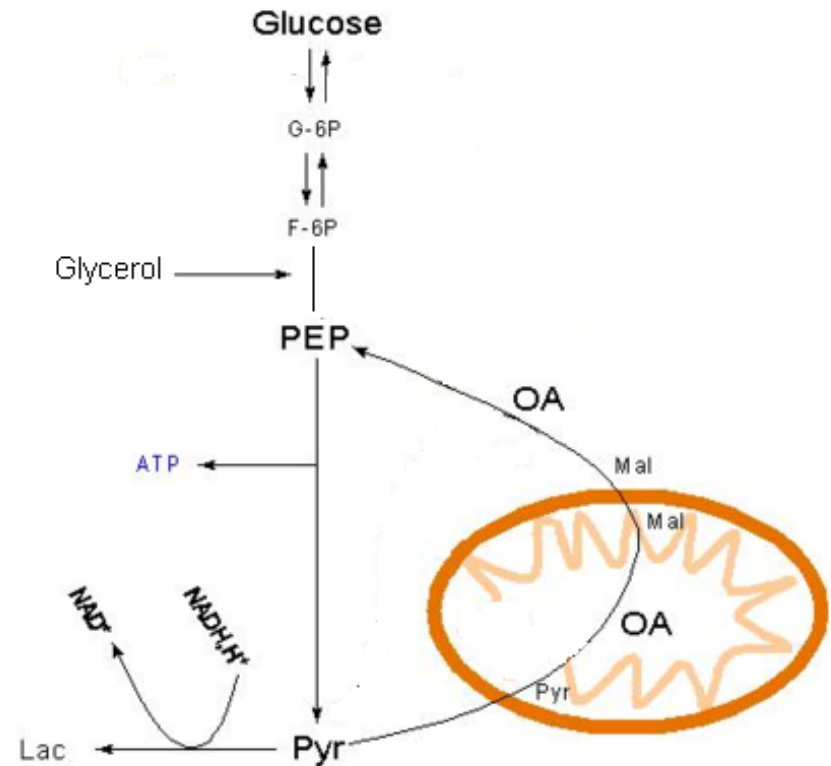


- La vitamine D est
 - soit apportée par l'alimentation
 - soit synthétisée à partir du cholestérol sous l'effet des UV (Soleil) sur la peau
- Cette forme de vitamine D est inactive
- Le rein transforme cette vitamine D inactive en vitamine D active (ou Calcitriol)
- Le calcitriol est nécessaire à la minéralisation de l'os

C. Fonctions métaboliques

Lorsque les réserves en glycogène sont épuisées (jeûne > 1 jour), les sources de glucose se font par néoglucogénèse à partir
des acides aminés (45%)
du lactate (30%)
du glycérol (25%)

→ Le rein peut représenter jusqu'à 50% de la néoglucogénèse en cas de jeûne prolongé



PEP: Acide Phosphoenolpyruvic

OA : Oxaloacetate

PLAN

A- Introduction générale à l'enseignement de physiologie rénale

1. Principales fonctions du rein

2. Anatomie

Position anatomique

Anatomie macroscopique

Anatomie microscopique

Unité fonctionnelle : Néphron

Vascularisation rénale

3. Fonctionnement du rein

Principe général

Données quantitatives

Rôle de la vascularisation



1. Position anatomique

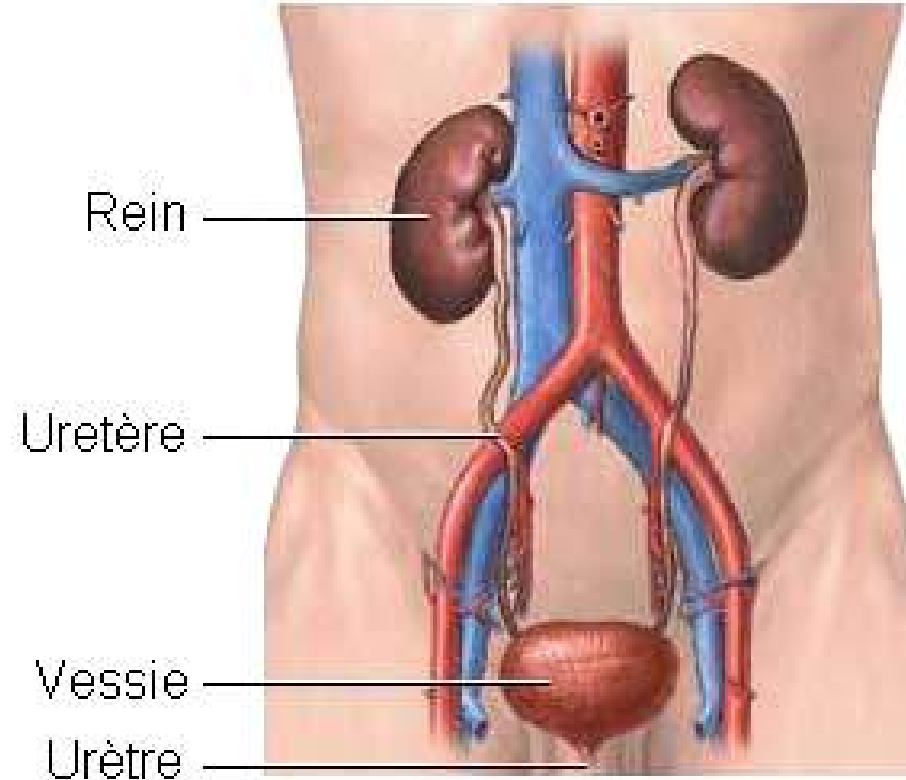
- . Organe double
- . En arrière du péritoine (rétro-péritonéal)
- . Forme de haricot
- . Dimensions
 - 12cm de grand axe
 - 6 cm de largeur
- . Situé en regard des vertèbres
 - D11 à L2 Rein Droit
 - D12 à L3 Rein Gauche
- . Entouré d'une capsule fibreuse et de tissu adipeux
- . Surmonté de la surrénale

Vascularisé par le système aortico – cave

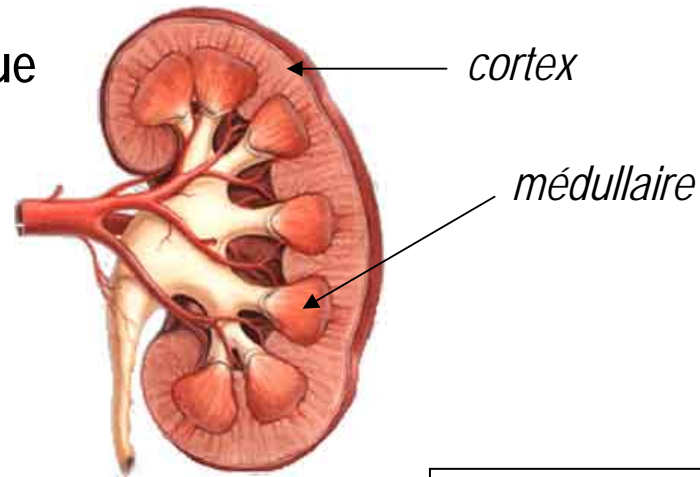
- . Artères rénales issues de l'Aorte abdominale
- . Retour veineux par la Veine Cave Inférieure

VOIES EXCRETRICES URINAIRES

- . Assure le drainage de l'urine depuis le rein
- . Uretères (2) entre le rein et la vessie
- . Urètre en aval de la vessie avec sphincter permettant le contrôle des mictions

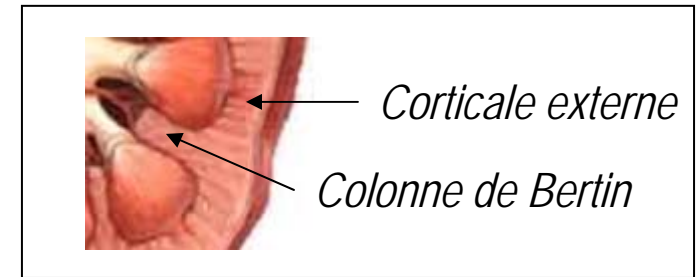


2- Structure interne macroscopique



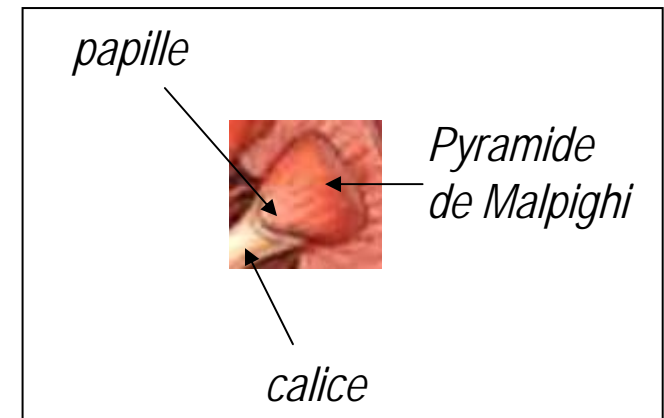
Zone périphérique, le cortex (ou corticale) de couleur claire

- . partie externe (corticale externe)
- . partie interne (colonne de Bertin)

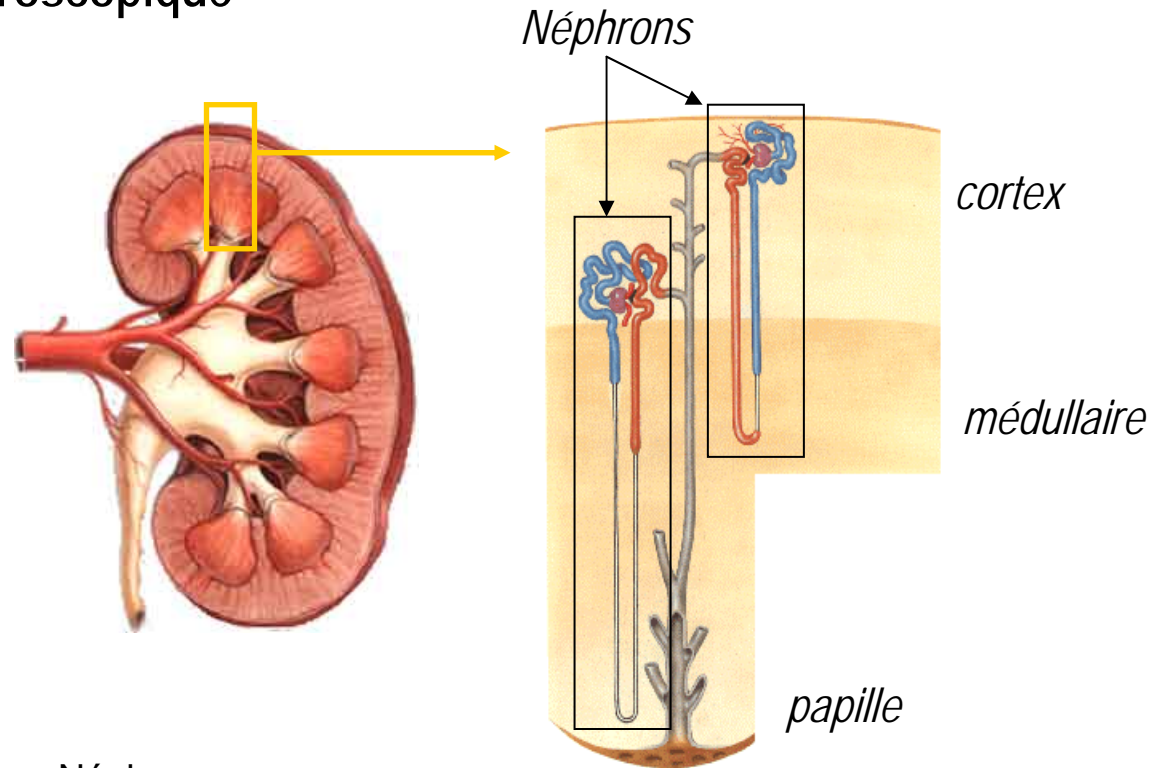


Zone centrale, la médullaire

- . Divisées en pyramides (pyramides de Malpighi)
à base externe
séparées les unes des autres par les colonnes de Bertin
- . Chaque pyramide rénale se termine dans une papille qui fait saillie dans les calices
- . Le calice est le premier élément anatomique des voies excrétrices urinaires



3- Structure interne microscopique



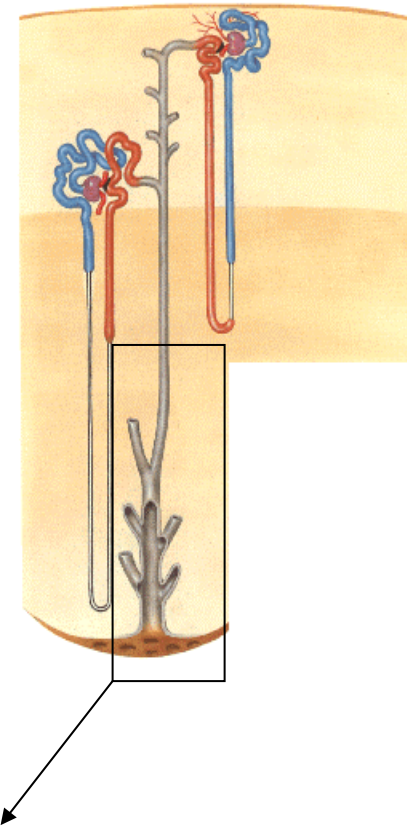
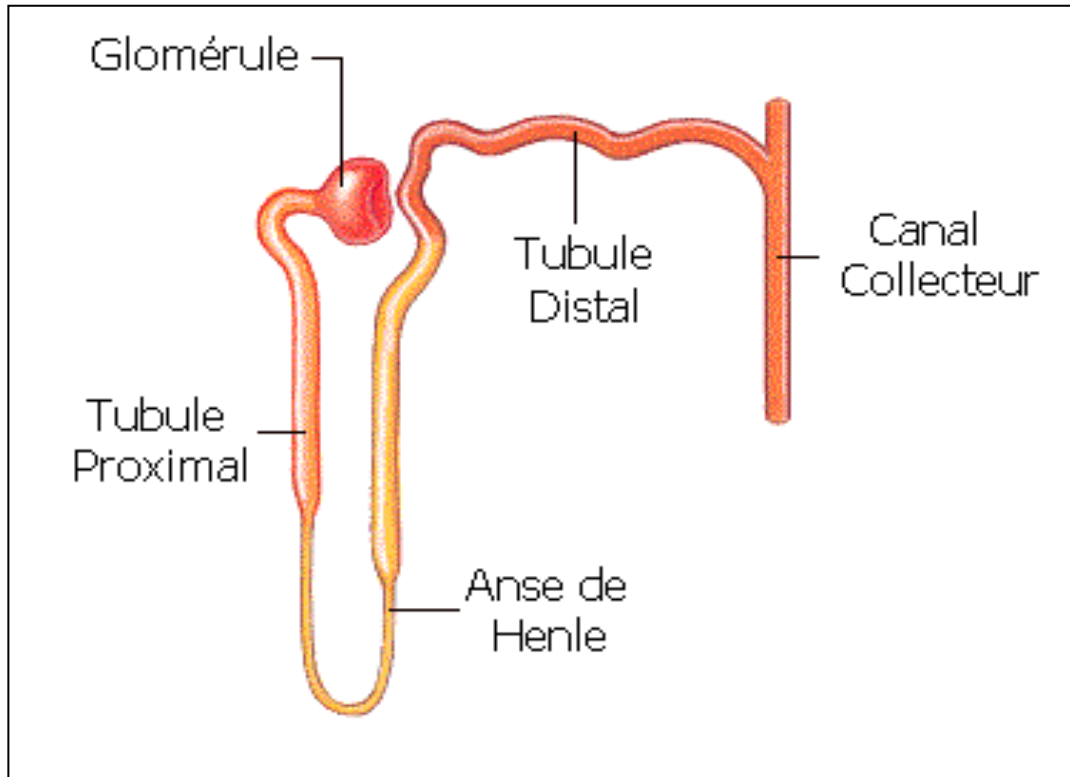
Unité fonctionnelle du rein = Néphron

- . Le néphron est la structure anatomique permettant la formation de l'urine
- . L'urine excrétée est le résultat de la somme des urines formées par chaque néphron
- . Il existe environ 1 million de néphrons (500.000 par rein)
- . Le nombre de néphron est fixé à la naissance
- . Pas de possibilité de régénération (un néphron détruit ne régénère pas)
- . Le nombre de néphron est variable d'un individu à l'autre

Néphron

Glomérule
Tubule

Structure filtrante = interface plasma chambre urinaire
Transit urine vers le système excréteur

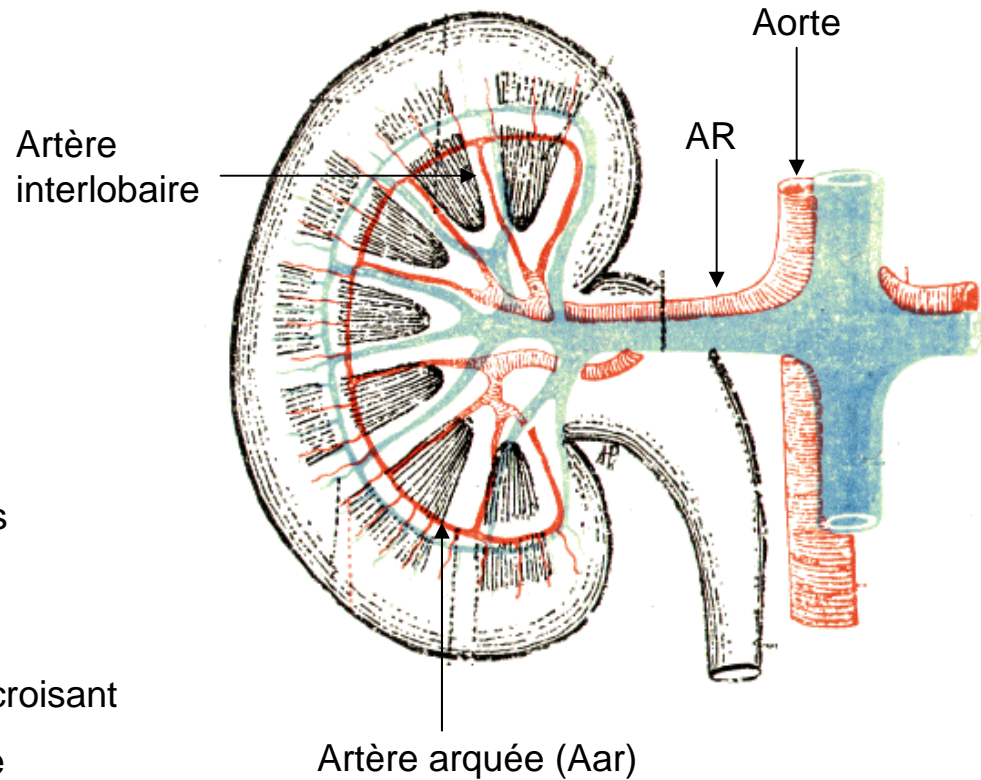


Les canaux collecteurs de différents néphrons se rejoignent pour s'aboucher à la papille

4- Vascolarisation rénale

Caractéristiques anatomiques

- 1 artère rénale (AR) par rein le plus souvent
- Mais variantes anatomiques jusqu'à 4 artères rénales (artères polaires)
- Artère rénale naît de l'aorte abdominale (ostium)
- puis divisions successives en artères de diamètre décroissant
- Ps de collatéralité = vascularisation de type terminale
- Divisions successives en
 - artères inter-lobaires entre les lobes dans les colonnes de Bertin
 - artères arquées parallèles à la capsule
 - artères inter-lobulaires perpendiculaires à la capsule et entre les lobules
- de l'artère inter-lobulaire naît l'artériole afférente
 - 1 artériole par glomérule
 - ramification en un peloton capillaire dans le glomérule (capillaire glomérulaire)



Vascularisation du néphron

- Double réseau capillaire en série = système porte

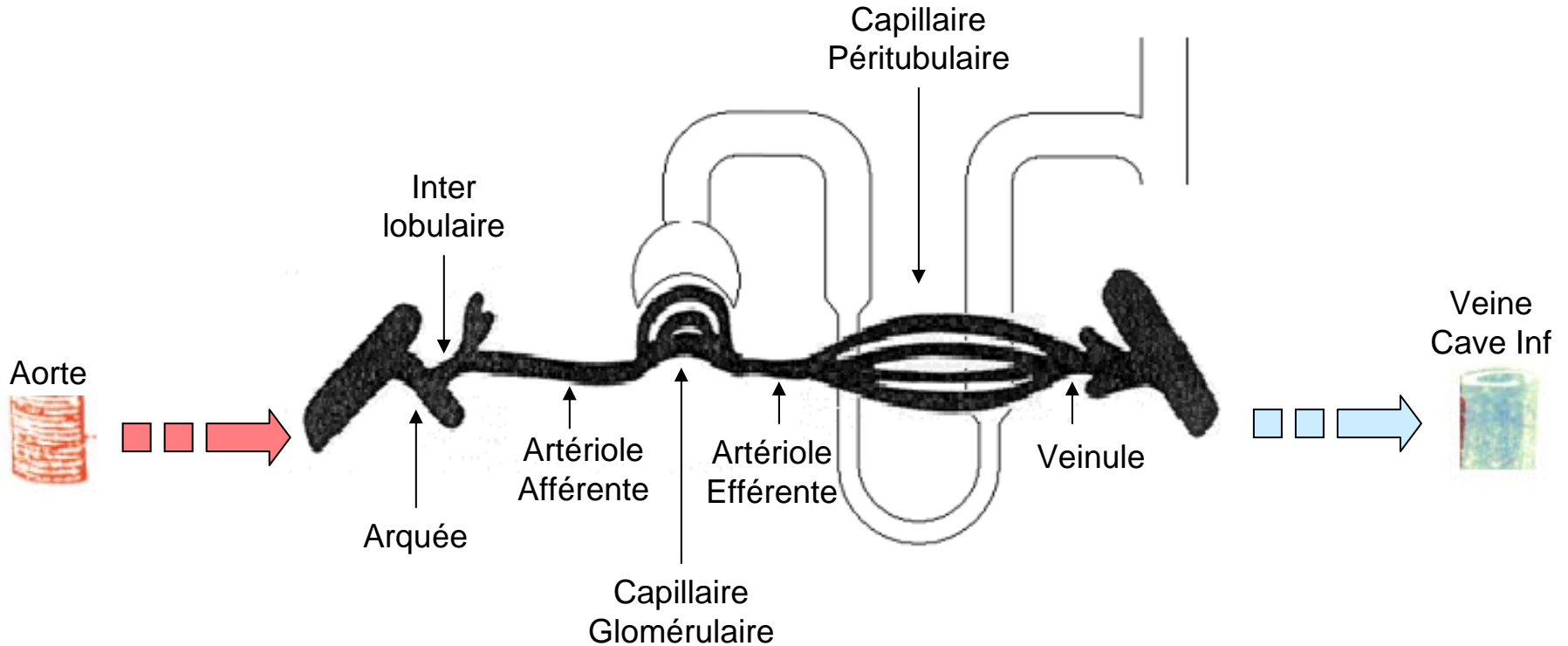
Premier réseau capillaire dans le glomérule = lieu de la filtration

Se résout dans une artériole et non dans une veinule = différent des autres systèmes capillaires

Deuxième réseau capillaire autour des tubules = lieu de la maturation de l'urine (concentration entre autres)

Se résout dans une veinule

- Système artério-artério-veineux = système porte artériel



PLAN

A- Introduction générale à l'enseignement de physiologie rénale

1. Principales fonctions du rein

2. Anatomie

Position anatomique

Anatomie macroscopique

Anatomie microscopique

Unité fonctionnelle : Néphron

Vascularisation rénale

3. Fonctionnement du rein

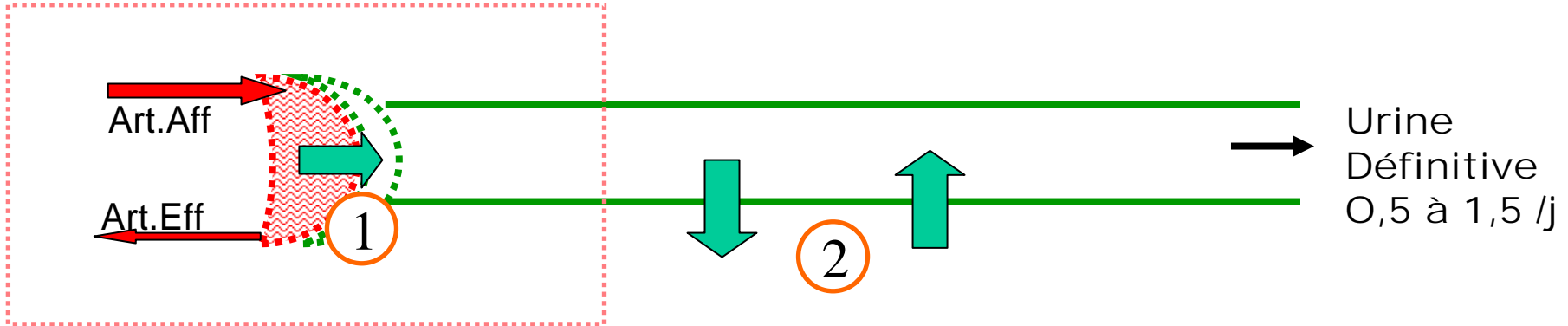
Principe général

Données quantitatives

Rôle de la vascularisation

3/ FONCTIONNEMENT DU REIN

1. Principes général



① 1 PROCESSUS INITIATEUR

→ FILTRATION GLOMERULAIRE

Ultrafiltrat du plasma par transfert du système circulatoire vers la chambre urinaire

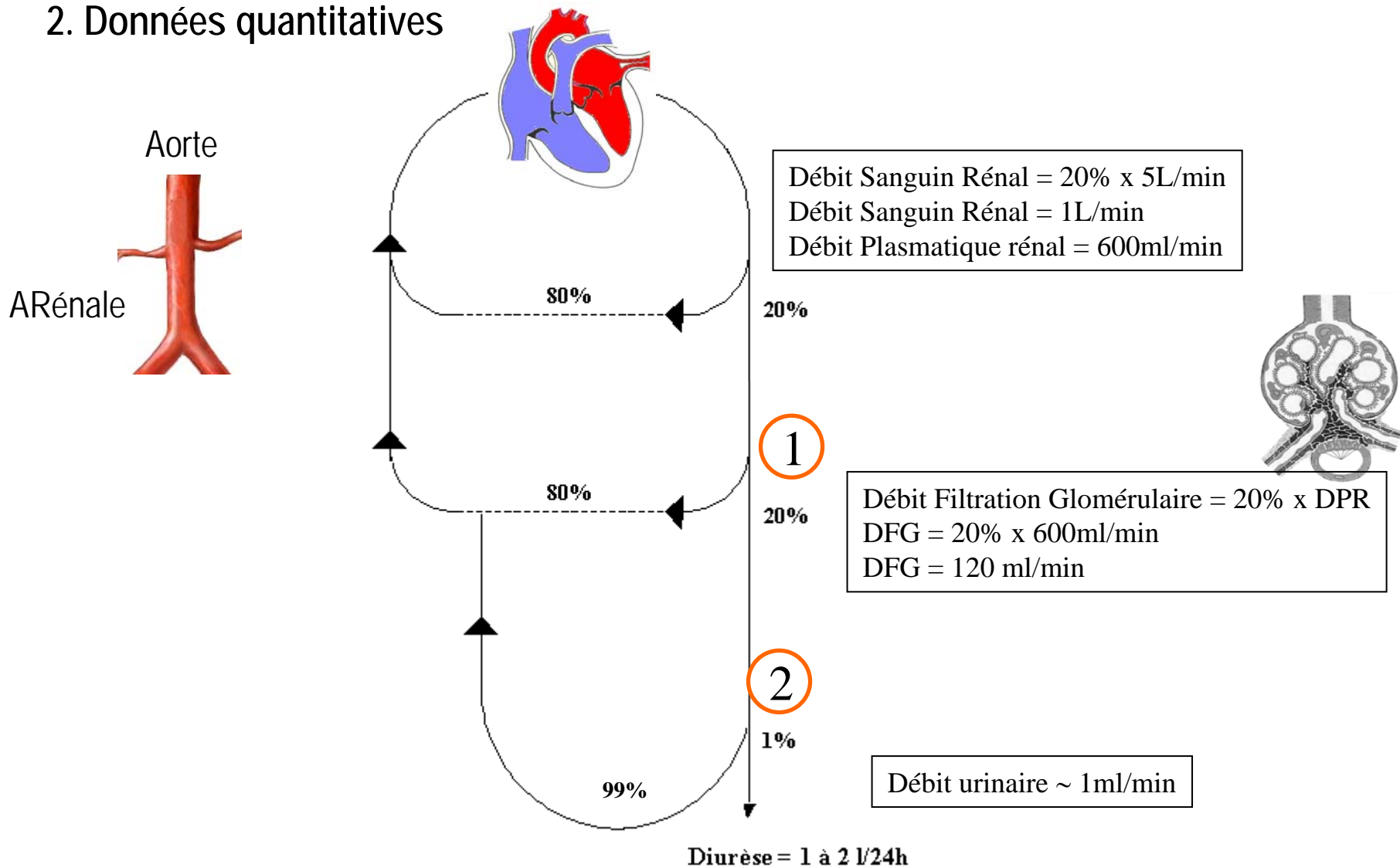
② 2 PROCESSUS MODIFICATEURS

→ FONCTION TUBULAIRE

Concentration des urines par réabsorption d'eau (solvant)
Ajouter ou soustraire des solutés

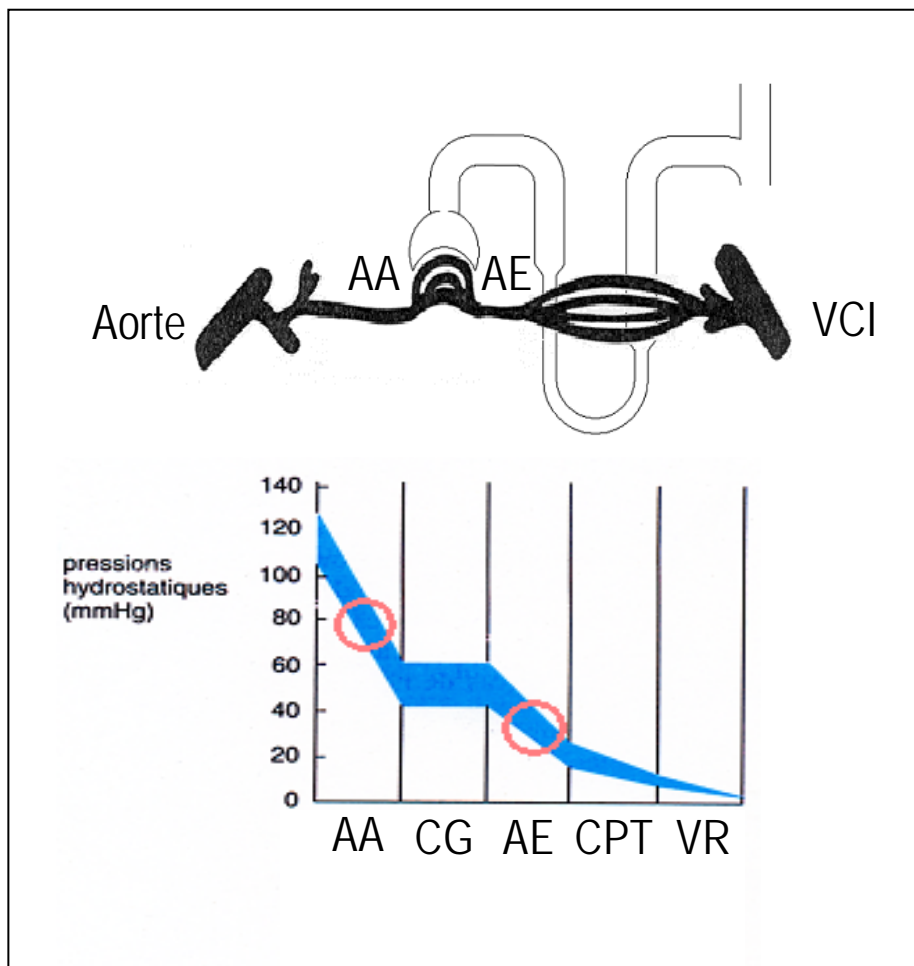
$$\text{Excrété} = \text{Filtré} - \text{Réabsorbé} + \text{Sécrété}$$

2. Données quantitatives



Filtration glomérulaire **1** est le meilleur marqueur de fonction rénale globale

3. Rôle de la vascularisation dans le phénomène Filtration du plasma / Maturation de l'urine



AA: Artériole Afférente
CG: Capillaire Glomérulaire
AE: Artériole Efférente
CPT: Capillaire Périrubulaire
VR: Veine Rénale

2 sites de résistance
Artérioles afférente et efférentes



Pression Glom élevée et stable

→ Filtration

P cap périrubulaire basse

→ Réabsorption

PLAN

B- Filtration glomérulaire

1. Données anatomo-fonctionnelles

Structure anatomique de la structure filtrante

Composition de l'urine primitive

Déterminants de la filtration – Loi de Starling appliqué au glomérule

Modulation de la filtration par les résistances artériolaires

Autorégulation

2. Débit de filtration glomérulaire – Utilisation et mesure

Notion d'insuffisance rénale

Insuffisance rénale Fonctionnelle / Organique

Comment mesurer le DFG

Notion de clairance

Mesure du DFG par clairance de traceurs exogènes

Mesure approchée du DFG par clairance de la créatinine

Mesure approchée du DFG par la créatininémie

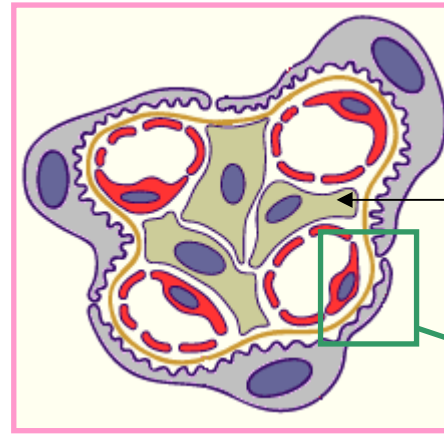
3. Débit Plasmatique Rénale – Mesure

1/ DONNEES ANATOMO-FONCTIONNELLES

1. Anatomie de la structure filtrante : glomérule

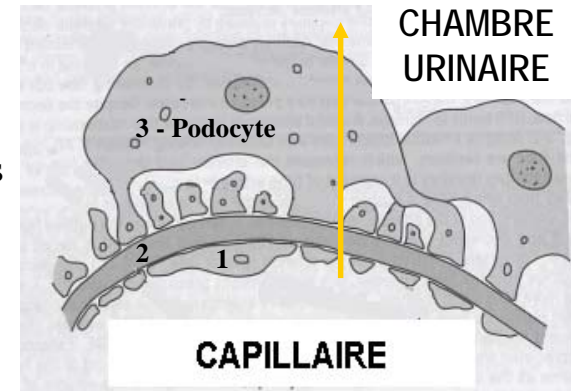
Débit de filtration glomérulaire 120 ml/min

LOBULE GLOMERULAIRE



Cellules mésangiales = rôle structural et de soutien entre les anses capillaires

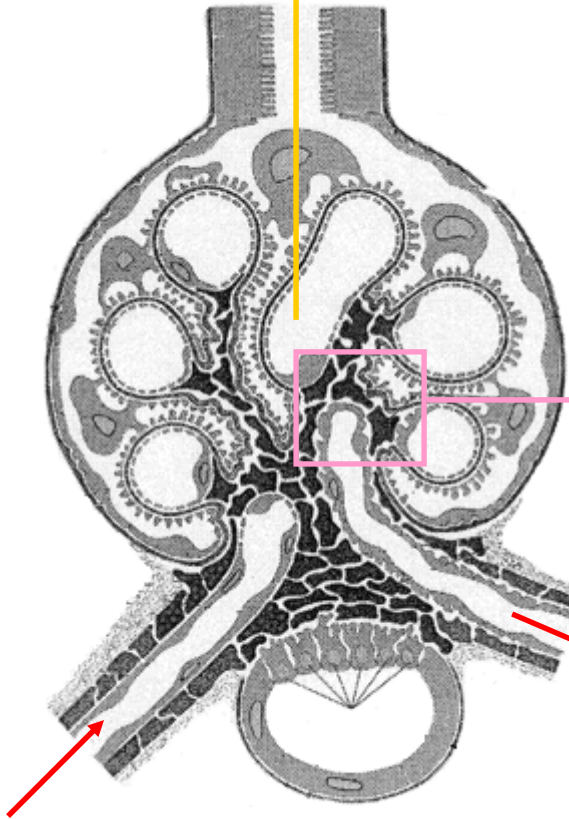
BARRIÈRE DE FILTRATION



- Complexe
- 1 - Cellules endothéliale
- 2 - Membrane basale
- 3 - Podocytes
- Chargée négativement

480ml/min
Débit de Plasma sortant des glomérules

600ml/min
Débit de Plasma entrant dans les glomérules

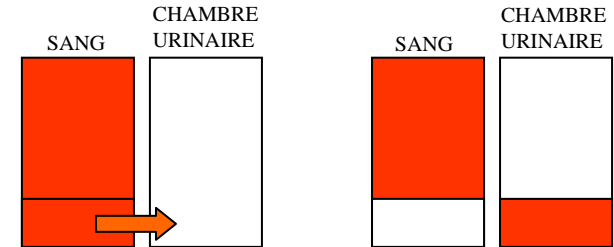


2. Mécanisme de formation et composition de l'urine primitive

URINE PRIMITIVE = FILTRATION + DIFFUSION

A- FILTRATION = Solvent drag

- Mécanisme majoritaire → Ultrafiltrat plasmatique
- Concerne l'eau et les molécules de petite taille (<5KDa)
- Phénomène convectif dépendant des forces de pression
- Composition proche de celle de l'eau plasmatique pour les molécules <5KDa



A deux approximations près

. Équilibre de Gibbs Donnan

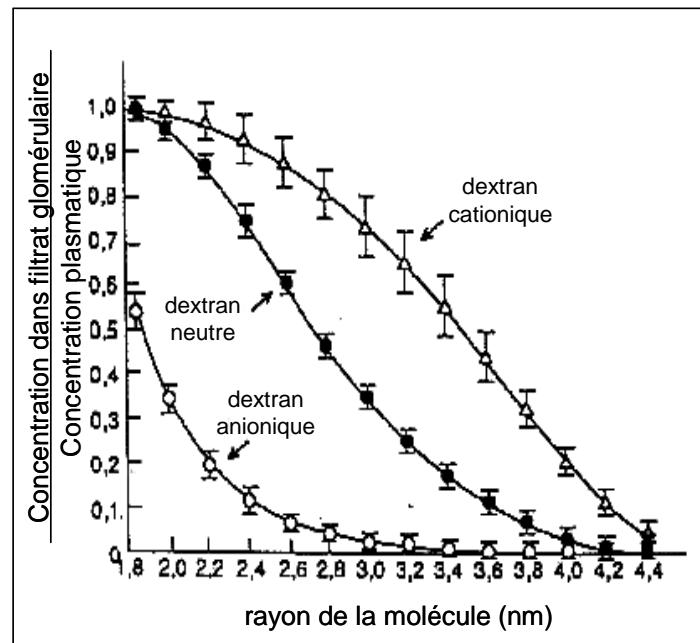
- Anions (UP) = 1,05 Anions (H₂O plasma)
- Cations (UP) = 0,95 Cations (H₂O plasma)

. Molécules complexées à des protéines (Ex Ca²⁺)

SUBSTANCES	[plasma]	[Urine primitive]
Glucose (mM)	5.3	5.3
Na ⁺ (mM)	149	140
Cl ⁻ (mmol)	106	110

B- DIFFUSION

- Mécanisme minoritaire
- Concerne les molécules non librement filtrées >5KDa
- Perméabilité sélective = permselectivité fonction de la taille et de la charge (Cations > Anions)



<5000Da

>60000Da

5000 < PM < 60000 = f(charge)

Coefficient Diffusion = 1

Coefficient Diffusion = 0

0 < Coefficient Diffusion < 1

Composition de l'urine – Données quantitatives

1

2

	Plasma	Urine primitive		Urine définitive
	Concentration	Concentration	Débit journalier	Débit journalier
H ₂ O	-	-	180L	1 à 2L
GR	5 G/L	0	0	0
Albumine	40g/L	0	0	0
Glucose	5mM	5mM	900mmol	0
Créatinine	80μM	80μM	14mmol	15mmol
Na	140mM	140mM	32000mmol	10-200mmol
K	4mM	4mM	720mmol	10-200mmol

Filtration glomérulaire

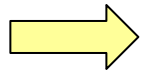
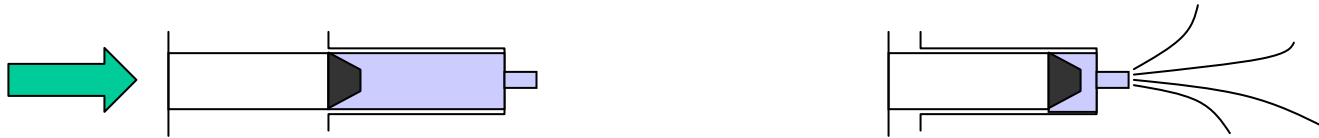
Fonction tubulaire

3. Déterminants physiques de la filtration – Loi de Starling appliqué au glomérule

Pour une membrane perméable à l'eau, les mouvements de solvants se font le long d'un gradient de pression

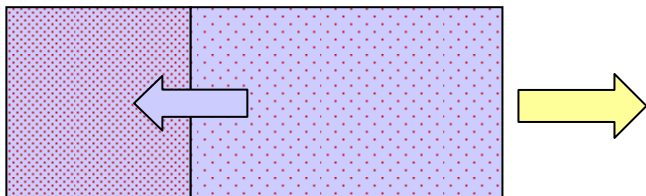
Echange de solvant à travers une membrane - Principes

① → Pression hydrostatique = phénomène physique (en mmHg)



Les mouvements d'eau se font du secteur dont la pression hydrostatique est la plus forte vers le secteur où la pression hydrostatique est la plus faible

② → Pression osmotique = Mouvements d'eau induits par les substances qui ne peuvent pas passer la membrane (Ex: protéine de haut poids moléculaire)
Ces substances sont appelées osmoles
La concentration en osmoles dans un liquide est appelée osmolarité

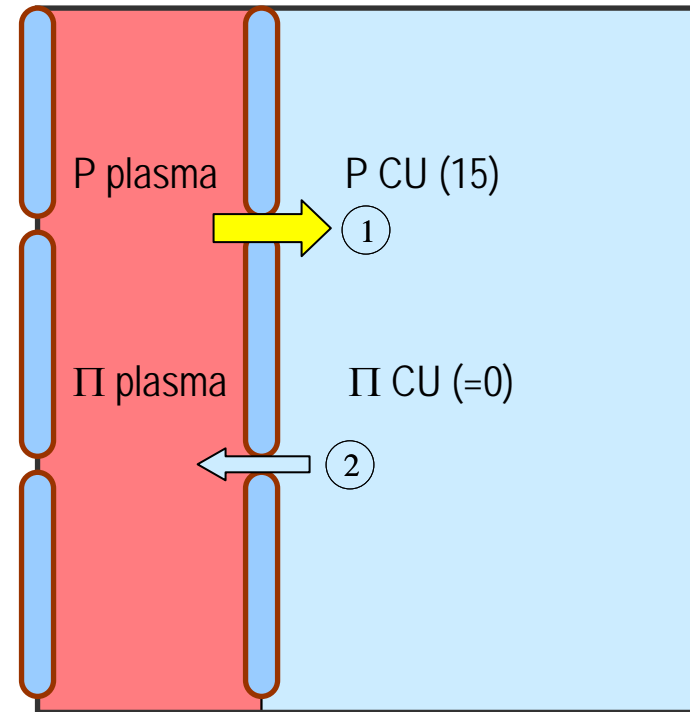
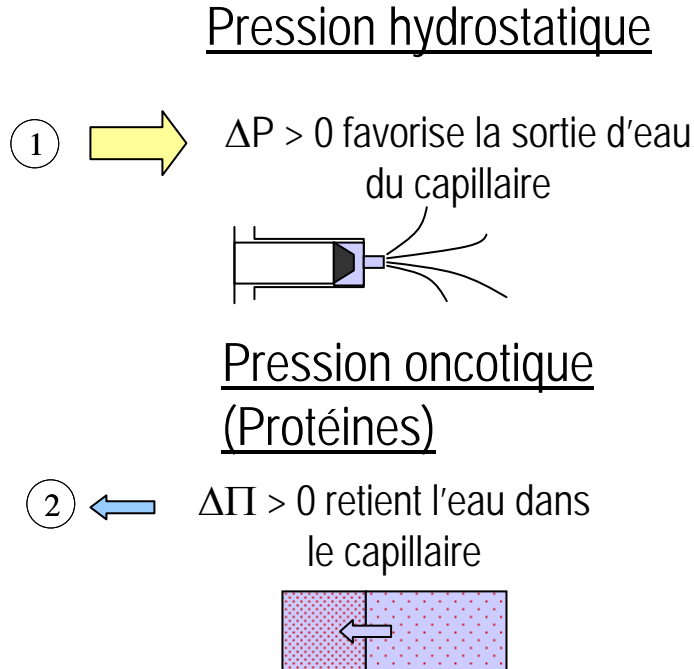


Les mouvements d'eau se font du secteur dont la concentration l'osmolarité est la plus faible vers le secteur où l'osmolarité est la plus forte, pour tenter d'équilibrer l'osmolarité de part et d'autre de la membrane

Echange de solvant appliqué au glomérule

Barrière de filtration = Interface vaisseau / Chambre urinaire

→ Les mouvements de solvant du capillaire vers la chambre urinaire sont régis par la loi de Starling



Mouvement net = Différence entre ces deux forces opposées = Loi de Starling

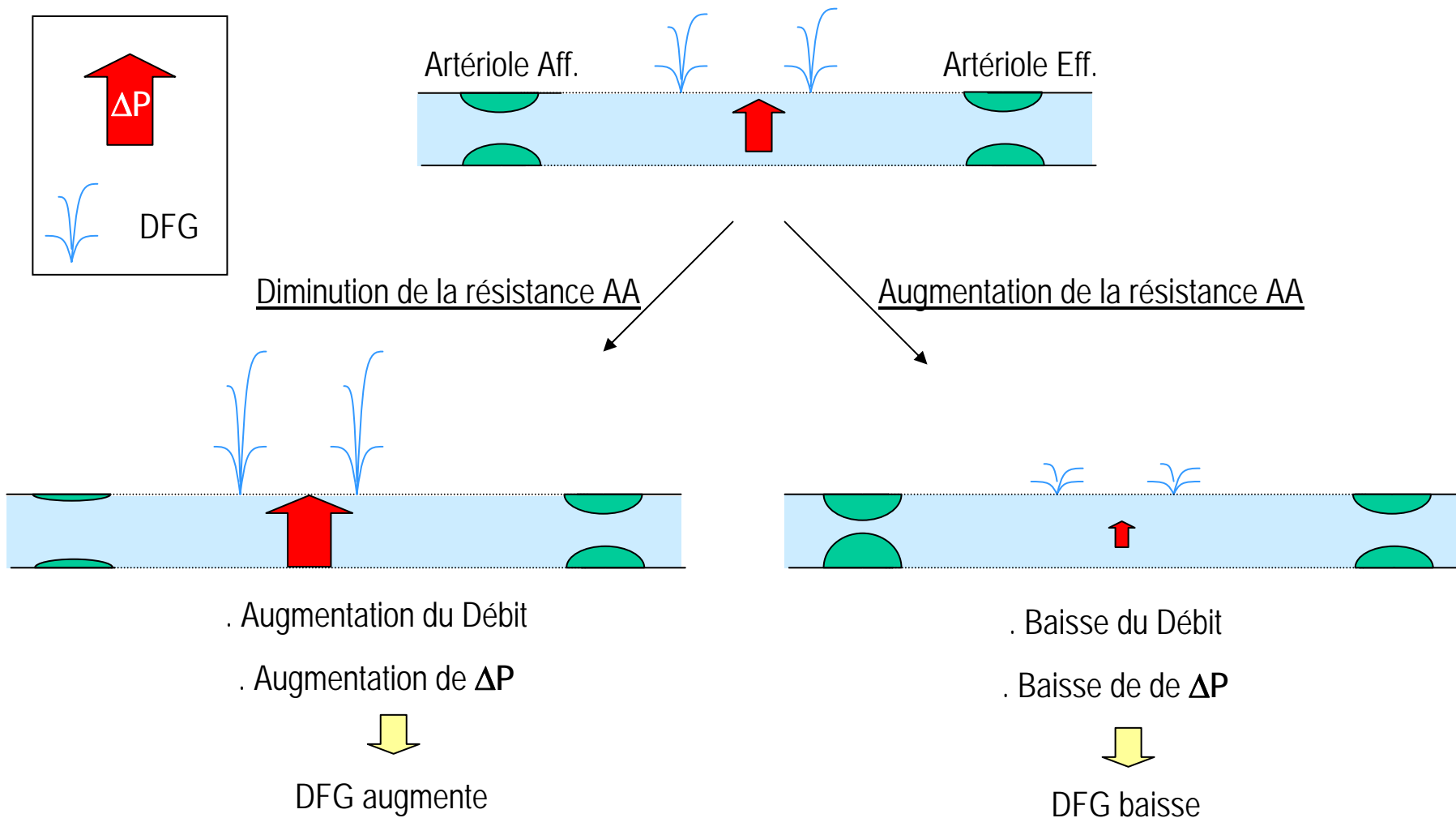
$$\dot{Q}_{H_2O} = k \cdot [\Delta P - \Delta \Pi]$$

→ Physiologiquement $\Delta P > \Delta \Pi$ → Formation urine

→ Si $\Delta P < \Delta \Pi$ (Hypotension majeure) → Pas de formation urine = Anurie

4. Modulation de la filtration

Seule la modulation des résistances artériolaires afférentes modifie la valeur du DFG

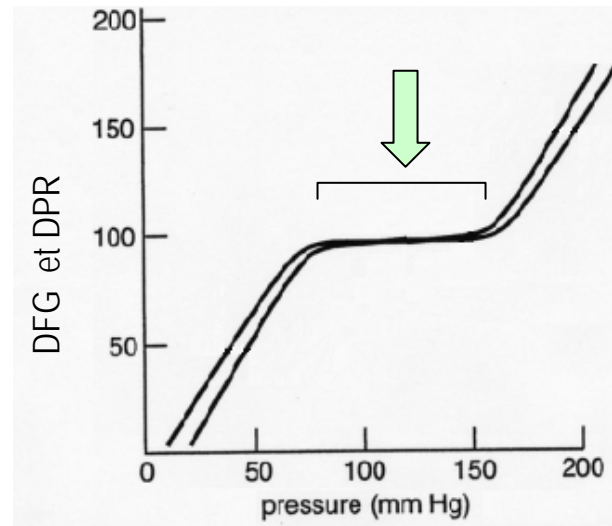


Une baisse des résistances de l'artériole Afférente Glomérule augmente le DFG

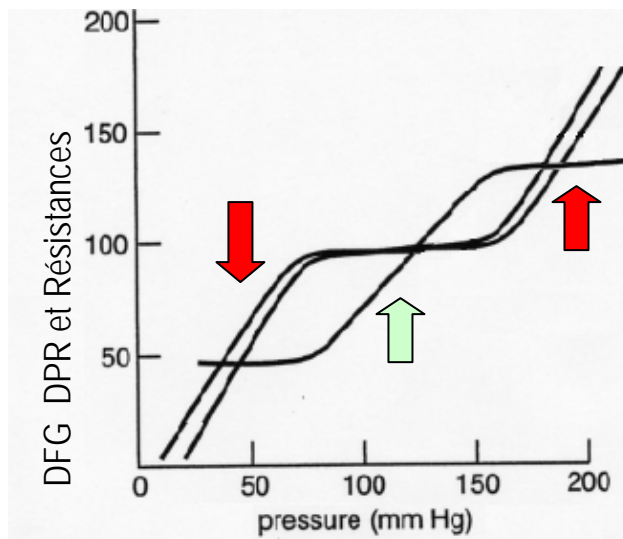
Une augmentation des résistances de l'artériole Afférente Glomérule baisse le DFG

5. Autorégulation du DFG et du DPR

Lorsque la pression artérielle moyenne (PAM) varie entre 80 et 160mmHg, le DFG et le Débit plasmatique rénal sont maintenus à une valeur constante



On dit que le DFG est régulé. Cette régulation est possible par l'augmentation parallèle des résistances



➡ Pour une PAM < 80 mmHg, le DFG baisse avec la baisse de la pression jusqu'à l'anurie

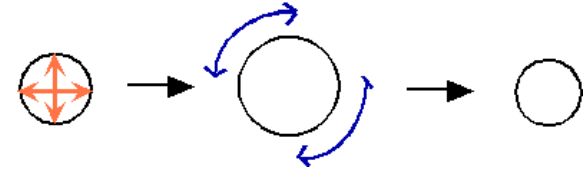
➡ Pour une PAM > 160 mmHg, le DFG augmente avec la pression

L'autorégulation est dépassée

Mécanismes de l'autorégulation

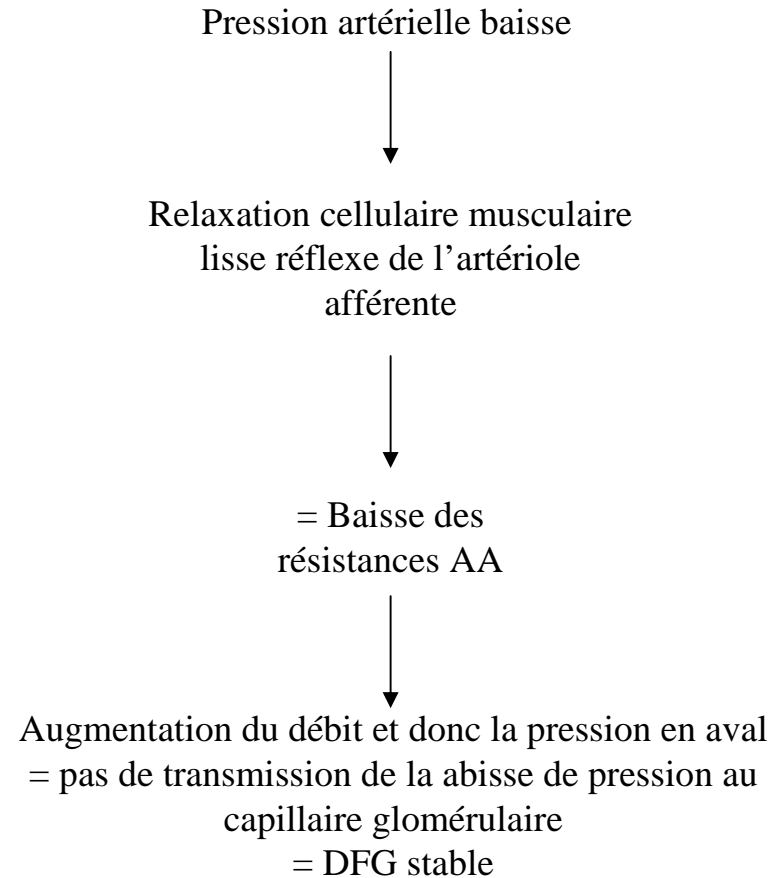
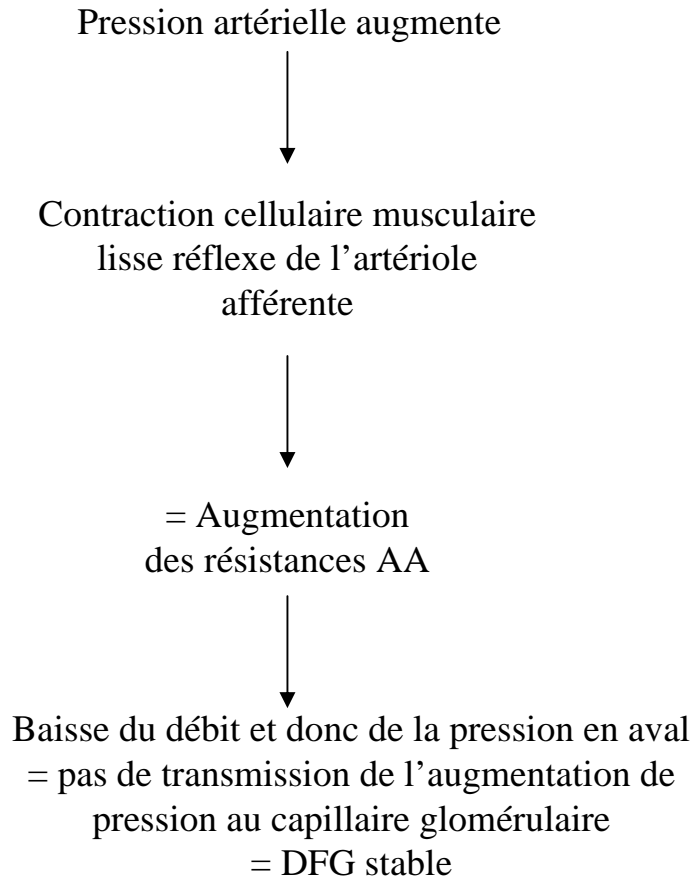
L'auto-régulation du DFG a pour cible l'artériole afférente
2 mécanismes d'adaptation à la pression

a- Tonus myogénique = Phénomène physique



Principe

Réaction de la paroi artériolaire aux modifications de pression

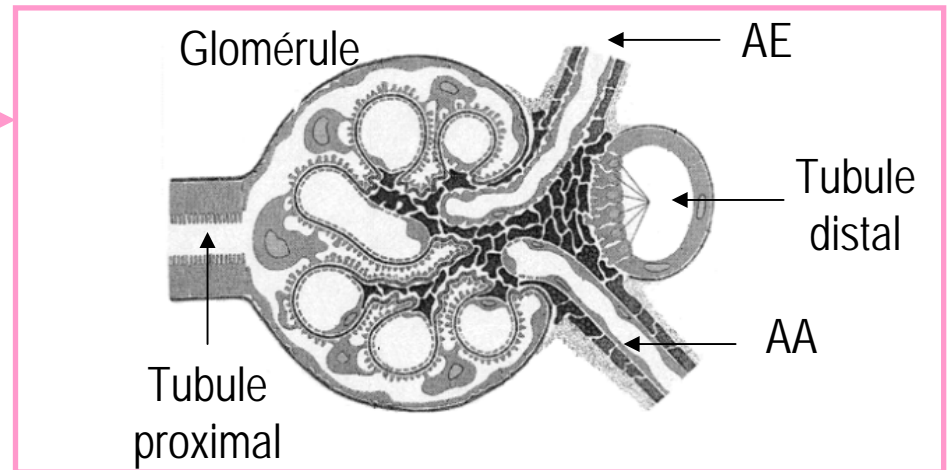
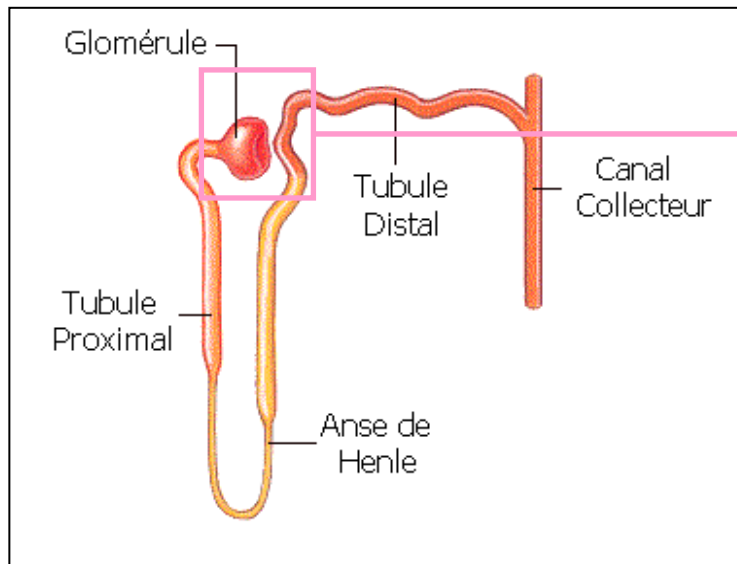


b- Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire = Phénomène biologique

Principe

Les modifications du DFG modifient la composition de l'urine immature dans le tubule. Cette modification est perçue par une portion particulière du tubule qui en retour fait varier les résistances AA.

- possible grâce à une particularité anatomique = repliement du tubule distal vers le glomérule = appareil juxta-glomérulaire



Contact anatomique étroit entre
Tubule distal
Artériole Afférente (AA)
Cellules mésangiales

Rétrocontrôle tubulo-glomérulaire

Pression artérielle augmente



Débit et Pression glomérulaire augmentent



DFG augmente



Débit de NaCl dans le tubule distal augmente

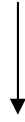


NaCl = Augmentation des résistances AA

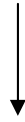


Retour du DFG à sa valeur de base = autorégulation

Pression artérielle baisse



Débit et Pression glomérulaire baissent



DFG baisse



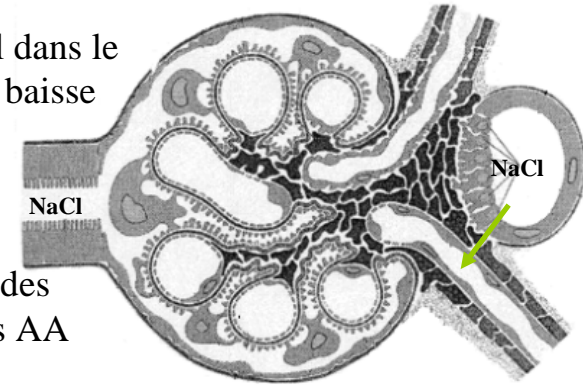
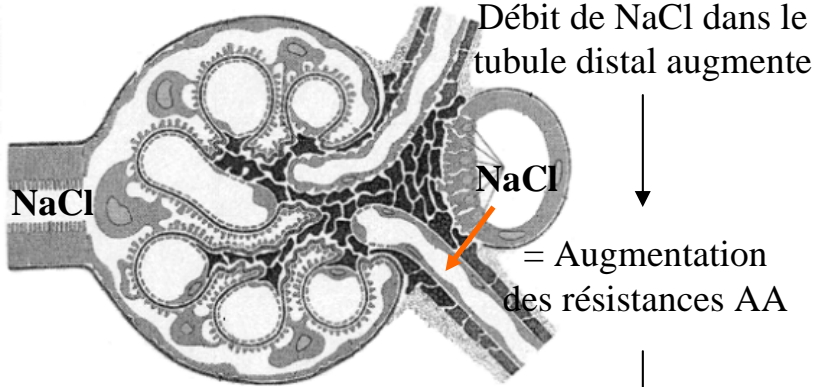
Débit de NaCl dans le tubule distal baisse



= Baisse des résistances AA



Retour du DFG à sa valeur de base = autorégulation



PLAN

B- Filtration glomérulaire

1. Données anatomo-fonctionnelles

Structure anatomique de la structure filtrante

Composition de l'urine primitive

Déterminants de la filtration – Loi de Starling appliqué au glomérule

Modulation de la filtration par les résistances artériolaires

Autorégulation

2. Débit de filtration glomérulaire – Utilisation et mesure

Notion d'insuffisance rénale

Insuffisance rénale Fonctionnelle / Organique

Comment mesurer le DFG

Notion de clairance

Mesure du DFG par clairance de traceurs exogènes

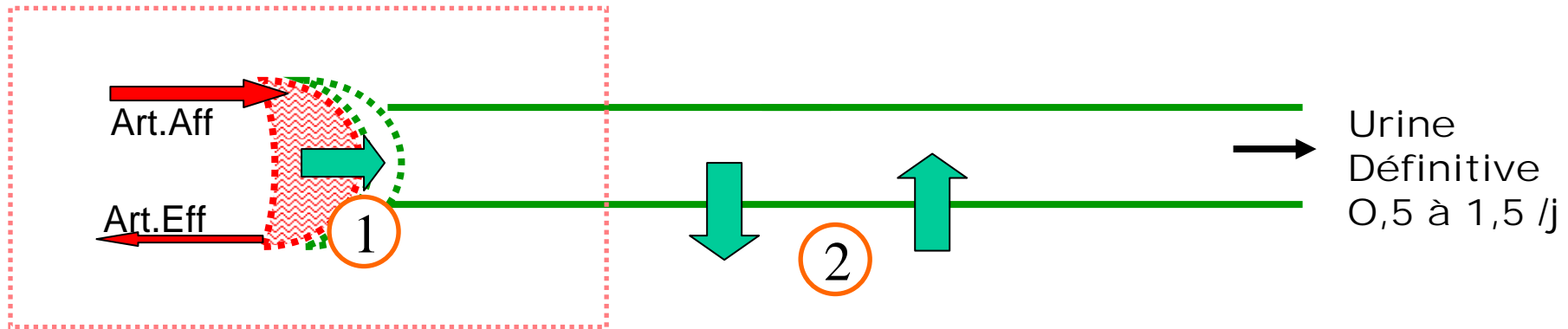
Mesure approchée du DFG par clairance de la créatinine

Mesure approchée du DFG par la créatininémie

3. Débit Plasmatique Rénal – Mesure

2/ DEBIT DE FILTRATION GLOMERULAIRE – INTERET ET MESURE

1. Notion d'insuffisance rénale



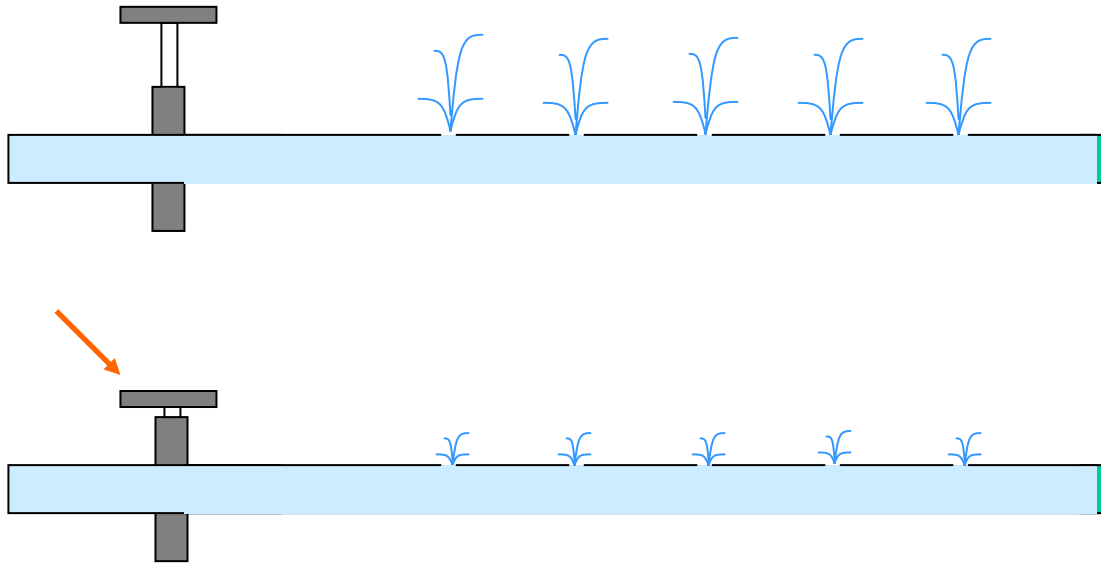
① Le Débit de filtration glomérulaire est le marqueur quantitatif de fonction rénale

- Normal: 90-120 ml/min
- Un DFG diminué est le signe biologique définissant l'insuffisance rénale
- Plus le DFG est bas, plus l'insuffisance rénale est sévère

2. Types d'insuffisance rénale

Insuffisance Rénale FONCTIONNELLE

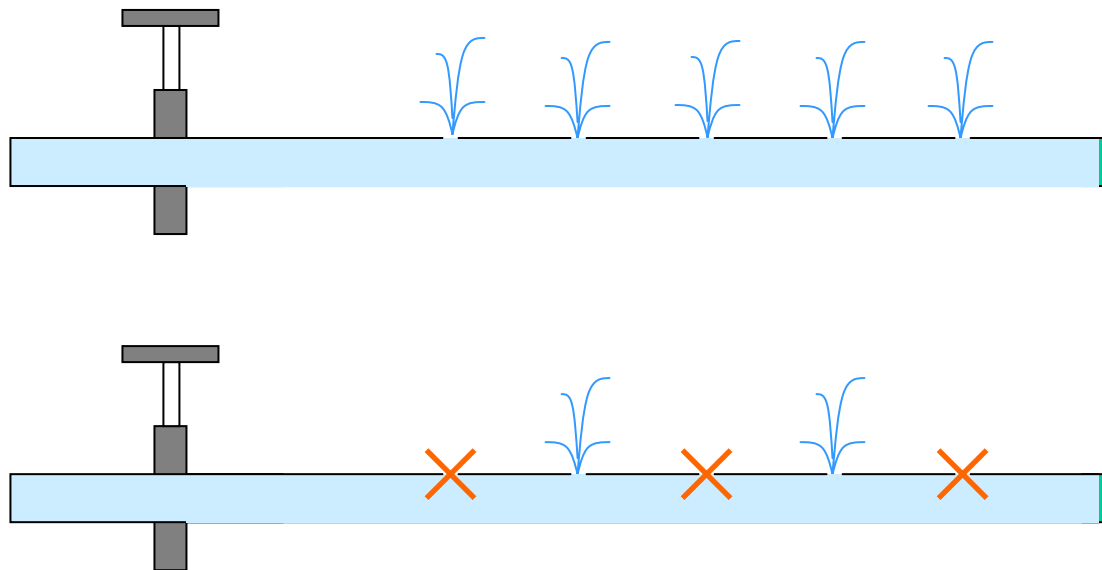
- La baisse du DFG est la conséquence d'une diminution de la perfusion rénale
- Un des signes de la Déshydratation Extra Cellulaire
- Réversible dès que les conditions de perfusion rénale sont restaurées
- Il n'y a pas d'altération de la structure filtrante



Insuffisance rénale ORGANIQUE

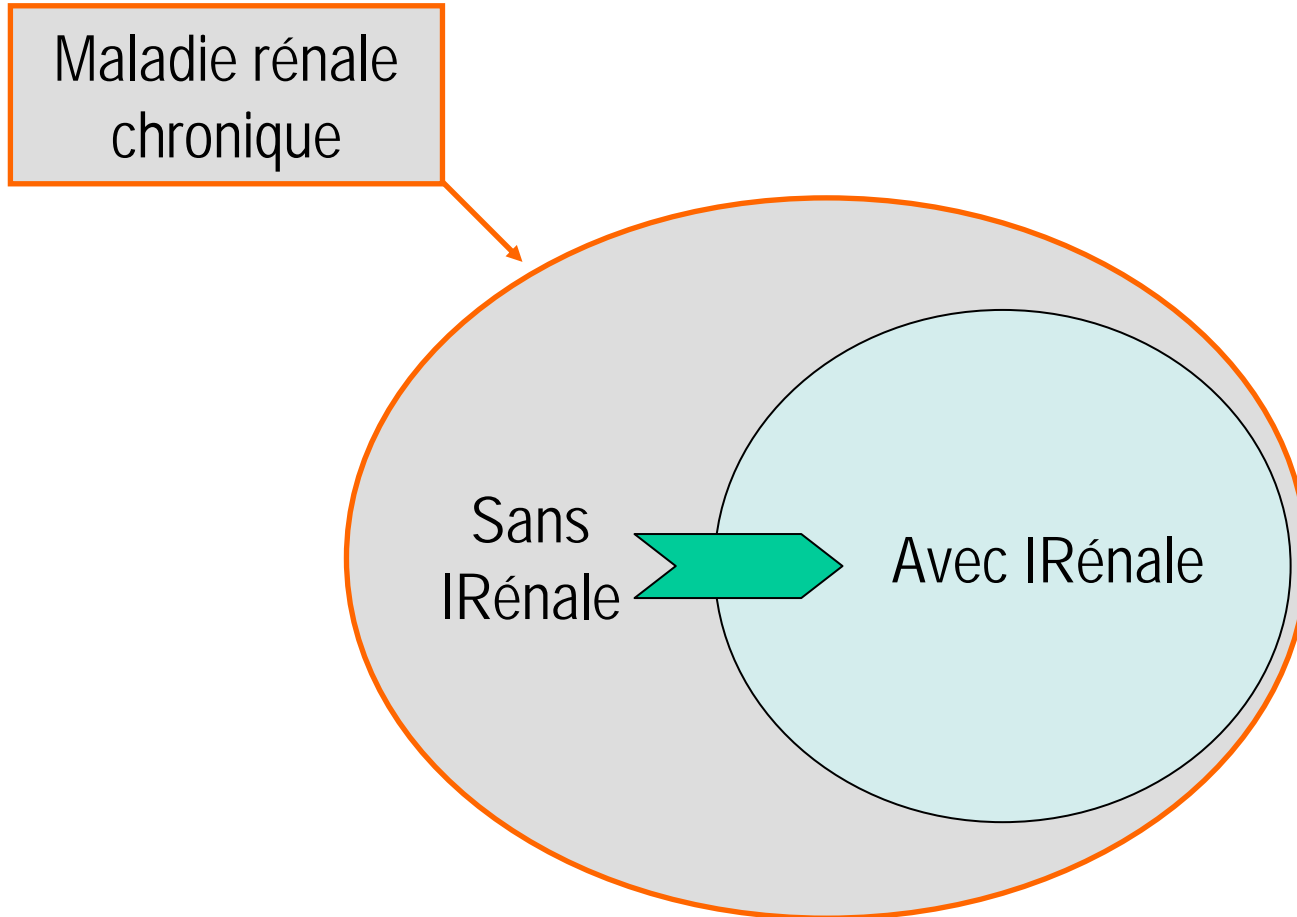
- Conséquence d'une diminution du nombre de néphrons fonctionnels
- Par atteinte lésionnelle du néphron d'origine variable (glomérulaire, tubulaire, vasculaire, urologique,...)
- Réversibilité variable

lésions aiguës → réversibilité possible avec le traitement de la cause
lésions fibreuses chroniques → peu ou pas réversible



3. Notion de Maladie Rénale Chronique (MRC ou néphropathie chronique)

- La MRC se définit par l'existence de lésions rénales chroniques
- La MRC peut s'accompagner d'une insuffisance rénale (baisse du DFG) ou non
- Mais l'insuffisance rénale est le risque évolutif de toute néphropathie



STADES DE LA MALADIE RENALE CHRONIQUE

La valeur du DFG définit le stade de gravité de la MRC

DFG	IRénale	MRC
90 – 120	Non	Stade 1
60 – 90	Légère	Stade 2
30 – 60	Modérée	Stade 3
15 – 30	Sévère	Stade 4
10- 15	Pré - terminale	Stade 5
<10	Terminal	

Ex Patient 40 ans
Diabète de type 1
Albuminurie
DFG 110ml/min

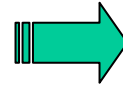
Ex: Patient 50 ans
Polykystose rénale
Albuminurie = 0
DFG 40 ml/min

COMMENT DETECTER UNE MRC



Recueil urinaire (Bandelette)

Albumine
Sang



Présence dans l'urine d'un élément
habituellement non présent

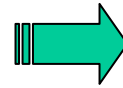


Examen Clinique

Oedèmes



Mesure Pression Artérielle



Signe clinique évocateur d'une
Maladie Rénale

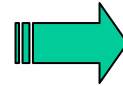
et/ou

et/ou



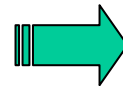
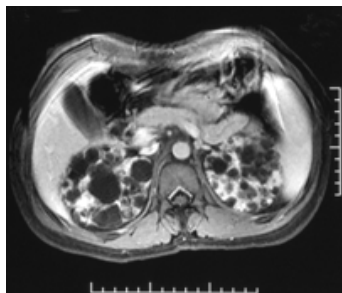
Prise de sang

Urée Créatinine



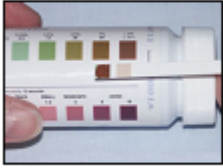
DFG abaissé

et/ou



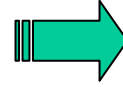
Anomalie morphologique

COMMENT DETECTER UNE MRC



Recueil urinaire (Bandelette)

Albumine
Sang



Présence dans l'urine d'un élément
habituellement non présent

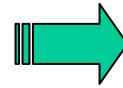


Examen Clinique

Oedèmes



Mesure Pression Artérielle



Signe clinique évocateur d'une
Maladie Rénale

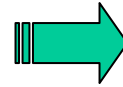
et/ou

et/ou



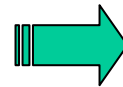
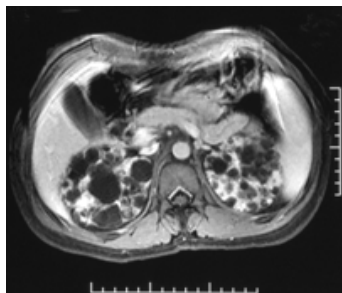
Prise de sang

Urée Créatinine



DFG abaissé

et/ou



Anomalie morphologique

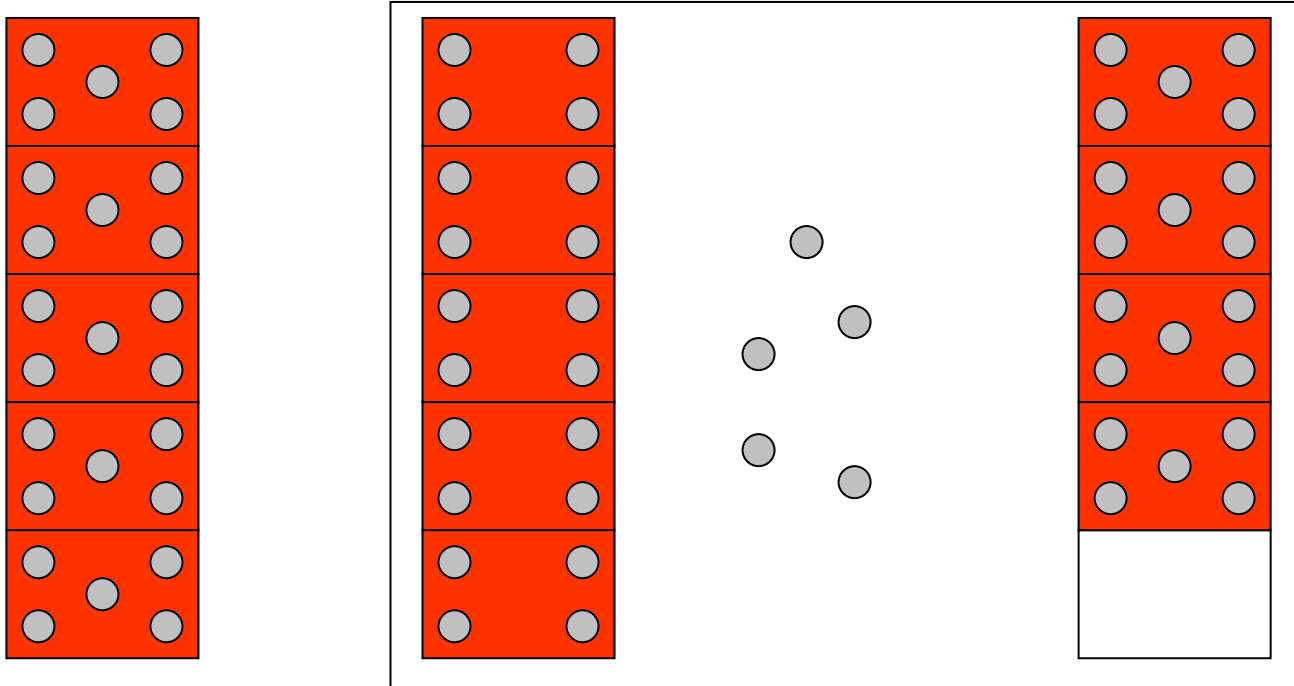
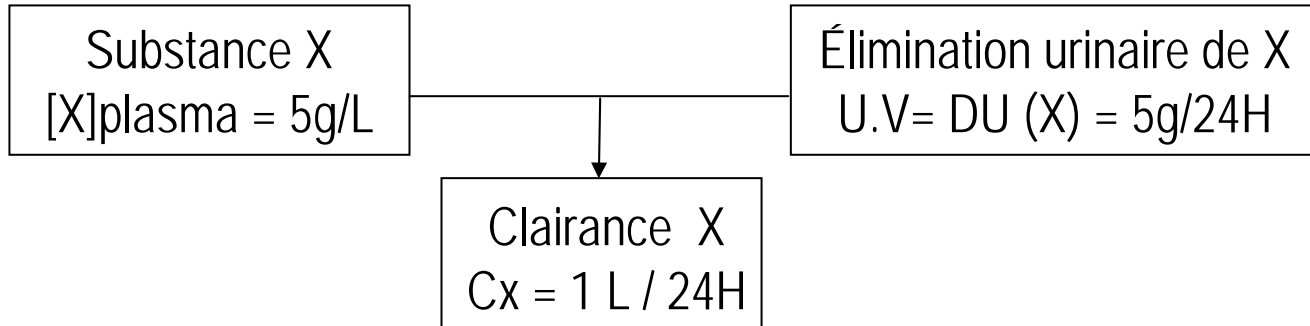
3. Comment calculer le DFG

OUTIL = CALCUL DE CLAIRANCE

NOTION DE CLAIRANCE

Volume de plasma débarrassé d'une substance par unité de temps  Débit
Outil permettant de mesurer quantitativement l'excrétion d'une substance par un organe

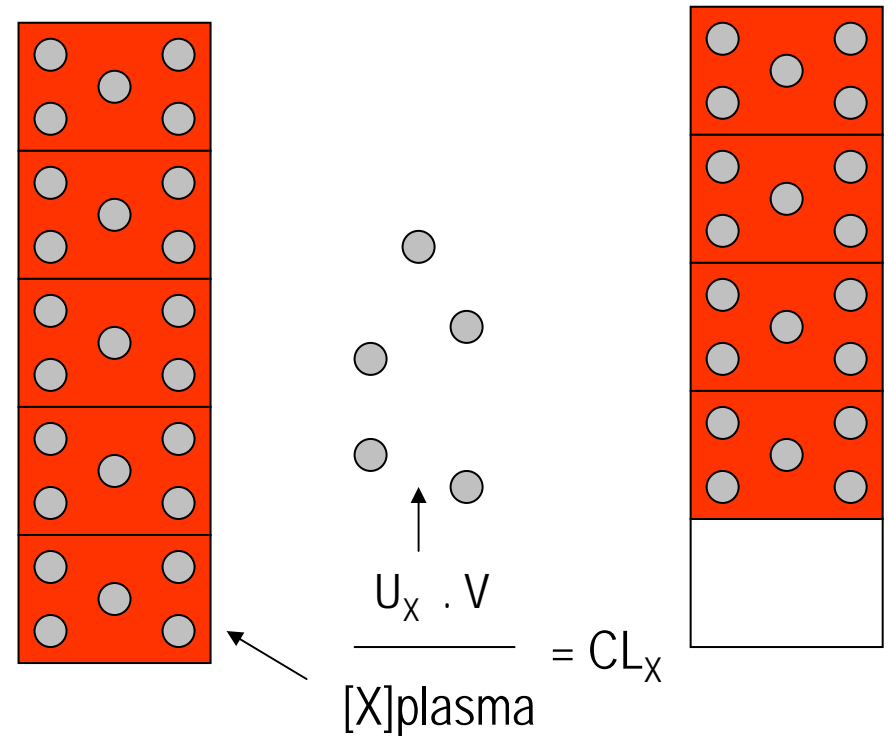
Exemple



Éliminer 5 g de la substance X sur 24 heures revient à dire que virtuellement 1L du plasma a été complètement débarrassé de la substance X en 24 H

OUTIL = CALCUL DE CLAIRANCE

$$CL_x = \frac{DU(X)}{[X]_{\text{plasma}}} = \frac{U_x \cdot V}{[X]_{\text{plasma}}}$$



On peut lier la clairance au Débit plasmatique rénal suivant la relation

$C_{\text{substance}}$ = Coeff Extraction X DPR

a. MESURE DU DFG par clairance de traceurs exogènes

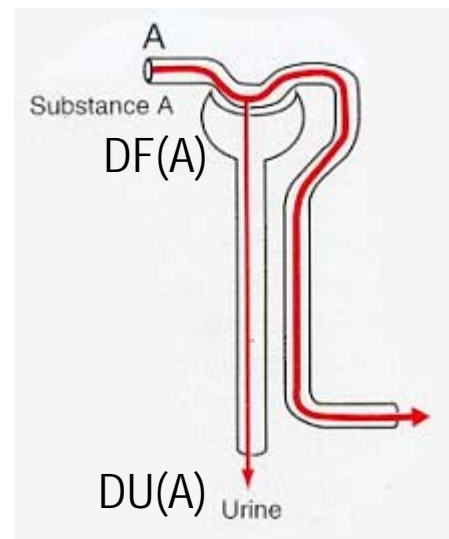
Substance A

Filtrée 20%

Non sécrétée

Non réabsorbée

Donc CE = FF



→ Tout ce qui est filtré se retrouve dans l'urine définitive

$$UV(A) = CF(A) + \overbrace{S}^0 - R = CF(A)$$

$$U_A \cdot V = P_A \cdot DFG$$

$$\frac{U_A \cdot V}{P_A} = DFG$$

→ La clairance rénale (UV/P) d'une substance uniquement filtrée est égale au DFG

Substances A

. Inuline
. 51CrEDTA

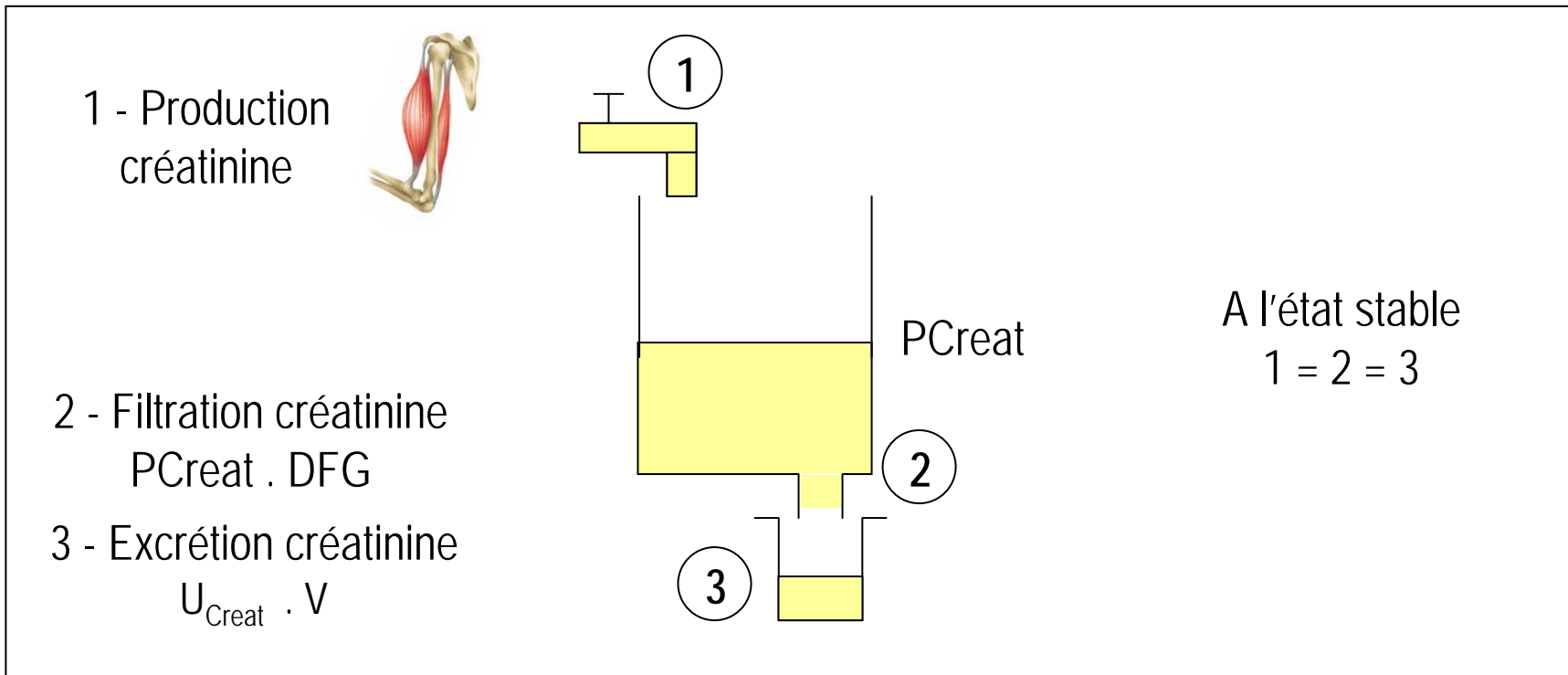
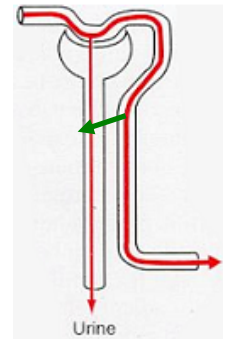
← Substances exogènes

→ Ces substances sont utilisées pour mesurer le DFG de façon précise

b. MESURE APPROCHEE DU DFG par clairance de la créatinine

- . Produit du catabolisme musculaire
- . PM <5KDa = Librement filtrée
- . Non réabsorbée
- . Très faiblement sécrétée

Donc CE \approx FF



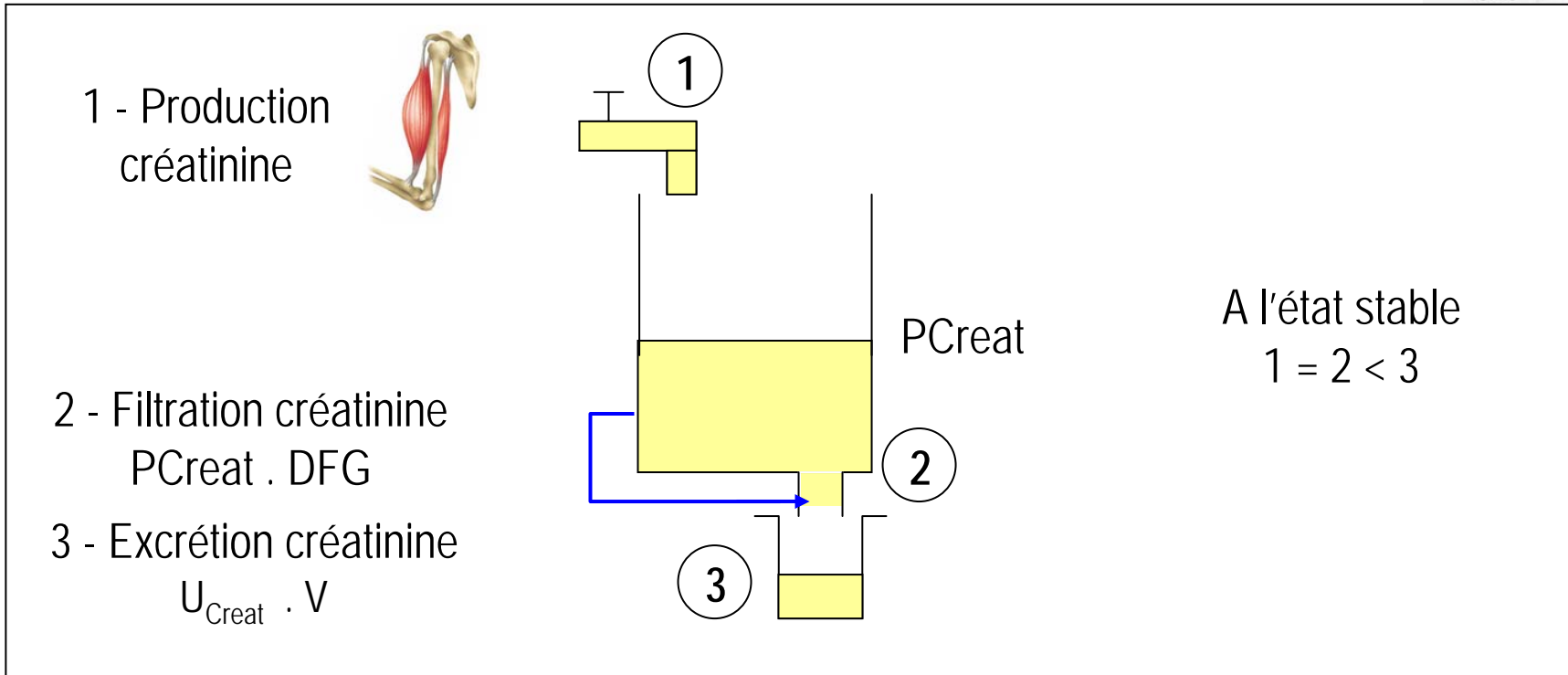
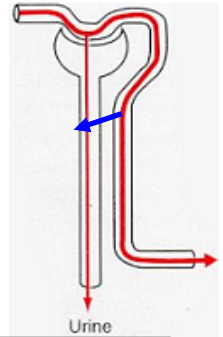
$2 \approx 3 \Rightarrow$ Clairance créatinine = $\frac{U_{Creat} \cdot V}{P_{Creat}} \approx DFG (\geq DFG)$


 La créatinine est la molécule endogène dont la clairance rénale est la plus proche du DFG


PROBLEME DE LA CLAIRANCE DE CREATININE = PETITE PART SECRETEE

- . Produit du catabolisme musculaire
- . PM < 5KDa = Librement filtrée
- . Non réabsorbée
- . Très faiblement sécrétée

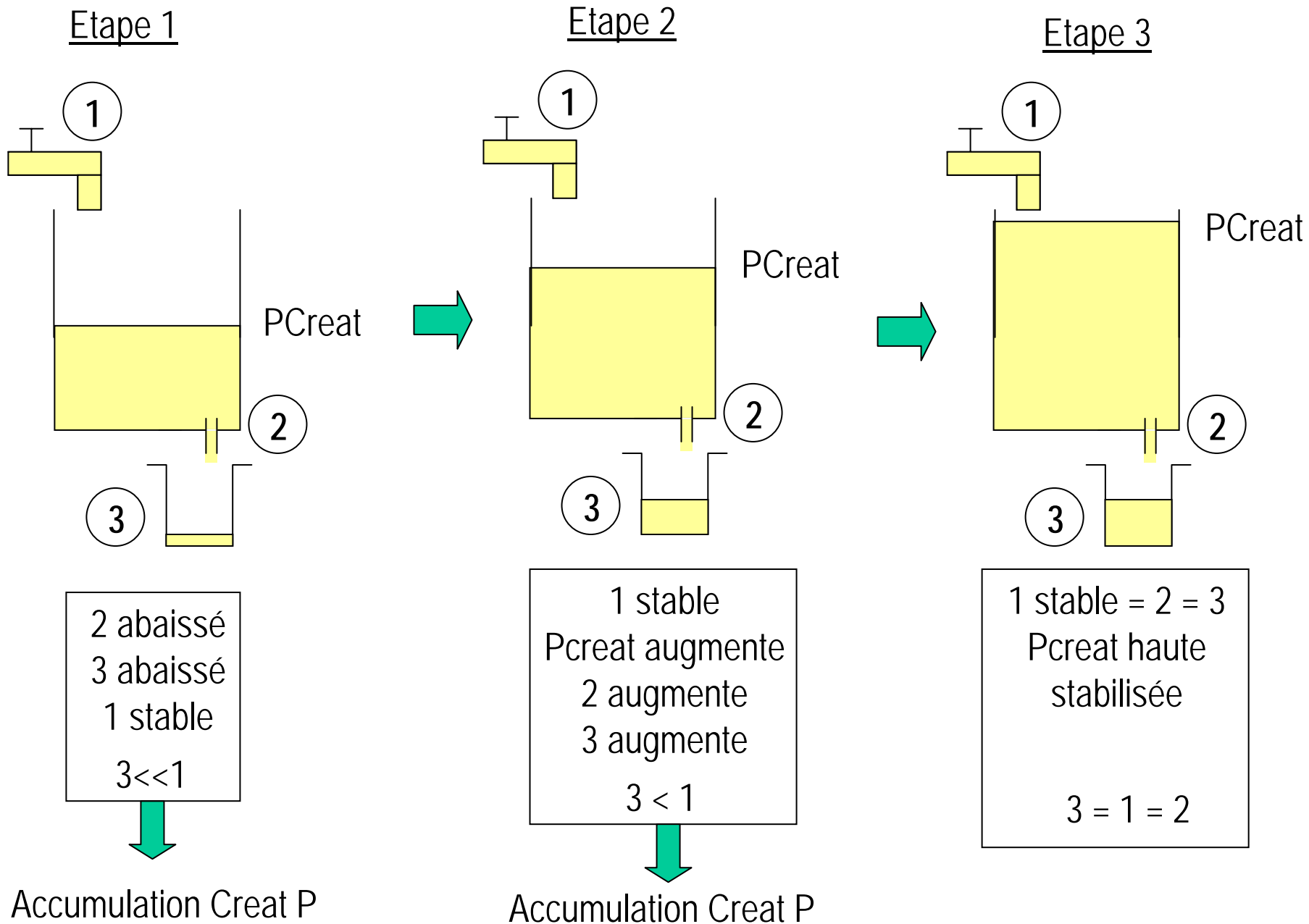
Donc $CE \geq FF$



$3 \geq 2$  Clairance créatinine = $\frac{U_{Creat} \cdot V}{P_{Creat}}$ $\geq DFG$

 La clairance rénale de la créatinine est proche du DFG **mais discrètement supérieure du fait d'une sécrétion tubulaire**

Baisse brutale du DFG (on fait l'hypothèse ici de l'absence de sécrétion)



c. MESURE APPROCHEE DU DFG par la créatininémie

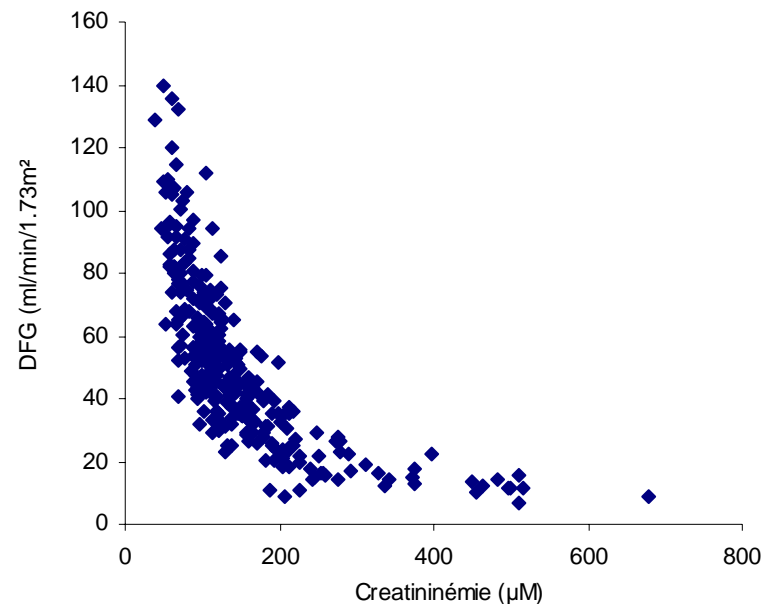
$$\text{Clairance créatinine} = \frac{U_{\text{Creat}} \cdot V}{P_{\text{Creat}}} \approx \text{DFG}$$

← (3) = (1)

A l'état stable,

- l'excrétion urinaire de créatinine (UV) est constante pour un individu
 - . Correspond à la production musculaire de créatinine
 - . Rapportée à la créatininémie (clairance), elle est proche du DFG

$$\text{Clairance créatinine} = \frac{\text{Constante (production musculaire)}}{P_{\text{Creat}}}$$



La créatininémie (P_{creat}),

- est inversement proportionnelle à la clairance de la créatinine donc au DFG
 - . Plus P_{creat} est élevée, plus le DFG est bas
 - . C'est l'outil le plus simple pour approcher le DFG

La créatininémie (Pcreat),

- est inversement proportionnelle à la **clairance de la créatinine donc au DFG**
 - . Plus Pcreat est élevée, plus le DFG est bas
 - . C'est l'outil le plus simple pour approcher le DFG
- Mais dépend également de la **masse musculaire**
 - . Plus la masse musculaire est élevée, plus la créatininémie est élevée

$$P_{\text{Creat}} = \frac{\text{Constante (production musculaire)}}{\text{Clairance créatinine}}$$

AU TOTAL

Créatininémie (Pcreat)

- Outil simple (une prise de sang suffit)
- Mais pas très précis car dépend également de la masse musculaire

d. MESURE APPROCHEE DU DFG formule d'estimation

$$\text{Clairance créatinine} = \frac{U_{\text{Creat}} \cdot V}{P_{\text{Creat}}} \approx \text{DFG}$$

③ = ①

- Si on arrive à estimer UV qui es tunc constante
- On peut estimer la clairance de créatinine avec simplement la créatininémie (pas de recueil urinaire nécessaire)

Formule de Cockcroft (1976)

$$\text{C\&G} = \text{Estimation Clairance créatinine} = \frac{(140 - \text{Age}) * \text{Poids}}{0.815 \text{ (M)} \quad 0.96 \text{ (F)}} \times \frac{1}{P_{\text{Creat}}}$$

Estimation de UV
à partir de l'âge
du poids et du
sexe

Age en année
Pcreat en $\mu\text{mol/L}$
Poids en Kgs

d. MESURE APPROCHEE DU DFG formule d'estimation

$$\text{Clairance créatinine} = \frac{U_{\text{Creat}} \cdot V}{P_{\text{Creat}}} \approx \text{DFG}$$

③ = ①

- Si on arrive à estimer UV qui es tunc constante
- On peut estimer la clairance de créatinine avec simplement la créatininémie (pas de recueil urinaire nécessaire)

Formule MDRD (1999)

$$\text{MDRD} = 175 \times \text{Age}^{0.203} \times 0.712 \text{ (F)} \times \frac{1}{\left[\frac{P_{\text{creat}}}{88.4} \right]^{1.154}}$$

Estimation de UV à partir de l'âge et du sexe

Age en année
Pcreat en $\mu\text{mol/L}$

MDRD PLUS PRECIS QUE LA FORMULE DE COCKCROFT

MESURE DE LA FONCTION RENALE - RESUME

1 Créatinine plasmatique (créatininémie)

Simple (prise de sang)

Peu précis (valeur dépend de la masse musculaire)

2 Formule d'estimation de la clairance de la créatinine

Simple (prise de sang)

Plus précis que la créatininémie

3 Mesure de la clairance de la créatinine

Nécessite un recueil urinaire

Surestime le DFG discrètement du fait de la sécrétion tubulaire

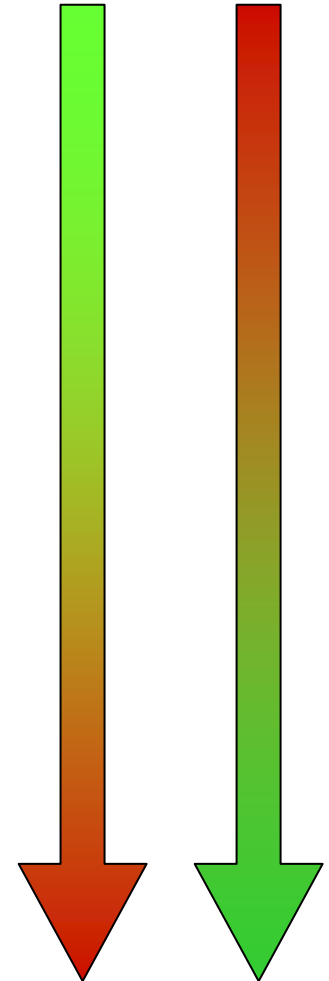
4 Mesure de la clairance de traceurs exogènes (Inuline CrEDTA)

Précis

Long et couteux

Nécessite une structure hospitalière

Simple Imprécis



Complicqué Précis

PLAN

B- Filtration glomérulaire

1. Données anatomo-fonctionnelles

Structure anatomique de la structure filtrante

Composition de l'urine primitive

Déterminants de la filtration – Loi de Starling appliqué au glomérule

Modulation de la filtration par les résistances artériolaires

Autorégulation

2. Débit de filtration glomérulaire – Utilisation et mesure

Notion d'insuffisance rénale

Insuffisance rénale Fonctionnelle / Organique

Comment mesurer le DFG

Notion de clairance

Mesure du DFG par clairance de traceurs exogènes

Mesure approchée du DFG par clairance de la créatinine

Mesure approchée du DFG par la créatininémie

3. Débit Plasmatique Rénal – Mesure

3/ MESURE DU DPR (DSR)

Substance B

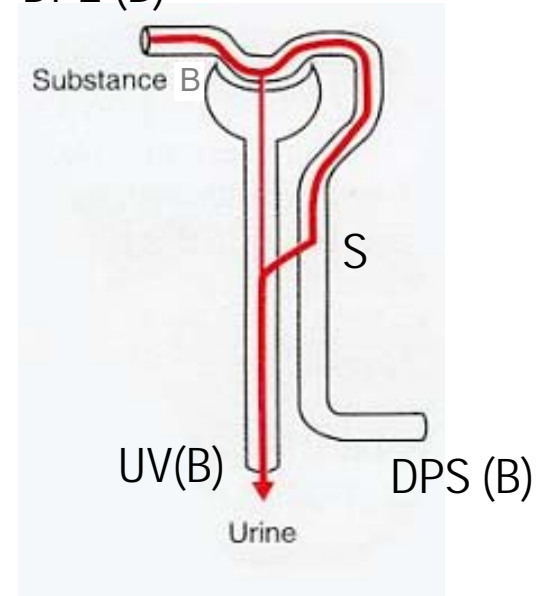
Filtrée 20%

Sécrétée 80%

Non réabsorbée

Donc CE=100%

DPE (B)



→ Tout ce qui arrive dans le rein se retrouve dans l'urine définitive

$$UV(B) = CF(B) + S = DPE(B) - \overbrace{DPS(B)}^0$$

$$UV(B) = DPE(B) \quad \rightarrow \quad U_B \cdot V = P_B \cdot DPR$$

$$\frac{U_B \cdot V}{P_B} = DPR$$

→ La clairance rénale d'une substance totalement excrétée est égale au DPR (CI = CE x DPR)

Substances B . PAH

→ Cette substance est utilisée pour mesurer le DPR

ORGANISATION DES ED

4 séances

- DFG/DSR
- Bilan du Na et troubles associés
- Bilan de l'eau et troubles associés
- Bilan des H⁺ et du K⁺ / diurétiques

Déroulé

- Travail sur Cas clinique par groupe de 5 étudiants (1 heure)
- Rendu de la copie
- Correction 30minutes
- Contrôle continu individuel par Questions simples (Vrai ou Faux) (5minutes)

Constitution des groupes d'ED

- Les groupes d'ED sont prédéfinis par ordre alphabétique
- Ils vous ont été communiqués par la scolarité
- Pas de changement de groupe possible **sauf impératif justifiable**
- Demandes de changement de groupe se feront uniquement

LE Mardi 6 Novembre entre 12H30 et 14H00 à l'issu du cours 2

Service de physiologie Explorations Fonctionnelles Bichat (2ème étage ligne rouge) - Dr FLAMANT