

Les compartiments de l'organisme



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

SOMMAIRE

- I – Volume de distribution d'un traceur

- A – Comment calculer les volumes des compartiments liquidiens à l'aide d'un traceur ?
- B – Les différents traceurs
- C – Mesure des compartiments liquidiens
 - a) Volume d'eau total
 - b) Volume extracellulaire
 - c) Volume plasmatique
 - d) Volume sanguin

II – Clairance plasmatique

- A – Clairance plasmatique rénale et insuffisance rénale
 - a) EDTA
 - b) Créatinine
 - c) Insuffisance rénale
- B – Clairance plasmatique d'un médicament
- C – Clairance et distribution d'oxygène

III – Débit cardiaque

- A – Circulation sanguine et cycle cardiaque : définitions
- B – Mesure du débit cardiaque par dilution
- C – Insuffisance cardiaque et débit sanguin par organe

IV – Volumes et débits aériens pulmonaires

- A – Relation pression-volume des alvéoles pulmonaires
 - a) Conséquences
 - b) Mesure expérimentale
 - c) Le problème ?
 - d) Le surfactant
- B – Mesure des paramètres ventilatoires
 - a) Les volumes pulmonaires obtenus par spirométrie
 - b) Mesure du volume pulmonaire par dilution d'hélium
 - c) Insuffisance respiratoire
- C – Mesure des paramètres respiratoires
 - a) Mesure de la consommation d'oxygène
 - b) Respiration cellulaire
 - c) Puissance musculaire et production d'oxygène
 - d) Oxygénation tissulaire et élimination de CO₂

Valeurs numériques du cours

- Les valeurs absolues sont toujours celles d'un individu standard :



Taille : 1,60m

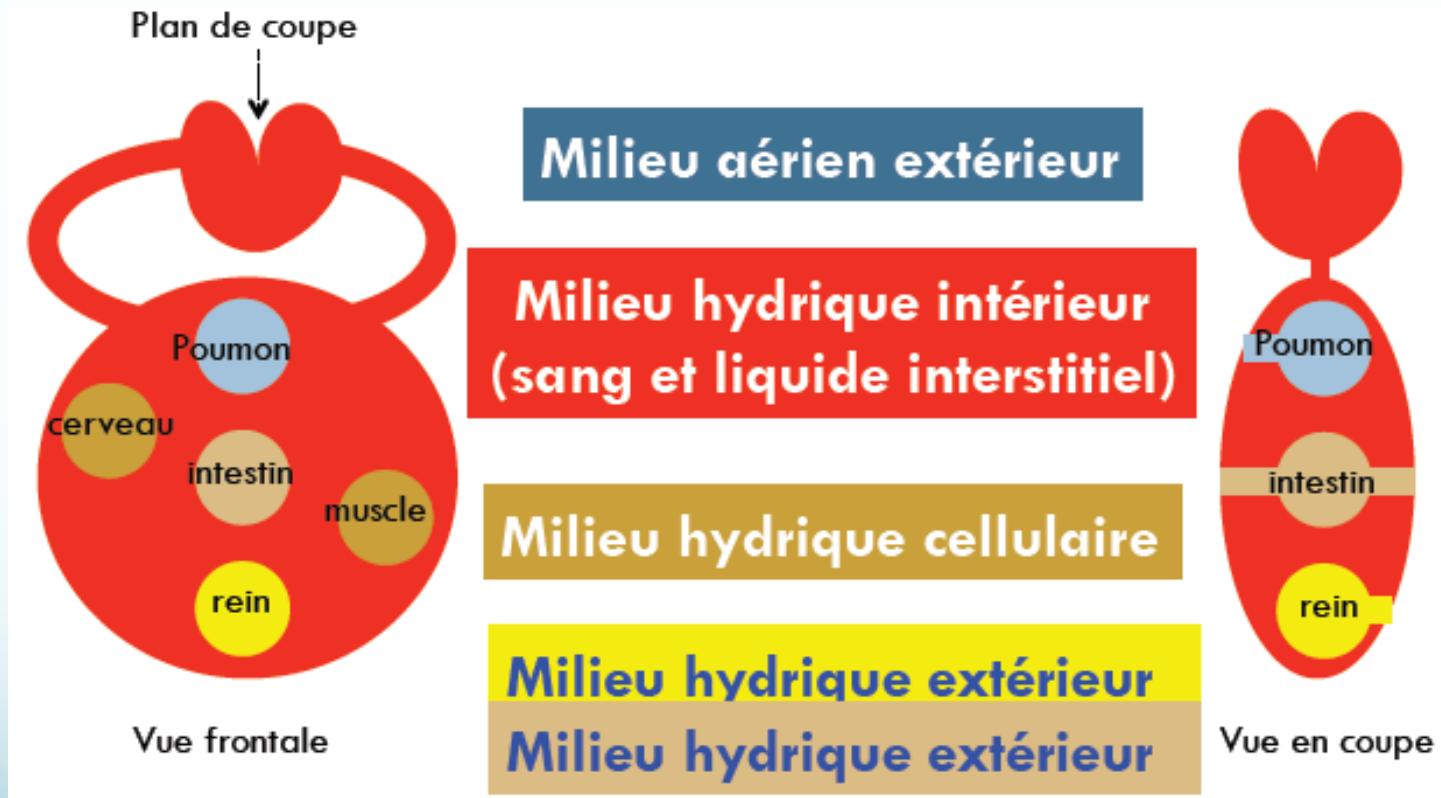
Poids : 70 kg

Surface corporelle : 1,73m²

Pour les femmes comme pour les hommes.

- Les valeurs à mémoriser seront signalées oralement en cours.

Les différents compartiments



L'ORGANISME À **GRANDE ÉCHELLE**

> Pression hydrostatique : pression exercée par la **gravité**, les **muscles** et les **forces élastiques** des tissus.

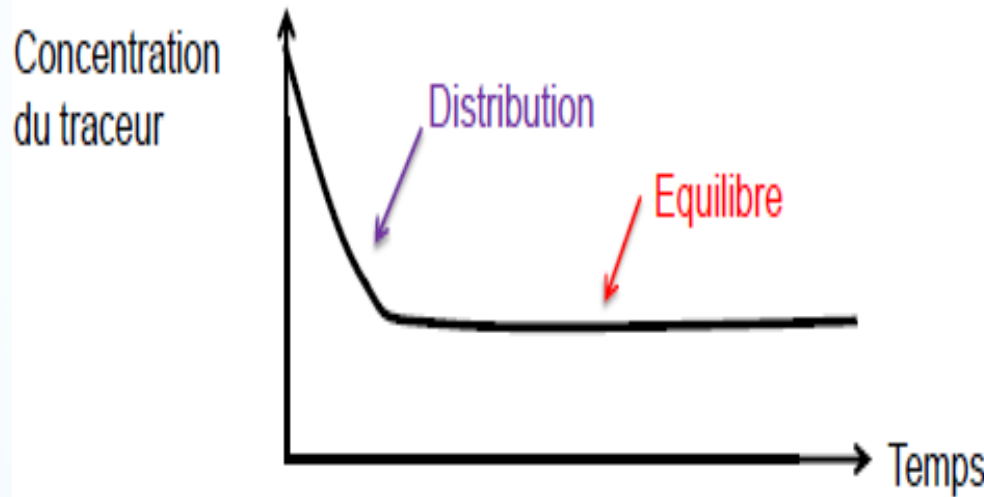
- L'**air** et le **sang** circulent sous l'effet de la pression hydrostatique. *C'est donc elle qui régit la distribution des fluides liquidiens et aériens dans l'organisme.*
- Les volumes **liquidiens** et **aériens** sont mesurables avec des **traceurs moléculaires**.
- Les volumes **aériens** sont ouverts sur l'extérieur et sont mesurables par le déplacement de molécules d'air à l'extérieur de l'organisme.

d'un traceur

A) Comment calculer les volumes des compartiments liquidiens à l'aide d'un traceur ?

- Le **volume de distribution** (= V_d) d'un traceur permet de mesurer les volumes suivants :
 - Volume extracellulaire (EC)
 - Volume d'eau totale
 - Volume pulmonaire
 - Volume plasmatique
- Principe de la mesure :
 - 1) On injecte un traceur spécifique au compartiment voulu
 - 2) On mesure l'évolution de sa concentration
- **2 situations :**
 - Le traceur est **séquestré** dans le V_d
 - Le traceur est **éliminé** du V_d

éliminé.

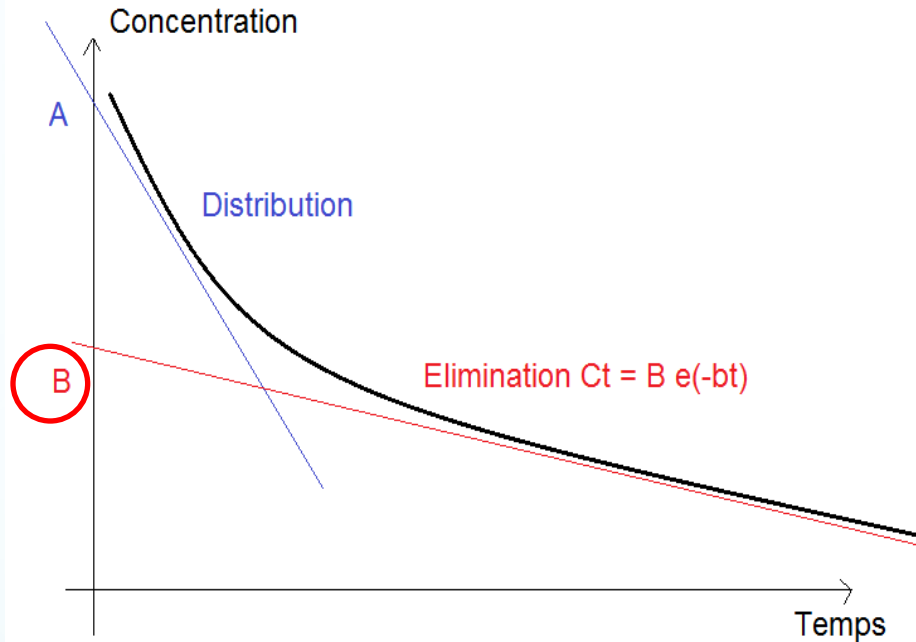


- 1. Une phase de **distribution** initiale à partir du moment où l'on injecte le traceur (C_{\max})
- 2. Une phase d'**équilibre** où la concentration du traceur est stable



$$\text{Volume de distribution (Litre)} = \frac{\text{Quantité injectée (mole ou béquerel)}}{\text{Concentration mesurée à l'équilibre (mol/L ou Bq/L)}}$$

2. Le traceur est éliminé à vitesse constante



Découpage artificiel en 2 phases :

- Phase de **distribution**
- Phase d'**élimination**



En réalité ces 2 phases sont **simultanées** : l'élimination commence en même temps que la distribution ++

On utilise la courbe d'élimination pour calculer le volume de distribution.

$$\text{Volume de distribution (litres)} = \frac{\text{Quantité injectée (mol)}}{\textcircled{B}(\text{mol/L})}$$

Cette modélisation SOUS-ESTIME systématiquement le Vd

B) Les différents traceurs

| Volume d'eau total | Volume plasmatique | Volume extracellulaire | Volume pulmonaire |
|--|----------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| $^2\text{H}_2\text{O}$ (deutérium) $^3\text{H}_2\text{O}$ (tritium) | ^{125}I -albumine | ^{51}Cr -EDTA Inuline | Hélium |



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

C) Mesure des compartiments liquidiens

a) Volume d'eau total

- On injecte du deutérium (ou tritium) et on obtient un équilibre de concentration assez rapidement (traceur séquestré), nous permettant de calculer le volume de distribution (cf. calcul)
- Ces mesures nous ont permis de voir que le volume d'eau total varie en fonction de l'âge et du sexe :

- ♥ Femme adulte : 50% du poids corporel (car + de graisse)
- ♥ Homme adulte : 60% du poids corporel
- ♥ Nourrisson : 75% du poids corporel (car métabolisme actif ++)

→ Pour un homme adulte, le volume d'eau total est alors de **42 L** ($60\% \times 70L$)

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

b) Volume extracellulaire

- On injecte de l'EDTA (=molécule **exogène** éliminée spécifiquement par les reins) couplé à du Chrome radioactif. Ici le traceur est donc éliminé, on utilise alors la 2^{ème} partie de la courbe.
- Ce volume va nous permettre, sachant le volume d'eau total, de calculer le volume cellulaire :

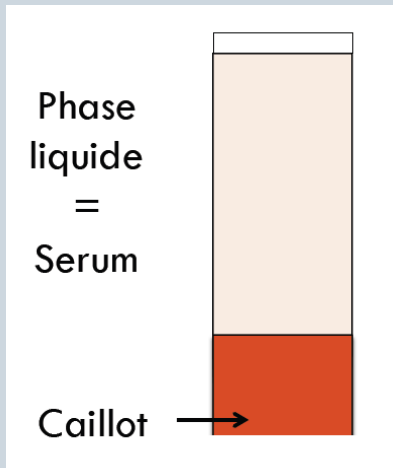
Volume **cellulaire** = Volume d'eau total – Volume **extracellulaire**

| | |
|--|---|
| <p>Volume cellulaire 28 Litres <u>2/3 du volume d'eau total</u></p> | <p>Volume extracellulaire 14 Litres <u>1/3 du volume d'eau total</u></p> |
|--|---|

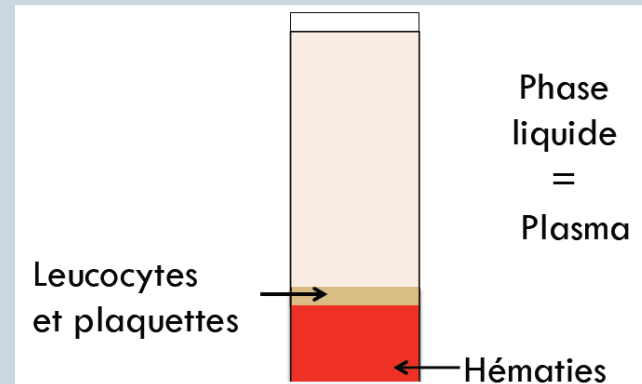
c) Volume plasmatique

- Le **sang** est la partie circulante du volume extracellulaire, composé de cellules et de liquide.
- 2 façons de prélever du sang :

Dans un tube « sec »
où le sang coagule



Dans un tube contenant un
anticoagulant
où les cellules sédimentent



$$\text{Hématocrite} = \frac{\text{Vol globulaire}}{\text{Vol sanguin}} = 0,45$$

- ++ : On mesure l'hématocrite sur le tube contenant l'anticoagulant.
 - Mesure du volume plasmatique : On injecte de l'albumine (protéine plasmatique) marquée, on mesure la concentration à l'équilibre (tjrs même calcul quand le traceur est séquestré).
- $$\text{Volume plasmatique (L)} = \frac{{}^{125}\text{Ialbumine (Bq)}}{[{}^{125}\text{Ialbumine}] (\text{Bq/L})}$$
- Le volume plasmatique représente **50 ml/kg** de poids corporel, soit **3,5 L** chez l'homme adulte.

RECAP'

Volume cellulaire

28 litres
(2/3 du volume d'eau totale)

Volume extracellulaire

14 litres
(1/3 du volume d'eau totale)

dont 3,5 L de plasma
= 50 ml/kg de poids corporel



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

d) Volume sanguin

- On calcule le **volume sanguin** à partir du volume plasmatique et de l'hématocrite :

Volume sanguin = volume globulaire + volume plasmatique

$$Vol\ sanguin = \frac{Vol\ plasmatique}{[1 - Hématocrite]}$$

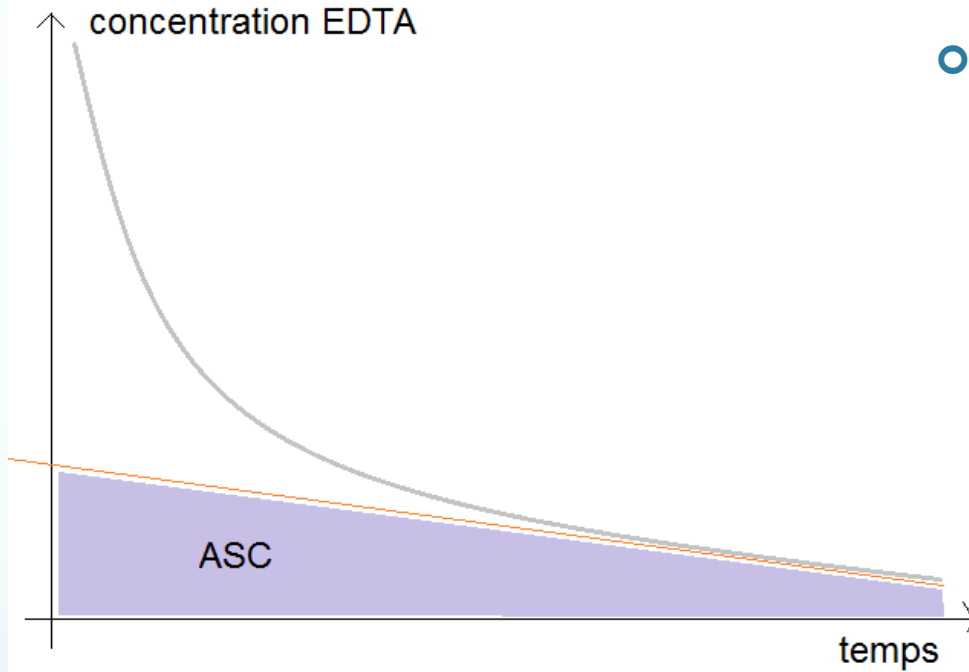
II - clairance plasmatique

La clairance est le **volume de plasma totalement épuré d'une substance par unité de temps**. Il s'agit d'un **débit d'épuration (ml/min)** et non d'un volume ++



A) CLAIRANCE PLASMATIQUE RÉNALE (CPR) ET INSUFFISANCE RÉNALE

A) EDTA



- L'EDTA est **exclusivement éliminée par les reins**, donc le volume de plasma épuré d'EDTA par minute est une mesure de la CPR.

$$Cl = \frac{\text{Quantité EDTA (Bq)}}{\text{ASC d'élimination}}$$

- Voilà une idée du fonctionnement du rein :

Cl = débit de filtration glomérulaire =

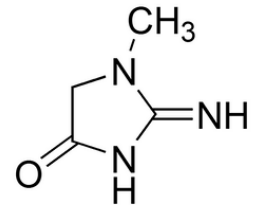
120 ml/min = 172,8 L/j

- Comme il y a **3,5 L de plasma**, on peut calculer que les reins filtrent **50 fois** le plasma, et comme ils sécrètent moins de 2L d'urine par jour → ils réabsorbent la majorité de ce qu'ils filtrent.



b) La créatinine

- La créatinine est endogène et éliminée seulement par filtration rénale (elle n'est pas réabsorbée). Elle provient du métabolisme musculaire, sa production est donc proportionnelle à la masse musculaire.
- Le débit de créatinine urinaire est constant chez un individu en bonne santé.

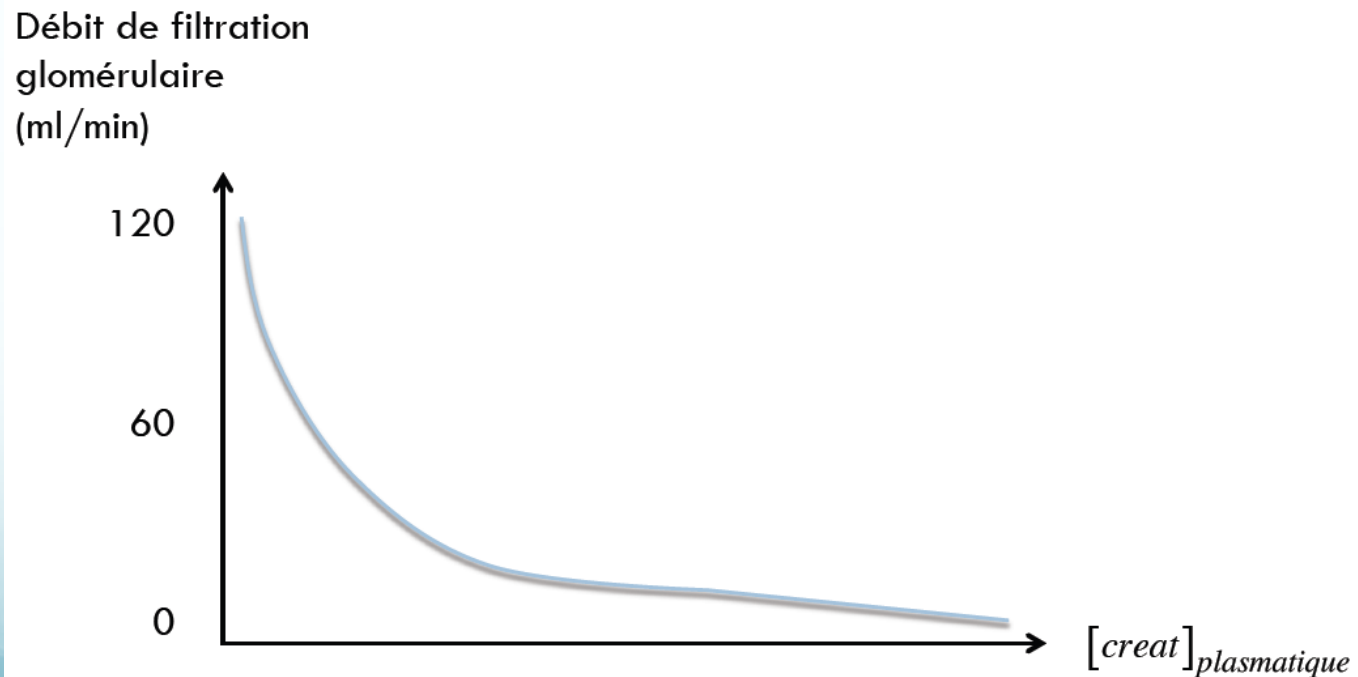


$$[creat]_{urinaire} \times \text{débit urinaire} = [creat]_{plasmatique} \times \text{Clairance}_{creat}$$

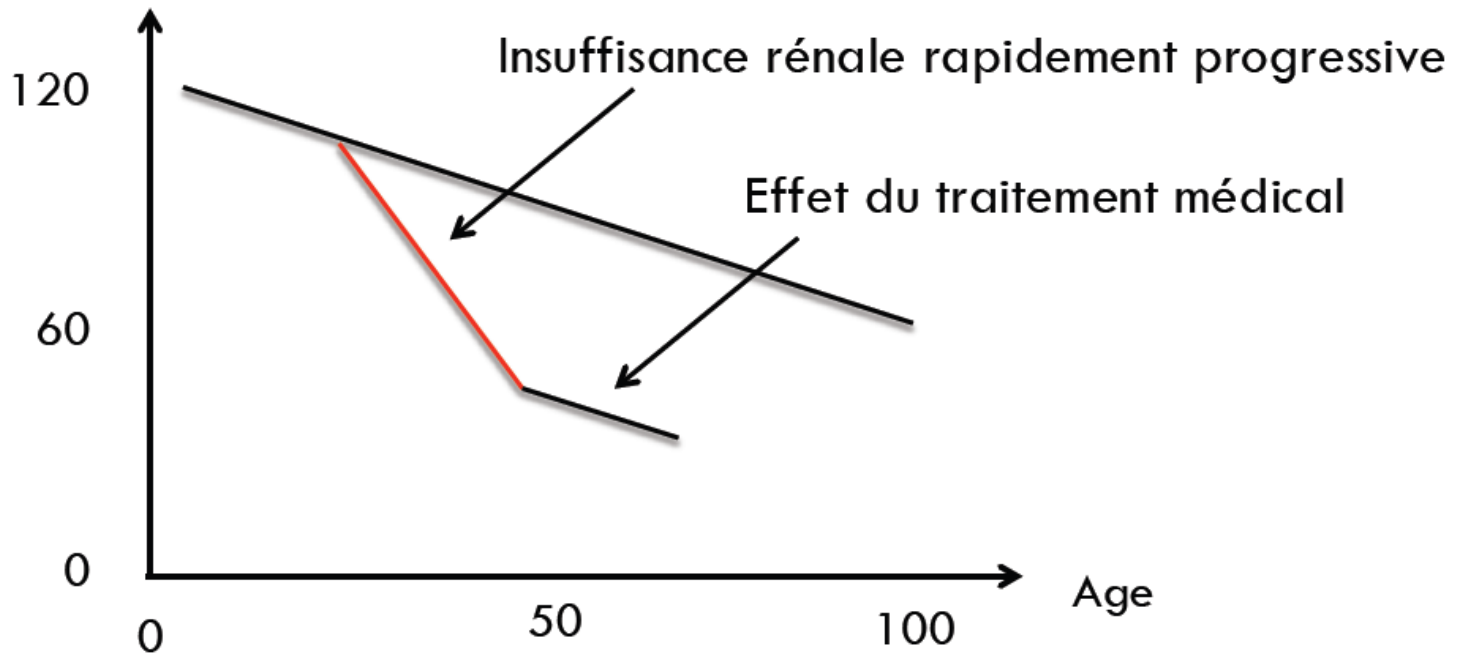
$$\text{Clairance}_{creat} = \frac{[creat]_{urinaire} \times \text{débit urinaire}}{[creat]_{plasmatique}}$$

c) Insuffisance rénale = diminution de la CPR

- La concentration plasmatique de créatinine est **inversement proportionnelle** au **débit de filtration glomérulaire**. Il s'agit d'une relation **exponentielle**. Une variation même minime de la créatinine plasmatique peut signifier d'importantes conséquences sur le DFG, caractérisant l'insuffisant rénal.



Débit de filtration
glomérulaire
(ml/min)



On a une pente de détérioration physiologique du DFG liée à l'âge. Cette pente est **accentuée** chez l'insuffisant rénal.

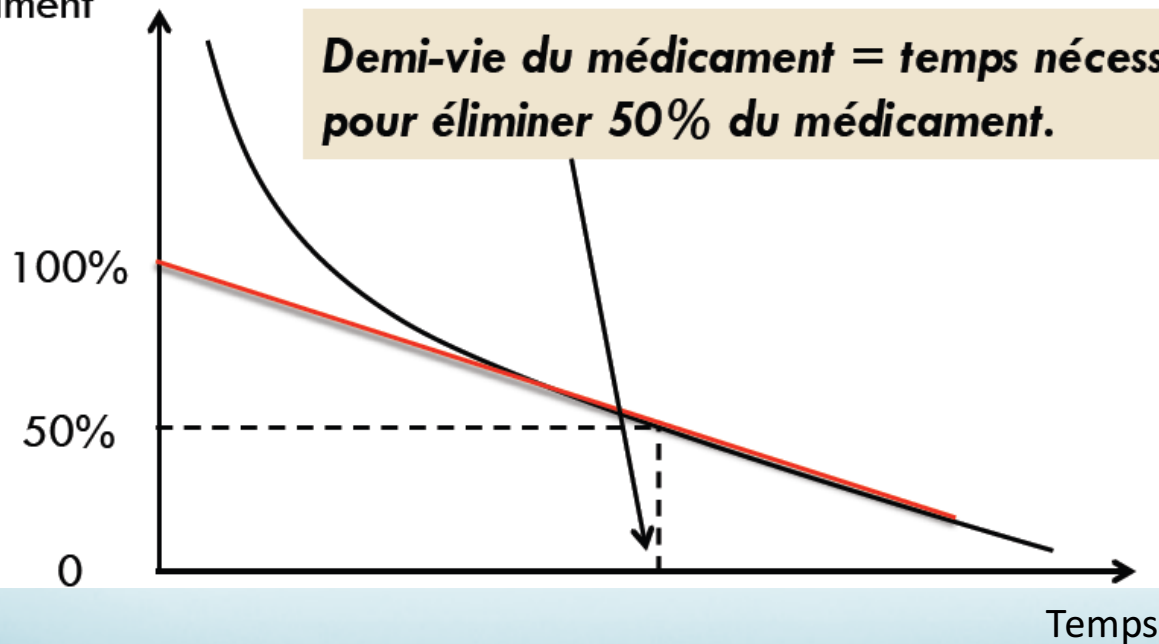
B) Clairance plasmatique d'un médicament

C'est le volume de plasma épuré du médicament par unité de temps.

La fréquence d'administration d'un médicament dépend de sa demi-vie plasmatique.

Demi-vie du médicament = temps nécessaire pour éliminer 50% du médicament.

Concentration du médicament



C) Clairance sanguine de l'oxygène et distribution

- **Clairance sanguine de l'oxygène** = volume de sang totalement épuré d'O₂ par un organe et par unité de temps. On considère le sang plutôt que le plasma car l'O₂ est dans les globules rouges en majeure partie. C'est une mesure de la consommation d'O₂ par les tissus.

| En conditions basales | Clairance de l'oxygène (cm ³ /min/100 g de tissu) |
|-------------------------------|---|
| Cœur | 7 |
| Cerveau | 3,2 |
| Reins | 5,5 |
| Intestin et appareil digestif | 3 |
| Muscle et peau | 0,15 |
| Poumons | - 39 |



Apport d'O₂
au sang