

# *Chapitre II*

---

**ETUDE DES COMPARTIMENTS LIQUIDIENS**

## *Introduction*

L'eau est le composé le plus important chez l'homme. La masse hydrique se situe entre 60 et 70% de la masse corporelle.

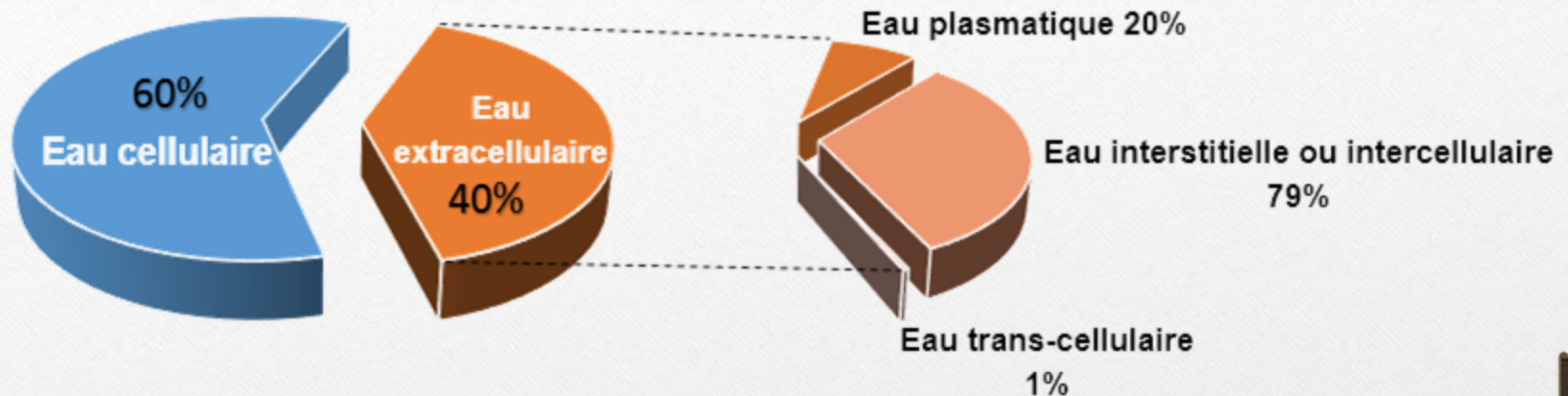
L'eau se renouvelle tous les 16 jours. L'homme reçoit en moyenne 2,5 litres par jours d'eau sous forme de boisson et d'alimentation

L'eau est éliminée par plusieurs voies (dans les urines, les selles, les poumons et la peau).

L'eau se répartit à travers 2 grands compartiments :

- Le compartiment extracellulaire.
- Le compartiment intracellulaire.

## 2- Répartition de l'eau entre les compartiments



### L'eau extracellulaire

Elle représente 40% du volume d'eau total et 20% de la masse corporelle.

Exemple : un patient pèse 70 kg, l'eau représente une masse de 14 kg qui correspond au volume de 14 litres ( $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg/L}$ ).

Cette eau se subdivise en : (eau plasmatisque, eau interstitielle et eau trans-cellulaire)

- a. **Eau plasmatique** : cette eau circule rapidement dans les vaisseaux sanguins grâce à la pompe cardiaque qui aspire le sang de l'artériole et le refoule dans les veinules. Le plasma sanguin est constitué de 7 % de protéines dites protéines plasmatiques et 93% d'eau.
  
- b. **Eau interstitielle ou intercellulaire** : elle circule lentement entre les cellules. Il s'agit d'une matrice dans laquelle baignent les cellules et les tissus. Elle est séparée du milieu sanguin (plasmatique) par la paroi des vaisseaux sanguins.
  
- c. **Eau trans-cellulaire** : cette eau est contenue dans des secteurs délimités par un épithélium. Au niveau de ces secteurs, les échanges ne se font pas directement avec les capillaires sanguins. Exemples : le suc digestif, le liquide céphalorachidien, la lymphe, le liquide synovial...etc.

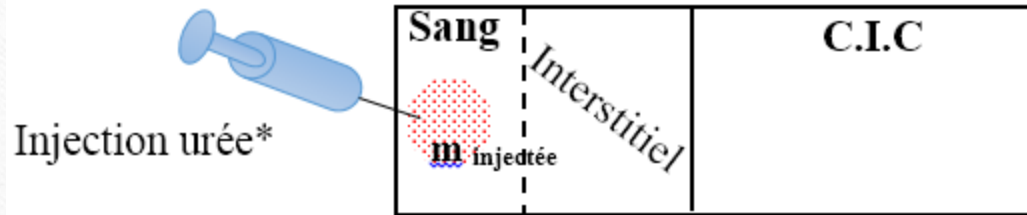
## L'eau cellulaire ou intracellulaire

Elle représente 60% de l'eau totale ou 40% de la masse corporelle. Exemple : si une personne pèse en moyenne 70kg, sa masse hydrique = 28kg (28 litres). Cette eau se trouve incluse dans les cellules

### 3- Méthodes de mesure des compartiments liquidiens

#### 3-1. Mesure du volume d'eau totale

Le principe consiste à injecter une substance marquée ou pas par des isotopes radioactifs, non toxique, (de préférence) non métabolisable pendant la mesure et qui peut traverser toutes les membranes cellulaires (membrane plasmique et membrane endothéliale) sans changer le volume du compartiment. Cette substance peut être endogène (urée) ou exogène ( $\text{H}_3\text{O}^+$  : eau tritiée).



Exemple de l'injection de l'urée marquée au carbone 14 ( $C^{14}$ ) par voie intraveineuse, l'urée traverse toutes les membranes cellulaires et se répartit de manière homogène dans le volume d'eau totale du sujet.



A l'état d'équilibre de diffusion de l'urée\*, on prélève un échantillon sanguin que l'on centrifuge afin de séparer le plasma sanguin des globules rouges. Le plasma contenant une fraction d'urée\* est évalué (dosé) avec les techniques radio-immunologiques (RIA), donc à l'équilibre

$$C_{\text{urée}^*_{\text{organisme}}} = C_{\text{urée}^*_{\text{échantillon plasmatique}}}$$

$$\text{Or : } \frac{m_{\text{urée injectée}}}{V_{\text{eau totale}}} = \frac{m'_{\text{urée dosée}}}{V_{\text{échantillon plasmatique}}}$$

La **masse** d'urée\* injectée est connue. La masse **m'** d'urée prélevée (dosée) est déterminée par dosage radio-immunologique (RIA).

Le **volume de l'échantillon plasmatique** peut être déterminé simplement par lecture sur le tube à essai contenant l'échantillon plasmatique, mais malheureusement, on peut faire des erreurs de lecture.

Pour éviter cela, on peut déterminer avec précision ce volume à l'aide de l'hématocrite

$$He = \frac{V_{GR} \text{ échantillon sanguin}}{V \text{ échantillon sanguin}}$$

$$\text{avec : } V_{\text{échantillon sanguin}} = V_{GR}(\text{échantillon}) + V_{\text{plasmatique}}(\text{échantillon})$$

L'équation du  $V_{\text{eau totale}}$  est :

$$V_{\text{eau totale}} = \frac{m_{\text{urée* injectée}} \cdot V_{\text{échantillon plasmatique}}}{m'_{\text{urée* prélevée}}}$$

Remarque : dans le cas où le dosage de l'urée\* a été réalisé dans le sang :

$$V_{\text{eau totale}} = \frac{m_{\text{urée* injectée}} \cdot V_{\text{échantillon sanguin}}}{m'_{\text{urée* prélevée}}}$$

### 3-2. Mesure du volume d'eau du compartiment extracellulaire (CEC)

Même méthode que précédemment à l'exception de la substance à injecter, qui ne doit pas traverser la membrane cellulaire. Cette substance peut être endogène (mannitol) ou exogène (sulfate). Le mannitol\* injecté par voie intraveineuse se répartit de manière homogène dans le compartiment extracellulaire.

A l'état d'équilibre du mannitol on peut écrire :

$$Cp_{mannitol*_{CEC}} = Cp_{mannitol*_{\text{échantillon plasmatique}}}$$

$$\frac{m_{mannitol*_{injectée}}}{V_{eau_{CEC}}} = \frac{m'_{mannitol*_{dosée}}}{V_{\text{échantillon plasmatique}}}$$

$$V_{eau_{CEC}} = \frac{m_{mannitol*_{injectée}} \cdot V_{\text{échantillon plasmatique}}}{m'_{mannitol*_{prélevée}}}$$

**Remarque** : le  $V_{CEC}$  est déterminé avec cette méthode si le dosage du mannitol\* a été effectué sur l'échantillon plasmatique. Si la  $m'$  du mannitol\* a été évaluée dans l'échantillon sanguin :

$$V_{eau\ CEC} = \frac{m_{mannitol* \text{ injectée}} \cdot V_{\text{échantillon sanguin}}}{m'_{mannitol* \text{ prélevée}}}$$

Le volume d'eau du **milieu intracellulaire (CIC)** est difficilement déterminé, donc on le déduit à partir du volume d'eau totale et du volume d'eau du CEC. Sachant que :

$$V_{CIC} = V_{\text{eau totale}} - V_{CEC}$$

### 3-3. Détermination du volume du sang total et du volume de plasma total

Même principe que les méthodes précédentes, à l'exception de la substance à injecter qui **ne doit pas traverser** la membrane endothéliale.

La substance injectée peut être une protéine plasmatique (ex. l'albumine\*). A l'état d'équilibre de diffusion de l'albumine\* (Alb\*):

$$C_{p_{Alb^* \text{ plasma total}}} = C_{p_{Alb^* \text{ échantillon plasmatique}}}$$

$$V_{eau \text{ plasma total}} = \frac{m_{Alb^* \text{ injectée}} \cdot V_{\text{échantillon plasmatique}}}{m'_{Alb^* \text{ prélevée}}}$$

Si le dosage de l'albumine\* a été réalisé dans l'échantillon sanguin

$$V_{eau \text{ sang total}} = \frac{m_{Alb^* \text{ injectée}} \cdot V_{\text{échantillon sanguin}}}{m'_{Alb^* \text{ prélevée}}}$$

### 3-4. Les différents types de traceurs

Traceurs		
Compartiments	Endogènes	Exogènes
Eau totale	Eau*, urée*	Antipyrines*
Extracellulaire	Sulfates*	Mannitol*, inuline*
Plasmatique	Albumine*	Bleu Evans

**Remarque** : en introduction, nous avons dit que l'eau représente entre 60 et 70% de la masse corporelle, le % d'eau est plus important chez le nourrisson, plus faible chez la femme par rapport à l'homme, plus faible chez l'obèse par rapport au maigre, et encore, très inférieur chez le vieillard par rapport à l'enfant. Par conséquent, le % d'eau de l'organisme dépend de plusieurs paramètres : sexe, âge et taille.

#### 4. Répartition des solutés à travers l'organisme humain et notion d'osmolarité efficace

L'osmolarité de l'organisme humain est d'environ 300 mOsmole/l. Pour que la cellule puisse vivre et se développer dans les conditions normales, tous les compartiments liquidiens doivent être électroneutres ( $\sum C_{eq}^+ = \sum C_{eq}^-$ ).

Les compartiments liquidiens contiennent 2 types de solutés :

- Solutés neutres (urée et glucose)
- Solutés chargés (micro-ions)

**4-1. Solutés neutres** : les solutés quantitativement importants dans les compartiments liquidiens sont : urée et glucose.

**4-1.a. L'urée** : il diffuse à travers tous les compartiments liquidiens pour se répartir équitablement dans tout l'organisme. L'organisme est assimilé alors à un système à 2 milieux (CEC et CIC) séparés par une membrane perméable à l'eau, l'urée et même au glucose

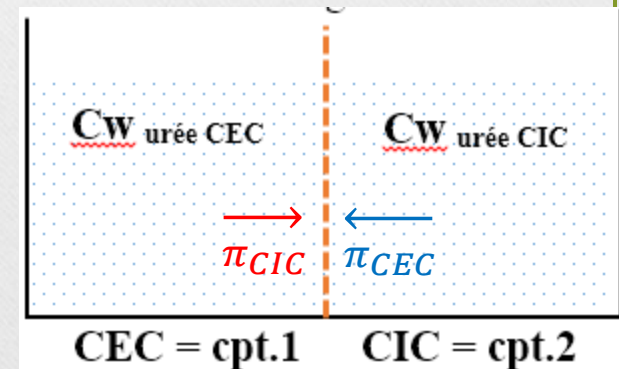
A t = équilibre :  $C_{w \text{ urée } CEC} = C_{w \text{ urée } CIC}$  selon le schéma suivant :

Sur chaque compartiment s'exerce une pression osmotique  $\pi$

Sur le compartiment extracellulaire s'exerce une pression  $\pi_{CEC}$

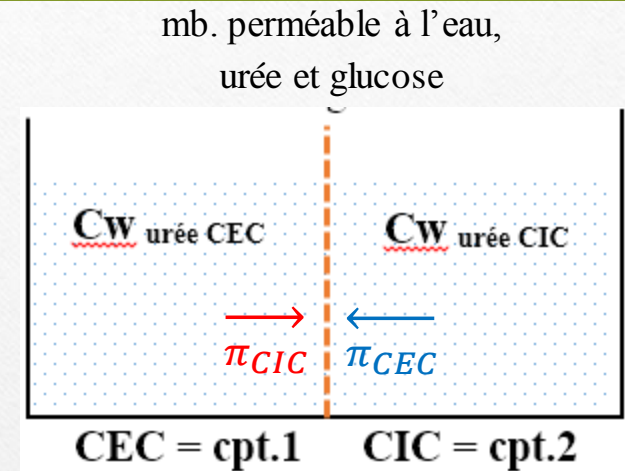
La  $\pi_{CEC}$  est la pression que l'on doit exercer sur ce compartiment pour empêcher son solvant pur (eau) de passer du compartiment (1) vers le compartiment (2), le sens de  $\pi_{CEC}$  sera du milieu (2) vers le milieu (1).

mb. perméable à l'eau,  
urée et glucose



Sur le compartiment 2 (CIC) s'exerce une pression osmotique  $\pi_{CIC}$

Le sens de  $\pi_{CIC}$  s'exerce du CEC  $\rightarrow$  CIC



$\pi_{CIC}$  et  $\pi_{CEC}$  sont des pressions osmotiques antagonistes car  $\pi_{CIC} = \pi_{CEC}$  car  $CW_{CEC} = CW_{CIC}$ .

Dans ce cas précis, la  $CW_{urée}$  n'exerce aucun effet sur le plan osmotique. Cette concentration est dite **inefficace** ( $CW_{urée\ inefficace}$ ).

4-1.b. Le glucose : comme l'urée, le glucose est un soluté micromoléculaire qui traverse librement la membrane endothéliale, mais il ne peut entrer dans la cellule qu'en présence de l'insuline par des systèmes hormonaux, le glucose se répartit équitablement dans les compartiments liquidiens.

A l'équilibre  $Cw_{\text{glucose CEC}} = Cw_{\text{glucose CIC}} \rightarrow Cw_{\text{glucose inefficace}}$

Le glucose n'exerce aucun effet sur le plan osmotique. Cependant, en absence d'insuline (DID) ou si l'insuline n'ayant aucun effet (DNID), le glucose traverse seulement la membrane endothéliale mais il ne peut traverser la membrane cellulaire et par voie de conséquence, il s'accumule **anormalement** dans le CEC et provoque une **hyperosmolarité**.

La  $Cw_{\text{glucose}}$  est dite **efficace** car elle exerce un effet sur le plan osmotique.