

Tous droits réservés Tutorat Santé Bretois ©  
Toute diffusion et reproduction, totale ou  
partielle, de ce document est interdite

# Liquides de l'organisme

**Stage de Pré-Rentrée 2024**  
**Pôle Biophysique/Physiologie**



Inspiré du cours du Professeur Giroux - Metges



## Petit message d'avertissement avant de commencer :

Nous vous rappelons que ce diaporama, réalisé par des étudiants, est une aide et **non un support de cours officiel** et ne peut donc pas être considéré comme un ouvrage de référence lors de l'examen de PASS ou de L.AS.

Il se base sur le **cours de l'année précédente** qui peut être **amené à être modifié** dans sa forme et son contenu au bon vouloir du professeur.

Have fun ;)



# Sommaire

Introduction

1. Classification des espaces liquidiens
2. Secteur extracellulaire
3. Secteur intracellulaire
4. Échanges liquidiens



# Introduction

- **L'eau est le composant le plus abondant du corps humain :** environ 60 % de la masse corporelle de l'homme, 50 % chez la femme, soit 42 litres pour un homme adulte de 70 kg.
- **La teneur en eau des tissus varie +++ :** 10 % dans la dentine et jusqu'à 90 % dans le plasma.
- L'importance de la teneur en eau dépend du sexe, de l'importance du panicule adipeux et de l'âge.



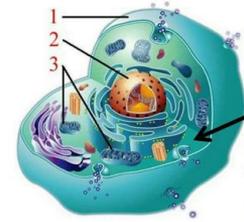
Liquide **EXTRAcellulaire** ( $\frac{1}{3}$  de l'eau totale)  
20% du poids corporel total

**EXTRAvasculaire**  
(16%)

**INTRAvasculaire**  
(4%)

Liquide **INTRAcellulaire** ( $\frac{2}{3}$  de l'eau totale)  
40% du poids corporel total

Le milieu intracellulaire



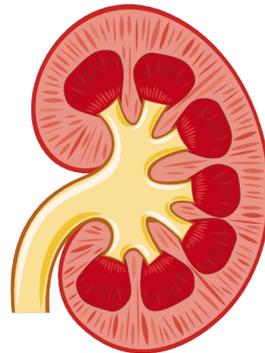
Phase liquide  
dans laquelle  
baignent  
les organites  
(cytoplasme)

**Remarque :**

- Liquide extravasculaire = liquide interstitiel
- Liquide intravasculaire = plasma



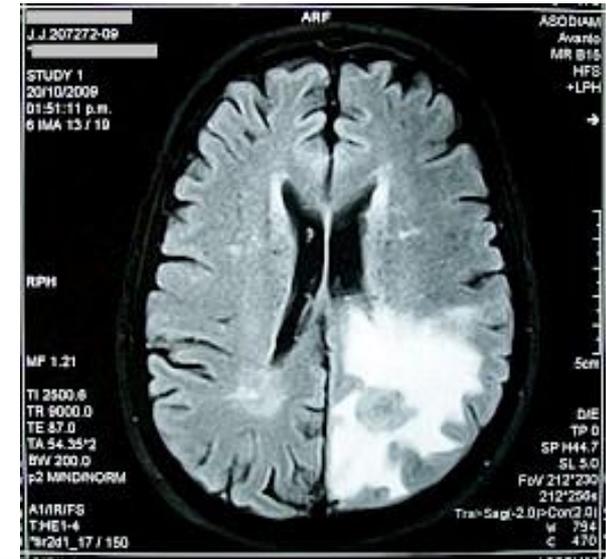
- **Le rein** a un rôle majeur dans le maintien de la stabilité du milieu extracellulaire.
- La stabilité du volume et la composition du liquide intracellulaire est dépendante de la stabilité du liquide extracellulaire +++
- C'est un **équilibre dynamique** car il y a constamment des flux d'eau.
- **Il existe 2 paramètres essentiels** : la natrémie et la kaliémie



# La natrémie



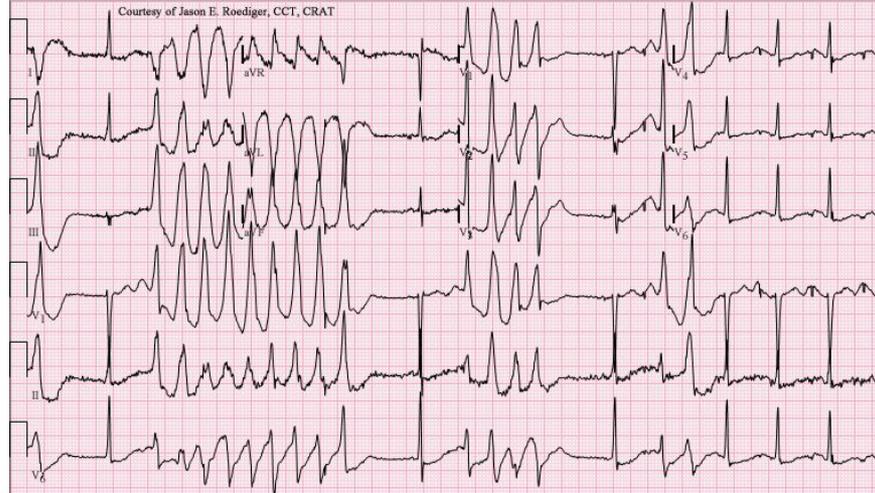
- Norme : 135 à 145 mmol/L
- Danger : HYPONATREMIE qui peut entraîner un œdème cérébral, puis la mort



# La kaliémie



- Norme : 3,5 à 5 mmol/L
- Danger : HYPO/HYPERKALIEMIE qui peut entrainer de graves troubles de la conduction cardiaque et des arythmies létales.



# 1. Classification des espaces liquidiens

- **Chez le nouveau-né**, le LIC et le LEC représente 80 % du poids du corps, répartis de manière égale (40 % / 40 % ). En grandissant, on observe une augmentation progressive du volume du LIC par rapport au LEC.
- **Chez l'adulte**, le LIC représente 40% du poids du corps et le LEC représente 20% du poids du corps.



# Milieu extracellulaire

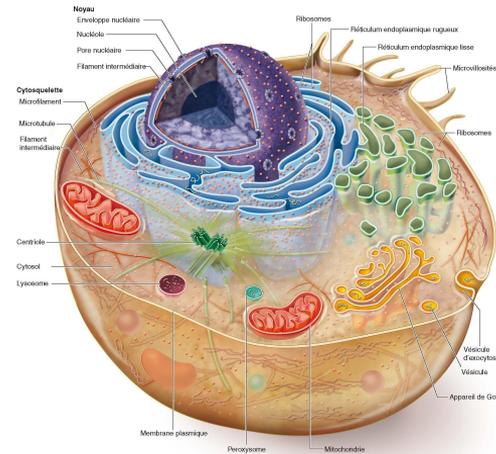
- **Le liquide extracellulaire** (1/3 de l'ECT donc 20% du poids du corps chez l'homme) se divise en 2 compartiments principaux :
  - Le liquide interstitiel** : milieu dans lequel baigne les cellules = 16% du poids corporel
  - Le plasma** : phase liquide du sang = 4% du poids corporel

**Important !** : LI = extracellulaire et non vasculaire  
Plasma = extracellulaire et vasculaire



# Milieu intracellulaire

- Le LIC représente 2/3 de l'ECT soit 40% du poids du corps chez l'homme
- C'est un milieu très hétérogène car la teneur en eau varie selon les cellules et les tissus.



## Comment les étudier ? Via des traceurs

- Les volumes sont mesurés de **manière indirecte** grâce à des traceurs, en utilisant le principe de conservation de masse.
- Quantité mère = Quantité fille

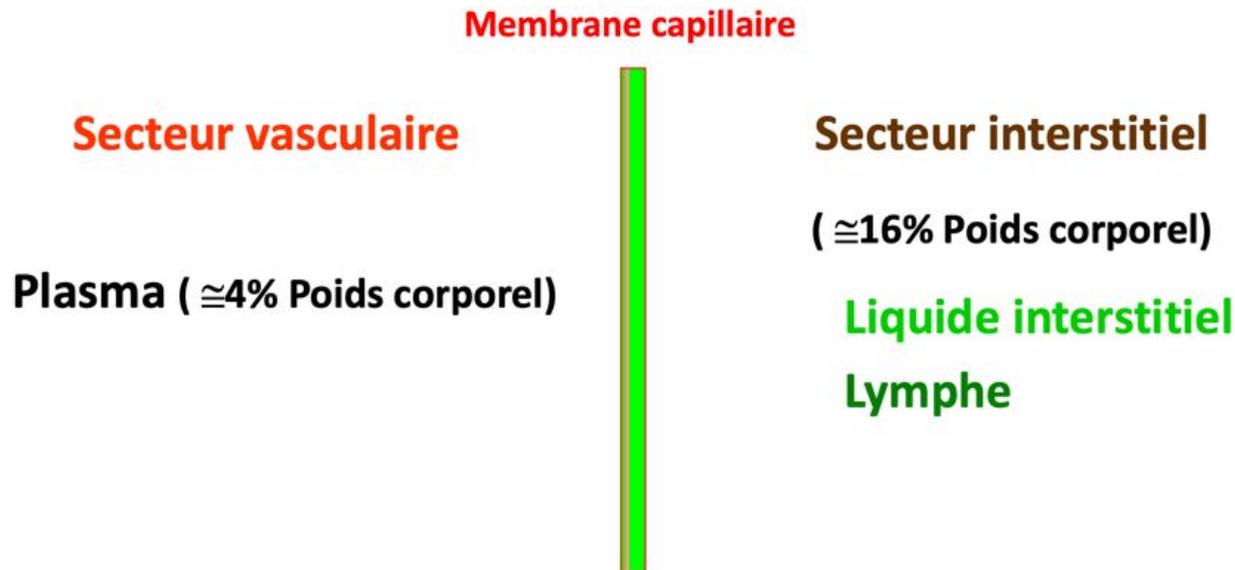


- Certains volumes ne pouvant être mesurés, on les détermine par des calculs



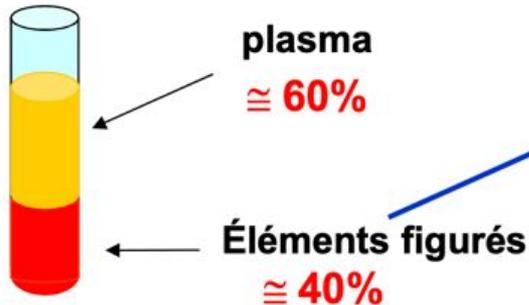
## 2. Secteur extracellulaire

- **3 compartiments** : le plasma, le secteur interstitiel et l'eau transcellulaire



# Le plasma

- C'est la phase liquide du sang, elle correspond à 4% du poids du corps.
- Pour mesurer son volume, on peut utiliser **le Bleu Evans, l'iode radioactif ( $I^{125}$ )** ou bien les **GR (globules rouges) marqués**.



$$\text{Hématocrite} = \frac{\text{Volume GR}}{\text{Volume sang total}}$$

$$\text{Vol plasma} = \text{Vol sang} \times (1 - \text{Hématocrite})$$

# Le plasma : exercice

Monsieur Y (70 kg) reçoit une injection de 10mL d'une solution saline de 1% (poids/volume) de bleu Evans. Un échantillon de sang prélevé 15 min plus tard permet de mesurer un hématicrite de 45% et une concentration du colorant bleu dans le surnageant de 0,035 mg/mL.

- Quel est le volume de plasma de Mr. Y ?

$$V = Q/C$$

Quantité injectée = 10 mL de solution à 1% (1g pour 100 mL) donc 0.1g ou 100 mg.

Concentration plasmatique du bleu Evans = 0,035 mg/mL

Ce traceur est dilué dans le volume du **plasma**

Donc Volume de plasma =  $100 / 0,035 = 2857$  mL ou **2,8 L**

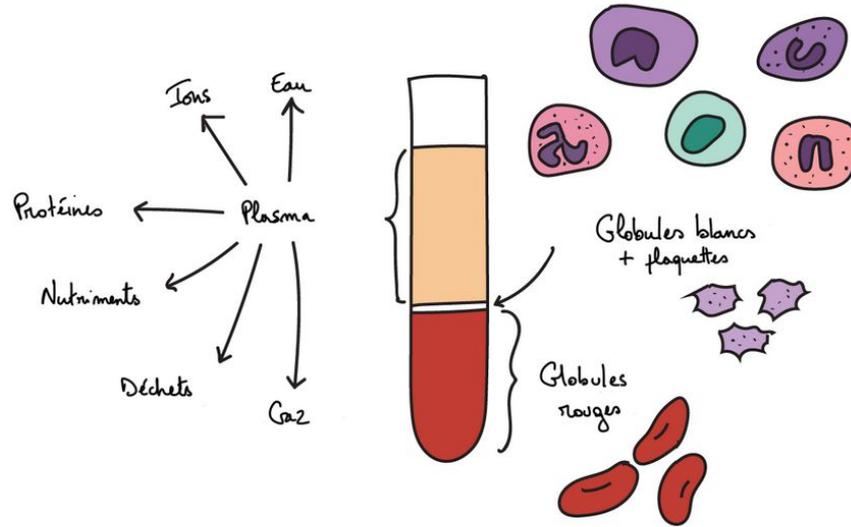
- Quel est le volume de sang de Mr. Y ?

$$\text{Volume de sang} = \frac{\text{volume plasmatique}}{1 - \text{Hématocrite}} = \frac{2,8}{1 - 0,45} = \frac{2,8}{0,55} = 5,09L$$



# Le plasma

- Le plasma est riche en protéine (important pour la suite +++) et en ions.



# Le liquide interstitiel

- C'est le milieu dans lequel baignent les cellules.
- Le LI comprend également l'eau de la lymphe circulant dans les vaisseaux lymphatiques, drainant l'eau du LI vers la circulation veineuse.
- Il correspond à 16 % du poids du corps (dont 2 % pour la lymphe)
- **Il ne se mesure pas mais se calcule** :  $LI = LEC - PLASMA$



# Le liquide interstitiel

- Il n'existe aucune substance capable de mesurer exactement le volume du LEC +++++.
- Les traceurs utilisés sont **l'insuline, le mannitol, les ions  $^{36}\text{Cl}$  et  $^{24}\text{Na}$  ainsi que le thiosulfate de Na et le bromure de Na** (meilleurs indicateurs).
- **Le LI est un ultrafiltrat du plasma** : il est dépourvu de cellules et est très pauvre en protéines. Cependant, les concentrations ioniques sont voisines du plasma car les ions diffusent à travers la paroi.



# Comparaison des compositions

## Plasma

mEq/L

CATIONS ⇒	154
Na <sup>+</sup>	142
K <sup>+</sup>	4
Ca <sup>++</sup>	5
Mg <sup>++</sup>	3
ANIONS ⇒	154
Cl <sup>-</sup>	103
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27
PO <sub>4</sub>	2
SO <sub>4</sub>	1
Acides organiques	5
Protéines	16

osmolarité plus élevée du  
plasma % liquide interstitiel  
(Pression oncotique)



## LI

CATIONS	mEq/L
Na <sup>+</sup>	142
K <sup>+</sup>	4
ANIONS	
Cl <sup>-</sup>	113
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27
Protéines	0



# La lymphe

- Appartient au milieu extracellulaire, et organisée sous la forme d'un système lymphatique qui se jette dans le système veineux, généralement au niveau de la veine subclavière gauche.
- **Riche en protéine**
- Si mauvais drainage, il existe un risque d'oedème.



# L'eau transcellulaire

- Il s'agit d'un compartiment à part entière de l'organisme (ni du LEC, ni du LIC) : 1 à 3 % du poids du corps.
- Il existe des mouvements d'eau importants dans ce secteur ; elle comprend les liquides en transit et les liquides protecteurs. Ces liquides peuvent prendre des volumes importants en pathologie.



# L'eau transcellulaire

- **ECT = LEC + LIC + eau transcellulaire**
- **En pratique, l'eau transcellulaire est négligée : ECT = LEC + LIC + ~~eau transcellulaire~~**
- **En pathologie, elle nous donne de précieuses informations.**



### 3. Secteur intracellulaire

- Il n'est pas mesuré mais calculé : **LIC = ECT – LEC**. Il représente 40% du poids corporel total.
- La composition varie selon le type cellulaire
- Il existe une **électroneutralité**.
- Dans la cellule, le Ca est stockée dans le réticulum endoplasmique et d'autres organites, d'où la faible concentration cytoplasmique.

CATIONS ⇨ 200 mEq/L

<b>K<sup>+</sup></b>	<b>150</b>
Magnésium	34
Na <sup>+</sup>	12
Ca <sup>2+</sup>	4

ANIONS ⇨ 200 mEq/L

<b>phosphates</b> (AMP, ADP, ATP, créatine-P, glycérophosphate)	<b>130</b>
<b>protéines</b>	<b>54</b>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12
Cl <sup>-</sup>	4



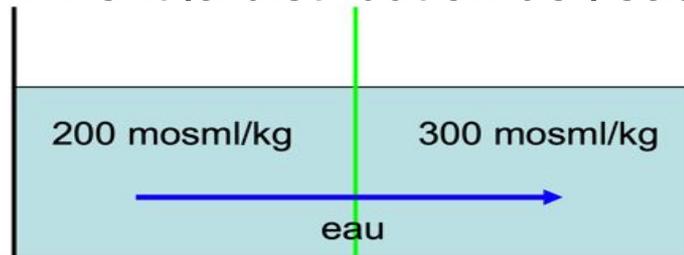
## 4. Échanges liquidiens

- **Deux facteurs déterminent les mouvements d'eau** : l'osmose et la pression hydrostatique.
- La paroi cellulaire est plus perméable à l'eau qu'aux solutés et est imperméable aux protéines, alors que la paroi capillaire est très perméable à l'eau et aux solutés.
- **Le gradient osmotique est créé par les solutés qui ne traversent pas les membranes** ;  $\text{Na}^+$  et anions associés en extra,  $\text{K}^+$  et anions associés en intra.
- Il y a nécessité d'un déséquilibre osmotique pour avoir des échanges d'eau.



# Equilibre de Gibbs-Donnan :

- **Électroneutralité de chaque compartiment : autant de charge + que -**
- Cependant, distribution inégale des grosses molécules et des petits ions : **il y a + de molécules dans la cellule et dans le plasma que dans le liquide interstitiel.**
- Les forces osmotiques (résultat du contenu en solutés de chaque compartiment) déterminent la distribution de l'eau entre les secteurs EC et IC.

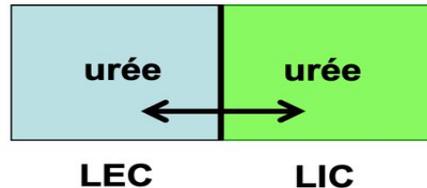


# Osmolalité et osmolarité

- **Osmola**lité : nombre particules dissoutes dans **1kg** d'H<sub>2</sub>O
- **Osmola**Rité : nombre particules dissoutes dans **1 lit**Re de solvant
- **L'urée et l'éthanol** (petits poids moléculaires) **diffusent librement** : ils contribuent de façon équitable à l'osmolalité du LEC et du LIC, donc ne créent **pas de déséquilibre osmotique**.

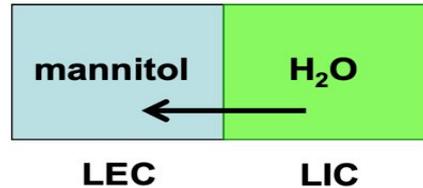
## Osmolalité inefficace

Solutés librement diffusibles



## Osmolalité EFFICACE

**Solutés non diffusibles** (membrane imperméable à ces solutés)



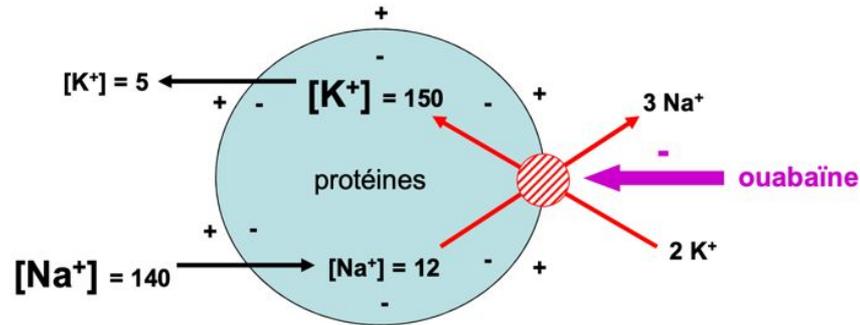
# Osmolalité et osmolarité

- **Osmolalité plasmatique =  $(2 \times [\text{Na}^+]) + [\text{glucose}] + [\text{urée}]$**
- Rôle de la pompe Na/K ATPase : maintient le  $\text{Na}^+$  dans le LEC, maintient le  $\text{K}^+$  dans la cellule, et prévient le gonflement cellulaire.
- Pourquoi est-elle essentielle ? Car le gonflement cellulaire l'empêcherait de fonctionner normalement.
- La pompe Na/K ATPase fait rentrer 2  $\text{K}^+$  et fait sortir 3  $\text{Na}^+$ .



# Pompe Na/K ATPase

- Potentiel de membrane de **-70 mV environ** (3 charges + sortent, 2 charges – sortent)
- **Éviter la lyse cellulaire** : présence de protéines dans la cellule donc besoin de « faire sortir » des particules pour maintenir l'équilibre du fait de la présence de ces protéines.



# Etat d'hydratation extracellulaire

- Il dépend des **gains/pertes de Na<sup>+</sup>** et est **évalué par la clinique** +++
- **HYPERHYDRATATION** : œdèmes et prise de poids
- **DÉSHYDRATATION** : plis cutanés, perte de poids
- *Moyen mnémo : KLINEX*



# Etat d'hydratation intracellulaire

- Il dépend des **gains/pertes d'eau** et est **évalué par la natrémie**.



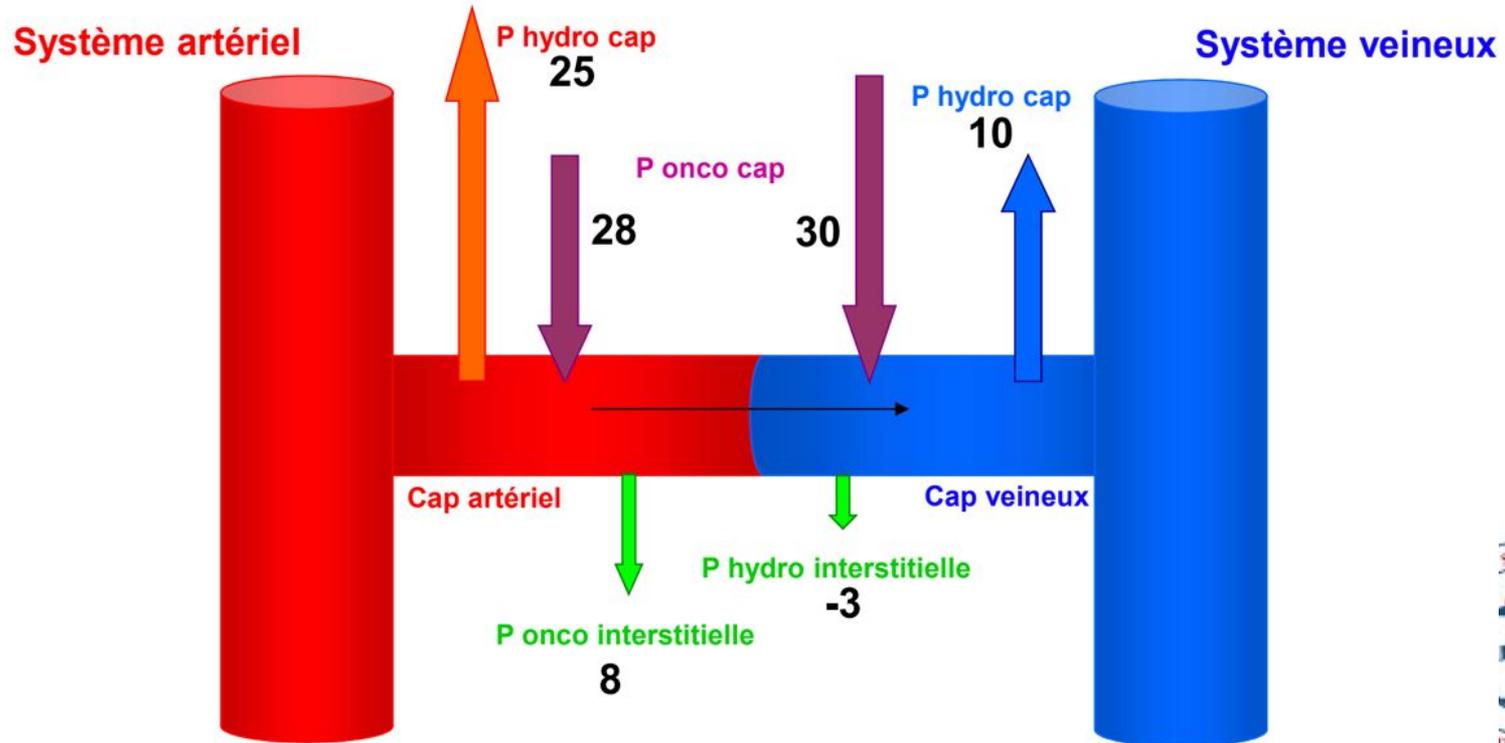
CONDITION	EXEMPLE	LEC		LIC	
		Osmolarité	Volume	Osmolarité	Volume
<b>Expansion hypo-osmotique</b> (=gain «d'eau pure », apport d'eau > apport Na <sup>+</sup> )	Ingestion excessive d'eau	↓	↑	↓	↑
<b>Contraction hypo-osmotique</b> (=perte de Na <sup>+</sup> > perte d'eau)	Perte de sodium par le rein	↓	↓	↓	↑
<b>Expansion iso-osmotique</b> (= gain d'autant d'osmoles que de liquide)	Perfusion intraveineuse	=	↑	=	=
<b>Contraction iso-osmotique</b> (= perte d'autant d'osmoles que de liquide)	Hémorragie	=	↓	=	=
<b>Expansion hyper-osmotique</b> (= gain d'osmoles > gain d'eau)	Ingestion / perfusion d'une solution saline concentrée	↑	↑	↑	↓
<b>Contraction hyper-osmotique</b> (= perte d'eau > osmoles)	Diabète insipide, urines, transpiration intense	↑	↓	↑	↓

# Echanges entre le plasma et le LI

- Les échanges gazeux, de nutriments et de déchets se font par diffusion.
- Les échanges liquidiens se font par filtration en fonctions de 4 forces élémentaires : les forces de Starling.
- Les flux de filtration dépendent des différences de pression hydrostatique, alors que les flux de diffusion dépendent des différences de pression oncotique.



# Echanges entre le plasma et le LI



# Échanges hydriques avec le milieu extérieur

- Le corps ne stocke pas d'eau donc l'apport constant est une nécessité.
- Les besoins en eau sont de **35ml/kg/jour**. Il existe 2 types d'apports, endogène (250ml/24H) et exogène ++++ (2300ml/24H)
- Les pertes sont issues de la thermorégulation et du travail musculaire (environ 2500 ml/24H).



# La soif

- La soif est un désir conscient d'eau. Avec l'ADH et le système des osmorécepteurs, elle règle la concentration en  $\text{Na}^+$  et donc l'osmolarité extracellulaire.
- **Soif OSMOTIQUE** : on assiste à une hyperosmolarité du LEC. Il y a donc une activation des osmorécepteurs , puis de la soif
- **Soif HYPOVOLEMIQUE** : on assiste à une hypovolémie sans modification de l'osmolarité. Il y a donc activation des barorécepteurs et donc de la soif.



# VRAI ou FAUX

---

L'eau représente 60% du poids du corps chez un homme, séparé en deux compartiments : 20% en extra-vasculaire et 40% en intra-cellulaire.

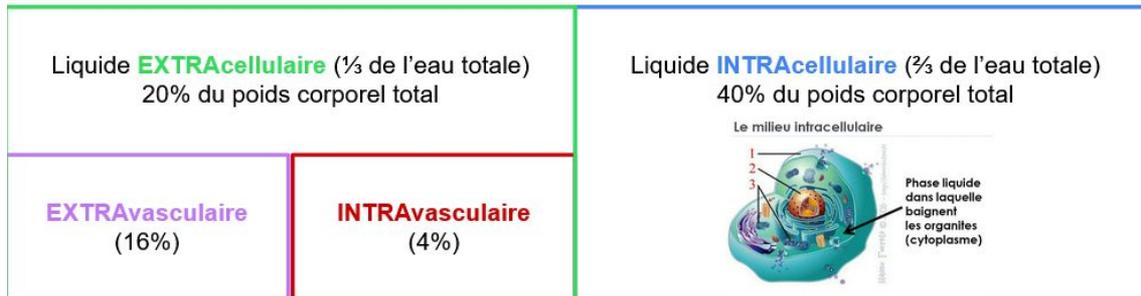


# VRAI ou FAUX

L'eau représente 60% du poids du corps chez un homme, séparé en deux compartiments : 20% en extra-vasculaire et 40% en intra-cellulaire.

**FAUX**

Tout est vrai sauf le 20% qui représente le compartiment extra-cellulaire et non pas extra-vasculaire.



# VRAI ou FAUX

---

L'eau chez un nouveau-né représente 80% du poids d'un nourrisson.



# VRAI ou FAUX

---

L'eau chez un nouveau-né représente 80% du poids d'un nourrisson.

**VRAI**

**Chez le nouveau-né** : le LIC et le LEC représente 80 % du poids du corps, répartis de manière égale (40 % / 40 % ). En grandissant, on observe une augmentation progressive du volume du LIC par rapport au LEC.



# VRAI ou FAUX

---

Le liquide interstitiel peut se mesurer grâce à un traceur.



# VRAI ou FAUX

---

L'eau chez un nouveau-né représente 80% du poids d'un nourrisson.

**FAUX**

Le liquide interstitiel ne peut pas se mesurer mais il peut se calculer :

$$LI = LEC - Plasma$$

C'est milieu dans lequel baigne les cellules = 16% du poids corporel



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION !**

