

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 2025
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

1. Introduction
2. Classification des espaces liquidiens
3. Secteur extracellulaire
4. Secteur intracellulaire
5. 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.



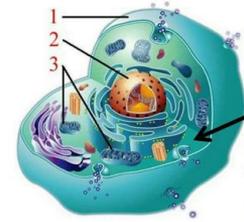
Liquide **EXTRAcellulaire** ($\frac{1}{3}$ de l'eau totale)
20% du poids corporel total

EXTRAvasculaire
(16%)

INTRAvasculaire
(4%)

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

Le milieu intracellulaire



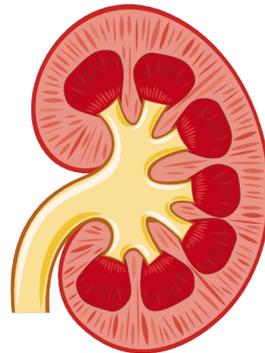
Phase liquide
dans laquelle
baignent
les organites
(cytoplasme)

Remarque :

- Liquide extravasculaire = liquide interstitiel
- Liquide intravasculaire = plasma



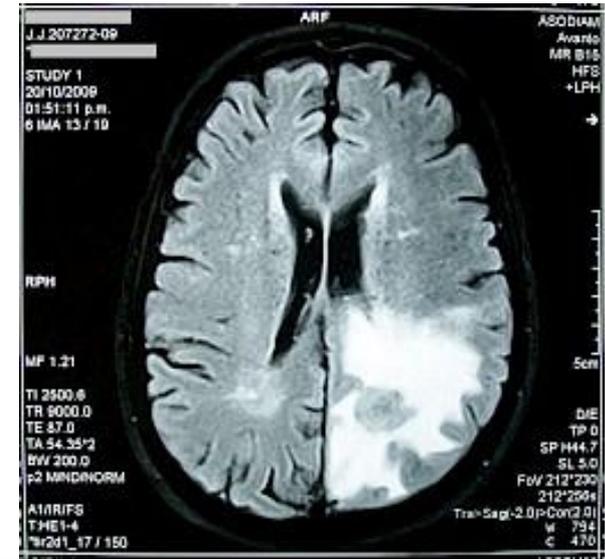
- **Le rein** a un rôle majeur dans le maintien de la stabilité du milieu extracellulaire.
- La stabilité du volume et la composition du liquide intracellulaire est dépendante de la stabilité du **liquide extracellulaire +++**.
- C'est un **équilibre dynamique** car il y a constamment des flux d'eau.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



La natrémie (Na⁺)

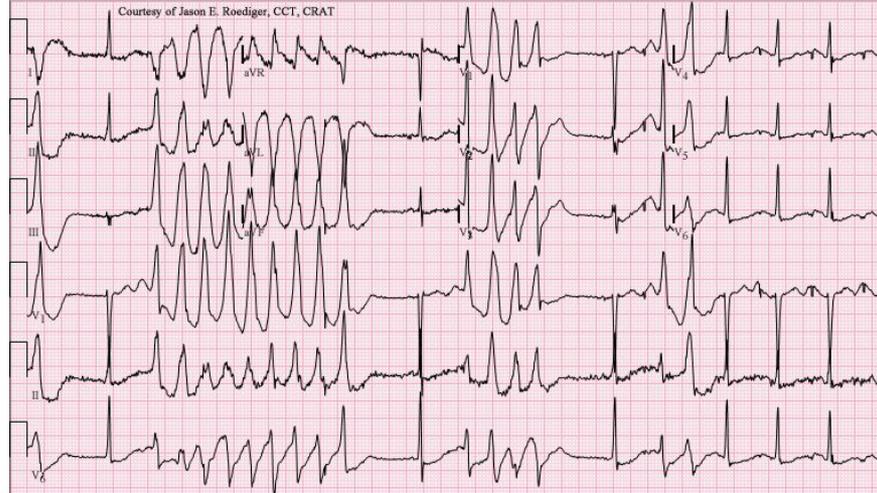


- Norme : 135 à 145 mmol/L
- Danger : HYPONATRÉMIE qui peut entraîner un œdème cérébral, puis la mort



La kaliémie (K⁺)

- Norme : 3,5 à 5 mmol/L
- Danger : HYPO/HYPERKALIEMIE qui peuvent 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 représentent 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

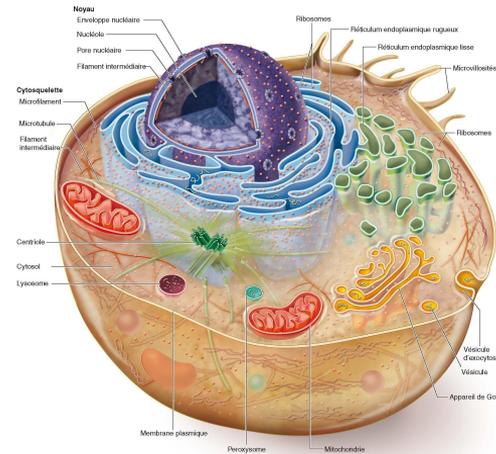
- **Le liquide extracellulaire** (1/3 de l'ECT donc 20% du poids du corps chez l'homme) se divise en 2 compartiments principaux :
 - **Le liquide interstitiel** : milieu dans lequel baignent les cellules
= **16%** du poids corporel
 - **Le plasma** : phase liquide du sang
= **4%** du poids corporel

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

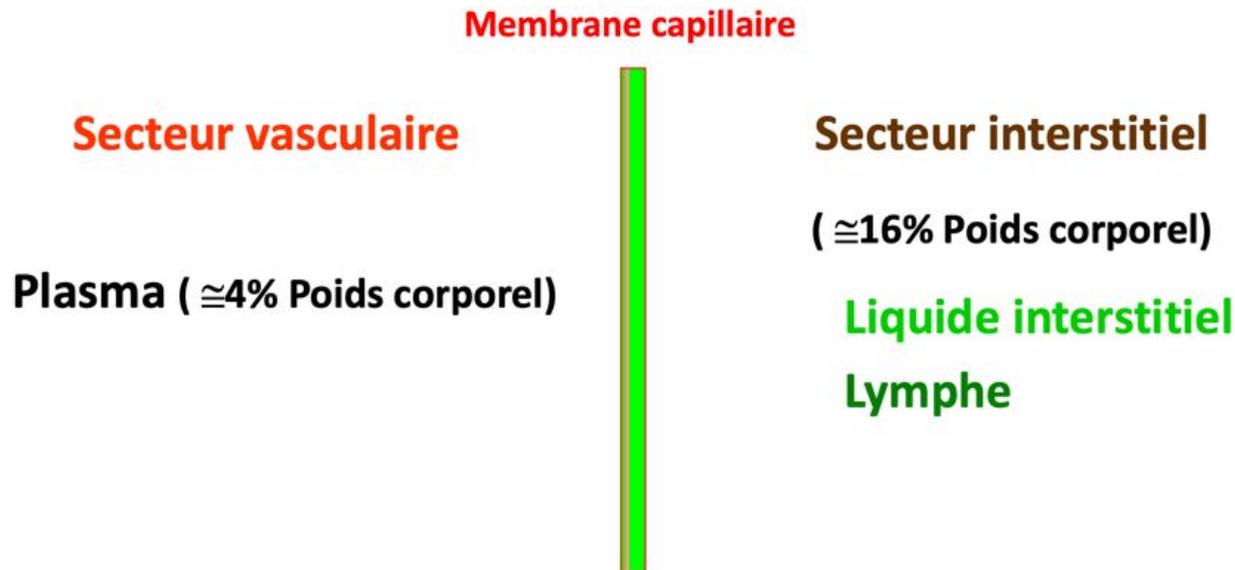


- Certains volumes ne pouvant être mesurés, on les détermine par des calculs.



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**.



plasma
≈ 60%

Éléments figurés
≈ 40%

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

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



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 ?

$$V = Q/C$$

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



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**

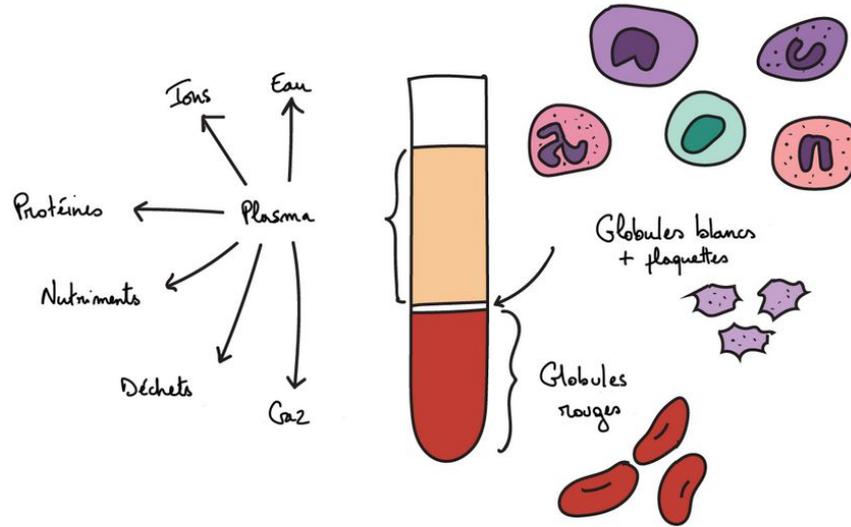
- Quel est le volume de sang de Mr. Y ?

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



Le plasma

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



Le liquide interstitiel (= liquide extravasculaire)

- 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}Cl et ^{24}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 ⁺	142
K ⁺	4
Ca ⁺⁺	5
Mg ⁺⁺	3
ANIONS ⇒	154
Cl ⁻	103
HCO ₃ ⁻	27
PO ₄	2
SO ₄	1
Acides organiques	5
Protéines	16

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



LI

CATIONS	mEq/L
Na ⁺	142
K ⁺	4
ANIONS	
Cl ⁻	113
HCO ₃ ⁻	27
Protéines	0



La lymphe

- Appartient au milieu extracellulaire, et est organisée sous la forme d'un système lymphatique qui se jette dans le système veineux, généralement au niveau de la veine sous-clavière 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. Les liquides protecteurs 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^{2+} est stocké dans le réticulum endoplasmique et d'autres organites, d'où la faible concentration cytoplasmique.

CATIONS ⇨ 200 mEq/L

K⁺	150
Magnésium	34
Na ⁺	12
Ca ²⁺	4

ANIONS ⇨ 200 mEq/L

phosphates (AMP, ADP, ATP, créatine-P, glycérophosphate)	130
protéines	54
HCO ₃ ⁻	12
Cl ⁻	4



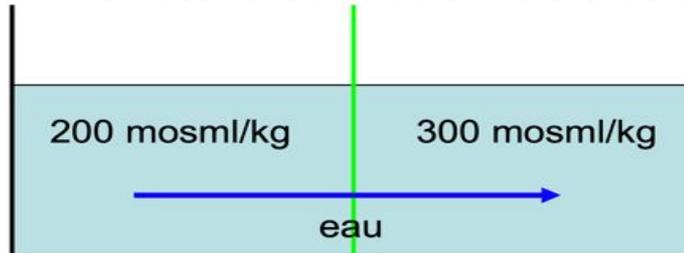
4. Échanges liquidiens

- **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** ; **Na⁺ et anions associés en extra, 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.

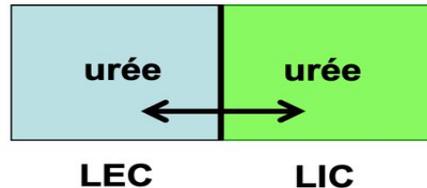


Osmolalité et osmolarité

- **Osmola**lité : nombre particules dissoutes dans **1kg** d'H₂O
- **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**.

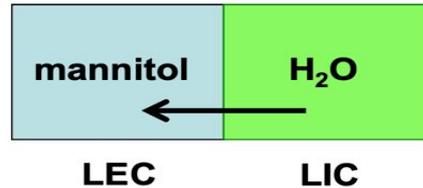
Osmolalité inefficace

Solutés librement diffusibles



Osmolalité EFFICACE

Solutés non diffusibles (membrane imperméable à ces solutés)



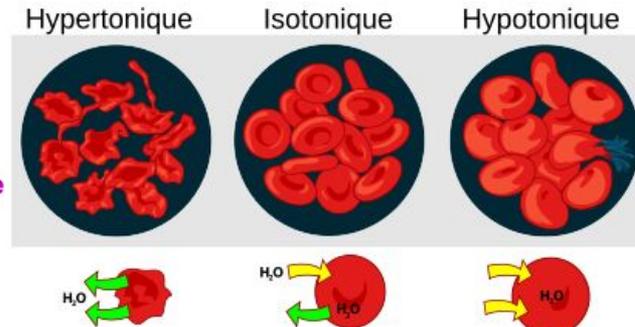
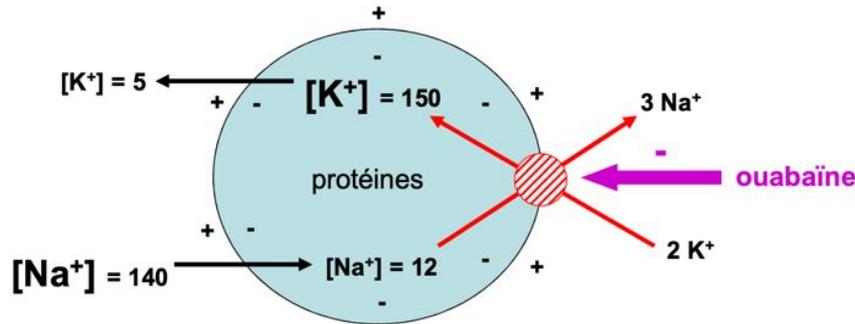
Osmolalité et osmolarité

- **Osmolalité plasmatique = $(2 \times [\text{Na}^+]) + [\text{glucose}] + [\text{urée}]$**
- Rôle de la pompe Na/K ATPase : maintient le Na^+ dans le LEC, maintient le 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 K^+ et fait sortir 3 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⁺** 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**.



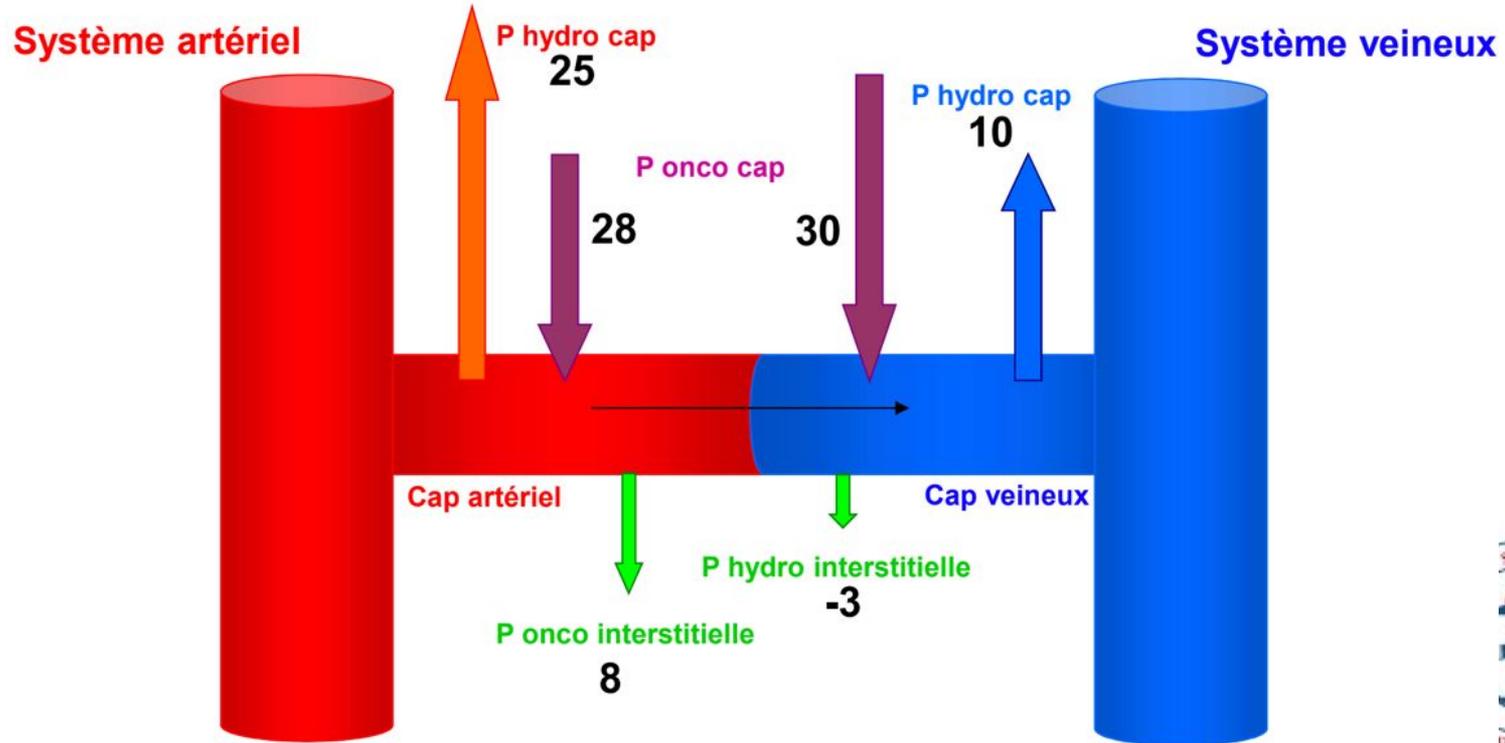
CONDITION	EXEMPLE	LEC		LIC	
		Osmolarité	Volume	Osmolarité	Volume
Expansion hypo-osmotique (=gain «d'eau pure », apport d'eau > apport Na ⁺)	Ingestion excessive d'eau	↓	↑	↓	↑
Contraction hypo-osmotique (=perte de Na ⁺ > perte d'eau)	Perte de sodium par le rein	↓	↓	↓	↑
Expansion iso-osmotique (= gain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

Échanges 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**.



Échanges 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 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 HYPOVOLÉMIQUE** : 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.

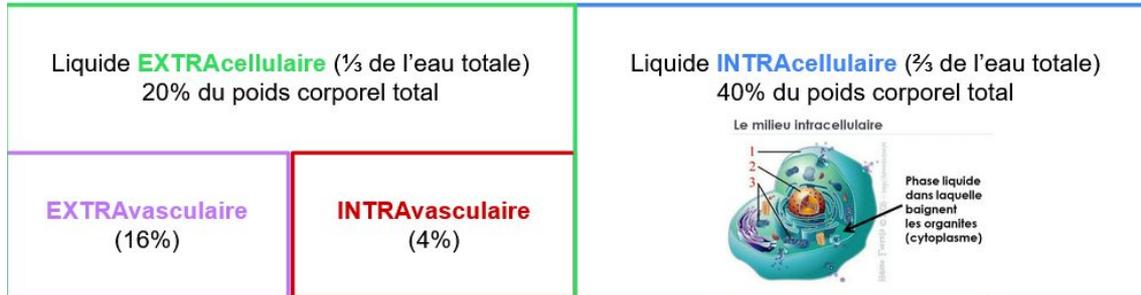


VRAI ou FAUX

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 représentent 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 volume du liquide interstitiel peut se mesurer grâce à un traceur.



VRAI ou FAUX

Le liquide interstitiel peut se mesurer grâce à un traceur.

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 !

