

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 2023
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 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.



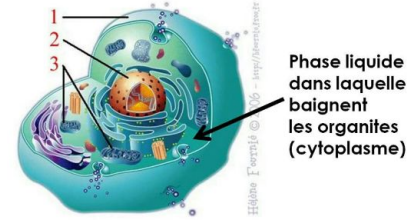
Liquide **EXTRAcellulaire** ($\frac{1}{3}$ de l'eau totale)
20% du poids corporel total

EXTRAvasculaire
(16%)

INTRAvasculaire
(4%)

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

Le milieu intracellulaire

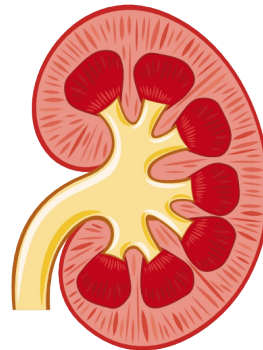


Remarque :

- Liquide extravasculaire = liquide interstitiel
- Liquide intravasculaire = plasma



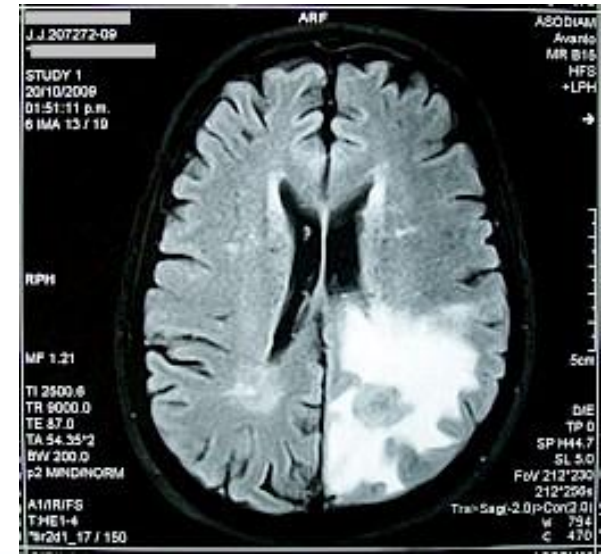
- **Le rein** a un rôle majeur dans le maintien de la stabilité du milieu extracellulaire.
- La stabilité du volume et la composition du liquide intracellulaire est dépendante de la stabilité du liquide extracellulaire +++
- C'est un **équilibre dynamique** car il y a constamment des flux d'eau.
- Il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



La natrémie



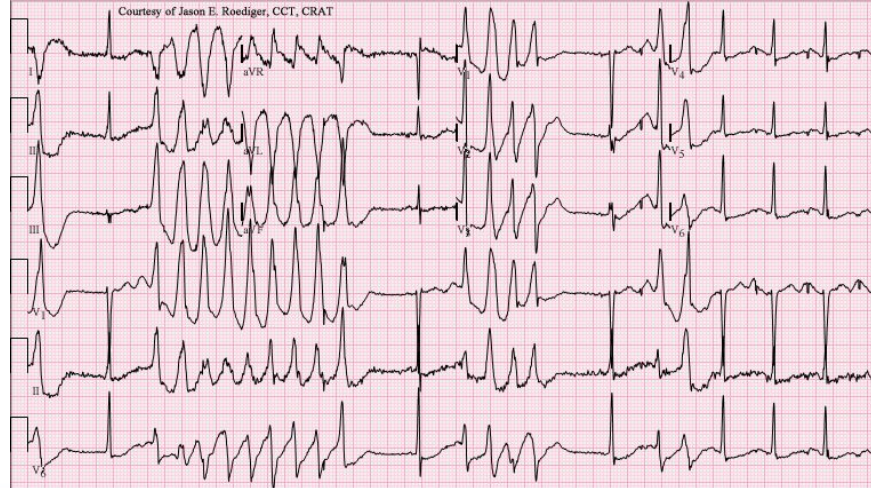
- Norme : 135 à 145 mmol/L
- Danger : HYPONATREMIE qui peut entraîner un œdème cérébral, puis la mort



La kaliémie

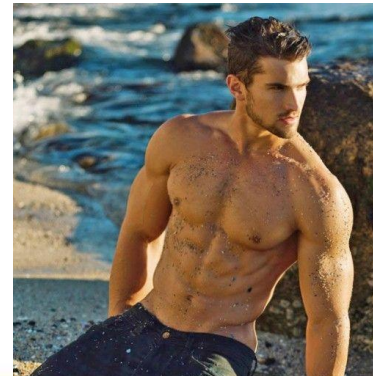


- Norme : 3,5 à 5 mmol/L
- Danger : HYPO/HYPERKALIEMIE qui peut entrainer de graves troubles de la conduction cardiaque et des arythmies létales.



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

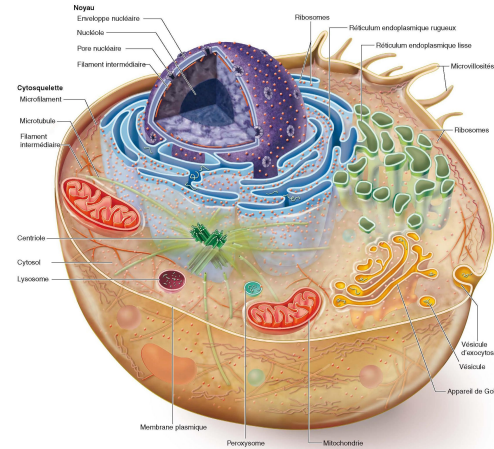
- **Le liquide extracellulaire** (1/3 de l'ECT donc 20% du poids du corps chez l'homme) se divise en 2 compartiments principaux :
 - Le liquide interstitiel** : milieu dans lequel baigne les cellules = 16% du poids corporel
 - Le plasma** : partie liquide du sang = 4% du poids corporel

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

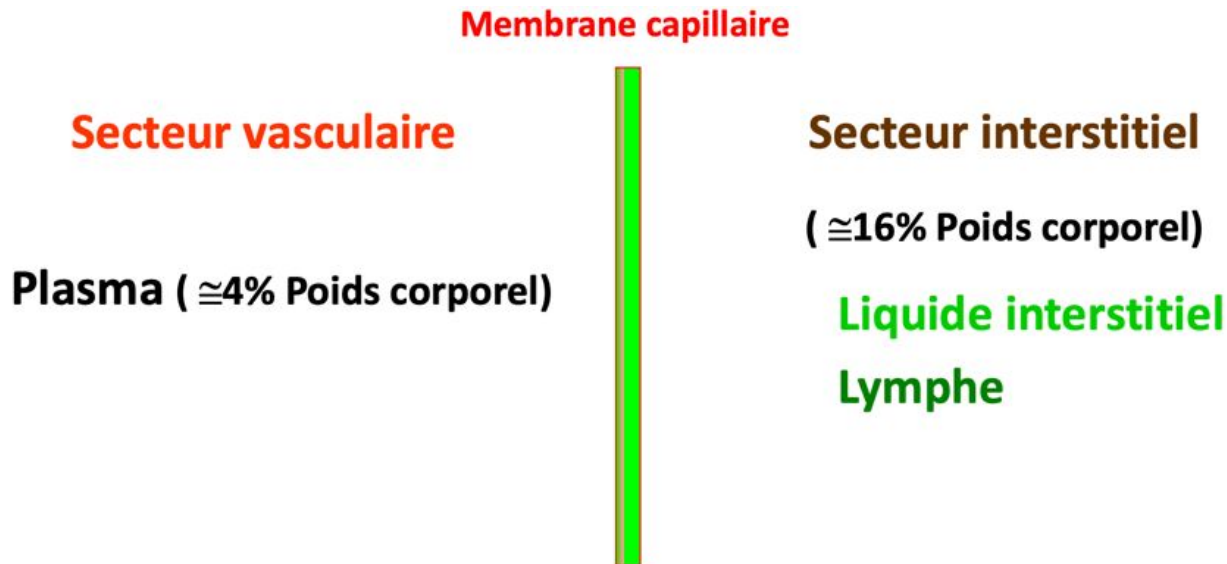


- Certains volumes ne pouvant être mesurés, on les détermine par des calculs



2. Secteur extracellulaire

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



Le plasma

- C'est la phase liquide du sang, et 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 hématoците 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}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

LI

CATIONS ⇨

154

Na⁺

142

K⁺

4

Ca⁺⁺

5

Mg⁺⁺

3

ANIONS ⇨

154

Cl⁻

103

HCO₃⁻

27

PO₄

2

SO₄

1

Acides organiques

5

Protéines

16

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



CATIONS

mEq/L

Na⁺

142

K⁺

4

ANIONS

Cl⁻

113

HCO₃⁻

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

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



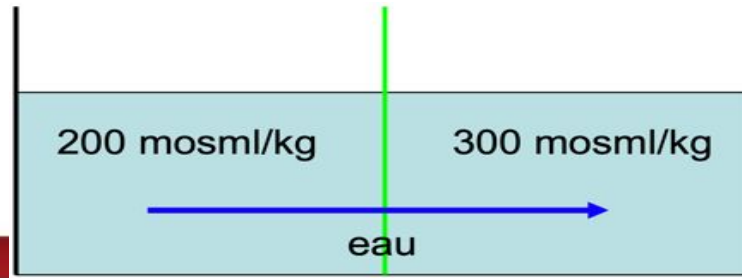
4. Échanges liquidiens

- **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

- **Osmolalité** : nombre particules dissoutes dans **1kg** d'H₂O
- **OsmolaRité**: nombre particules dissoutes dans **1 litRe** 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



LEC

LIC

Osmolalité EFFICACE

Solutés non diffusibles (membrane imperméable à ces solutés)



LEC

LIC

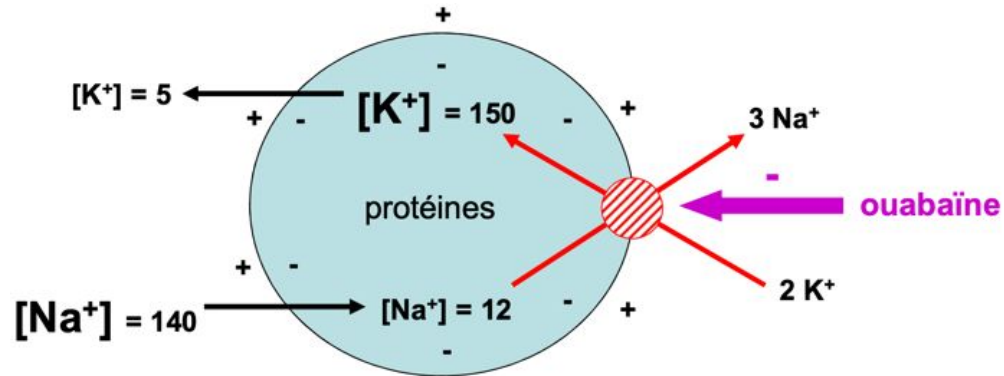
Osmolalité et osmolarité

- **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 cutané, perte de poids
- *Moyen mnémo : CLINEX*



Etat d'hydratation intracellulaire

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



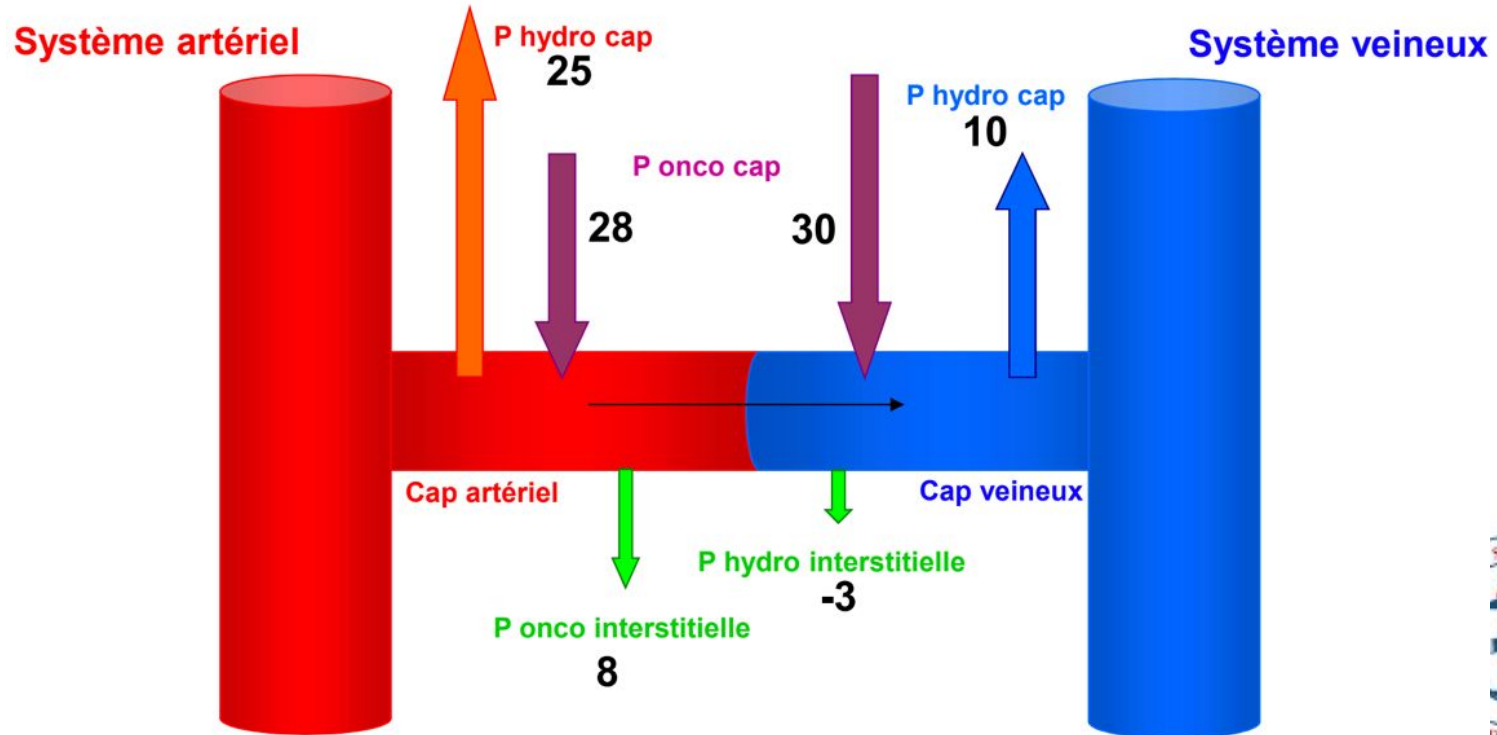
CONDITION	EXEMPLE	LEC		LIC	
		Osmolarité	Volume	Osmolarité	Volume
Expansion hypo-osmotique (=gain «d'eau pure », apport d'eau > apport Na ⁺)	Ingestion excessive d'eau	↓	↑	↓	↑
Contraction hypo-osmotique (=perte de Na ⁺ > perte d'eau)	Perte de sodium par le rein	↓	↓	↓	↑
Expansion iso-osmotique (= gain 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	↑	↓	↑	↓

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 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.



MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

