

Milieu intérieur et compartiments liquidiens

I/Introduction :

L'organisme humaine est pluricellulaires dont les cellules sont adjacentes l'une à l'autre Ces cellules baignent dans un liquide aqueux Ce dernier est représenté par l'eau qui est le seul liquide physiologique dans nos organismes

II/Définition

Le milieu intérieur est un concept élaboré par Claude Bernard qui fait référence aux principaux liquides internes constitue le véritable milieu de vie des cellules de l'organisme, il est composé du plasma, de la lymphe et du liquide interstitiel. Il est défini par le liquide dont les cellules de l'organisme baignent (liquide extracellulaire), et il est séparé du milieu extérieur par la peau

Il est en contact direct avec les cellules de l'organisme, sa composition doit permettre à chaque cellule de prélever les éléments qui lui sont nécessaires. De même, c'est dans le milieu intérieur que sont éliminés les déchets de l'activité cellulaire, déchets qui sont apportés aux sites d'élimination.

L'équilibre du milieu intérieur est une composante majeure de l'homéostasie.

L'homéostasie : (homoios: **semblable**; stasis: **stable**) est l'état d'équilibre du milieu intérieur qui résulte de l'interaction constante des nombreux mécanismes de régulation de l'organisme, Il ne s'agit pas d'un état statique, mais d'un état d'équilibre dynamique dans lequel les conditions physiologiques du milieu intérieur peuvent varier.

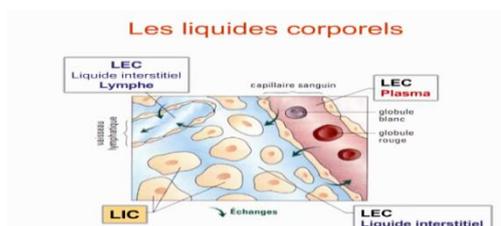
III/Compositions des liquides corporels :

1/ L'eau : c'est le composant le plus abondant dans notre organisme, chez une personne qui pèse 70 kg, l'eau représente 60% de son poids

totale, le contenu d'eau varié d'une personne à l'autre selon l'âge, le sexe, la maigreur ou l'obésité de la personne

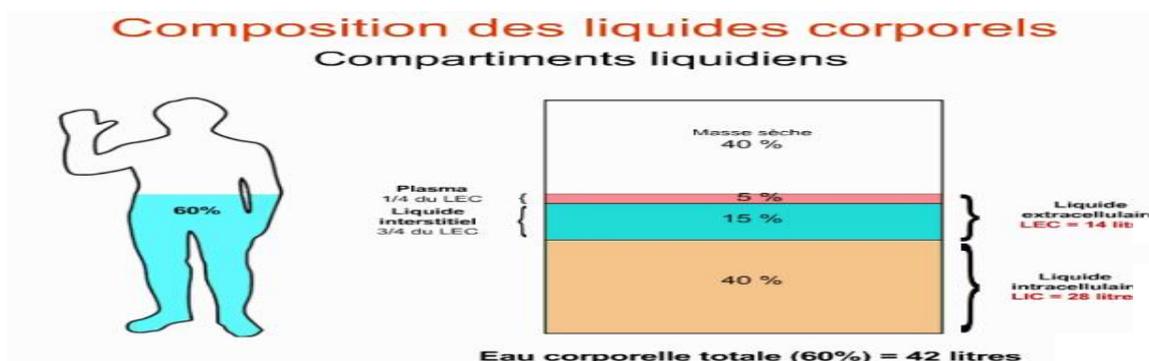


Cette eau est répartie en deux compartiments liquidiens : le compartiment intracellulaire et le compartiment extracellulaire (plasma, lymphe et le liquide interstitiel)



Le pourcentage de répartition de l'eau (60%) dans les différents compartiments est le suivant :

- 40% dans le compartiment intracellulaire soit les 2/3
- 20% dans le compartiment extracellulaire soit 1/3 dont 15% dans le milieu interstitiel et 5% dans le plasma



Mesure des volumes liquidiens :

On peut mesurer les volumes liquidiens par plusieurs méthodes comme la méthode de dilution, l'impédancemétrie

Dans la méthode de dilution : la mesure des volumes liquidiens est indirecte par la dilution d'une quantité connue d'un marqueur

Le volume liquidien = la quantité du marqueur / la concentration du marqueur

Un marqueur en question doit posséder les propriétés suivantes :

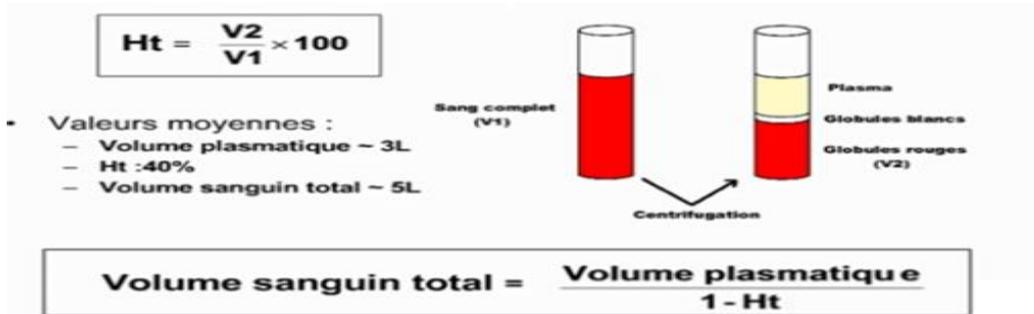
- 1/ distribution homogène dans le compartiment d'intérêt
- 2/ pas de diffusion dans les autres compartiments
- 3/ pas de métabolisme ou de synthèse
- 4/ pas de toxicité
- 5/ son dosage est rapide, facile et reproductible



On peut mesurer les volumes liquidiens de l'eau corporelle totale, liquide extracellulaire et le liquide plasmatiques par des marqueurs spécifiques pour chaque compartiment, et déduire le volume du liquide intracellulaire et du liquide interstitiel par calcul

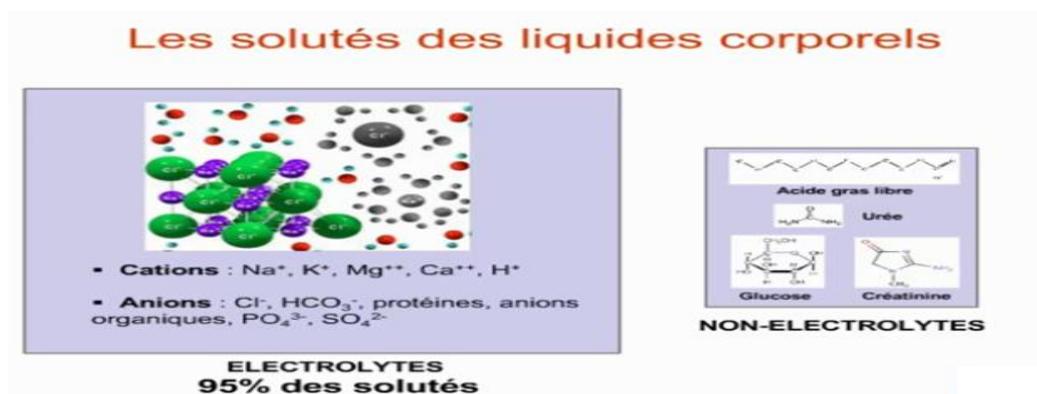
	Compartiments	Marqueurs non isotopiques	Marqueurs isotopiques
Mesurés	Eau corporelle totale ECT	Ethanol Urée	Eau tritiée ^3HO
	Liquide extracellulaire LEC	Inuline Mannitol	Sodium 24 Chlore 36
	Liquide plasmatique	Bleu Evans	Albumine marquée ^{125}I ou ^{131}I
Calculés	Liquide intracellulaire = ECT - LEC		
	Liquide interstitiel = LEC - liquide plasmatique		

On peut aussi mesurer le volume sanguin total à partir du volume plasmatique mesuré précédemment et de l'hématocrite qui est le volume de globule rouge dans le sang par rapport au volume de sang total exprimé en pourcentage



2/ Les solutés des liquides corporels :

On a deux types de solutés : **les électrolytes** (95% des solutés) qui sont les particules qui subissent une ionisation dans les liquides et **les non électrolytes**



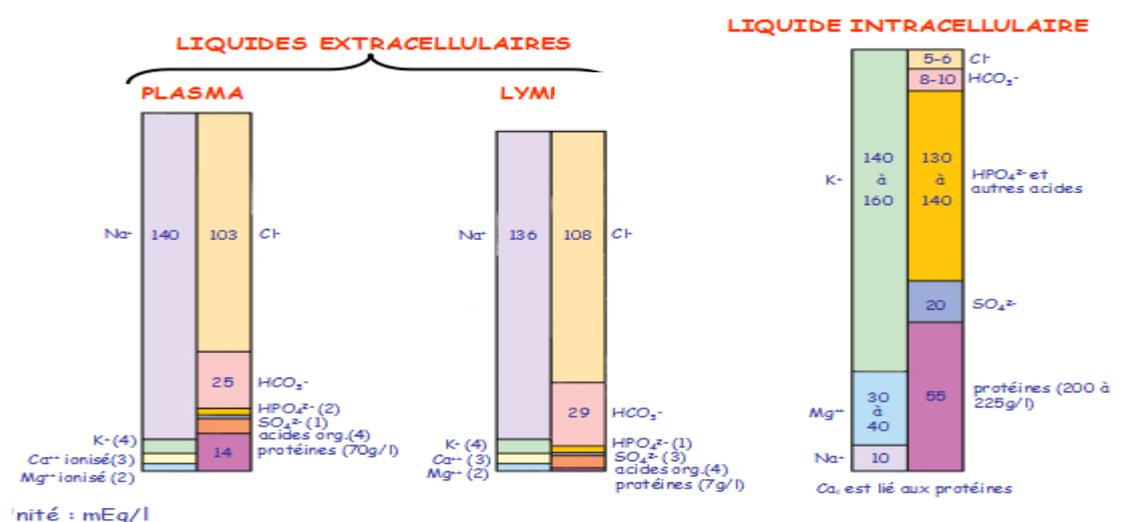
- Une quantité donnée de soluté dissoute dans un volume donné de l'eau représente la concentration qui peut être exprimé par différentes unités
Les unités de concentration utilisés en physiologie :
 - 1* Concentration pondérale** : en g/l de solution (ex : 1g de glucose /l)
 - 2* Concentration molaire** : en mole/l (1mole = 6,02* 10²³ molécules) ex 1 mole de glucose /l, 1 mole de Na Cl /l
 - 3* Concentration osmolaire** : mesure le nombre de particules dissociées et non dissociées dans un liquide, exprimée en osmol /l (1 osmol = 6,02 * 10²³ particules) ex : 1 mole de glucose /l c'est l'équivalent de 1 osmol /l alors que 1mole de Na Cl /L c'est l'équivalent de 2 osmol / l
 - 4* Concentration ionique** : en Eq /l, pour déterminer le nombre de charge électriques dans une solution (1 Eq = 6,02 * 10²³ charges électriques) ex : 1 mole de glucose c'est l'équivalent de 0 Eq /l, 1 mole de

Na Cl /l c'est l'équivalent de 2 Eq /l, 1 mole de Ca Cl₂ c'est l'équivalent de 4 Eq/l

En pratique on utilise le mg/l, mmol/l, mosmol/l, mEq/l

NB : bien que toutes les molécules et les solutés contribuent à l'activité osmotique d'un liquide, la puissance osmotique des électrolytes est beaucoup plus grande que les molécules qui ne s'ionisent pas car chaque électrolyte se dissocie au moins en deux ions (ex : une molécule de glucose ne se dissocie pas dans l'eau mais une molécule de Na Cl dissocie en deux ions Na⁺ et Cl⁻)

Composition ioniques des compartiments liquidiens :



1/La composition ionique du plasma et du liquide interstitiel est presque identique sauf que le plasma contient environ 70 g de protéines/l contre 7g dans le liquide interstitiel (presque nul) et que le plasma contient plus de Na⁺ et moins de Cl⁻ et de HCO₃⁻ cette répartition est due à l'équilibre de

Gibbs-Donnan : la présence des protéines dans le plasma qui sont chargées négativement va attirer les ions avec une charge positive et repousser les ions avec une charge négative, l'osmolarité (le nombre de mosmol/l de solutés) est légèrement augmentée dans le plasma par rapport au liquide interstitiel

2/ Les ions les plus abondants dans le liquide intracellulaire sont le potassium, phosphore et les protéines, l'osmolarité du liquide intracellulaire est légèrement plus élevée de celle du liquide extracellulaire à cause de la concentration plus élevée en protéines



La notion d'osmolarité et de la tonicité :

-L'**osmolarité** c'est le nombre d'osmoles / litre, l'osmolalité c'est le nombre d'osmoles / kg

NB : l'osmolarité plasmatique dépend principalement de la natrémie (qui représente presque la moitié du nombre d'osmoles totale dans le plasma (140 mmol/l) donc si on veut calculer rapidement l'osmolarité plasmatique il suffit de doubler la valeur de la natrémie (280 mosmol/l)

-Si on tient en compte les non électrolytes

L'osmolarité plasmatique = $2 (\text{Na}^+) + (\text{glucose}) + (\text{urée}) = 290 \text{ mosmol/l}$

-Si on compare deux solutions on aura 1 des 3 situations suivantes :

*Les deux solutions sont **iso-osmotique** : càd qu'elles contiennent le même nombre d'osmoles /l

*une solution est **hyperosmolaire** par rapport à l'autre : càd qu'elle contient plus d'osmoles/l

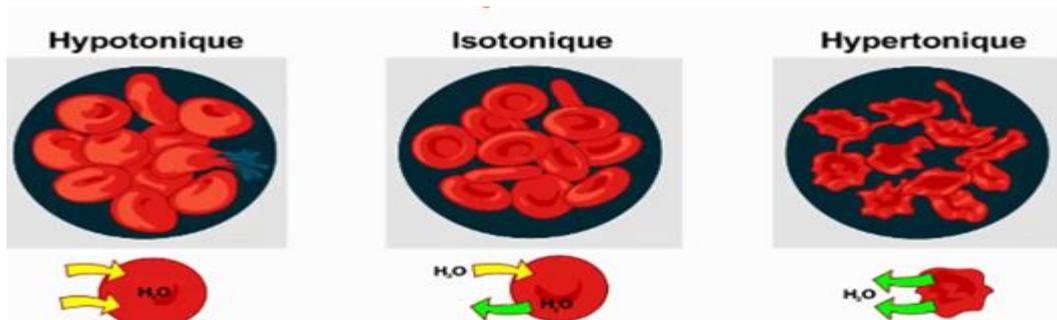
* une solution **hypo-osmolaire** par rapport à l'autre : càd qu'elle contient moins d'osmoles /l

- **la tonicité** : c'est l'effet de l'osmolarité d'une solution sur le volume cellulaire

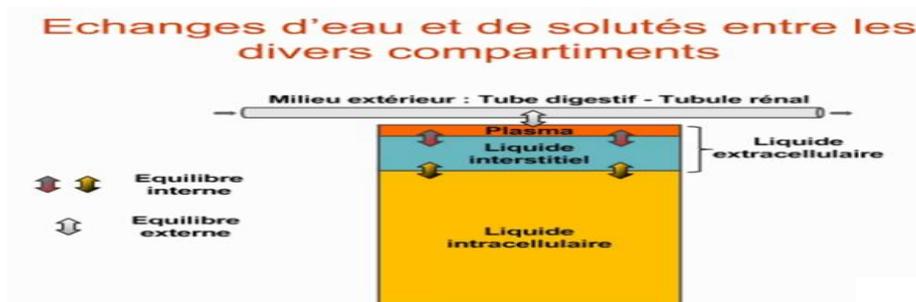
*si on met une cellule dans une solution isotonique il y'aura pas de changement de l'état d'hydratation de la cellule

*si on met une cellule dans une solution hypertonique il y'aura déplacement de l'eau de la cellule vers la solution et on aura donc une déshydratation de la cellule

* si on met une cellule dans une solution hypotonique il y'aura un déplacement de l'eau de la solution vers la cellule ce qui provoque un gonflement de la cellule (hyperhydratation) puis son éclatement



Echanges entre les compartiments



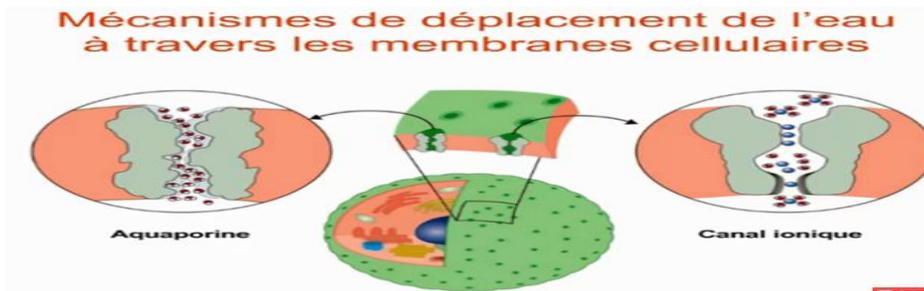
- Le liquide plasmatique est en contact avec le milieu extérieur à travers la peau, le tube digestif, les poumons et les reins. L'échange des substances entre les compartiments liquidiens se fait par osmose, diffusion et filtration à travers l'endothélium ; et le transport actif.

A- Mouvement de l'eau

A.1. Entre le compartiment intra et extra cellulaire (au travers la membrane plasmique)

1. la pression Osmotique : osmose = diffusion de l'eau est soumise à un transport passif à travers les membranes semi-perméables, elle passe librement entre les compartiments et sa distribution est déterminée par le contenu osmotique de ces compartiments, (contre le gradient de la

pression osmotique= de la solution la moins concentrée (hypotonique) vers la solution la plus concentrée (hypertonique).



A.2. Entre Compartiment vasculaire (plasma) et interstitiel (au travers l'endothélium) En plus la pression osmotique, les mouvements de l'eau sont régis par deux autres pressions qui sont :

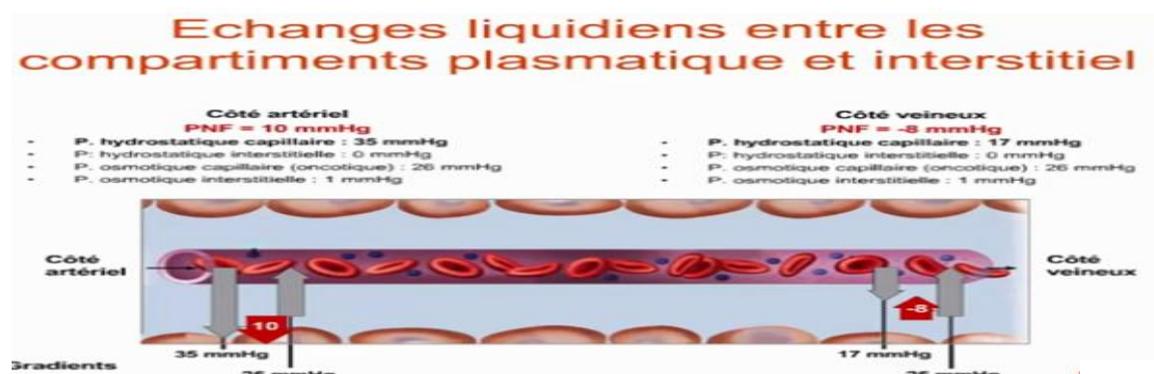
2. La pression hydrostatique : est une pression mécanique due à l'éjection du sang par le cœur elle favorise la filtration.

3. La pression oncotique plasmatique : est une pression due à la présence des protéines non diffusable dans le plasma, elle favorise la réabsorption.

-Dans la première moitié du capillaire (pôle artériel)

La P Hydrostatique > P oncotique, ce qui provoque une sortie d'eau et de substances dissoutes du plasma vers le liquide interstitiel (phénomène de filtration).

-Dans la 2ème moitié du capillaire (pôle veineux) la P oncotique > P Hydrostatique ce qui provoque retour d'eau et de soluté vers le plasma (phénomène de réabsorption).



- Le flux transcapillaire est obéit à La loi de Starling

Hypothèse de Starling : $Q_f = k_f [(P_c + \pi_i) - (P_i + \pi_c)]$

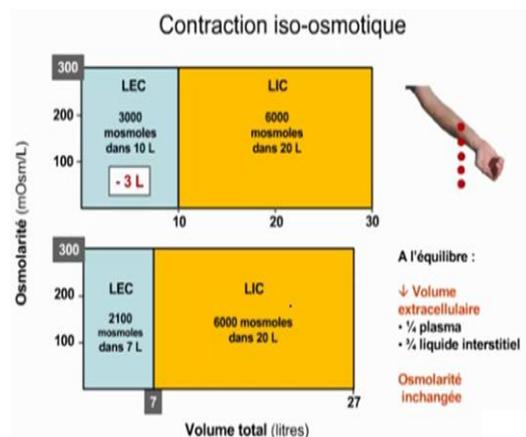
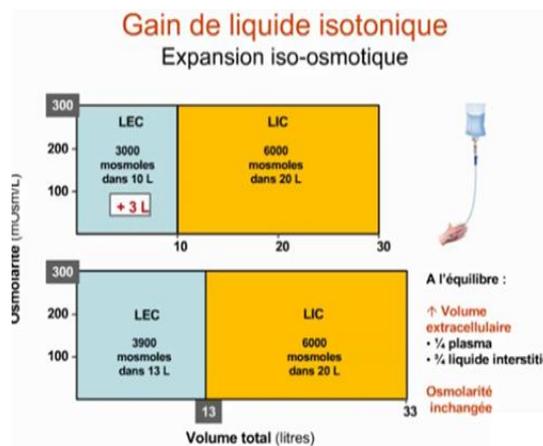
Q_f : flux transcapillaire	k_f : coefficient d'ultrafiltration
P_c : P. hydrostatique capillaire	π_c : P. oncotique capillaire
P_i : P. hydrostatique interstitielle	π_i : P. oncotique interstitielle

Voici des exemples qui expliquent mieux les échanges d'eau entre les compartiments

1/En situation normale l'osmolarité est presque la même dans tous les compartiments, le volume dans le compartiment intracellulaire est le double de celle du compartiment extracellulaire

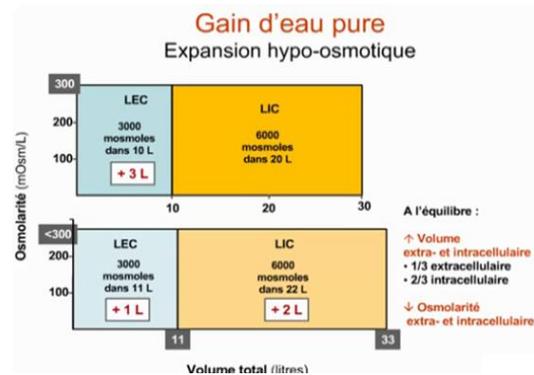
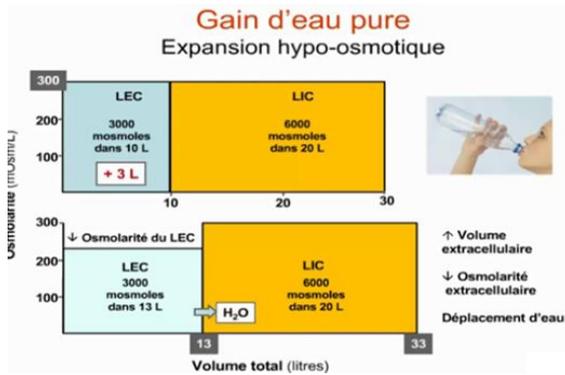


2/ Si on aura un gain (perfusion d'un sérum isotonique) ou une perte de liquide isotonique (diarrhée sévère), il y'aura pas un mouvement d'eau entre les deux compartiments ni un changement de l'osmolarité mais il y'aura une augmentation ou une diminution du volume extracellulaire

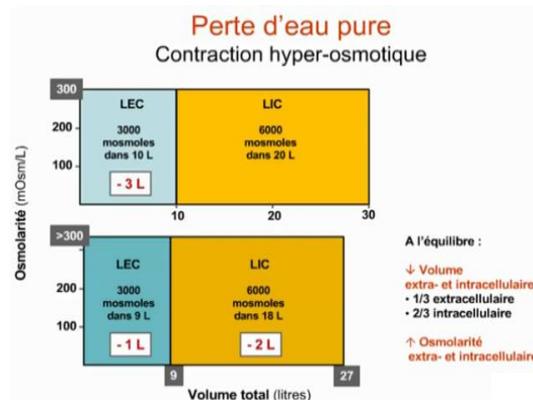
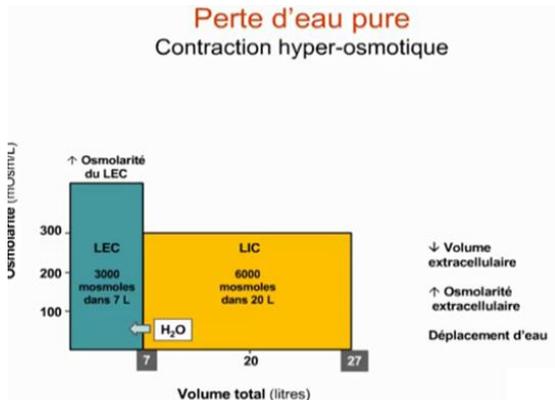


3/Au cas d'un gain d'eau pure il y'aura une augmentation du volume extracellulaire, une diminution de l'osmolarité extracellulaire et un passage d'eau du compartiment extracellulaire vers le compartiment intracellulaire pour atteindre un état d'équilibre dont on a une

augmentation des deux volumes intra et extracellulaire et une diminution de l'osmolarité dans les deux compartiments



Dans le cas où il y'aura une perte d'eau pure (diabète insipide) on aura donc une diminution du volume extracellulaire, une augmentation de l'osmolarité extracellulaire et un passage d'eau vers le milieu intracellulaire pour donner un équilibre osmotique dont on aura une diminution des volumes des deux compartiments et une augmentation de l'osmolarité dans les deux compartiments



B-Mouvement des électrolytes :

B.1. Transport passifs par diffusion : Les ions diffusent en fonction du gradient chimique ou électrique. La diffusion simple se fait à travers la membrane plasmique pour les gaz du sang et quelques molécules. La diffusion des ions se fait à travers des canaux ioniques sélectifs. La diffusion facilitée utilise des transporteurs membranaires.

B.2. Transport actifs (primaire et secondaire) : Transferts contre les gradients de concentration ou électrique par des pompes ioniques ATPasiques qui maintiennent des concentrations hydro électrolytiques

différentes entre les 02 milieux intérieur et extérieur. Ces pompes utilisent l'énergie libérée par l'hydrolyse de l'ATP (Transport actifs primaire).

Bilan hydrique (balance hydrique) : il doit être nul pour assurer une homéostasie c'ad il faut que les entrées soit égaux au sorties, cette condition est soumise à plusieurs mécanismes de régulation dans le chef d'orchestre c'est le rein

L'EAU : bilan Entrée/Sortie

- **Entrées :**
 - boissons et alimentation = 2000 ml / 24h
 - eau endogène issue de l'oxydation des glucides/lipides/protides = 300 ml / 24h
- **Sorties :**
 - digestive (féces), pulmonaire (vapeur d'eau expirée), cutanée (perspiration, sudation)
 - rénale (diurèse) : ajustable (phénomène de concentration ou dilution des urines), de façon à obtenir un bilan hydrique nul, assurant une osmolalité plasmatique constante

- Un déséquilibre dans l'homéostasie hydrique peut donner plusieurs situations pathologiques comme les lymphoédèmes causés par une obstruction des vaisseaux lymphatique qui va augmenter la pression hydrostatique est donc favoriser le passage d'eau vers le liquide interstitiel



Lymphoédème

Conclusion L'eau est le principale composant de notre organisme, elle est réparti en différentes compartiments qui ont la même osmolarité cette dernière est maintenue stable pour prévenir le gonflement et l'éclatement des cellules et aussi la déshydratation

Dr benadjrouda, spécialiste en physiologie clinique.

Année universitaire : 2024 – 2025.