



Déclic

MILIEU INTÉRIEUR

Liquides corporels · Compartiments · Électrolytes

PARCOURS : Préparation EIDE

AUTEUR : Anaïs – Daranjo - IDE

DATE : Juin 2026

Chapitre 2 — Milieu intérieur, liquides corporels et compartiments

- Objectifs du chapitre

À la fin de ce chapitre, tu dois être capable de :

- définir l'eau corporelle totale ;
- comprendre pourquoi l'eau est indispensable au fonctionnement du corps humain ;
- expliquer les variations de quantité d'eau selon l'âge, le sexe et la masse grasse ;
- distinguer eau intracellulaire et eau extracellulaire ;
- différencier les grands compartiments hydriques : intracellulaire, interstitiel, plasma, lymphes et liquides transcellulaires ;
- comprendre les échanges entre compartiments ;
- expliquer la diffusion, l'osmose et la filtration ;
- différencier pression hydrostatique et pression oncotique ;
- définir l'osmolarité et la tonicité ;
- comprendre les effets des solutions hypotoniques, isotoniques et hypertoniques sur les cellules ;
- connaître les principaux électrolytes : sodium, potassium, calcium, magnésium, chlore et bicarbonates ;
- faire le lien entre eau, électrolytes, système nerveux, muscles, cœur, reins, œdèmes, déshydratation et troubles hydro-électrolytiques.

Introduction générale

Le corps humain est composé majoritairement d'eau.

Cette eau n'est pas répartie au hasard. Elle est organisée en compartiments, séparés par des membranes biologiques.

Les cellules vivent dans un environnement liquide. Elles doivent recevoir de l'eau, des ions, du glucose, de l'oxygène, des nutriments et des messages hormonaux. Elles doivent aussi éliminer leurs déchets.

Le maintien de la composition des liquides corporels est donc une condition essentielle de la vie.

Le corps doit contrôler en permanence :

- la quantité totale d'eau ;
- la répartition de l'eau entre les compartiments ;
- la concentration en sodium ;
- la concentration en potassium ;
- la concentration en calcium ;
- le pH ;
- l'osmolarité ;
- la pression artérielle ;
- la volémie ;
- l'élimination rénale.

Ce chapitre est fondamental, car il permet de comprendre ensuite :

- la déshydratation ;
- l'hyperhydratation ;
- les œdèmes ;
- les hyponatrémies ;
- les hypernatrémies ;
- les troubles du potassium ;
- les troubles du calcium ;
- les perfusions ;
- les bilans ioniques ;
- l'insuffisance rénale ;
- l'insuffisance cardiaque ;
- l'équilibre acido-basique.

2.1. Eau corporelle

- Définition de l'eau corporelle

L'eau corporelle correspond à toute l'eau contenue dans l'organisme.

Elle est présente :

- dans les cellules ;
- entre les cellules ;
- dans le plasma sanguin ;

- dans la lymphe ;
- dans le liquide céphalorachidien ;
- dans les liquides digestifs ;
- dans les cavités séreuses ;
- dans l'urine en formation ;
- dans les sécrétions.

L'eau est indispensable car elle sert de milieu aux réactions chimiques du vivant.

Sans eau, les enzymes, les cellules, les transports membranaires, la circulation sanguine et les échanges ne peuvent pas fonctionner correctement.

- Rôles de l'eau dans l'organisme

L'eau assure de nombreux rôles physiologiques.

Rôle	Explication
Solvant	dissout les ions, nutriments, déchets et molécules biologiques
Transport	permet le transport dans le sang, la lymphe et les liquides interstitiels
Réactions chimiques	participe aux réactions métaboliques
Thermorégulation	permet la sudation et la répartition de la chaleur
Lubrification	présente dans les articulations, muqueuses, sécrétions
Protection	amortit certains chocs, notamment dans le liquide céphalorachidien
Volume sanguin	participe à la volémie et à la pression artérielle
Échanges cellulaires	permet les échanges entre sang, tissus et cellules

L'eau n'est donc pas seulement une "quantité" à boire. C'est un élément central du fonctionnement physiologique.

- Pourcentage d'eau dans le corps

Chez l'adulte, l'eau représente en moyenne environ 50 à 60 % du poids corporel.

Cette proportion varie selon plusieurs facteurs :

- âge ;
- sexe biologique ;
- masse musculaire ;
- masse grasse ;
- état d'hydratation ;
- grossesse ;
- pathologies ;
- état nutritionnel.

Repères généraux :

Situation	Pourcentage approximatif d'eau corporelle
Nouveau-né	environ 70 à 75 %
Enfant	environ 60 à 70 %
Homme adulte	environ 60 %
Femme adulte	environ 50 à 55 %
Personne âgée	souvent 45 à 55 %

Ces valeurs sont des ordres de grandeur. Elles varient selon les individus.

- Variations selon l'âge

Le nouveau-né contient proportionnellement plus d'eau que l'adulte.

Cela explique pourquoi il est plus vulnérable à la déshydratation.

Avec l'âge, la proportion d'eau diminue.

Chez la personne âgée, plusieurs facteurs augmentent le risque de déséquilibre hydrique :

- diminution de la sensation de soif ;
- diminution de la fonction rénale ;
- diminution de la masse musculaire ;
- augmentation relative de la masse grasse ;
- traitements diurétiques ou autres médicaments ;
- dépendance pour boire ;
- troubles cognitifs ;
- fièvre ou infection ;

- troubles digestifs.

Une perte d'eau peut donc avoir des conséquences plus rapides chez les âges extrêmes de la vie.

- Variations selon le sexe biologique

En moyenne, les hommes adultes ont une proportion d'eau corporelle légèrement plus élevée que les femmes adultes.

Cela s'explique principalement par la composition corporelle.

La masse musculaire contient beaucoup d'eau.

La masse grasse contient moins d'eau.

Comme les femmes ont en moyenne une proportion de masse grasse plus élevée que les hommes, leur pourcentage d'eau corporelle totale est souvent un peu plus bas.

Ce n'est pas une règle individuelle absolue : une personne très musclée aura généralement plus d'eau corporelle qu'une personne ayant une masse grasse importante, quel que soit le sexe.

- Variations selon la masse grasse

Le muscle est riche en eau.

Le tissu adipeux est pauvre en eau.

Donc :

- plus la masse musculaire est importante, plus la proportion d'eau corporelle est élevée ;
- plus la masse grasse est importante, plus la proportion d'eau corporelle est basse.

Cela influence la répartition de certains médicaments, la tolérance à la déshydratation et l'évaluation de l'état hydrique.

- Eau intracellulaire

L'eau intracellulaire correspond à l'eau située à l'intérieur des cellules.

Elle représente environ deux tiers de l'eau corporelle totale.

C'est le plus grand compartiment hydrique de l'organisme.

Elle permet :

- les réactions enzymatiques ;
- la production d'énergie ;
- la synthèse des protéines ;
- les échanges ioniques ;
- le fonctionnement des organites ;
- l'équilibre du volume cellulaire.

Le liquide intracellulaire est riche en potassium, magnésium, phosphates et protéines.

- Eau extracellulaire

L'eau extracellulaire correspond à l'eau située à l'extérieur des cellules.

Elle représente environ un tiers de l'eau corporelle totale.

Elle comprend :

- le liquide interstitiel ;
- le plasma ;
- la lymphe ;
- les liquides transcellulaires.

Le liquide extracellulaire est riche en sodium, chlore et bicarbonates.

Il sert d'interface entre le sang et les cellules.

Les cellules ne sont pas directement nourries par le sang : elles échangent avec le liquide interstitiel, lui-même en contact avec les capillaires sanguins.

- Exemple chiffré simple

Chez un adulte de 70 kg, on peut estimer approximativement :

- eau corporelle totale : environ 42 litres ;
- eau intracellulaire : environ 28 litres ;
- eau extracellulaire : environ 14 litres ;
- liquide interstitiel : environ 10 à 11 litres ;
- plasma : environ 3 litres.

Ces chiffres ne sont pas à apprendre comme des valeurs strictes, mais ils aident à visualiser les proportions.

À retenir :

Environ deux tiers de l'eau est dans les cellules.
Environ un tiers de l'eau est hors des cellules.

- Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma en camembert de l'eau corporelle totale : 2/3 intracellulaire, 1/3 extracellulaire, puis division du compartiment extracellulaire en liquide interstitiel, plasma, lymphe et liquides transcellulaires.

2.2. Compartiments hydriques

- Définition d'un compartiment hydrique

Un compartiment hydrique est un espace du corps contenant un liquide avec une composition particulière.

Les compartiments sont séparés par des membranes :

- membrane plasmique entre liquide intracellulaire et extracellulaire ;
- paroi capillaire entre plasma et liquide interstitiel ;
- membranes épithéliales pour certains liquides transcellulaires.

Chaque compartiment possède une composition différente en eau, ions, protéines et molécules dissoutes.

Le corps régule les échanges entre ces compartiments pour maintenir l'équilibre.

Liquide intracellulaire

- Définition

Le liquide intracellulaire est le liquide situé à l'intérieur des cellules.

Il représente la plus grande partie de l'eau corporelle.

Il est séparé du liquide extracellulaire par la membrane plasmique.

La membrane plasmique contrôle les échanges entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.

- Composition du liquide intracellulaire

Le liquide intracellulaire est riche en :

- potassium ;
- magnésium ;
- phosphates ;
- protéines ;
- enzymes ;
- métabolites ;
- molécules nécessaires au fonctionnement cellulaire.

Il contient peu de sodium par rapport au liquide extracellulaire.

Cette différence de composition est maintenue notamment par la pompe sodium-potassium ATPase.

- Rôle du liquide intracellulaire

Le liquide intracellulaire permet :

- le métabolisme cellulaire ;
- la production d'ATP ;
- les réactions enzymatiques ;
- la transmission de signaux intracellulaires ;
- la synthèse protéique ;
- l'équilibre du volume cellulaire ;
- l'activité électrique de certaines cellules.

Les neurones, les cellules musculaires et les cellules cardiaques dépendent fortement des gradients ioniques entre milieu intra et extracellulaire.

Liquide interstitiel

- Définition

Le liquide interstitiel est le liquide situé entre les cellules.

Il appartient au compartiment extracellulaire.

Il baigne les cellules et permet les échanges entre le sang et les tissus.

C'est le liquide immédiat de l'environnement cellulaire.

Les cellules prélèvent dans le liquide interstitiel :

- oxygène ;
- glucose ;
- ions ;
- nutriments ;
- hormones.

Elles y rejettent :

- CO₂ ;
- déchets métaboliques ;
- chaleur ;
- molécules de signalisation.

- Rôle du liquide interstitiel

Le liquide interstitiel sert d'intermédiaire entre plasma et cellules.

Le plasma sanguin ne touche pas directement la majorité des cellules.

Les échanges se font selon le trajet :

plasma paroi capillaire liquide interstitiel membrane cellulaire cellule

Puis, dans l'autre sens :

cellule liquide interstitiel capillaire sanguin ou lymphatique

- Liquide interstitiel et œdème

Un œdème correspond à une accumulation excessive de liquide dans le compartiment interstitiel.

Les causes générales peuvent être :

- augmentation de la pression hydrostatique capillaire ;
- diminution de la pression oncotique plasmatique ;
- augmentation de la perméabilité capillaire ;
- obstruction lymphatique ;
- rétention hydrosodée.

L'œdème est donc un trouble de répartition des liquides.

Plasma

- Définition

Le plasma est la partie liquide du sang.

Il appartient au compartiment extracellulaire.

Il contient :

- eau ;
- protéines plasmatiques ;
- ions ;
- glucose ;
- acides aminés ;
- lipides transportés ;
- hormones ;
- déchets ;
- facteurs de coagulation.

Le plasma circule dans les vaisseaux sanguins.

- Protéines plasmatiques

Les protéines plasmatiques sont importantes car elles restent majoritairement dans le compartiment vasculaire.

Les principales sont :

- albumine ;
- globulines ;
- fibrinogène ;
- facteurs de coagulation.

L'albumine joue un rôle majeur dans la pression oncotique.

La pression oncotique attire l'eau vers le compartiment vasculaire.

Si l'albumine baisse, l'eau reste moins bien dans les vaisseaux et peut passer vers les tissus, favorisant les œdèmes.

- Plasma et volémie

La volémie correspond au volume sanguin circulant.

Le plasma participe directement à la volémie.

Une baisse du volume plasmatique peut entraîner :

- hypotension ;
- tachycardie ;
- malaise ;
- hypoperfusion des organes ;
- insuffisance rénale fonctionnelle si sévère.

Une augmentation excessive du volume plasmatique peut favoriser :

- hypertension ;
- œdèmes ;
- surcharge cardiaque ;
- œdème pulmonaire chez certains patients.

Lymphhe

- Définition

La lymphhe est un liquide dérivé du liquide interstitiel.

Elle circule dans les vaisseaux lymphatiques.

Elle contient :

- eau ;
- ions ;
- protéines ;
- cellules immunitaires ;
- débris ;
- antigènes ;
- lipides absorbés dans l'intestin.

La lymphhe retourne progressivement vers la circulation veineuse.

- Rôle de la lymphhe

La lymphhe permet :

- drainage de l'excès de liquide interstitiel ;
- retour de certaines protéines vers le sang ;
- transport des lipides intestinaux ;
- surveillance immunitaire ;
- passage par les ganglions lymphatiques.

Si la circulation lymphatique est bloquée ou insuffisante, un lymphœdème peut apparaître.

Liquides transcellulaires

- Définition

Les liquides transcellulaires sont des liquides spécialisés, produits par des cellules épithéliales et situés dans des cavités ou espaces particuliers.

Ils représentent une petite partie de l'eau corporelle totale, mais ils ont des rôles importants.

Exemples :

- liquide céphalorachidien ;
- liquide synovial ;
- liquide pleural ;
- liquide péricardique ;
- liquide péritonéal ;
- humeur aqueuse de l'œil ;
- sécrétions digestives ;
- bile ;
- urine en formation ;
- liquide amniotique pendant la grossesse.

- Rôle des liquides transcellulaires

Liquide	Rôle
Liquide céphalorachidien	protège le cerveau et la moelle
Liquide synovial	lubrifie les articulations

Liquide	Rôle
Liquide pleural	permet le glissement des poumons
Liquide péricardique	limite les frottements du cœur
Liquide péritonéal	facilite le glissement des viscères
Humeur aqueuse	participe à la pression intraoculaire
Liquides digestifs	digestion et absorption

Même si leur volume est faible, une accumulation anormale peut être pathologique.

Exemples :

- épanchement pleural ;
- ascite ;
- épanchement péricardique ;
- hydrocéphalie ;
- épanchement articulaire.
- Tableau récapitulatif des compartiments

Compartiment	Localisation	Rôle principal
Liquide intracellulaire	intérieur des cellules	métabolisme cellulaire
Liquide interstitiel	entre les cellules	échanges cellules/plasma
Plasma	dans les vaisseaux sanguins	transport, volémie
Lymphes	vaisseaux lymphatiques	drainage, immunité
Liquides transcellulaires	cavités spécialisées	protection, lubrification, fonctions locales

- Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma montrant un capillaire sanguin, du liquide interstitiel autour des cellules, un capillaire lymphatique et le retour vers la circulation veineuse.

2.3. Échanges entre compartiments

Les compartiments hydriques ne sont pas fixes.

L'eau et les solutés passent continuellement d'un compartiment à l'autre.

Ces échanges se font par plusieurs mécanismes :

- diffusion ;
- osmose ;
- filtration ;
- transport membranaire ;
- pression hydrostatique ;
- pression oncotique.

Ces mécanismes déterminent la répartition de l'eau, des ions et des molécules dans le corps.

Diffusion

- Définition

La diffusion est le déplacement spontané d'une substance d'une zone où elle est très concentrée vers une zone où elle est moins concentrée.

Elle suit un gradient de concentration.

La diffusion ne nécessite pas directement d'énergie.

Exemple simple :

Si une molécule est très concentrée d'un côté d'une membrane et peu concentrée de l'autre, elle tend à se déplacer vers le côté le moins concentré si la membrane lui est perméable.

- Exemples physiologiques de diffusion

Exemples :

- l'oxygène diffuse des alvéoles vers le sang ;
- le CO₂ diffuse du sang vers les alvéoles ;
- certaines molécules diffusent entre plasma et liquide interstitiel ;
- des ions peuvent diffuser à travers certains canaux membranaires ;
- des molécules liposolubles peuvent traverser certaines membranes plus facilement.

- Facteurs influençant la diffusion

La diffusion dépend de plusieurs facteurs :

- différence de concentration ;
- perméabilité de la membrane ;
- surface d'échange ;
- distance à parcourir ;
- taille de la molécule ;
- solubilité de la molécule ;
- température.

Exemple :

Les alvéoles pulmonaires sont adaptées à la diffusion car elles ont une grande surface, une paroi très fine et une riche vascularisation.

Osmose

- Définition

L'osmose est le déplacement de l'eau à travers une membrane semi-perméable.

L'eau se déplace vers le compartiment où la concentration en particules dissoutes est la plus élevée.

Autrement dit :

L'eau va vers le compartiment le plus concentré.

La membrane laisse passer l'eau, mais pas forcément tous les solutés.

- Osmose et cellules

Les cellules sont entourées par une membrane plasmique.

Cette membrane est perméable à l'eau, notamment grâce à des canaux appelés aquaporines.

Si le milieu extracellulaire devient plus concentré que l'intérieur de la cellule, l'eau sort de la cellule.

La cellule se rétracte.

Si le milieu extracellulaire devient moins concentré que l'intérieur de la cellule, l'eau entre dans la cellule.

La cellule gonfle.

- Importance de l'osmose

L'osmose est essentielle pour comprendre :

- l'équilibre hydrique ;
- les mouvements d'eau ;
- les œdèmes cellulaires ;
- la déshydratation cellulaire ;
- les effets des perfusions ;
- les hyponatrémies ;
- les hypernatrémies ;
- les troubles neurologiques liés à l'eau.

Le cerveau est particulièrement sensible aux mouvements d'eau, car il est enfermé dans la boîte crânienne.

Un gonflement des cellules cérébrales peut augmenter la pression intracrânienne.

Filtration

- Définition

La filtration est le passage d'eau et de petites molécules à travers une membrane sous l'effet d'une pression.

Elle dépend surtout de la pression hydrostatique.

La filtration se produit notamment dans :

- les capillaires sanguins ;
- les glomérules rénaux.

- Filtration capillaire

Dans les capillaires, la pression sanguine pousse une partie du plasma vers le liquide interstitiel.

Cette sortie de liquide permet d'apporter aux tissus :

- eau ;
- nutriments ;
- oxygène ;
- petites molécules.

Une partie du liquide revient ensuite vers le capillaire ou est récupérée par le système lymphatique.

- Filtration glomérulaire

Dans les reins, la filtration glomérulaire permet de produire l'urine primitive.

Le plasma est filtré à travers la barrière glomérulaire.

Cette filtration laisse passer :

- eau ;
- ions ;
- glucose ;
- urée ;
- créatinine ;
- petites molécules.

Elle retient normalement :

- cellules sanguines ;
- grosses protéines.

La filtration glomérulaire est la première étape de la formation de l'urine.

Pression hydrostatique

- Définition

La pression hydrostatique est la pression exercée par un liquide sur une paroi.

Dans les capillaires sanguins, elle pousse l'eau vers l'extérieur du vaisseau.

Elle favorise donc la filtration.

Exemple :

La pression sanguine dans un capillaire pousse une partie du liquide plasmatique vers le liquide interstitiel.

- Pression hydrostatique et œdèmes

Si la pression hydrostatique augmente, davantage de liquide sort des capillaires vers les tissus.

Cela peut provoquer des œdèmes.

Causes possibles d'augmentation de pression hydrostatique :

- insuffisance cardiaque ;
- obstruction veineuse ;
- thrombose veineuse ;
- station debout prolongée ;
- insuffisance veineuse ;
- surcharge hydrosodée.

Exemple :

Dans l'insuffisance cardiaque, le sang peut stagner en amont du cœur. Cela augmente la pression veineuse et capillaire, favorisant les œdèmes.

Pression oncotique

- Définition

La pression oncotique est une pression osmotique liée aux protéines, surtout l'albumine, présentes dans le plasma.

Les protéines plasmatiques attirent l'eau vers l'intérieur des capillaires.

La pression oncotique s'oppose donc en partie à la filtration.

Elle favorise le maintien de l'eau dans le compartiment vasculaire.

- Pression oncotique et albumine

L'albumine est la principale protéine responsable de la pression oncotique plasmatique.

Si l'albumine diminue, la pression oncotique diminue.

Le plasma retient moins bien l'eau.

L'eau passe plus facilement vers le liquide interstitiel.

Cela peut provoquer des œdèmes.

Causes possibles d'hypoalbuminémie :

- dénutrition ;
- insuffisance hépatique ;
- syndrome néphrotique ;
- inflammation chronique ;

- pertes digestives ;
- brûlures étendues.

- Équilibre entre pression hydrostatique et pression oncotique

Les mouvements d'eau au niveau capillaire dépendent surtout de l'équilibre entre :

- pression hydrostatique, qui pousse l'eau hors du capillaire ;
- pression oncotique, qui attire l'eau dans le capillaire.

Au pôle artériel du capillaire, la pression hydrostatique favorise la sortie de liquide.

Au pôle veineux, la pression oncotique favorise le retour d'une partie du liquide.

Le système lymphatique récupère l'excès restant.

- Causes générales d'œdèmes

Un œdème peut apparaître par plusieurs mécanismes.

Mécanisme	Exemple
Pression hydrostatique augmentée	insuffisance cardiaque, obstruction veineuse
Pression oncotique diminuée	hypoalbuminémie, syndrome néphrotique, cirrhose
Perméabilité capillaire augmentée	inflammation, allergie, brûlure, sepsis
Drainage lymphatique diminué	curage ganglionnaire, tumeur, lymphœdème
Rétention hydrosodée	insuffisance rénale, hyperaldostérionisme, insuffisance cardiaque

L'œdème n'a donc pas une seule cause possible.

- Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma d'un capillaire montrant pression hydrostatique qui pousse l'eau vers l'extérieur, pression oncotique qui attire l'eau vers l'intérieur, et drainage lymphatique.

2.4. Osmolarité et tonicité

- Osmolarité

L'osmolarité correspond à la concentration totale de particules dissoutes dans un litre de solution.

Ces particules peuvent être :

- ions ;
- glucose ;
- urée ;
- protéines ;
- petites molécules.

Plus il y a de particules dissoutes, plus l'osmolarité est élevée.

L'osmolarité influence les mouvements d'eau entre les compartiments.

Le sodium est le principal déterminant de l'osmolarité extracellulaire.

- Osmolarité plasmatique

L'osmolarité plasmatique dépend principalement :

- du sodium ;
- du glucose ;
- de l'urée ;
- de l'eau corporelle.

Quand l'osmolarité plasmatique augmente, cela signifie que le plasma est plus concentré.

L'eau a tendance à sortir des cellules vers le compartiment extracellulaire.

Quand l'osmolarité plasmatique diminue, le plasma est plus dilué.

L'eau a tendance à entrer dans les cellules.

- Osmorécepteurs

Les osmorécepteurs sont des capteurs sensibles à l'osmolarité.

Ils sont situés notamment dans l'hypothalamus.

Quand l'osmolarité augmente :

- la soif augmente ;
- l'ADH augmente ;

- les reins réabsorbent davantage d'eau ;
- les urines deviennent plus concentrées.

Quand l'osmolarité diminue :

- la sécrétion d'ADH diminue ;
- les reins éliminent davantage d'eau ;
- les urines deviennent plus diluées.

- Tonicité

La tonicité décrit l'effet d'une solution sur le volume des cellules.

Elle dépend des solutés qui ne traversent pas facilement la membrane cellulaire.

Une solution peut être :

- hypotonique ;
- isotonique ;
- hypertonique.

La tonicité est très importante pour comprendre les mouvements d'eau entre le liquide extracellulaire et les cellules.

Solution hypotonique

- Définition

Une solution hypotonique est moins concentrée en solutés efficaces que l'intérieur des cellules.

Dans une solution hypotonique, l'eau a tendance à entrer dans les cellules.

Conséquence :

- les cellules gonflent ;
- elles peuvent éclater si l'entrée d'eau est excessive.

- Exemple cellulaire

Si des globules rouges sont placés dans une solution très hypotonique, l'eau entre dans les cellules.

Les globules rouges gonflent.

S'ils gonflent trop, ils peuvent éclater.

Cette rupture s'appelle l'hémolyse.

- Lien clinique

Une hyponatrémie sévère peut rendre le liquide extracellulaire relativement hypotonique.

L'eau peut alors entrer dans les cellules, y compris les cellules cérébrales.

Cela peut provoquer un œdème cérébral.

Signes possibles selon la gravité :

- céphalées ;
- nausées ;
- confusion ;
- convulsions ;
- coma.

Solution isotonique

- Définition

Une solution isotonique a une tonicité proche de celle du plasma.

Elle ne provoque pas de mouvement net important d'eau vers l'intérieur ou l'extérieur des cellules.

Le volume cellulaire reste globalement stable.

- Exemple

Une solution saline à 0,9 % est globalement considérée comme isotonique par rapport au plasma.

Elle augmente surtout le compartiment extracellulaire.

Elle ne fait pas gonfler ou rétrécir fortement les cellules dans les conditions habituelles.

- Effet sur les cellules

Dans une solution isotonique :

- l'eau entre et sort en quantité équilibrée ;
- le volume cellulaire reste stable ;
- la cellule conserve sa forme générale.

Solution hypertonique

- Définition

Une solution hypertonique est plus concentrée en solutés efficaces que l'intérieur des cellules.

Dans une solution hypertonique, l'eau sort des cellules.

Conséquence :

- les cellules se déshydratent ;
- elles se rétractent ;
- leur fonctionnement peut être altéré.

- Exemple cellulaire

Si des globules rouges sont placés dans une solution hypertonique, l'eau sort des cellules.

Les globules rouges se rétractent.

On parle de crénation.

- Lien clinique

Une hypernatrémie peut rendre le liquide extracellulaire hypertonique.

L'eau sort alors des cellules.

Au niveau cérébral, cela peut provoquer une déshydratation cellulaire et des troubles neurologiques.

Signes possibles selon la gravité :

- soif intense ;
- confusion ;
- irritabilité ;
- troubles de conscience ;
- convulsions dans les formes sévères.

- Effets des solutions sur les cellules

Type de solution	Mouvement d'eau	Effet cellulaire
Hypotonique	eau entre dans la cellule	cellule gonfle
Isotonique	pas de mouvement net majeur	cellule stable
Hypertonique	eau sort de la cellule	cellule se rétracte

Phrase à retenir :

Hypotonique : la cellule gonfle.

Hypertonique : la cellule se vide.

Isotonique : la cellule reste stable.

- Osmolarité et tonicité : différence importante

L'osmolarité compte toutes les particules dissoutes.

La tonicité décrit l'effet réel d'une solution sur le volume cellulaire.

Certaines molécules traversent facilement les membranes. Elles peuvent augmenter l'osmolarité mesurée sans forcément exercer un effet tonique durable.

La tonicité dépend surtout des solutés efficaces qui restent d'un côté de la membrane.

Cette nuance est importante en physiologie et en médecine.

- Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma de trois globules rouges dans trois solutions : hypotonique = gonfle, isotonique = stable, hypertonique = se rétracte.

2.5. Électrolytes

- Définition

Les électrolytes sont des ions dissous dans les liquides corporels.

Ils portent une charge électrique.

Ils sont indispensables au fonctionnement des cellules.

Les principaux électrolytes à connaître sont :

- sodium ;
- potassium ;
- calcium ;

- magnésium ;
- chlore ;
- bicarbonates.

Les électrolytes participent à :

- équilibre hydrique ;
- potentiel de membrane ;
- conduction nerveuse ;
- contraction musculaire ;
- contraction cardiaque ;
- coagulation ;
- équilibre acido-basique ;
- pression osmotique ;
- transport cellulaire.

Sodium

- Définition

Le sodium, noté Na^+ , est le principal cation du liquide extracellulaire.

Il est le principal déterminant de l'osmolarité extracellulaire.

Cela signifie qu'il influence fortement la répartition de l'eau entre les compartiments.

- Rôles du sodium

Le sodium participe à :

- équilibre hydrique ;
- osmolarité plasmatique ;
- volume extracellulaire ;
- pression artérielle ;
- influx nerveux ;
- contraction musculaire ;
- transport de certaines molécules ;
- absorption intestinale de certains nutriments.

Le sodium est étroitement régulé par les reins, l'aldostérone, l'ADH, la soif et les apports alimentaires.

- Hyponatrémie et hypernatrémie

L'hyponatrémie correspond à une concentration de sodium trop basse dans le sang.

Elle peut entraîner un risque d'entrée d'eau dans les cellules, notamment cérébrales.

L'hypernatrémie correspond à une concentration de sodium trop élevée.

Elle peut entraîner une sortie d'eau des cellules.

Les troubles du sodium sont donc surtout des troubles de l'eau et de la tonicité.

Potassium

- Définition

Le potassium, noté K^+ , est le principal cation du liquide intracellulaire.

Il est très important pour l'activité électrique des cellules.

La concentration de potassium dans le sang est faible par rapport à la quantité totale de potassium dans le corps, car la majorité est dans les cellules.

Une petite variation de la kaliémie peut avoir des conséquences importantes.

- Rôles du potassium

Le potassium participe à :

- potentiel de membrane ;
- transmission nerveuse ;
- contraction musculaire ;
- rythme cardiaque ;
- repolarisation des cellules ;
- équilibre acido-basique ;
- fonctionnement enzymatique.

Le cœur est particulièrement sensible aux variations de potassium.

- Hypokaliémie et hyperkaliémie

L'hypokaliémie correspond à un potassium sanguin trop bas.

Elle peut favoriser :

- faiblesse musculaire ;
- crampes ;
- troubles du rythme ;
- constipation ;
- fatigue ;
- anomalies ECG.

L'hyperkaliémie correspond à un potassium sanguin trop élevé.

Elle peut provoquer :

- troubles du rythme graves ;
- faiblesse musculaire ;
- paresthésies ;
- anomalies ECG ;
- arrêt cardiaque dans les formes sévères.

La kaliémie est donc une valeur biologique très importante.

Calcium

- Définition

Le calcium, noté Ca^{2+} , est un ion essentiel.

Il est présent majoritairement dans les os et les dents.

Une petite fraction circule dans le sang.

Le calcium sanguin existe sous plusieurs formes :

- calcium ionisé ;
- calcium lié aux protéines, surtout albumine ;
- calcium complexé à d'autres molécules.

Le calcium ionisé est la forme biologiquement active.

- Rôles du calcium

Le calcium participe à :

- contraction musculaire ;
- contraction cardiaque ;
- transmission synaptique ;
- coagulation ;
- minéralisation osseuse ;
- signalisation cellulaire ;
- excitabilité neuromusculaire.

Il est régulé principalement par :

- parathormone ;
- vitamine D active ;
- reins ;
- os ;
- intestin.

- Hypocalcémie et hypercalcémie

L'hypocalcémie peut provoquer :

- fourmillements ;
- crampes ;
- spasmes ;
- tétanie ;
- convulsions dans certains cas ;
- troubles du rythme selon gravité.

L'hypercalcémie peut provoquer :

- fatigue ;
- nausées ;
- constipation ;
- douleurs abdominales ;
- troubles de conscience ;

- polyurie ;
- calculs rénaux ;
- troubles du rythme selon gravité.

Magnésium

- Définition

Le magnésium, noté Mg^{2+} , est un cation majoritairement intracellulaire.

Il est aussi présent dans les os.

Il intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques.

Il est souvent moins mis en avant que le sodium, le potassium ou le calcium, mais il est physiologiquement très important.

- Rôles du magnésium

Le magnésium participe à :

- fonctionnement enzymatique ;
- métabolisme de l'ATP ;
- excitabilité neuromusculaire ;
- stabilité électrique cardiaque ;
- fonction musculaire ;
- régulation du calcium ;
- régulation du potassium ;
- fonction nerveuse.

Une hypomagnésémie peut favoriser ou entretenir une hypokaliémie ou une hypocalcémie.

- Hypomagnésémie et hypermagnésémie

L'hypomagnésémie peut provoquer :

- tremblements ;
- crampes ;
- faiblesse ;
- troubles du rythme ;
- convulsions dans certains cas ;
- troubles associés du potassium et du calcium.

L'hypermagnésémie est plus rare, mais peut apparaître notamment en cas d'insuffisance rénale ou d'apports excessifs.

Elle peut provoquer :

- faiblesse musculaire ;
- hypotension ;
- bradycardie ;
- dépression respiratoire dans les formes sévères.

Chlore

- Définition

Le chlore, noté Cl^- , est le principal anion du liquide extracellulaire.

Il accompagne souvent le sodium.

Il participe à l'équilibre électrique et osmotique.

- Rôles du chlore

Le chlore participe à :

- équilibre hydrique ;
- osmolarité ;
- équilibre acido-basique ;
- électroneutralité ;
- formation de l'acide chlorhydrique gastrique ;
- échanges ioniques rénaux et cellulaires.

Dans l'estomac, le chlore est utilisé pour produire l'acide chlorhydrique.

Cet acide participe à la digestion et à la défense contre certains microbes.

- Troubles du chlore

Les anomalies du chlore sont souvent associées à des troubles du sodium, de l'eau ou de l'équilibre acido-basique.

Exemples :

- vomissements prolongés : perte d'acide chlorhydrique ;

- diarrhées : pertes digestives d'électrolytes ;
- troubles rénaux ;
- perfusions ;
- déséquilibres acido-basiques.

Bicarbonates

- Définition

Les bicarbonates, notés HCO_3^- , sont des ions essentiels à l'équilibre acido-basique.

Ils agissent comme un tampon.

Un tampon limite les variations brutales de pH.

- Rôle des bicarbonates

Les bicarbonates permettent de neutraliser une partie des acides produits par le métabolisme.

Ils participent au système tampon bicarbonate/acide carbonique.

Ce système est lié :

- au CO_2 ;
- aux poumons ;
- aux reins ;
- au pH sanguin.

Les poumons régulent le CO_2 .

Les reins régulent les bicarbonates et les ions H^+ .

- Bicarbonates et équilibre acido-basique

Si les bicarbonates diminuent, le pH peut baisser : cela favorise une acidose métabolique.

Si les bicarbonates augmentent, le pH peut augmenter : cela favorise une alcalose métabolique.

Les bicarbonates sont donc centraux dans l'interprétation de nombreux troubles acido-basiques.

Électrolytes et fonctions vitales

- Équilibre hydrique

Le sodium est le principal ion qui attire l'eau dans le compartiment extracellulaire.

Les reins ajustent l'excrétion de sodium et d'eau.

L'ADH ajuste surtout l'eau.

L'aldostérone favorise la réabsorption de sodium et l'excrétion de potassium.

L'équilibre hydrique dépend donc fortement des électrolytes.

- Fonction nerveuse

Les neurones dépendent de gradients ioniques.

Les principaux ions impliqués sont :

- sodium ;
- potassium ;
- calcium ;
- chlore.

Les mouvements ioniques permettent :

- potentiel de repos ;
- potentiel d'action ;
- transmission synaptique ;
- excitabilité neuronale.

Une anomalie ionique peut provoquer confusion, convulsions, faiblesse, troubles sensitifs ou coma selon le contexte.

- Fonction musculaire

Les muscles dépendent aussi des électrolytes.

Le calcium déclenche la contraction.

Le potassium participe à l'excitabilité et à la repolarisation.

Le sodium participe au potentiel d'action.

Le magnésium module l'activité neuromusculaire.

Les troubles ioniques peuvent provoquer :

- crampes ;
- faiblesse ;
- paralysie ;

- spasmes ;
- tétanie ;
- fatigue musculaire.

- Fonction cardiaque

Le cœur est extrêmement sensible aux électrolytes.

Les ions importants sont surtout :

- potassium ;
- calcium ;
- magnésium ;
- sodium.

Ils participent à :

- automatisme cardiaque ;
- conduction électrique ;
- contraction myocardique ;
- repolarisation ;
- rythme cardiaque.

Les troubles du potassium et du magnésium peuvent favoriser des troubles du rythme graves.

Le calcium influence la contraction cardiaque.

- Tableau récapitulatif des électrolytes

Électrolyte	Compartiment principal	Rôles principaux
Sodium	extracellulaire	osmolarité, eau, pression artérielle, influx nerveux
Potassium	intracellulaire	potentiel de membrane, cœur, muscle, nerf
Calcium	os + extracellulaire actif	contraction, coagulation, os, signalisation
Magnésium	intracellulaire + os	enzymes, ATP, nerf, muscle, cœur
Chlore	extracellulaire	osmolarité, équilibre acido-basique, HCl gastrique
Bicarbonates	extracellulaire	tampon du pH, équilibre acido-basique

- Schéma à insérer

Image conseillée :

Schéma comparatif cellule / liquide extracellulaire : potassium élevé dedans, sodium élevé dehors, avec pompe sodium-potassium.

Deuxième image conseillée :

Tableau visuel des électrolytes avec leurs organes de régulation : reins, parathyroïdes, intestin, os, poumons.

Synthèse du chapitre

L'eau corporelle représente une grande partie du poids du corps. Elle varie selon l'âge, le sexe, la masse musculaire et la masse grasse.

Elle est répartie en deux grands compartiments : intracellulaire et extracellulaire.

Le liquide intracellulaire est situé dans les cellules. Il est riche en potassium, magnésium, phosphates et protéines.

Le liquide extracellulaire comprend le liquide interstitiel, le plasma, la lymphe et les liquides transcellulaires. Il est riche en sodium, chlore et bicarbonates.

Les échanges entre compartiments se font par diffusion, osmose et filtration. Ils dépendent des gradients de concentration, de la perméabilité des membranes, de la pression hydrostatique et de la pression oncotique.

L'osmolarité correspond à la concentration totale de particules dissoutes. La tonicité correspond à l'effet réel d'une solution sur le volume cellulaire.

Une solution hypotonique fait entrer l'eau dans les cellules.

Une solution isotonique ne modifie pas fortement le volume cellulaire.

Une solution hypertonique fait sortir l'eau des cellules.

Les électrolytes sont indispensables au fonctionnement du corps. Le sodium régule surtout l'eau extracellulaire. Le potassium est essentiel au cœur, aux muscles et aux nerfs. Le calcium intervient dans la contraction, la coagulation et les os. Le magnésium participe aux enzymes et à l'excitabilité. Le chlore participe à l'équilibre osmotique et digestif. Les bicarbonates régulent le pH.

Ce chapitre est indispensable pour comprendre les perfusions, les œdèmes, la déshydratation, les troubles ioniques, les bilans sanguins, l'insuffisance rénale et l'équilibre acido-basique.

À retenir absolument

Notion	Définition courte
Eau corporelle totale	toute l'eau contenue dans le corps
Liquide intracellulaire	eau à l'intérieur des cellules
Liquide extracellulaire	eau hors des cellules
Liquide interstitiel	liquide entre les cellules
Plasma	partie liquide du sang
Lymphes	liquide drainé par le système lymphatique
Liquides transcellulaires	liquides spécialisés des cavités
Diffusion	déplacement d'un soluté selon son gradient
Osmose	déplacement de l'eau vers le milieu le plus concentré
Filtration	passage sous l'effet d'une pression
Pression hydrostatique	pousse l'eau hors du capillaire
Pression oncotique	attire l'eau vers les protéines plasmatiques
Osmolarité	concentration totale de particules dissoutes
Tonicité	effet d'une solution sur le volume cellulaire
Hypotonique	fait gonfler les cellules
Isotonique	volume cellulaire stable
Hypertonique	fait rétracter les cellules
Sodium	principal ion extracellulaire
Potassium	principal ion intracellulaire
Calcium	contraction, coagulation, os
Magnésium	enzymes, nerfs, muscles, cœur
Chlore	osmolarité, acidité gastrique
Bicarbonates	tampon du pH

Mini-évaluation

Réponds aux questions suivantes :

- Quel pourcentage du poids corporel représente environ l'eau chez l'adulte ?
- Pourquoi le nouveau-né est-il plus vulnérable à la déshydratation ?
- Pourquoi la masse grasse contient-elle proportionnellement moins d'eau ?
- Quelle est la différence entre eau intracellulaire et extracellulaire ?
- Quel compartiment contient la majorité de l'eau corporelle ?
- Quels sont les principaux compartiments extracellulaires ?
- Qu'est-ce que le liquide interstitiel ?
- Quel est le rôle du plasma ?
- Pourquoi l'albumine est-elle importante ?
- Qu'est-ce que la lymphe ?
- Donne trois exemples de liquides transcellulaires.
- Qu'est-ce que la diffusion ?
- Donne un exemple physiologique de diffusion.
- Qu'est-ce que l'osmose ?
- Dans quel sens l'eau se déplace-t-elle lors de l'osmose ?
- Qu'est-ce que la filtration ?
- Quelle est la différence entre pression hydrostatique et pression oncotique ?
- Pourquoi une baisse d'albumine peut-elle provoquer des œdèmes ?
- Qu'est-ce que l'osmolarité ?
- Quelle est la différence entre osmolarité et tonicité ?
- Que fait une solution hypotonique à une cellule ?
- Que fait une solution isotonique à une cellule ?
- Que fait une solution hypertonique à une cellule ?
- Quel est le principal ion extracellulaire ?
- Quel est le principal ion intracellulaire ?
- Pourquoi le potassium est-il dangereux lorsqu'il varie trop dans le sang ?
- Quels sont les rôles principaux du calcium ?

- Pourquoi le magnésium est-il important ?
- Quel est le rôle du chlore dans l'estomac ?
- Quel est le rôle des bicarbonates ?
- Pourquoi les électrolytes sont-ils essentiels au cœur ?
- Pourquoi les troubles de l'eau et du sodium peuvent-ils provoquer des signes neurologiques ?