

# 1- BIOCHIMIE STRUCTURALE

## 1.1- CONSTITUANTS DE LA MATIÈRE

### 1.1.2. L'EAU...

1. Répartition de l'eau dans les organismes.....	1
1.1. Répartition dans les organismes et tissus .....	1
1.2. Répartition en secteurs hydriques.....	1
1.3. Bilan de l'eau.....	2
1.3.1. Les apports en eau.....	2
1.3.2. Les pertes en eau.....	2
2. Structure et propriétés de l'eau .....	3
2.1. Molécule polaire.....	3
2.2. États physiques de l'eau .....	3
2.2.1. Présentation de la liaison hydrogène.....	3
2.2.2. Conséquences de la présence de liaisons hydrogène .....	3
2.3. Propriétés chimiques .....	3
2.3.1. Propriétés acido-basiques.....	4
2.3.2. Propriétés d'oxydo-réductions .....	4
3. Comportement de solutés dans l'eau .....	4
3.1. Définitions .....	4
3.2. Cas des composés hydrophiles .....	5
3.2.1. Hydratation .....	5
3.2.2. Ionisation.....	5
3.3. Comportement des molécules hydrophobes dans l'eau : émulsion.....	6
4. Rôles de l'eau dans la matière vivante.....	7
4.1. Solvant.....	7
4.2. Mouvements d'eau : phénomène d'osmose .....	7
4.3. Réactif chimique.....	7
4.4. Régulateur thermique .....	7

L'eau est la substance la plus répandue et la plus indispensable de la matière vivante.

#### 1. Répartition de l'eau dans les organismes

##### 1.1. Répartition dans les organismes et tissus

La teneur en eau varie selon les organismes ; les végétaux en sont riches ; les vertébrés du fait de la présence de squelette en sont plus pauvres (60 à 70 % de la masse totale de l'Homme).

Elle varie selon les tissus :	tissus osseux :	20 – 30%
	tissu musculaire :	75 %
	tissu sanguin :	80 %

##### 1.2. Répartition en secteurs hydriques

L'organisme humain referme 60 à 70 % d'eau, se répartissant dans les cellules, dans les espaces intercellulaires, dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

La membrane cellulaire délimite un compartiment intracellulaire (40 % de masse corporelle totale MCT) et extracellulaire (20 % MCT).

Dans le compartiment extracellulaire, on délimite 2 fractions :

- le liquide interstitiel occupant les espaces intercellulaires ; 15% MCT
- le plasma sanguin ; 5% MCT

Ces 2 parties sont séparées par la paroi des vaisseaux sanguins (endothélium capillaire).

Membrane plasmique	Liquide extracellulaire 20 % 12 L	Eau plasmatique 5 % ; 3 L	Endothélium capillaire
		Eau interstitielle 15 % ; 9 L	
		Eau transcellulaire 2 % ; 1.2 L	
	Liquide intracellulaire 40 % 24 L	Liquide intracellulaire 40 % 24 L	

Figure 1 : **répartition en secteurs hydriques de l'eau totale**  
(60 % MCT ; 36 L pour un organisme de 60 kg)

Les volumes de ces compartiments hydriques peuvent être déterminés en utilisant des substances plus ou moins diffusibles.

Si une quantité  $Q$  de substance connue est injectée dans le plasma, sa concentration après diffusion est  $C$ , dans un volume  $V$  (volume de distribution dans lequel la substance a diffusé). On pose la relation :  $Q = C \times V$  d'où la détermination de  $V$ .

Si une substance franchit la membrane vasculaire (endothélium), mais ne pénètre pas dans la cellule, on pourra mesurer le compartiment extracellulaire. Ex : inuline (1).

Si une substance ne traverse pas la paroi capillaire et reste dans le milieu extracellulaire (hors de la cellule), on pourra alors mesurer le volume plasmatique. Ex : bleu Evans (2).

### 1.3. Bilan de l'eau

#### 1.3.1. Les apports en eau

- l'eau de boisson et les aliments (2,25 L / jour) ;
- l'eau provenant de l'oxydation (respiration) dans l'organisme des composés organiques (0,3 à 0,5 L / jour).

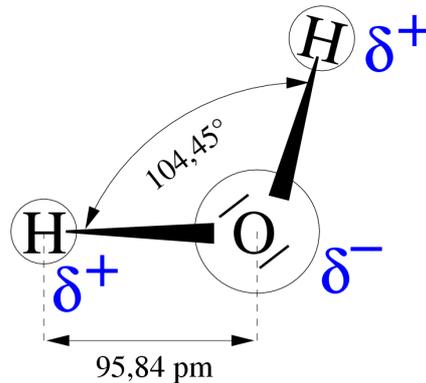
#### 1.3.2. Les pertes en eau

- l'eau de l'urine
- l'eau des matières fécales
- vapeur d'eau : respiration
- sueur, transpiration

## 2. Structure et propriétés de l'eau

### 2.1. Molécule polaire

Formule de Lewis : H<sub>2</sub>O avec deux doublets non liants sur l'oxygène.  
Tétraèdre déformé, angle de 105° entre les deux H



**Figure 2 :** structure de Lewis d'une molécule d'eau  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Watermolecule.png>

Les liaisons qui unissent les 2 atomes d'H à l'atome d'O sont des liaisons polaires.

- l'O est légèrement chargé négativement :  $2 \delta^-$
- les 2 H sont légèrement chargé positivement :  $2 \delta^+$

C'est une molécule polaire (pôle + et pôle-), on parle de dipôle.

### 2.2. États physiques de l'eau

#### 2.2.1. Présentation de la liaison hydrogène

Les molécules d'eau peuvent s'associer par attraction des charges de signe contraire. Il se forme des liaisons hydrogène entre 2 pôles de signes opposés de molécules différentes. Les liaisons H n'existent donc pas que dans l'eau.

C'est une liaison faible qui se rompt plus facilement que les liaisons covalentes ou les liaisons ioniques. Elles se forment et se rompent en fonction de l'agitation thermique.

Il faut 3 atomes pour avoir une liaison H ; elle est plus stable lorsqu'ils sont alignés.

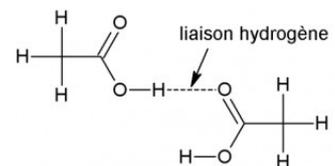
Les liaisons H sont très importantes dans la structure des protéines et des acides nucléiques :

- elles stabilisent leur structure tridimensionnelle.
- elles sont à l'origine de l'association des brins en hélice de l'ADN, pour former les chromosomes.

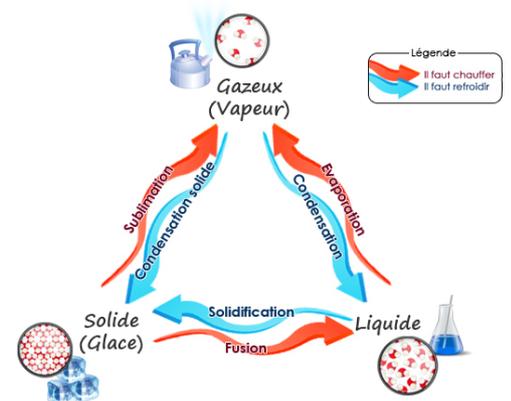
#### 2.2.2. Conséquences de la présence de liaisons hydrogène

L'eau est une molécule qui peut interagir avec d'autres molécules d'eau :

- non ordonnées sans liaisons H :  
eau vapeur ;
- partiellement ordonnées avec quelques liaisons H :  
eau liquide ;
- parfaitement ordonnées avec beaucoup de liaisons H :  
eau solide (glace).



**Figure 3 :** structure d'une liaison hydrogène



**Figure 4 :** les différents états de l'eau  
<http://sciencejunior.fr/wp-content/uploads/les-3-etats-de-l-eau.jpg>  
I.1.2- Eau – Page 3 / 8 –

### 2.3. Propriétés chimiques

### 2.3.1. Propriétés acido-basiques

L'eau est un acide, elle peut libérer un proton :

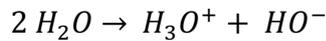


L'eau est aussi une base qui peut capter un proton :



Donc l'eau est un ampholyte.

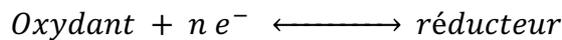
Elle peut donc s'autoprotolyser (dissociation de 2 molécules d'H<sub>2</sub>O) :



La dissociation (sens 1) est faible.

A 25°C, l'eau pure a un pH de 7,0.

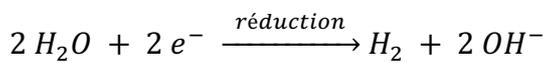
### 2.3.2. Propriétés d'oxydo-réductions



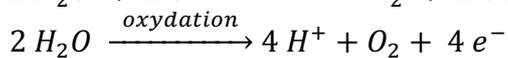
Relier un point de gauche aux points de droite afin de compléter les phrases affirmatives :

Un oxydant	•	•	Capte des électrons
		•	Cède des électrons
		•	Est réduit en réducteur
Un réducteur	•	•	Est oxydé en oxydant
		•	Est réduit au cours d'une réduction
		•	Est oxydé au cours d'une oxydation

Les propriétés oxydantes et réductrices de l'eau liquide sont expliquées par les deux demi-équations suivantes :



H<sub>2</sub>O capte des e<sup>-</sup> : l'eau est un oxydant



H<sub>2</sub>O donne des e<sup>-</sup> : l'eau est un réducteur

## 3. Comportement de solutés dans l'eau

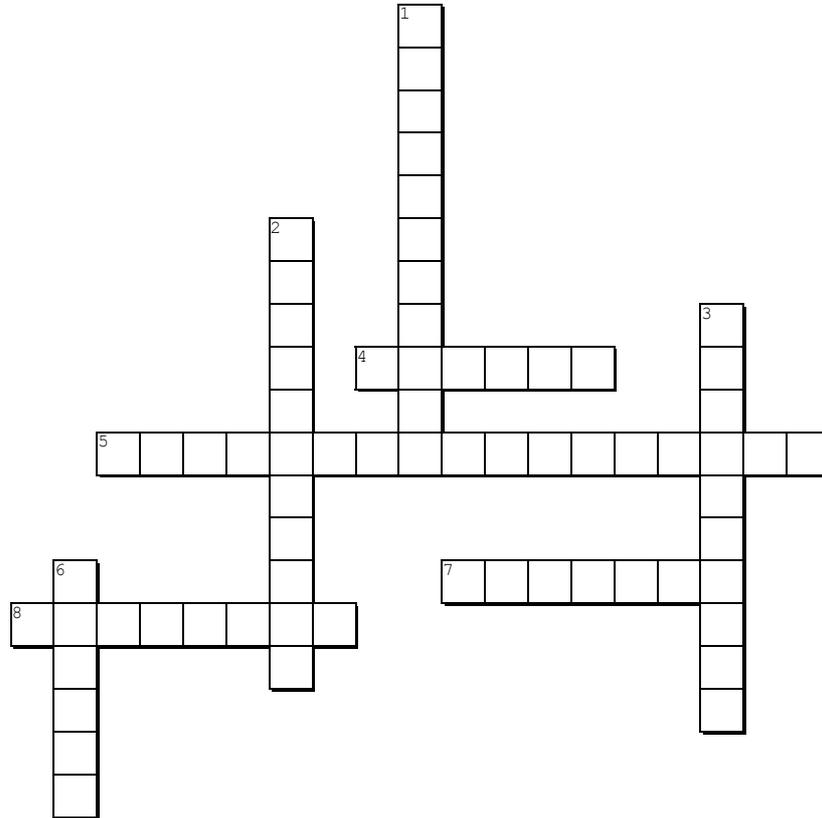
### 3.1. Définitions

#### Horizontal

4. Molécule polaire présentant des pôles de charges électriques opposées
5. Aptitude d'un atome ou d'un groupe d'atomes à attirer les électrons de liaison
7. Substance dans laquelle d'autres substances peuvent être dissoutes
8. Liquide homogène constitué d'un ou plusieurs solutés dissous dans un solvant

#### Vertical

1. Fixation de molécules d'eau sur un corps
2. Ensemble des interactions entre les molécules de solvant et les molécules de solutés qui résultent de la mise en solution.
3. Transformation des atomes ou des molécules en particules électriquement chargées
6. Substance dissoute dans un liquide



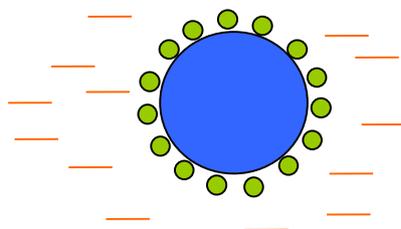
Created with TheTeachersCorner.net [Crossword Puzzle Generator](http://www.theteacherscorner.net)

### 3.2. Cas des composés hydrophiles

#### 3.2.1. Hydratation

L'eau est un bon solvant des composés à liaisons H et des électrolytes (hydrophiles).

Les composés hydrophiles forment avec l'eau, après agitation, un mélange stable et homogène : solution aqueuse. Ils sont hydrosolubles dans des conditions normales.



molécule chargée

eau liée à la molécule, couche structurée, stable

eau libre, circulante

Les ions placés dans l'eau présentent leur charge aux molécules d'eau qui se placent de façon régulière pour former une couronne d'hydratation (couche d'eau « liée »).

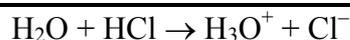
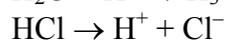
Les molécules neutres qui possèdent des groupements hydrophiles (-OH, NH) forment des liaisons H avec les molécules d'eau et sont donc très solubles.

#### 3.2.2. Ionisation

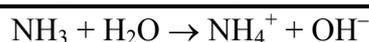
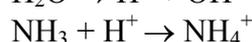
L'eau est un solvant ionisant.

##### a. Les acides et les bases

H<sub>2</sub>O en tant que base (capte un H<sup>+</sup>)



H<sub>2</sub>O en tant qu'acide (cède un H<sup>+</sup>)



## b. Les sels

Dissociation d'un sel en milieu aqueux : cas de NaCl

$\text{NaCl}_{(s)}$  donne  $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ .

L'atome d'oxygène O de l'eau est attiré par  $\text{Na}^+$ . L'atome d'hydrogène H de l'eau attiré par  $\text{Cl}^-$ . On a séparation et hydratation des ions et donc dissolution du sel dans l'eau.

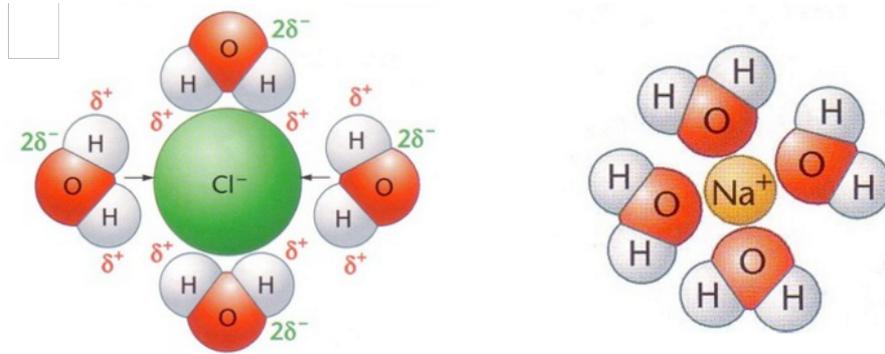


Figure 5 : solvation des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$

### 3.3. Comportement des molécules hydrophobes dans l'eau : émulsion<sup>1</sup>

L'eau polaire est un mauvais solvant des composés non polaires (hydrophobes, lipophiles)

Ces composés « n'aiment pas » l'eau, ils sont composés de molécules apolaires.

Ils ne forment pas de solution en présence d'eau, et ont une répulsion vis-à-vis de l'eau.

On obtient 2 phases distinctes.

Ex : vinaigrette : huile dans vinaigrette (eau)

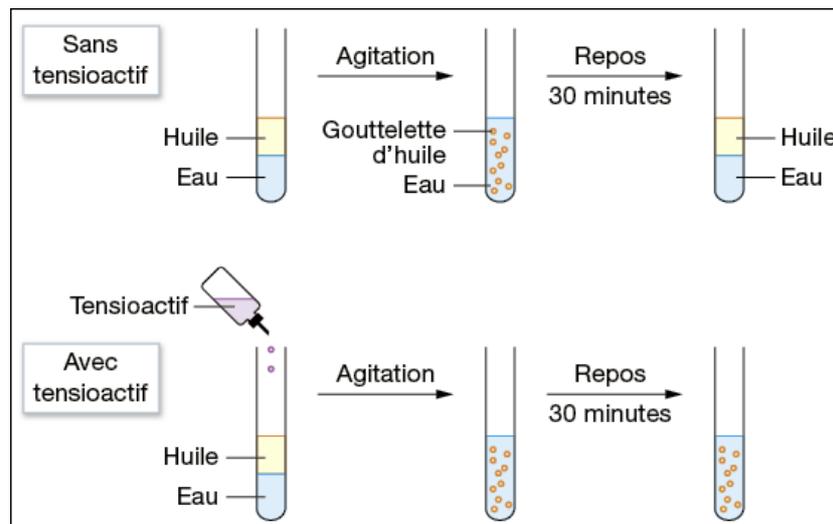


Figure 6 : expériences permettant de mettre en évidence le rôle des tensioactifs

Un tensioactif ou agent de surface (surfactant en anglais) est un composé qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces.

Les composés tensioactifs sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles présentent deux parties de polarité différente, l'une lipophile (qui retient les matières grasses) et apolaire, l'autre hydrophile (miscible dans l'eau) et polaire.

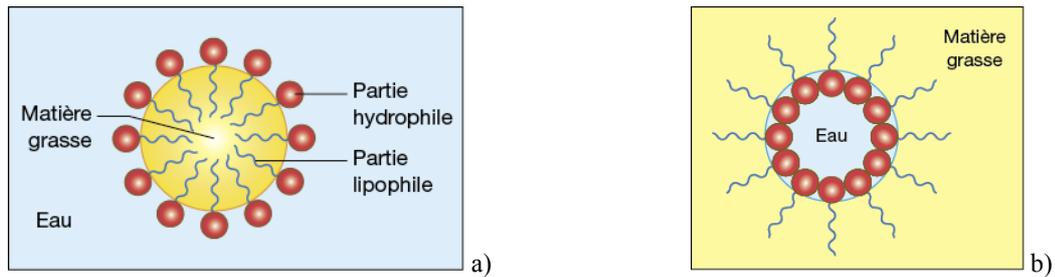
Ces molécules ont différentes fonctions : détergents, antiseptiques, agents de solubilisation, agents moussants, agents émulsifiants.

Exemple des phospholipides stabilisation des émulsions grâce à la formation de micelles.

Lorsqu'on mélange des molécules amphiphiles avec de l'eau, elles forment des amas sphériques : les micelles.

<sup>1</sup> Sources des schémas d'émulsion : <https://www.annabac.com/annales-bac/le-chocolat-chantilly>

Exemple de la mayonnaise : mélange de l'eau du jaune d'œuf avec l'huile, le tensio-actif est un phospholipide (lécithine) du jaune d'œuf et de la moutarde.



**Figure 7** : types d'émulsions entre un solvant aqueux et un solvant organique  
a) émulsion H/E (huile dans eau)      b) émulsion E/H (eau dans huile)

## 4. Rôles de l'eau dans la matière vivante

### 4.1. Solvant

Baigne les cellules (plasma, liquide interstitiel) les molécules.

Impose la structure des molécules qui sont en solution.

### 4.2. Mouvements d'eau : phénomène d'osmose

L'osmose est le mouvement de molécules d'eau à travers une membrane perméable à l'eau : à partir d'une région de forte concentration en eau vers une région de faible concentration en eau.

Il s'agit d'un **transport passif**, ne nécessitant pas d'énergie.

La différence de niveau de l'eau entre les deux compartiments reflète la pression osmotique.

### 4.3. Réactif chimique

Hydrolyse = coupure d'une liaison par une molécule d'eau. Ex : saccharose en fru + glu.

Condensation = perte d'une molécule d'eau.

Hydratation = addition d'une molécule d'eau dans une molécule insaturée.

### 4.4. Régulateur thermique

Dissipation de la chaleur de réaction.

Amortissement des variations de la température ambiante.

Si T°C élevée, évacuation de l'eau par la transpiration qui passe de l'eau liquide à l'état gazeux. Ceci nécessite de la chaleur ce qui abaisse la température du corps.

## EXERCICE D'APPLICATION

### Détermination du volume des compartiments liquidiens.

Chez un patient, dans un premier temps, on injecte 50 mL d'une solution isotonique au plasma contenant 1,0 g d'urée radioactive. Quelques heures plus tard, on prélève 20 mL de sang. Après centrifugation, on trouve 0,26 mg d'urée radioactive dans le surnageant.

Dans un deuxième temps, on injecte 30 mL d'une solution isotonique au plasma contenant  $8,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de mannitol. Après équilibration, on prélève 10 mL de sang dans lesquels on trouve une concentration en mannitol dans le surnageant égale à  $16 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Q1.** Sachant l'urée est une petite molécule qui diffuse dans tous les compartiments, calculer le volume d'eau totale de ce patient.

**Q2.** Sachant que le mannitol est une molécule qui peut traverser l'endothélium vasculaire mais pas les membranes plasmiques, citer le volume qui peut alors être mesuré puis calculer ce volume.

**Q3.** Dédurre des questions précédentes, le volume du compartiment intracellulaire.

**Q4.** Calculer le pourcentage de répartition des différents compartiments par rapport à la masse corporelle.

#### Données :

Hématocrite = 44 %

Hématocrite = volume globulaire / volume sanguin

Volume sanguin = volume globulaire + volume plasmatique

Masse corporelle = 70 kg

Densité des liquides corporels = 1