

# BTS

# DIÉTÉTIQUE

## TOUT EN UN

Programmes de 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> années

Fiches  
Schémas  
Exos

# Diététique

Annales  
corrigées

- + E1A Biochimie - Physiologie
- + E1B Nutrition - Alimentation
- + E2 Bases physiopathologiques de la diététique
- + E3 Économie - Gestion
- + E5B Activités technologiques de l'alimentation

Cédric Favro (coord.), Stéphanie Ballot,  
Saveria Colombani, Sandra Cussigh,  
Claire Montintin

ellipses

# L'atome et les liaisons chimiques

Le premier niveau d'organisation du corps humain correspond au **niveau chimique** avec les atomes et les molécules.

## I • Rappels sur l'atome

L'**atome**, ou élément chimique, constitue la plus petite partie indivisible de la matière. Il est composé :

- D'un **noyau** contenant un ou plusieurs **proton(s)** chargé(s) positivement, étroitement lié(s) à un ou plusieurs **neutron(s)** non chargé(s). L'ensemble forme les **nucléons**.
- D'un ou plusieurs **électron(s)** chargé(s) négativement et qui gravite(nt) autour du noyau. Électrons et protons sont en nombre égal pour que la matière reste neutre.

Dans la classification périodique des éléments, un atome X est représenté selon l'écriture suivante :



A : nombre de nucléons (ou nombre de masse ou **masse atomique**, le plus souvent en g/mol) ;

Z : nombre de protons (ou **numéro atomique**) ;

Le **numéro atomique** désigne également la quantité d'électrons de l'atome. Lorsque l'atome :

- Perd un électron, il devient déficitaire d'une charge négative conférant alors une charge + à l'atome qui devient ainsi un **cation**. Ex : Na<sup>+</sup> (ion sodium) ;
- Acquiert un électron, il se retrouve avec une charge négative excédentaire conférant une charge - à l'atome qui devient ainsi un **anion**. Ex : Cl<sup>-</sup> (ion chlorure).

On parlera d'ion mono, di ou trivalent selon le nombre d'électrons perdus ou acquis par l'atome.

Ex : ion calcium Ca<sup>2+</sup> est un ion divalent.

## II • Les liaisons covalentes

Une **liaison covalente** s'établit lorsqu'un atome partage un électron avec l'électron d'un autre atome pour former un **doublet d'électrons** liant les deux atomes.

L'assemblage d'au moins deux atomes liés par liaison covalente forme une **molécule**.

*Illustration* : l'atome A possède un électron célibataire, noté « • », pouvant s'associer à l'électron célibataire « • » d'un atome B. Ainsi, l'association  $A \cdot + \cdot B$  forme la molécule A-B où la liaison « - » correspond au doublet des électrons et donc à la liaison covalente.

Le nombre d'électrons présents dans la couche la plus périphérique de l'atome détermine la valence de celui-ci. Ex : l'atome de C possède **quatre électrons** dans sa couche périphérique, il peut donc établir **quatre liaisons** covalentes et est qualifié de **tétravalent**.

Les liaisons covalentes sont qualifiées de **liaison forte** car l'énergie pour les créer ou les rompre est élevée (de l'ordre de la centaine de kJ/mol). Elles sont à l'origine de la rigidité du squelette des biomolécules.

### III • Les liaisons non covalentes

Les liaisons **non covalentes** :

- Sont **essentiels** à la **dynamique** des réactions du vivant : Les réactions du métabolisme sont dues à la **création/destruction** de liaisons non covalentes inter et intra moléculaires.
- Sont qualifiées de **liaisons faibles** car l'énergie pour les créer ou les rompre est faible (de l'ordre de la dizaine de kJ/mol). On distingue :

#### A Les liaisons hydrogène (H)

Une **liaison hydrogène** résulte de l'attraction électrostatique entre un atome électronégatif (ex : O) et un atome d'hydrogène (H) lui-même lié par liaison covalente à un deuxième atome électronégatif (ex : N).

*Illustration* : [R1]-N-H ||||| O=C-[R2]

#### B Les interactions ioniques

Les **interactions ioniques** s'établissent entre le + et le - de deux ions ou de deux groupements fonctionnels ionisés (R1 et R2 ci-dessous).

*Illustration* : [R1](+) ||||| (-)[R2]

#### C Les interactions hydrophobes

Les **interactions hydrophobes** s'établissent lorsque des molécules, qui n'ont aucune affinité avec l'eau (molécules hydrophobes), se regroupent et interagissent ensemble sous l'effet des contraintes exercées par l'eau.

#### D Les liaisons de Van der Waals

Les **liaisons de Van der Waals** s'établissent par interaction électrique de faible intensité lorsque les atomes sont très proches. Elles sont plus faibles mais plus nombreuses que les liaisons H.

# Macroéléments et oligoéléments

Dans un organisme vivant, les atomes ne sont pas en proportion équivalente permettant ainsi de distinguer les **macroéléments** des **oligoéléments**.

## I • Les macroéléments

Un **macroélément** est un élément chimique qui représente plus de 5 g chez un homme de 70 kg, et qui nécessite un apport journalier supérieur à 50 mg.

96 % de la composition de la matière vivante est représenté par **C (carbone)**, **H (hydrogène)**, **O (oxygène)** et **N (azote)**. Ces atomes sont essentiellement impliqués dans la **structure des biomolécules** et la formation de **groupements fonctionnels** (fonction alcool  $-OH$  ; fonction acide carboxylique  $-COOH$  ; fonction amine  $-NH_2$  ; etc.) nécessaires au métabolisme.

3,5 % est représenté par les minéraux suivants : **calcium (Ca)**, **phosphore (P)**, **potassium (K)**, **soufre (S)**, **sodium (Na)**, **chlore (Cl)** et **magnésium (Mg)**, essentiellement sous forme ionisée.

Si Ca et P ont un rôle principalement structural (cristal osseux), les autres macroéléments minéraux ont essentiellement un rôle fonctionnel. Ex :  $Mg^{2+}$  qui a un rôle de cofacteur enzymatique ;  $Na^+$  et  $K^+$  impliqués dans la conduction nerveuse, etc.

## II • Les oligoéléments

Un **oligoélément** est un élément chimique minéral, nécessaire à la vie d'un organisme mais en quantité très faible ( $< 1$  % de la masse du corps humain ou 1 mg/Kg de poids corporel). Exemples : Fe, I, Co, Mn, Zn, etc.

Les oligoéléments sont essentiels pour le fonctionnement de nombreuses réactions chimiques mais certains peuvent avoir un **rôle structural** comme l'iode (I) et le fer (Fe) qui entrent respectivement dans la composition des hormones thyroïdiennes et l'hémoglobine.

# L'eau et ses propriétés

Dans le corps humain, l'eau (de formule H<sub>2</sub>O) représente en moyenne **60 %** de la masse corporelle dont les deux tiers composent le cytosol des cellules (le tiers restant se trouvant dans le milieu extracellulaire, essentiellement le sang et lymphé).

## I • Rôles de l'eau dans l'organisme

### A Rôle de solvant

L'eau **dissout les composés hydrophiles** (ions Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, etc. et molécules hydrophiles telles que glucose, urée, protéine, etc.) mais **ne dissout pas les molécules hydrophobes** (acides gras longs, triglycérides, etc.).

### B Rôle de réactif

L'eau intervient en tant que réactif dans certaines réactions chimiques (hydrolyse, réaction acide/base, etc.).

*Illustration de l'hydrolyse : [R1]-[R2] + H<sub>2</sub>O → [R1]-OH + H-[R2]*

### C Rôles physiologiques

- **Composant principal du sang.** L'eau contribue de ce fait à la diffusion et au transport des substances dissoutes dans l'organisme ;
- **Milieu réactionnel** où se produisent les réactions biochimiques entre solutés. Ex : Le cytosol qui est un milieu aqueux.
- **Rôle dans la thermorégulation** par l'intermédiaire de la circulation du sang, mais aussi grâce à la sueur.
- **Rôle de lubrifiant** au niveau des articulations par l'intermédiaire du liquide synovial qui limite les frottements articulaires lors des mouvements ;
- **Rôle de protection mécanique.** Ex : liquide céphalorachidien qui entoure et protège l'encéphale et la moelle épinière ; liquide amniotique qui protège le fœtus.

## II • Polarité de la molécule d'eau

L'eau est une **molécule polaire** car elle possède des **liaisons covalentes polarisées** : l'atome d'O, **électronégatif** ( $\delta^-$ ), est lié par covalence à un H **électropositif** ( $\delta^+$ ) (électronégativité = capacité à attirer les électrons lors de la formation d'une liaison chimique avec un autre atome).

La molécule d'eau est ainsi considérée comme un **dipôle permanent** (car possède deux liaisons polarisées) pouvant interagir par liaison H avec d'autres molécules d'eau mais aussi avec **d'autres molécules polarisées** (glucose, urée, acides aminés, etc.).

## III • Capacité de l'eau à interagir avec des composés polaires et/ou chargés

Grâce à sa polarité, l'eau dissout un composé à condition que celui-ci établisse des liaisons H avec les molécules d'eau. Ce composé est alors qualifié d'**hydrophile** et peut être :

- Une molécule **polaire** (ex : Glucose, urée, acide aminé, etc.), c'est-à-dire qui possèdent des **liaisons polarisées** capables d'interagir avec l'eau par liaisons H.
- Un **soluté chargé** où les charges + et - interagissent respectivement avec O et H de la molécule d'eau.

La capacité pour une molécule polaire à interagir avec l'eau dépend de sa richesse en groupes fonctionnels polarisés : alcool -OH ; acide carboxylique -COOH ; amine -NH<sub>2</sub> ; etc. Dans le cas contraire, la molécule ne peut interagir avec l'eau et est qualifiée d'**hydrophobe**.

L'eau forme ainsi des **couches d'hydratation (sphères de solvation)** qui entourent les solutés polaires et les protègent ainsi de l'influence des autres substances chargées proches.

## IV • L'eau et l'équilibre hydrique dans l'organisme

La constance des volumes des compartiments liquidiens (cytoplasme, plasma, liquide interstitiel, etc.) est notamment permise par une loi physique : l'**osmose**.

L'osmose :

- Correspond à un mouvement d'eau du milieu le moins concentré en solutés (**hypotonique**) vers le milieu le plus concentré en solutés (**hypertonique**), jusqu'à égalité de concentration entre les deux milieux (**isotonie**) ;
- Contribue à l'**équilibre hydrique** entre les compartiments liquidiens, en association avec les propriétés des solutés présents dans les liquides biologiques, tels que le sodium et les protéines.

La contre-pression pour empêcher ce mouvement d'eau est appelée **pression osmotique**.

Des **déséquilibres osmotiques** sont à l'origine de perturbations pouvant avoir des conséquences graves pour la santé (œdème, hypertension, etc.)

# Classification des biomolécules

## I • Définition

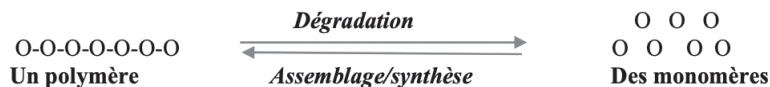
Une **biomolécule** est une molécule caractéristique du monde vivant le plus souvent définie par sa composition atomique ainsi que par sa composition en groupements fonctionnels. On distingue ainsi **quatre grandes familles** de biomolécules :

Biomolécules	Composition élémentaire	Groupements fonctionnels caractéristiques	Principales molécules
<b>Protides</b>	C, H, O, N, (S)	Carboxyles (COOH/COO <sup>-</sup> ) et amines (-NH <sub>2</sub> /-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> )	<b>Acides aminés</b> (unités de base), <b>peptides</b> et <b>protéines</b>
<b>Glucides</b>	C, H, O	Hydroxyle (ou alcool OH), cétone (>C=O), aldéhyde (CHO).	<b>Oses</b> (unités de base) et <b>osides</b> (assemblages d'au moins deux oses).
<b>Lipides</b>	C, H, O (N, P)	Carboxyles (COOH/COO <sup>-</sup> ), hydroxyle (ou alcool OH), ester (R-COO-R').	<b>Lipides simples</b> (C, H, O) : acides gras, triacylglycérols, cêrides et stêrides. <b>Lipides complexes</b> (C, H, O, N, P) : phospholipides et sphingolipides.
<b>Acides nucléiques</b>	C, H, O, N, P	Ester phosphate	<b>ADN et ARN</b> , composés de <b>nucléotides</b> .

## II • Notion de monomère/polymère

Certaines grandes biomolécules sont élaborées à partir d'une unité de base plus simple. Ces grandes molécules prennent alors le nom de **polymère**, et les unités de base sont qualifiées de **monomère**.

*Illustration :*



Ces polymères sont parfois qualifiés de **macromolécules**. Ex : protéine → polymère d'acides aminés ; glycogène → polymère de glucoses.

# Définition, rôles et classification des glucides

## I • Définition et rôles des glucides

Les **glucides** désignent un ensemble de molécules organiques composées de C, H et O, contenant un **groupement carbonyle** (**aldéhyde** ou **cétone**) et au moins deux groupements **hydroxyle** (ou **alcool -OH**). Ils sont classés en **oses** et **osides**.

Les glucides ont de nombreux rôles :

- **Source et stockage** d'énergie (glucose, amidon, glycogène)
- **Constituants des acides nucléiques** (ribose et désoxyribose)
- **Éléments structuraux** chez les bactéries et les cellules végétales (peptidoglycane, cellulose, etc.)
- **Signaux de reconnaissances** lorsqu'ils sont associés à des protéines ou des lipides.  
Ex : marqueurs des groupes sanguins ABO.

## II • Classification des glucides

On distingue :

- Les **oses**, ou **glucides simples** ou **monosaccharides**, sont **non hydrolysables**. Ex : glucose, fructose, galactose.
- Les **osides**, ou **glucides complexes** ou **polysaccharides**, sont des polymères d'oses liés par une **liaison osidique**. Ils sont de ce fait **hydrolysables**.

On parle d'**holoside** lorsque l'oside est constitué uniquement d'oses, et d'**hétéroside** si l'oside est associé à une partie non glucidique nommée **aglycone**.

Les **holosides** sont regroupés selon le nombre d'oses qui les constituent :

- Les **oligosides**, composés d'un petit nombre d'oses (< 10). Les plus fréquents étant les **diosides** (= deux oses liés) tels que le **saccharose**, le **lactose** et le **maltose**.
- Les **polyosides**, composés d'un grand nombre d'oses (> 10). Ils comprennent les **polyosides homogènes**, composé d'un seul type d'ose tels que le glycogène, l'amidon et la cellulose, tous composés de glucose, et les **polyosides hétérogènes** composés d'au moins deux types d'oses (ex : hémicellulose).



# Structure des oses

## I • Formule et caractéristiques des oses

Les oses sont des substances ayant pour **formule brute**  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , avec  $3 \leq n \leq 7$ , permettant de caractériser des **trioses** ( $n = 3$ ), des **tétraoses** ( $n = 4$ ), des **pentoses** ( $n = 5$ ), des **hexoses** ( $n = 6$ ) et des **heptoses** ( $n = 7$ ).

Un ose comporte au moins  $(n - 1)$  **groupements hydroxyle (-OH)** et une **fonction carbonyle (C=O) aldéhyde ou cétone**.

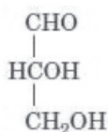
Les atomes de C sont numérotés en partant du C le plus oxydé. On parle ainsi :

- D'**aldose** si la fonction aldéhyde est en C1 (sur le C n° 1). Ex : glucose, galactose, mannose et ribose ;
- De **cétose** si la fonction cétone est en C2 (sur le C n° 2). Ex : fructose.

## II • Isomérisation des oses

### A Isomérisation des aldoses

Le plus simple des aldoses est le **glycéraldéhyde (GA)**, un **aldotriose** de formule :



Les aldoses à nombre de C  $\geq 3$  :

- Ont au moins un C **asymétrique**. Ils peuvent donc avoir différentes configurations dans l'espace : ce sont des **stéréo-isomères**.
- Peuvent être synthétisés à partir du **GA**. Il en résulte deux séries d'aldoses : les D-oses et les L-oses. Les aldoses naturels sont pour la plupart de la **série D**.

On parle de :

- **D-ose** (D : dextrogyre) si l'avant-dernier C a la configuration du D-GA (fonction -OH à droite en représentation de Fischer) ;
- **L-ose** (L : lévogyre) si l'avant-dernier C a la configuration du L-GA (fonction -OH à gauche en représentation de Fischer).