

# Les molécules constitutives du vivant

## I. Introduction

### 1. Atome

C'est la plus petite partie de la matière

Sphère dont le diamètre est une dizaine de nanomètres. On peut comparer l'atome à un système solaire : soleil = noyau, planètes = électrons

Dans le noyau de l'atome on trouve les protons (charge positive) et les neutrons (neutre)  
Le nombre d'électrons est toujours égal au nombre de protons -> maintient de la neutralité.

Pour les atomes qui ont le même nombre de protons et d'électrons mais le nombre de neutrons diffère alors on parle **d'isotopes**. (les isotopes sont radioactifs et utilisés dans le domaine médical)

4 isotopes de l'hydrogène :  
hydrogène 1 = protium  
Hydrogène 2 = deutérium  
Hydrogène 3 = tritium  
Hydrogène 4 = quaternium  
Hydrogène 7

Isotopes de l'iode : iode 131 : utilisé en médecine

Dans le tableau périodique :

X= élément

A (en haut) = masse atomique (nombre de nucléons)

Z (en bas) = nombre de protons

### 2. Molécule

Assemblage d'au moins 2 atomes reliés entre eux par des liaisons covalentes.

La liaison covalente est stable -> très difficile à détruire. En fonction de l'atome qui forme ces liaisons covalentes on peut avoir des liaisons covalentes simples, doubles ou triples.

Les liaisons hydrogènes sont des liaisons très faciles à rompre (ex : H<sub>2</sub>O)

Représentation des molécules :

- formule brute : C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

- formule semi-développée : CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - OH

- formule développée : schéma représentant toutes les liaisons

Ces les groupements d'atomes qui constituent la nature de la molécule.

O-H = fonction alcool

C-O-C = fonction ether-oxyde

C=O = fonction aldéhyde

Fonction acide carboxylique

Fonction cétone

Fonction ester

Fonction amine

Fonction phosphate

### 3. Ion

C'est un atome qui perd / gagne un électron

Cation = +

Anion = -

Ions monovalents = ont gagné ou perdu un seul électron : Chlore (Cl<sup>-</sup>), sodium (Na<sup>+</sup>), potassium (K<sup>+</sup>), bicarbonate

Ions bivalents: calcium (Ca<sup>2+</sup>), Magnesium (Mg<sup>2+</sup>), ions sulfures (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Ions trivalents: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

### 4. Les différents niveaux d'organisation

- Niveau Chimique = atomes et les molécules
- Niveau Cellulaire = molécules qui se sont constituées pour former une cellule
- Niveau Tissulaire = ensemble de cellules identiques (4 tissus primaires dans le corps humain)
- Niveau Organique = dans chaque organe au moins deux types de tissus
- Niveau Systémique
- Niveau organisme entier

### 5. Matière vivante et non-vivante

Toute matière est constituée de molécules. On classe les molécules en 2 types : **organiques** et **inorganiques**.

Le corps humain est constitué à 96% d'oxygène, de carbone, d'hydrogène et d'azote.

## II. Molécules inorganiques

Ces molécules ne possèdent pas d'atome de carbone dans leur structure.

Eau, Sel, Acides, Bases

Les acides, les bases et le sel sont capables de se dissocier dans l'eau : les liaisons se cassent -> les atomes se retrouvent éloignés les uns des autres.

## 1. Eau

Le composant essentiel du corps humain.

Maintient de l'équilibre hydrique très important.

Quantité moyenne d'eau dans l'organisme = 65%

Les apports en eau sont : l'alimentation, les boissons et le métabolisme.

On recommande de boire 1l à 1,5l d'eau par jour.

Les pertes en eau : fèces, transpiration, urines

Rôles de l'eau :

- **Solvant** : liquide qui dissout les molécules sans les modifier et sans se modifier lui-même.
- **Siège des réactions chimiques** dans deux types de réactions : les réactions d'hydrolyse (dégradations de molécules) et de déshydratation
- **Absorbe et libère de la chaleur** : elle permet de minimiser toutes les variations de température dans le corps : régulation thermique
- **Cohésion entre les molécules d'eau**
- **Lubrification** : elle se mélange avec le mucus, cela permet le transport des aliments

## 2. Oxygène (O ou O<sub>2</sub>)

Il est indispensable au cycle de vie car tous les végétaux capables de faire de la photosynthèse libèrent de l'O<sub>2</sub> de l'atmosphère, les plantes et animaux utilisent cet oxygène en respirant.

C'est le composant essentiel des molécules (23% de l'air sous forme de dioxygène, 62,5 % de la masse du corps humain)

L'ozone (trioxygène O<sub>3</sub>) est un gaz toxique

Nécessaire pour le métabolisme car il sert dans les réactions de synthèse et de dégradation.

Trajet de l'O dans le corps :

Il passe soit du poumon au sang, soit du sang aux cellules. Dans ce dernier cas soit l'oxygène est dissout dans le liquide soit il est combiné à l'hémoglobine (95% du transport de l'oxygène dans le corps)

Dans conditions de repos : 1/3 de l'oxygène passe dans le sang et 2/3 est expiré

## 3. Carbone (C ou CO<sub>2</sub>)

Composant essentiel des molécules organiques (mais lorsque l'atome est tout seul il est inorganique)

Il est toujours incorporé dans les molécules, on le trouve jamais à l'état libre.

De nombreux rôles : dans le cycle respiratoire, la photosynthèse, il peut intervenir dans la modification du pH (car il peut se lier avec de nombreux atomes d'hydrogène)

Le monoxyde carbone (CO) est incolore et inodore, extrêmement toxique car il a une plus forte affinité avec l'hémoglobine que l'oxygène)

#### 4. Hydrogène (H ou H<sub>2</sub>)

Composant de l'eau et des molécules organiques

Essentiel pour la formation de l'ATP (si pas d'hydrogène pas d'ATP, si pas d'ATP pas de réactions chimiques)

#### 5. Azote (N ou N<sub>2</sub>)

Composant des acides aminés, des protéines et des acides nucléiques

Il est essentiel dans le maintien de l'homéostasie (équilibre dynamique)

Nitrate et nitrite : ces deux molécules sont les substances chimiques de l'azote.

Nitrate = forme la plus stable de l'azote

Nitrite = forme la plus toxique de l'azote

Les nitrates et les nitrites ont de nombreux effets sur la santé :

Nitrites : réactions avec l'hémoglobine du sang (diminution des capacités du transport de l'oxygène -> cette maladie s'appelle la méthémoglobine)

Nitrates : peuvent provoquer un manque de vitamines A et diminuent le fonctionnement de la glande thyroïde

Les nitrates et les nitrites peuvent entraîner la production de nitrosamines qui seraient la formation des molécules de base dans la plupart des cancers.

#### 6. Phosphore (P)

Composant important des os, dents, des protéines et des acides nucléiques

Présent dans l'ATP

Assimilé sous forme de phosphate (= atome phosphore + oxygène)

Élément indispensable à la vie. Existe rarement sous forme libre, on le trouve sous forme de phosphate, c'est ce phosphate qui est assimilé par le corps humain.

Notre corps n'est pas capable de synthétiser du phosphore -> apporté par l'alimentation et absorbé au niveau de l'intestin.

On le retrouve dans les os + sang.

Sources de phosphore alimentaire : céréales, viandes, œufs, poissons exclusivement

Phosphorémie = augmente en cas d'insuffisance rénale, des glandes parotides et si intoxication par vitamine D

Elle diminue si hypersécrétion des glandes parathyroïde et en cas de carence en vitamines D

Carence en phosphore : régime alimentaire déséquilibré. Elle entraîne une déminéralisation osseuse.

Apport excessif = hypocalcémie sévère

## 7. Soufre (S)

Composant de protéines (acides aminés) : il crée des liaisons disulfures (2 S qui se lient) et de l'insuline

Il intervient dans la structure de 2 vitamines : la thiamine et la biotine

Effets du soufre (carence + excès) : neurologiques, modifications du comportement, perturbation de la circulation sanguine, problèmes cardiaques, problèmes visuels, problèmes au niveau de la reproduction, dommage au niveau du système immunitaire, désordre gastro-intestinaux, défaut de fonctionnement du foie et des reins, défaut de l'audition, perturbation du métabolisme hormonal, problèmes dermatologiques, suffocations, embolies pulmonaires

Apport journalier : 13 à 14 mg par kilo de poids

On le trouve dans certaines eaux minérales, fruits de mer, légumineuses, crucifères, viandes, lait, œufs

## 8. Calcium (Ca)

Métal le plus abondant dans le corps, on le trouve surtout dans les os.

Essentiel pour la coagulation du sang, maintient de la pression sanguine, contraction musculaire (surtout muscle cardiaque), impliqué dans la formation des os et des dents. Il y a toujours un équilibre entre pourcentage de Ca absorbé par les os et les dents et sa dégradation par les os et les dents.

Meilleures sources de calcium (pas les produits laitiers car ceux-ci contiennent trop de phosphore) : eau du robinet, amandes, pistaches, dates, persil, figues, cresson, cacao, pissenlit, oranges, haricots secs, jaune d'œuf, graines de sésame, brocolis, choux, épinards, certains poissons (poissons gras)

Apports journaliers : 900 mg / jour pour une adulte

Calcémie : c'est le taux qui doit être le plus régulé car la moindre variation de calcium peut engendrer des réactions fatales.

Hormones qui régulent la calcémie : parathormone, calcitonine

## 9. Potassium (K)

On ne peut pas avoir d'excès de potassium dans le corps car il est éliminé naturellement

Apports journaliers : 2 à 6 gr par jour

Carences en potassium : en cas de vomissement et diarrhée, prise de diurétique et laxatifs, médicaments qui aident à maigrir

Rôles : maintient de l'équilibre acido-basique, sert à la transmission nerveuse, sert dans la contraction musculaire, participe au fonctionnement des reins + glandes surrénales, impliqué dans de nombreuses réactions enzymatiques, dans synthèse des protéines, dans métabolisme des glucides, nécessaire à la sécrétion acide de l'estomac.

Kaliémie

## 10. Sodium (Na)

Indispensable à la vie car c'est l'ion principal dans la transmission nerveuse et parce que comme le potassium il est impliqué dans l'équilibre acido-basique.

Il n'est pas absorbé seul mais sous forme de NaCl qui est très important pour l'hydratation de l'organisme

Apports journaliers : 1 à 3 gr

Carences en sodium sont très rares

Natrémie : Hyper natrémie (augmentation risques d'hypertension artérielle) / hypo natrémie

## 11. Chlore Cl ou Cl<sub>2</sub>

Maintient de l'équilibre osmotique des liquides cérébro-spinaux et liquides sub-gastriques

Il irrite le système respiratoire et est à l'origine de l'apparition de l'asthme ou des rhinites.

C'est un gaz mortel à partir de fortes concentrations.

Effets du chlore sur la santé dépendent de la longueur de l'exposition au chlore.

## 12. Magnésium (Mg)

Essentiel pour la vie cellulaire et principalement pour les cellules végétales

On le trouve à l'état de corps libre ou combiné à de nombreux éléments.

L'ion magnésium a un rôle très important dans l'équilibre ionique des organismes.

Apport journalier = 300 mg, plus important chez enfants et doublé chez sportifs et femmes enceintes.

Carences : Augmentation pression artérielle, troubles cardio-vasculaires, diabète, phénomènes dépressifs, angoisses, stress

Rôle : formation des os + dents, favorise la fixation du calcium sur les os, action sur la croissance, impliqué dans transmission de l'influx nerveux, évite les problèmes de mémorisation (favorise la plasticité cérébrale), impliqué dans contraction musculaire, mécanismes de défense immunitaire, effets sédatif, anti-allergique, anti-inflammatoire,

radioprotecteur, impliqué dans régulation de la température corporelle, permet de catalyser de nombreuses réactions métaboliques (synthèse de sucres de protéines...)

### 13. Iode (I)

C'est un oligo-élément.

Apport journalier : 150  $\mu\text{g}$

Impliqué dans fabrication des hormones thyroïdiennes.

Carences : goitre, risques chez fœtus (bloque développement cérébral -> crétinisme qui est une forme de débilité mentale associé à une dégénérescence physique)

Utilisation : en médecine pour l'examen des rayons X, pour la scintigraphie et les imageries médicales, traitements anticancéreux et pour la microscopie comme indicateur coloré.

### 14. Fer (Fe)

C'est un oligo-élément.

Il est contenu dans l'hémoglobine

Carence : anémie ferriprive -> problème au niveau du développement cognitif de l'enfant, peut être à l'origine de l'hyperactivité

Rôle : transport de l'oxygène, formation des globules rouges, constituant essentiel des mitochondries, impliqué dans la fabrication des nouvelles cellules, des hormones et des neurotransmetteurs

Principales source de fer : fruits de mer, viandes, légumes secs

Meilleure manière d'absorber le fer : Fer ferreux (Fe 2+) mais quand on fait cuire les aliments on le transforme en fer ferrique (Fe 3+) moins bien absorbé.

Action du fer inhibé si consommation excessive de thé et de café

Apport journalier : 14 mg

### 15. Les oligoéléments

Ne sont pas synthétisés -> forcément fournis par l'alimentation.

Ils sont stockés par l'organisme.

Ils sont incorporés dans les enzymes (sans eux l'enzyme ne peut pas fonctionner)

Entrent dans la composition des vitamines

Participent à la constitution des signaux hormonaux.

Certains oligoéléments participent à la structure directe de l'hormone sinon ils interviennent dans la conformation spatiale des protéines.

Facilitent ou inhibent la reconnaissance de l'hormone par son récepteur

On trouve : le fluor

Fluor (F)	Email des dents Apports journaliers : 0,5 à 2 mg
Fer (Fe)	
Zinc	Aide le système immunitaire Apports journaliers : 2 à 13 mg selon l'âge
Cuivre	Entretien des os et des cartilages Apports journaliers : 0,8 à 2 mg
Iode	
Manganèse (Mn)	Impliqué dans la utilisation des glucides et lipides + lutte contre les radicaux-libres Apports journaliers : 1 à 4 mg
Cobalt	Favorise la formation des globules rouges Utilisé pour traiter les phénomènes anémiques On ne connaît pas les apports journaliers
Chrome	Régulation du métabolisme des glucides en lien avec l'insuline Apports journaliers : 0,2 à 40 µg
Sélénium (Se)	Impliqué dans la synthèse de radicaux libres Apports journaliers : 20 à 100 µg selon l'âge
Molybdène	Fabrication de certains acides aminés Apports journaliers : 30 à 50 µg
Nickel (Ni)	Impliqué dans presque toutes les réactions chimiques du corps humain Apports journaliers : 75 µg
Vanadium	Fonctions thyroïdiennes et l'entretien des os Apports journaliers : 10 à 20 µg

### III. Molécules organiques

On les retrouve notamment dans les vitamines, les glucides, les lipides, les protéides, les acides nucléiques

Caractérisées par la présence de carbone + hydrogène

Chaîne carbonée + groupement fonctionnels (voir fonctions ci-dessus)

Organisation des chaînes : linéaire, ramifiée, cyclique

Les liaisons de carbone peuvent être : simple, double ou triple.

#### 1. Les vitamines

Ce sont des biomolécules indispensables.

Elles sont considérées comme des **coenzymes** : l'enzyme ne peut pas fonctionner sans ça.

Trois vitamines sont synthétisées par l'organisme ; vitamine K, H, B12

Apport insuffisant = hypovitaminose

Absence de vitamines = avitaminose

Dans les deux cas c'est la cause de certaines maladies : scorbut, béribéri, rachitisme

Apport excessif = hypervitaminose. C'est très toxique pour l'organisme

On trouve 2 groupes de vitamines : hydrosolubles et liposolubles

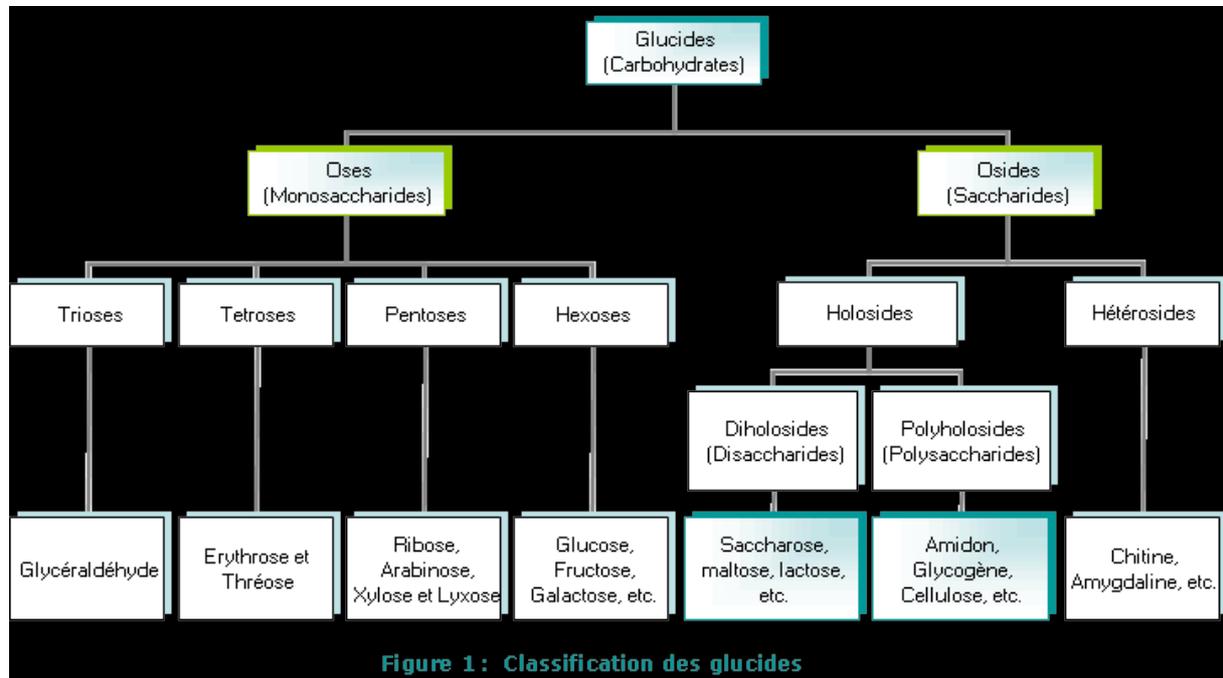
Les hydrosolubles : vitamine B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12, C → non stockables dans l'organisme

Les liposolubles : vitamines A, D, E, K1, K2 → stockables dans l'organisme

Vitamine A (rétinol)	Favorise la croissance + améliore la vision <u>Carence</u> = altération de l'épithélium et cécité <u>Apports journaliers</u> : 800 et 1000 µg
Vitamine B1 (thiamine)	Impliquée dans le métabolisme des glucides → aide au fonctionnement du SN <u>Carence</u> : polynévrites, œdèmes, myocardites, béribéri <u>Apports journaliers</u> : 0,6 à 2,3 mg
Vitamine B2 (riboflavine)	Impliquée dans le métabolisme des glucides, lipides et protides <u>Carence</u> : lésions au niveau des muqueuses, lésions cutanées (langue + lèvres), lésion des yeux <u>Apports journaliers</u> : 1,5 à 1,8 mg
Vitamine B3 (nicotinamide ou PP)	Métabolisme des glucides, lipides, protides + c'est un précurseur des nucléotides <u>Carence</u> : maladie du cuir chevelu + inflammation des muqueuses digestives <u>Apports journaliers</u> : 10 à 20 mg
Vitamine B5 (acide pantothénique)	Impliquée dans métabolisme glucides, lipides, protides + synthèse des hormones <u>Apports journaliers</u> : 2 à 10 mg
Vitamine B6 (pyridoxine)	Impliquée dans métabolisme lipides + acides aminés + synthèse de la vitamine B3 <u>Carence</u> : lésions cutanées, troubles nerveux, polynévrites <u>Apports journaliers</u> : 1,5 à 4 mg
Vitamine B8 (biotine ou vitamine H)	Impliquée dans métabolisme des acides gras, des glucides et des acides aminés Elle est nécessaire pour synthèse B9 et B12 <u>Carence</u> : troubles digestifs + signes cutanés 50 à 150 µg
Vitamine B9 (acide folique)	Impliquée dans synthèse des purines et pyrimidines

Carence : troubles digestifs, troubles neurologiques  
Apports journaliers : 100 à 300 µg

## 2. Les glucides



### a- Les oses

Aldose, cétose, galactose, ribose, glucose, fructose, ribose

### b- Les diholosides

Formation du saccharose : glucose + fructose = saccharose

Formation du maltose : glucose + glucose = maltose

### c- Les polyholosides : cellulose, glycogène, amidon

## 3. Les lipides et les stérols

### a- Les acides gras : R - COOH

Chaîne carbonnée - fonction carboxylique

Ex : acide stéarique, acide oléique, acide arachdonique

### b- Les glycérides

Ex : glycérol, monoglycéride, dyglycéride, triglycéride

### c- Phospholipides

d- Stérols

#### 4. Les protides

a- acides aminés

Ex : arginine, tryptophane, alanine, cystéine, valine, leucine ...

b- Peptides

c- Protéines

Ex : les enzymes

#### 5. Les acides nucléiques

Un acide nucléique est formé par : une base + un sucre + du phosphate

Ex : Adénine, thymine, cytosine, guanine, uracile,