

DE L'ATOME à LA CELLULE

AS Messenger
12 Septembre 2019
Promotion 2019/2022

INTRODUCTION

Les êtres vivants: il peut s'agir des êtres humains, des animaux, des végétaux, des champignons et des bactéries.

Ils ont tous les mêmes étapes dans leurs cycles de vie: Ils naissent, grandissent, meurent et entre temps mangent, rejettent des déchets et se reproduisent.

Au cours de votre formation vous allez être amené à étudier ces différentes étapes.

Et pour pouvoir plus tard mieux les comprendre je vous propose aujourd'hui de nous intéresser à la matière qui constitue les êtres vivants.

Pour cela nous allons devoir nous intéresser à l'infiniment petit.

La matière constituant les êtres vivants est composée d'atomes dont les combinaisons vont permettre d'obtenir différentes biomolécules.

Atomes et biomolécules constituent le 1^{er} niveau d'organisation des êtres vivants qui sont au nombre de 6 : **le Niveau Chimique.**

ECHELLE DE GRANDEUR



Les autres Niveaux d'Organisation des êtres vivants

2. Niveau Cellulaire:

Les molécules se combinent pour former les unités de base structurelles et fonctionnelles d'un organisme: **Les Cellules**

3. Niveau Tissulaire:

Les cellules s'associent pour former des **Tissus**. Ces groupes sont entourés de matériaux et elles exécutent ensemble une fonction particulière.

4. Niveau Organique:

Divers types de tissus s'associent pour former des structures complexes: les **Organes**.

5. Niveau Systémique

Un système est **une association d'organes** accomplissant ensemble une fonction commune.

6. Niveau de l'organisme dans son entier :

Interaction de tous les systèmes entre eux pour former **un être vivant**.

CHAPITRE 1

NOTION DE BIOCHIMIE:

« La biochimie étant l'étude de la vie au niveau moléculaire. »

I. Notions de Biochimie:

* Plan du Chapitre 1:

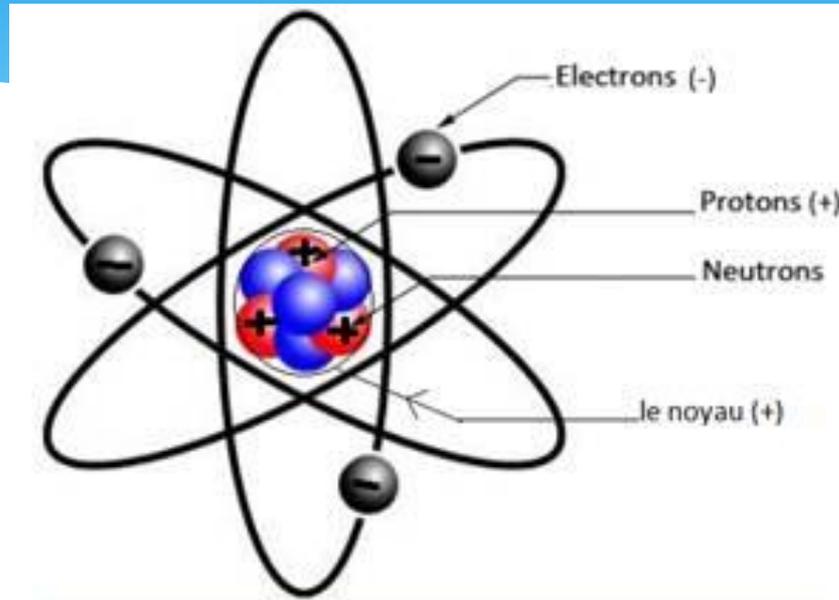
A. Les atomes

B. Les ions

C. Les électrolytes

D. Les liaisons chimiques

A. L'ATOME



L'atome est constitué de :

- **Protons:** charge électrique positive
- **Neutrons:** charge électrique neutre
- **Electrons:** charge électrique négative

} Constituants du noyau de l'atome.

A. L'ATOME

- * C'est la plus petite partie indivisible constituant la matière mais c'est aussi la partie la plus fondamentale.
- * Il est capable de se combiner avec d'autres atomes pour former des **Molécules**.
- * Celles que nous retrouvons dans les organismes vivants sont appelées des **Biomolécules**.

A. L'ATOME

96 % des atomes qui constituent les molécules présentent chez les êtres vivants sont des atomes de :

- * Carbone: C
- * Hydrogène: H
- * Oxygène: O
- * Azote: N

Il faut aussi citer :

- * Phosphore: Ph
- * Soufre: S

D'autres atomes en quantité infime mais indispensables sont aussi présents dans l'organisme par exemple:

- * Fer: Fe
- * Iode: I
- * Sodium: Na

B. LES IONS

Définition:

« un ion est un atome qui a gagné ou perdu un électron »

Il n'est donc plus électriquement neutre mais chargé électriquement.

Ion qui **perd** un électron



Charge **positive** du noyau plus importante



Ion positif: **Cations**

Ion qui **gagne** un électron



Charge **négative** des électrons plus importante



Ion Négatif: **Anions**

C. LES ELECTROLYTES

Définition: Composés qui se dissocient en ions quand ils sont dissous dans l'eau.

➤ **Exemple:** Sodium, Potassium, Magnésium, Calcium.

Leur équilibre est important pour:

- Le bon fonctionnement des cellules.
- Le maintien du PH (Potentiel en Hydrogène)
- La transmission des influx nerveux à travers les différents liquides et tissus de l'organisme

C. LES ELECTROLYTES

Où retrouve-t-on les électrolytes dans l'organisme?

- Le **plasma** situé dans les vaisseaux sanguins
- La **lymphe** dans les vaisseaux lymphatiques
- Le **liquide Interstitiel** entourant les cellules
- Le **liquide intracellulaire** à l'intérieur même des cellules

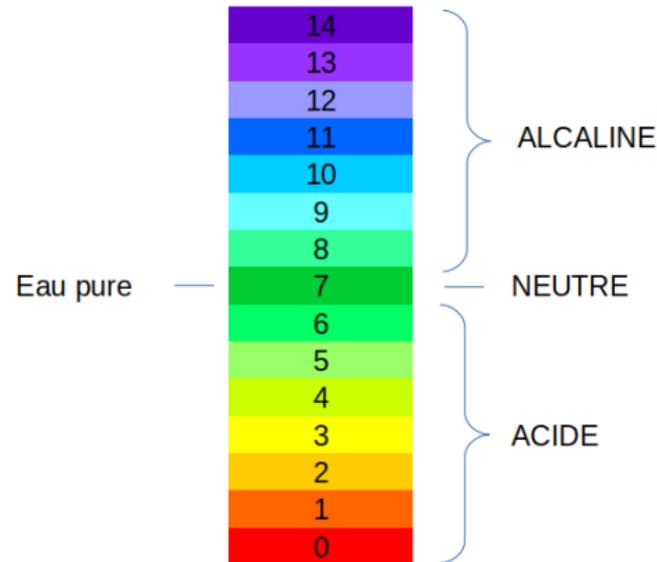
C. LES ELECTROLYTES

Electrolytes et PH dans l'organisme

Le « PH » = potentiel en Hydrogène.

C'est une mesure de l'activité chimique des ions Hydrogène H^+ .

Il en résulte un classement, une échelle: l'échelle des PH. Elle se base sur la concentration en ions Hydrogène d'une solution.



Application au niveau de la physiologie Humaine: **Le sang a un PH entre 7,3 et 7,4**

C. LES ELECTROLYTES

La Concentration:

C'est la quantité de substance (en grammes ou mole) de soluté contenue dans un volume précis. (le plus souvent le litre de solvant)

La concentration est déterminée à l'aide de la formule suivante:

$$C_m = m/V \text{ ou } C_n = n/V$$

Application dans votre futur exercice:

Vous serez amenés à utiliser des produits ou la concentration est exprimée en % ou en ‰ sur le contenant.

Dans ce cas la concentration correspond à la quantité de substance contenue dans 100 ml de solvant dans le cas du % et dans 1000ml dans celui du ‰.

Exemple: une solution de Glucose à 2,5% contient 2,5 g dans 100 ml de solution.

Soit 25 G dans 1000ml= 1L

D. LES LIAISONS CHIMIQUES

Une liaison chimique est une **forme d'énergie** qui retient les atomes entre eux pour former des molécules

- Former une liaison exige de l'énergie
- Détruire une liaison libère une certaine énergie.

CHAPITRE 2

LES MOLECULES DU VIVANT

Les Molécules du vivant

* Plan du chapitre

1. Introduction: Molécules inorganique et organiques

2. Molécules Inorganiques:

- * L'eau
- * Le Dioxygène
- * Le peroxyde D'hydrogène
- * Les sels Minéraux

3. Molécules Organiques

- * Glucides
- * Lipides
- * Protides
- * Enzymes
- * Vitamines
- * Acide nucléique

I. INTRODUCTION

* Il existe dans les constituants du vivants 2 familles de Molécules:

- Les molécules **Inorganiques** ou encore appelées **Minérales**.
- Les molécules **Organiques**

Les Composés organiques ont une structure comprenant au moins un atome de Carbone à l'inverse des composés inorganiques qui n'en contiennent pas.

II. Les composés Inorganiques

A. L'eau: H₂O

- * C'est une molécule vitale pour les organismes vivants.
- * Le corps humains est composé de 60 à 65 % d'eau.
- * La répartition dans le corps est :
 - 2/3 de l'eau au niveau du liquide intracellulaire, à l'intérieur de la cellule
 - 1/3 de l'eau au niveau du liquide extracellulaire:
 - * Liquide interstitiel
 - * La lymphe
 - * Le sang

II. Les composés Inorganiques

A. L'eau: ses rôles

1. Assure l'acheminement des nutriments à tout l'organisme
2. Assure le transport des déchets pour leur élimination
3. Contribue à l'équilibre thermique de l'organisme
4. Participe aux réactions chimiques de type « Hydrolyse ». |
5. Facilite le contact entre molécule et les réactions chimiques.
6. Possède aussi une fonction lubrifiante et protectrice.

II. Les composés Inorganiques

B. Le Dioxygène= O₂

C'est un gaz, inodore et incolore, constituant principal de l'air.

Il est indispensable à toutes les cellules, elles ont en effet besoin de ce gaz pour leur respiration: la respiration cellulaire.

Cette respiration cellulaire permet de produire de l'énergie.

Comment se déroule l'acheminement de l'O₂ vers les cellules?

Il est principalement acheminé par l'Hémoglobine contenues dans les Hématies.

L'hémoglobine est une grosse protéine mais aussi un pigment qui donne sa couleur rouge au sang.

II. Les composés Inorganiques

C. Le Peroxyde d'hydrogène. H₂O₂

- * Sous forme aqueuse connu sous le nom d'eau oxygénée.
- * Il intervient dans la respiration cellulaire
- * Utilisation:

Molécule utilisée en tant qu'agent bactéricide par les macrophages, des cellules humanitaires capables de phagocytose.

II. Les composés Inorganiques

D. Les sels Minéraux.

Ils sont indispensables à l'organisme et à son métabolisme.

Ils ne peuvent être synthétisés par l'organisme d'où l'importance de leur apports.

Ils Participent:

- * Élaboration des enzymes et des hormones
- * Composition des dents et des os
- * Transmission de l'influx nerveux conduisant notamment à la contraction des muscles

Il existe 2 famille de sels minéraux:

- * Les macro-éléments:
- * Les oligo-éléments:

II. Les composés Inorganiques

D. Les sels minéraux: les Macro-éléments

- Na= Sodium: permet de régulariser avec le potassium la répartition de l'eau dans l'organisme.
- K= Potassium: participe à la contraction cardiaque et musculaire
- Cl= chlore: dans le sang, il y favorise le transport du CO₂, contribue à l'équilibre acido-basique et intervient au niveau de la digestion.
- Ca= Calcium: croissance des os, des dents, coagulation, rythme cardiaque
- Ph= Phosphore: avec le Ca constituant indispensable du tissu osseux
- Mg= Magnésium: rôle au niveau de la contraction musculaire, la conduction de l'influx nerveux et active les enzymes.
(Stress/tétanie)

II. Les composés Inorganiques

D. Les sels minéraux: les oligo-éléments

- Fe= Fer: fabrication des GR, production de L'Hb,
- Se=Sélénium: Anti-oxydant et utile au système immunitaire et thyroïde
- F= Fluor: Utile pour la protection des dents
- I= Iode : Utile pour les hormones thyroïdiennes
- Zn= Zinc: : utile pour les réactions enzymatiques, métabolisme des glucides, lipides, protides

III. Les composés organiques

4 Familles de composés organiques:

- A. Les « Oses » qui forment les glucides: CHO
- B. Les Acides gras qui forment les lipides: CHOP
- C. Les Acides Aminés qui forment les protéines:
CHONS
- D. Les Acides Nucléiques qui forment l'ADN et
L'ARN

III. Les composés organiques

A. Les Glucides ou Hydrates de Carbone

Ils apportent de l'énergie.

Il existe 2 types de Glucides

1. Les « Oses » : des monomères. Un exemple: le glucose

- Sucres simples
- Ne pouvant être transformé par la fixation d'une molécule d'eau (hydrolyse)
- Ils sont très solubles dans l'eau
- Absorbés directement par l'organisme pour apporter de l'énergie aux cellules: glycolyse.

2. Les « Osides » : polymères. Un exemple: le glycogène: (polyholosides, polysaccharides)

- Sucres complexes
- Hydrolysables mais pas hydrosolubles.
- Le glycogène est la forme où le glucose est mis en réserve dans le foie et les myocytes squelettiques.

III. Les composés organiques

B. Les lipides

Biomolécules énergétiques et plastiques

Insolubles dans l'eau solubles dans d'autres solvants.

Il existe plusieurs sous-groupe de lipides:

1. Les lipides au sens strict:

- Acides gras
- Triglycérides ou triacylglycérol
- Les phospholipides ou phosphoglycérolipides

2. Les stérols.

III. Les composés organiques

B. Les lipides

1. Les acides Gras

Il en existe 2 types:

- ✓ Les acides gras saturés (graisses animales)
- ✓ Les acides gras insaturés. (graisse végétales et poisson)

2. Les Triglycérides:

- * C'est une réserve énergétique car c'est la forme de stockage des lipides sur le long terme.
- * Rôle d'isolant thermique

.

III. Les composés organiques

B. Les lipides

3. Les phosphoglycérolipides ou phospholipides

Lipide de structure base de la membrane cellulaire: la bicouche cellulaire.

4. Les stérols : un exemple le cholestérol

Lipide apporté par l'alimentation (20%) et synthétisé par le foie (80%)

Il sert à la synthèse de trois molécules:

- Les hormones stéroïdes (cortisol, testostérone)
- Vitamine D₃ (prévient le rachitisme et favorise la fixation du calcium sur l'os
- Les sels biliaires (fragmentation des gros globules de lipides alimentaires)

A noter que le cholestérol est transporté dans le sang dans les lipoprotéines sous 2 formes

III. Les composés organiques

B. Les lipides

4. Les stérols : un exemple le cholestérol (suite)

A noter que le cholestérol est transporté dans le sang dans les lipoprotéines sous 2 formes:

- Le LDL cholestérol ou mauvais cholestérol qui favorisent la formation de plaques d'athérome car difficilement éliminable par le foie.
- Le HDL cholestérol ou bon cholestérol facilement éliminable par le foie.

III. Les composés organiques

C. Les PROTIDES:

Il s'agit de l'enchaînement de plusieurs dizaines ou centaines d'acides aminés. Elles ont de structures chimiques complexes.

Il existe 20 Acides aminés dans l'organisme.

Divisé en 2 catégories:

- * Ceux que l'organisme peut synthétiser
- * Ceux que l'organisme doit apporter : les AA essentiels

Rôle:

- * Assurent le renouvellement des cellules
- * La croissance et la réparation des tissus

III. Les composés organiques

C. LES PROTIDES:

Les acides aminés sont des unités de base.

Leur assemblage dans la cellule réalisé grâce aux ribosomes permet de fabriquer:

- * Des protéines de structure (collagène) ou de transport (hémoglobine) ou informatives (hormones)
- * Des neurotransmetteurs (noradrénaline, acétylcholine)
- * Des enzymes (lipase)
- * Des anticorps.

III. Les composés organiques

D. Les enzymes

Les enzymes sont des **molécules protidiques** qui accélèrent les réactions du métabolisme (anabolisme et catabolisme).

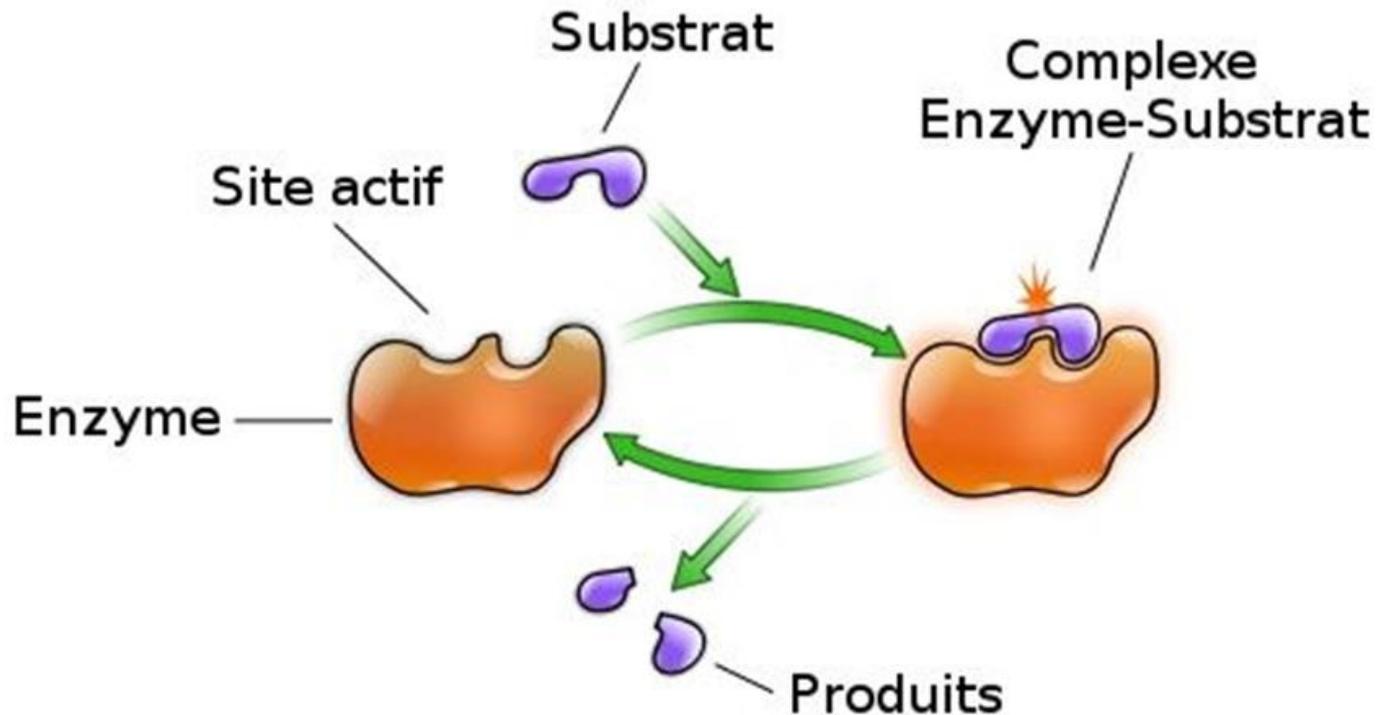
Elles peuvent augmenter la fréquence des collisions et orienter les molécules pour qu'elles rentrent en contact au bon endroit.

Chaque réaction biochimique est effectuée dans la cellule par une enzyme qui est spécifique au substrat. En effet elle possède un site actif formé de quelques acides aminés auquel seul le substrat de forme complémentaire peut accéder.

On appelle cela le système clé/serrure

III. Les composés organiques

D. Les enzymes (Suite)



III. Les composés organiques

E. Les Vitamines

Molécules organiques non énergétiques, dont l'apport est nécessaire car l'organisme ne peut les synthétiser seul.

L'insuffisance en vitamine conduit à des carences

Exemples:

- * Vit A: lésions oculaires
- * Vit D: rachitisme
- * Vitamine c indispensable au développement des tissus

2 catégories de vitamines:

Hydrosolubles: C et B

Liposolubles : ADEK

III. Les composés organiques

E. Les Acides Nucléiques

2 catégories:

- L'ADN: Acide Désoxyribonucléiques:

Support de l'hérédité, sa structure en double hélice lui permet de se dupliquer en deux molécules identiques

- L'ARN: Acide Ribonucléiques

L'ARN traduit l'info génétique en protéine.

Ils sont tous les deux constitués d'assemblage d'unités appelés

- * **les nucléotides**

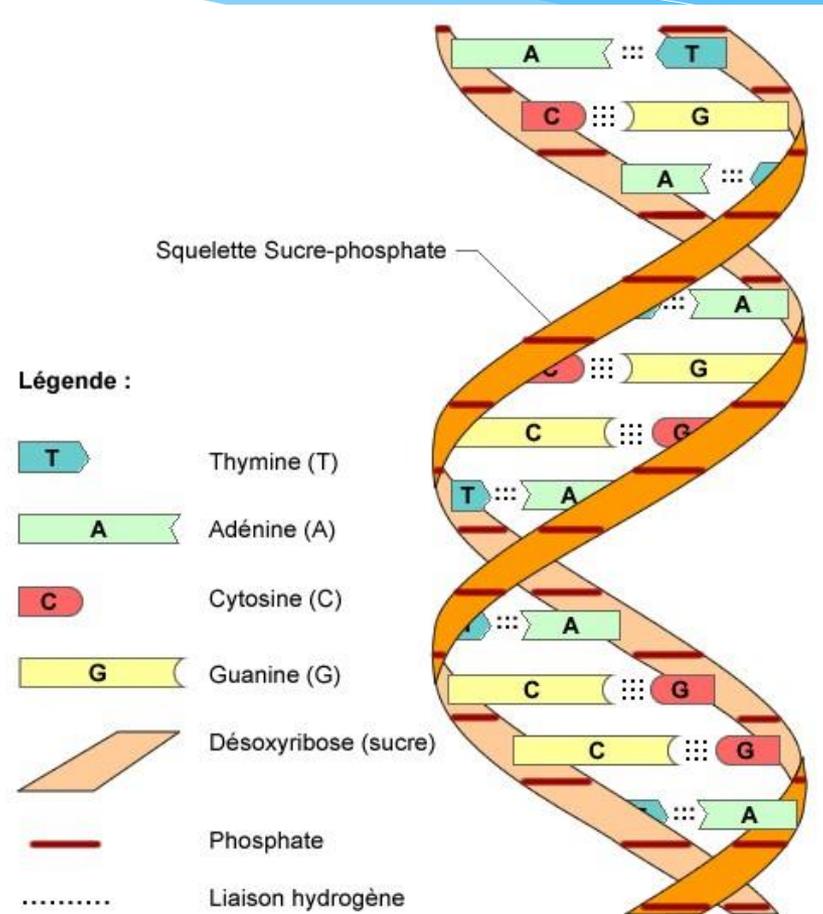
III. Les composés organiques

E. Les acides nucléiques

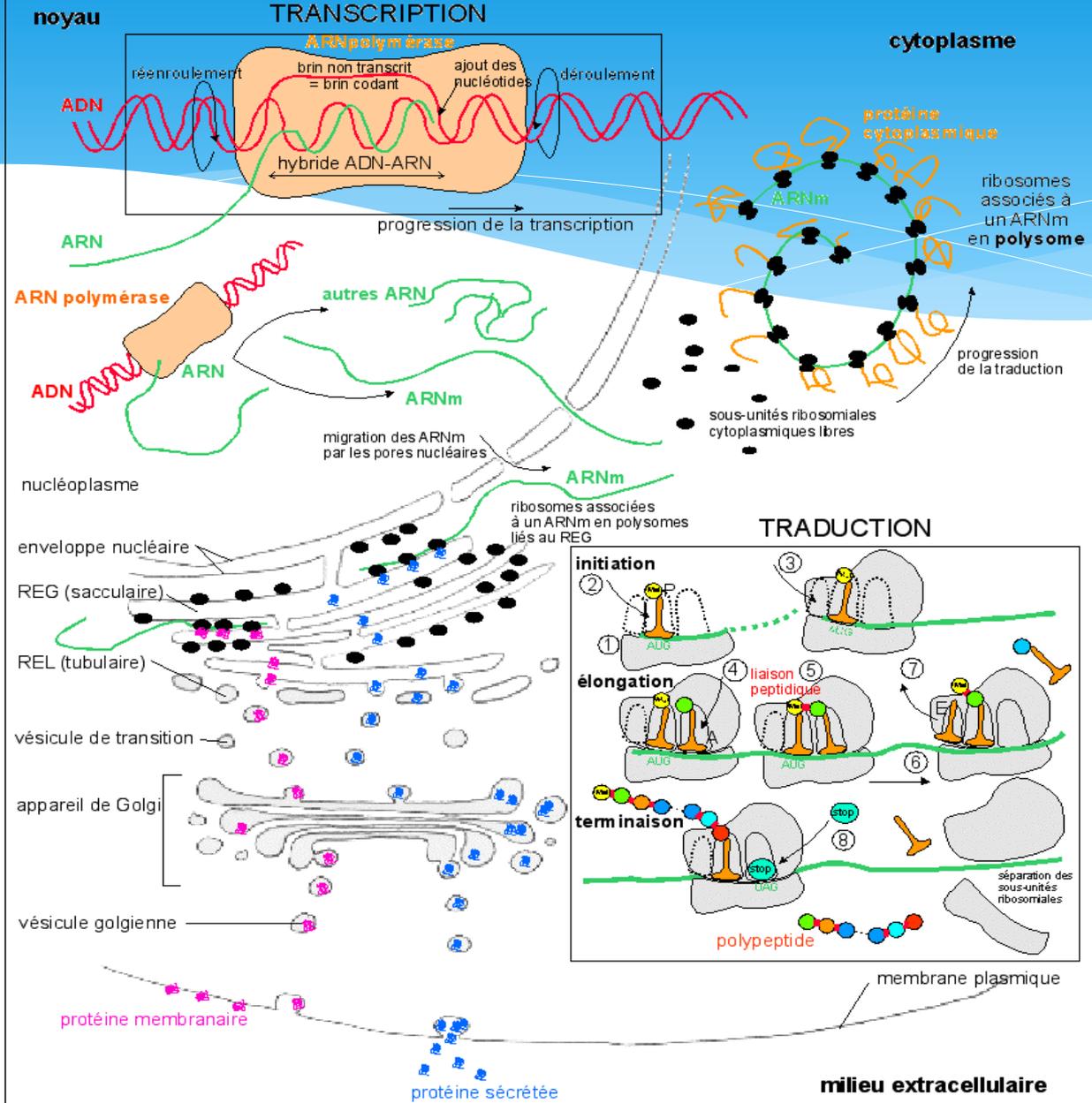
	ADN	ARN
Fonction	Support de l'information génétique.	Copie d'une portion de l'ADN
Sucre	Désoxyribose	Ribose
Bases	Adénine, Guanine, Thymine, Cytosine.	Adénine, Guanine, Uracile, Cytosine.
Structure	2 brins enroulés en double hélice. 	1 brins plus court que l'ADN. 

III. Les composés organiques

E. Les acides nucléiques



Comment les différents compartiments cellulaires participent à la synthèse des molécules produites lors de l'expression de l'information génétique



CHAPITRE 3

Les mécanismes en biochimie

III. Les Mécanismes en biochimie

Plan du chapitre 3

A. Introduction

B. Les échanges d'eau

1. Le transport Passif
2. Le transport Actif

C. Le Métabolisme Cellulaire

III. Les Mécanismes en biochimie

A. Introduction

Au niveau des cellules des êtres vivants il existe des échanges incessants d'eau ou de substances dissoutes.

L'activité et la vie de la cellule reposent sur de nombreuses réactions biochimiques qui constituent le métabolisme cellulaire.

III. Les Mécanismes en biochimie

Les concentrations des solutions

Selon la quantité de substance dissoutes dans la solution les caractéristiques de la solution évolueront.

- Une solution hypotonique : est une solution moins concentrée en soluté donc **plus fortement concentrée en eau**.
- Une solution hypertonique : est une solution plus concentrée en soluté donc **plus faiblement concentré en eau**.
- Deux solution isotoniques : ont la même concentration en soluté et, par conséquent aussi, **la même concentration en eau**.

IV. Les Mécanismes en biochimie

B. Les Echanges d'eau

Les membranes cellulaires, et la paroi des capillaires sanguins sont très perméables à l'eau.

2 types de transports d'eau existe :

1. Les transports Passifs: l'osmose et la diffusion
2. Le transport Actif: la pompe à sodium

IV. Les Mécanismes en biochimie

B. Les Echanges d'eau

1. Les modes de transports passifs: L'osmose et la diffusion

a) L'osmose:

L'osmose est le mouvement de l'eau du milieu le moins concentrés en solutés vers le milieu le plus concentré à travers une membrane semi-perméable.

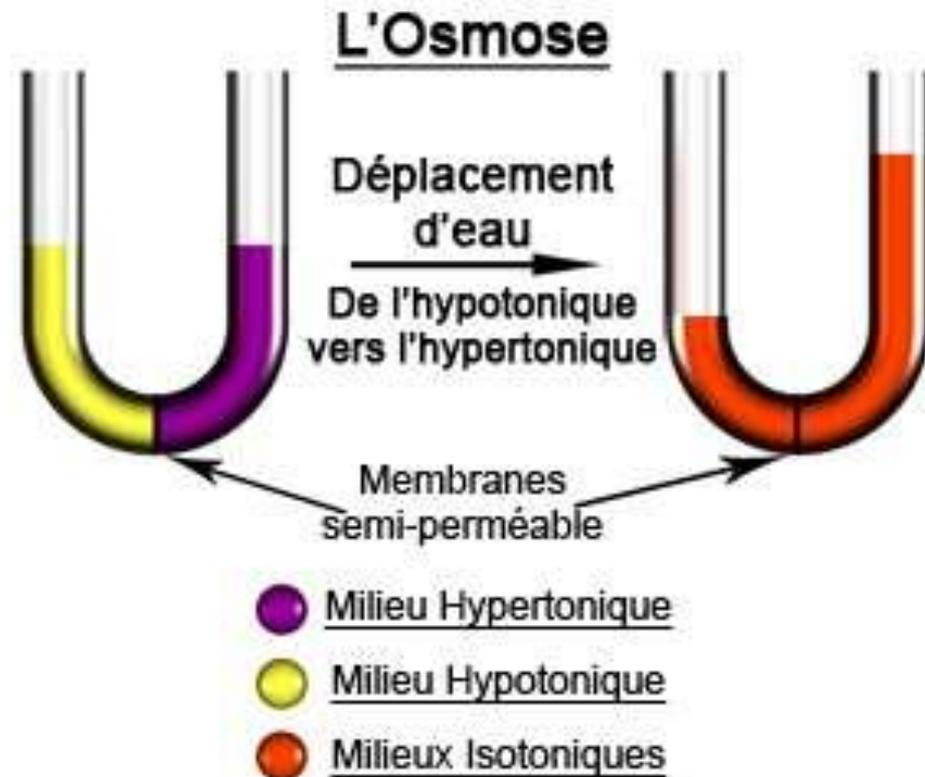
Il a lieu jusqu'à ce que l'égalité des concentration en solutés soit atteinte

Le but est la dilution du milieu le plus concentré pour obtenir une solution isotonique.

IV. Les Mécanismes en biochimie

B. Les Echanges d'eau

1. Les modes de transports passifs: L'osmose et la diffusion
 - a) L'osmose: (suite)



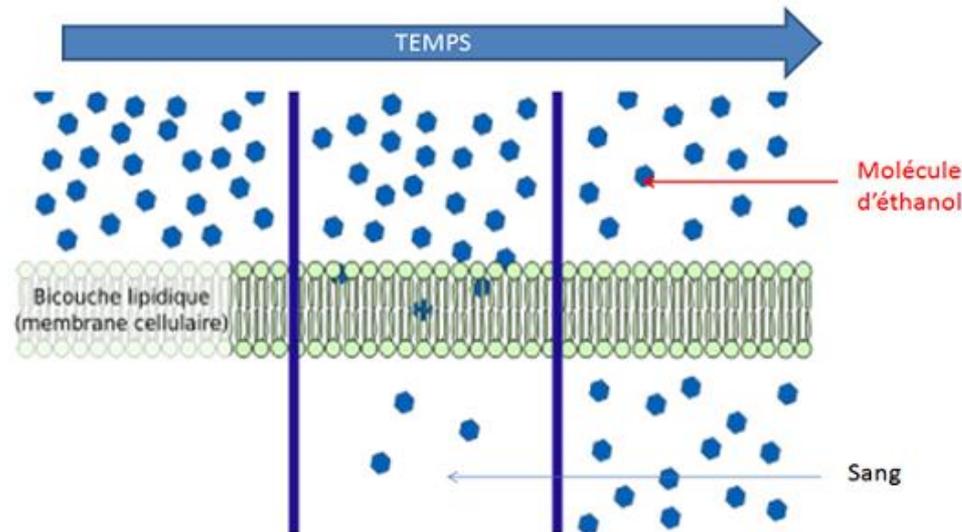
IV. Les Mécanismes en biochimie

A. Les Echanges d'eau

1. Les modes de transports passifs: L'osmose et la diffusion

b) La diffusion:

Elle concerne le mouvement des molécules de solutés d'une région fortement concentrée à une région faiblement concentrée.

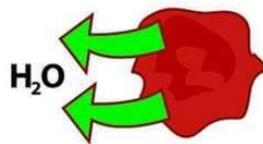
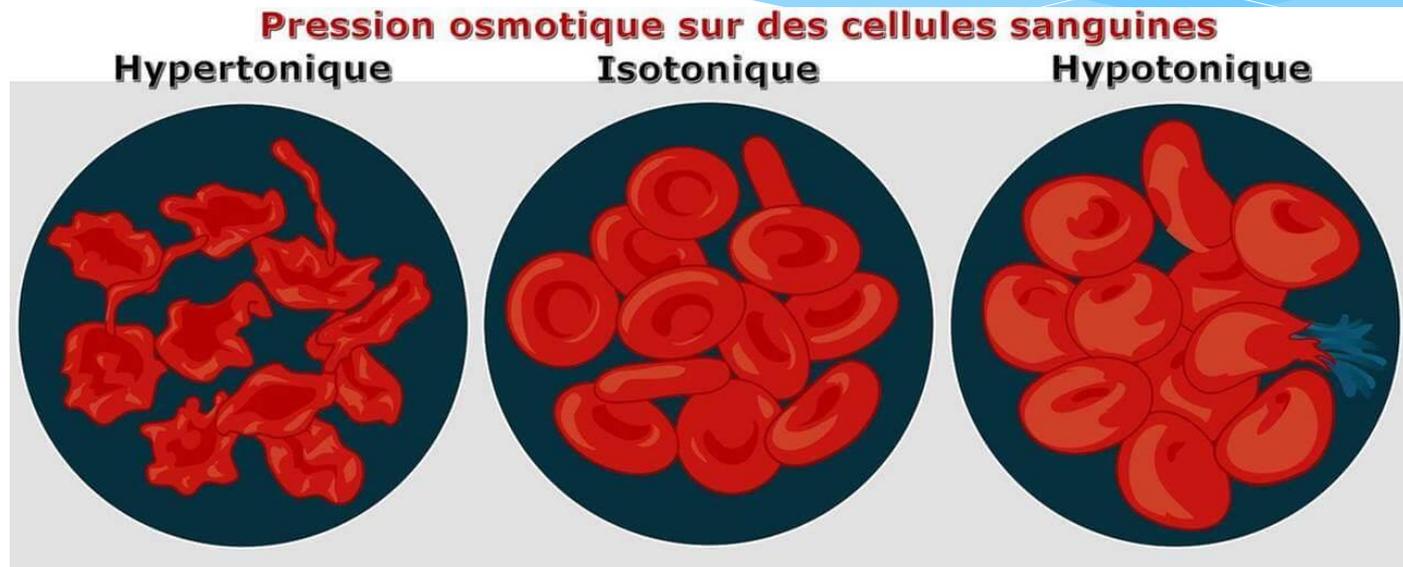


Diffusion simple des molécules d'éthanol à travers la membrane cellulaire

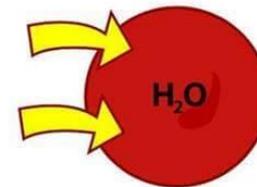
IV. Les Mécanismes en biochimie

A. Les Echanges d'eau

Exemple d'application



Plasmolyse



Hémolyse

IV. Les Mécanismes en biochimie

A. Les Echanges d'eau

2. Un mode de transports actif: La pompe à sodium

- Le transport actif est un mécanisme actif qui utilise de l'énergie cellulaire pour déplacer des substances à travers la membrane plasmique contre leur gradient de concentration (d'une zone à concentration faible vers une zone à concentration élevée).
- Les ions Na^+ et K^+ interviennent en permanence et assurent un équilibre entre le milieu intra et extracellulaire
 - ❖ La concentration extracellulaire des ions sodium est supérieure à la concentration intracellulaire du sodium, ils devraient donc entrer dans la cellule.
 - ❖ Le sodium entre dans la cellule mais, il est expulsé vers l'extérieur par la pompe qui fonctionne grâce à l'énergie qui provient du métabolisme.
 - ❖ Pour les ions potassium, c'est l'inverse.

IV. Les Mécanismes en biochimie

A. Les Echanges d'eau

1. Un mode de transports actif: La pompe à sodium

Le système de transport actif le plus important expulse des ions sodium (Na^+) et y fait entrer des ions potassium (K^+).
Les pompes à Na / K jouent un rôle crucial dans le maintien du volume cellulaire normal = équilibre

IV. Les Mécanismes en biochimie

B. Le Métabolisme Cellulaire

Définition:

C'est l'ensemble des réactions couplées se produisant dans les cellules de l'organisme.

Il est constitué de deux mécanismes opposés :

- * le catabolisme : il permet d'extraire l'énergie des nutriments, par dégradation des molécules énergétiques.
- * l'anabolisme : il permet de synthétiser les constituants nécessaires à la structure et au bon fonctionnement des cellules.

On oppose également le métabolisme basal au métabolisme en activité.

IV. Les Mécanismes en biochimie

B. Le Métabolisme Cellulaire

L'énergie nécessaire ou produite lors de toutes ces réactions est stockée sous forme d'ATP:

- L'adénosine Triphosphate.

C'est donc un composé énergétique importante de la cellule.

IV. Les Mécanismes en biochimie

B. Le Métabolisme Cellulaire

Focus sur la respiration cellulaire:

- * La **respiration cellulaire** est l'ensemble des processus du métabolisme **cellulaire** convertissant l'énergie chimique contenue dans les nutriments en adénosine triphosphate : ATP
- * Consiste en une dégradation complète du Glucose en présence d'O₂ permettant une **libération totale de son énergie**.
- * La plus grande partie de cette énergie est transférée dans une molécule énergétique utilisable par toutes les cellules : **l'ATP**
- * Les déchets de la respiration sont le Dioxyde de Carbone et l'eau

Conclusion

