

La cellule :

Composition, Fonctions et Organisation

Pr. BENNIS S.

La Biologie cellulaire est une discipline qui permet d'étudier la **morphologie** , **l'organisation** et le **fonctionnement** des cellules des organismes vivants



Cette discipline est tributaire des **techniques** d'étude des êtres vivants et du développement des technologies

I- Définitions

1) Être vivant- cellule ?

La cellule est une entité microscopique qui peut être seule et compose tout être vivant unicellulaire, ou coordonne avec d'autres cellules et assure les fonctions nécessaires à la survie d'un être vivant pluricellulaire

Ces fonctions se résument dans la nutrition, la respiration, la capacité de se reproduire d'une façon autonome (donner un autre être vivant semblable à lui-même, mais pas forcément identique) et d'assurer le maintien de l'espèce. Toutes ces fonctions se font en coordination avec d'autres cellules voisines.

Fonctions de nutrition :

L'organisme fabrique son énergie à travers les petites molécules et élimine ses déchets. En comparaison avec l'organisme, la cellule subit des dégradations et des synthèses des différents constituants tout au long de sa vie. Ceci permet à la cellule d'avoir de l'énergie et d'éviter l'accumulation des molécules toxiques ou altérées. Une seule molécule qui n'est pas renouvelée c'est l'ADN.

L'énergie est généralement stockée sous forme d'ATP ou de GTP. Elle est utilisée dans la synthèse des protéines, des lipides ou autres molécules, dans le mouvement cellulaire, dans le transport des molécules à travers les membranes

Fonctions de relation :

Ce sont les différentes interactions et communications effectuées à travers les molécules de signalisation, appelées ligands. Ces derniers doivent interagir avec d'autres molécules, situées généralement en surface cellulaire, qui les reconnaissent et qui leur sont spécifiques, appelées récepteurs. A la fixation d'un ligand avec son récepteur, on assiste à une modification biochimique du récepteur et donc du comportement de la cellule, d'où la transduction du signal suivi d'une réponse biologique ou cellulaire

Fonctions de reproduction :

Formation d'un organisme dont la transmission d'information génétique est respectée et contrôlée. Au niveau cellulaire, la reproduction se fait à travers deux phénomènes nécessaires et indépendants :

Une réplication contrôlée de la molécule d'ADN contenu dans le noyau

Une mitose contrôlée ou une répartition égale d'ADN dans les deux cellules filles

NB : certaines cellules échappent à ces contrôles et développent des altérations génétiques « mutations » exemple des cellules cancéreuses.

La mort cellulaire :

A côté des différentes fonctions vitales, il y a également le phénomène de mort cellulaire qui peut se faire de 2 manières :

- selon le processus de nécrose qui survient à la suite d'une lésion. La cellule réagit par une destruction de ses composants vitaux (noyau, membrane etc). Ces fragments éclatent, puis passent dans le milieu extracellulaire pour se faire éliminer.

- selon le processus d'apoptose qui est enclenché pour éliminer et détruire les cellules inutiles ou dangereuses (cellule infectée ou mutée). La cellule en question active des enzymes spécifiques qui clivent les constituants cellulaires. Le noyau et les autres organites se fragmentent, les fragments sont phagocytés sans qu'ils passent dans le milieu extracellulaire

2) La cellule

C'est le plus petit constituant de la matière vivante qui n'est pas toujours le même chez tous les êtres vivants. Toute cellule est limitée par une **membrane** entourant un compartiment liquidien, **cytoplasme**, et renfermant un matériel héréditaire, **l'ADN**, contenu dans un compartiment le **noyau**

Vu la diversité des êtres vivants, On distingue deux grandes familles de cellules : **procaryotes et eucaryotes**

Les procaryotes

les bactéries et les algues bleues (l'organisation cellulaire est simple).

Les eucaryotes

les protozoaires, certaines algues et champignons, les êtres pluricellulaires, animaux et végétaux (L'organisation cellulaire est complexe)

Les cellules eucaryotes sont plus grandes que les cellules procaryotes avec un volume qui est 1000 à 10 000 fois plus grand

Remarque : les virus ne sont pas des cellules, ils se reproduisent et se répliquent lorsqu'ils parasitent une cellule

Cellule procaryote

absence d'un vrai noyau = matériel génétique est libre dans la ç

Cellule eucaryote

L'ADN est protégé dans le noyau . 2catégories de ç eucaryotes :

Unicellulaire = tout être vivant composé d'une seule cellule,

les protophytes = végétaux unicellulaires

les protozoaires = animaux unicellulaires

Pluricellulaire = tout être vivant composé de plusieurs cellules,
sont tous des eucaryotes

les métaphytes = végétaux pluricellulaires

les métazoaires = animaux pluricellulaires

II- Organites cellulaires

II- 1) La ç eucaryote

la cellule est limitée par une membrane = **membrane cytoplasmique**, qui joue le rôle de barrière entre les milieux intra et extracellualire

le milieu intracellulaire est fait d'une substance fondamentale = **cytoplasme** où baignent les organites, d'un compartiment intraç de taille importante = **noyau** et d'un squelette interne = **cytosquelette**

Protoplasme = noyau + cytoplasme

Hyaloplasme ou cytosol = substance fondamentale

Certains organites intraç sont délimités par une membrane interne comme le réticulum endoplasmique

1) Le noyau

Limité par une double membrane (l'enveloppe nucléaire) entourant le nucléoplasme, Présente un ou plusieurs nucléoles riches en ARN

L'enveloppe nucléaire

est percée de pores permettant des échanges entre le nucléoplasme et le cytoplasme

Le nucléoplasme

renferme une chromatine constituée de plusieurs molécules d'ADN linéaires, organisées sur des protéines

la chromatine peut être relâchée = **euchromatine**
ou sous forme condensée = **hétérochromatine**. Il s'agit d'une condensation d'ADN qui atteint un maximum au moment de la division cellulaire pour la formation des chromosomes.

Les chromosomes sont semblables deux à deux et sont caractéristiques d'une espèce à une autre (46 chez l'homme). L'ensemble de ces chromosomes constitue le caryotype qui est généralement issu de cellules diploïdes.

Ces cellules possèdent sont à $2n$ chromosomes, tandis que les cellules haploïdes ne sont qu'à $1n$ chromosomes.

2) Le cytoplasme

composé du hyaloplasme ou cytosol et organites intrac

Le cytosol = gelée (protéines, ions, glucose, lipides, cholestérol et a. gras) + filaments protéiques comme les microtubules, l'actine et les filaments intermédiaires qui organisent le cytosquelette

Les organites intrac se composent de : Mitochondrie, ribosomes, réticulum endoplasmique, appareil de golgi, lysosome, peroxyosome



Ces organites sont sous forme de compartiments limités par une membrane. Ils assurent des fonctions nombreuses et diverses nécessaires à la survie cellulaire

L'intérieur du compartiment est appelé lumière

Mitochondrie

Organite limité par deux membranes, assure la transformation de molécules organiques en énergie cellulaire sous forme d'ATP ou de GTP.

Ribosomes (isolés ou en groupe)

composés d'ARN et de protéines et sont indispensables à la synthèse des protéines

Réticulum endoplasmique

Un réseau limité par une membrane qui parcourt l'ensemble du cytoplasme. Il est sous forme de tubes ou de citernes aplaties et disposées parallèlement les unes aux autres.

on distingue 2 types de R E l'un rugueux lorsqu'il est parsemé de ribosomes et l'autre est lisse

La fonction principale du RE est la synthèse et le transport des lipides et des protéines

Appareil de golgi

Empilements de membranes sous forme de saccules grossièrement sphériques, aplaties et parallèles entre eux

impliqué dans la modification, le tri et le transport de diverses molécules organiques qui se fait via des vésicules qui peuvent être :

- Des vésicules de sécrétion ou exocytose dont le contenu est destiné au milieu extracellulaire
- des vésicules d'endocytose dont le contenu est issu du milieu extracellulaire et déversé à l'intérieur de la cellule
- Des lysosomes + endosomes ce sont des vésicules à pH acide qui renferment des hydrolases (enzymes de digestion)

Lysosomes

Réserve d'enzymes (hydrolases) destinées à la digestion intrac.

Entourés de mb pour **ne pas attaquer les a. nucléiques**

Peroxisomes

Vésicules renfermant des enzymes (catalases) capables de dégrader des peroxydes dangereusement réactifs

3) La membrane plasmique

entoure la cellule et joue deux rôles importants

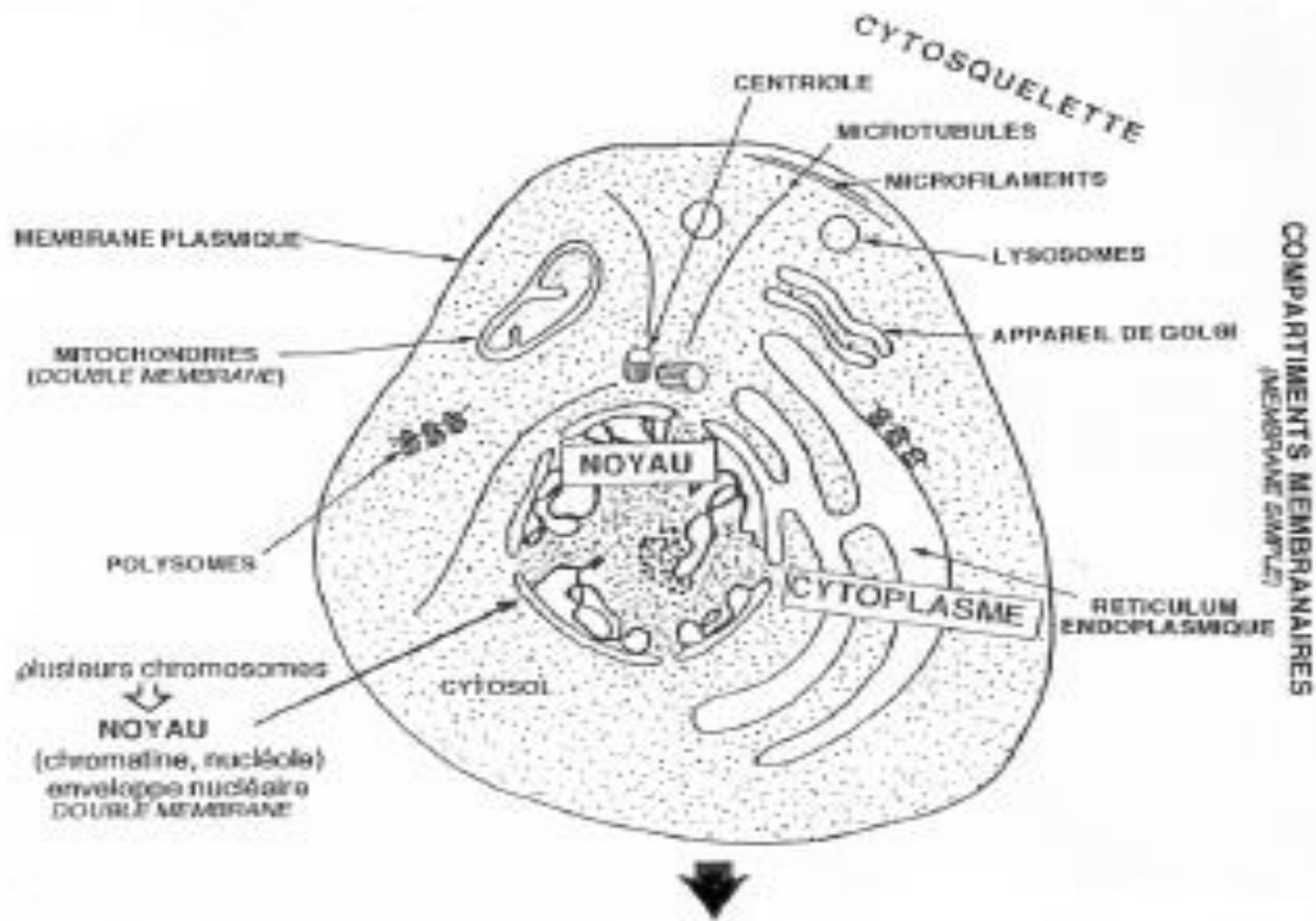
- barrière sélective entre le milieu intra et extraç**
- communication entre les cellules et avec le milieu extraç**

4) Le cytosquelette

Réseau de filaments protéiques filiformes contenus dans le cytosol, les plus importants sont :

filaments d'actine indispensables soit à la contraction soit à la motilité et les microtubules qui sont nécessaires pour le phénomène de division cellulaire

CELLULE EUCARYOTE
(cellule animale)



PLUSIEURS COMPARTIMENTS MEMBRANAIRES
PRESENCE D'UN CYTOSQUELETTE

Les ç eucaryotes, on remarque des différences dans les structures entre cellule animale et végétale

5) La cellule végétale

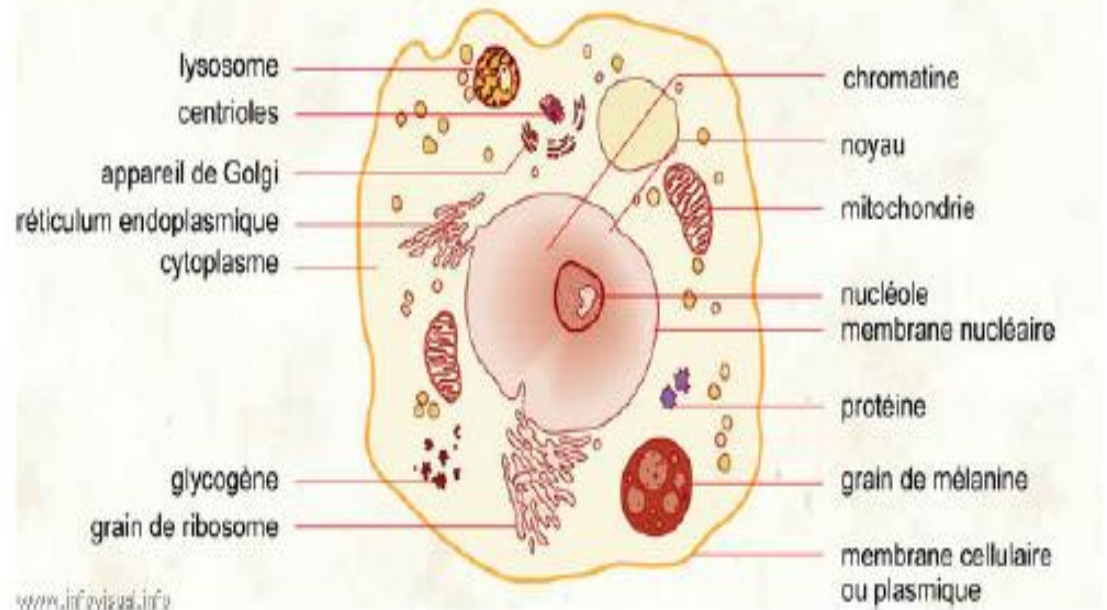
-la paroi ç (**pectocellulosique**) recouvrant la membrane plasmique, interrompue de pores (**plasmodesmes**) permettant des communications cellulaires

-Les plastes dont les plus importants sont les chloroplastes (rôle fondamental dans la photosynthèse)

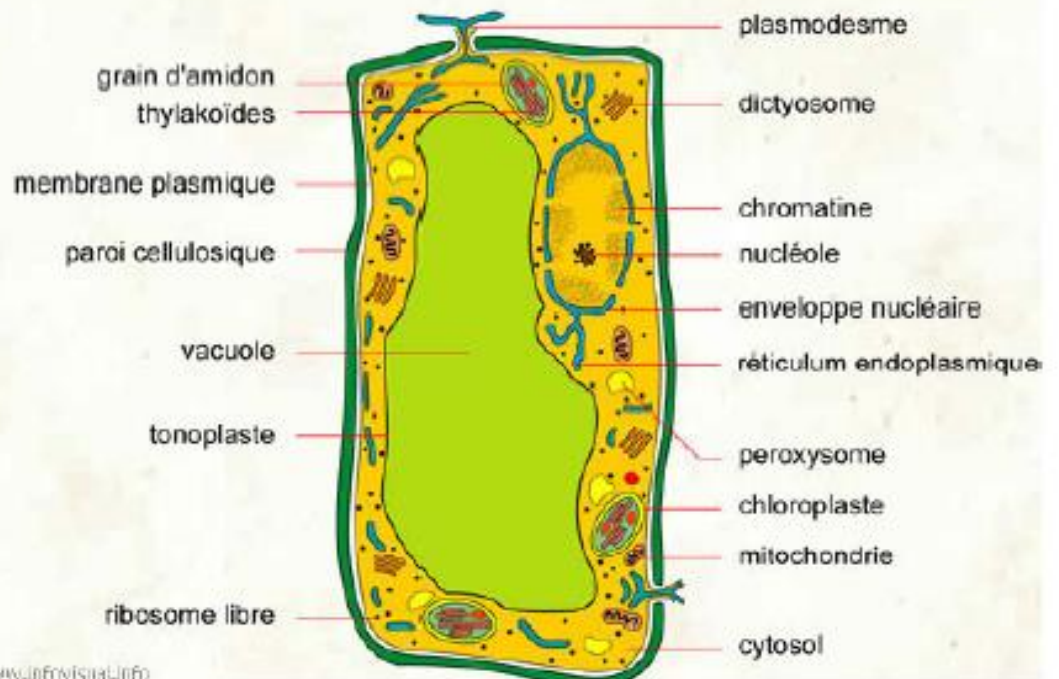
-les vacuoles, généralement une seule de taille importante, entourée par une membrane (lieu d'accumulation d'eau, de substances de réserves ou de déchets qui sont toxiques)

- absence de centrioles

Cellule animale



Cellule végétale



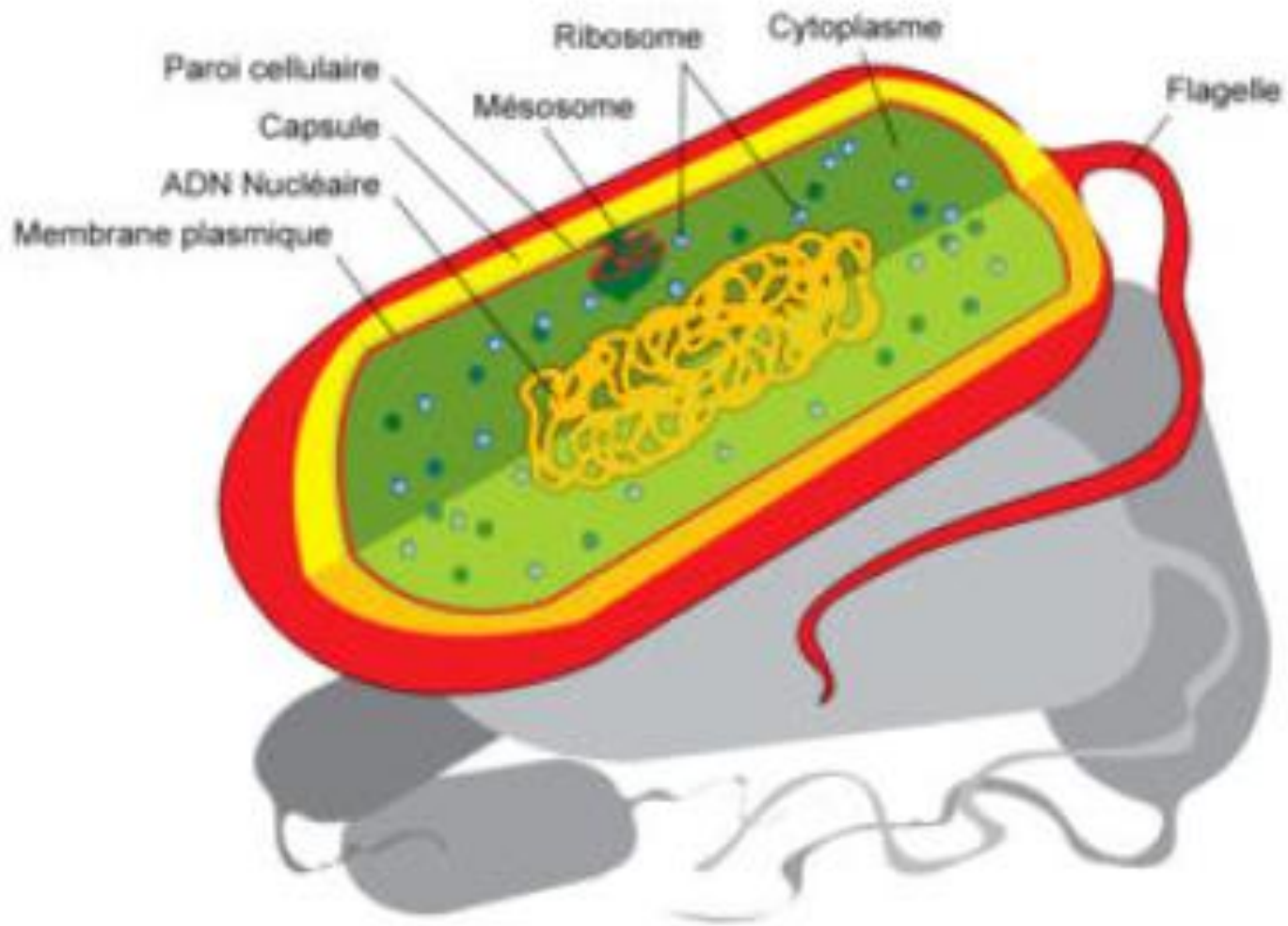
II-2) La cellule procaryote (bactéries)

Les organites ne sont pas limités par une mb

Absence de noyau bien individualisé

La molécule d'ADN circulaire et libre. ne forme pas de chromatine

Chez plusieurs espèces de bactéries, il existe en plus de l'ADN des plasmides à réplication autonome qui codent des protéines non essentielles à la croissance ç (résistance aux antibiotiques, à certaines substances toxiques etc.....)



Cellule procaryote « bactérie »

II-3) Les virus

Les particules virales (virions) sont des assemblages supramoléculaires non vivants

Chaque particule comporte une partie centrale constituée par un seul acide nucléique, ADN ou ARN, et une coque protéique périphérique, la capside

Les virus ne possèdent pas d'organites ζ et n'ont pas de métabolisme propre, dépendent de la ζ hôte pour se reproduire et se multiplier = **infection**

III- Constituants chimiques de la cellule


La composition chimique dans la cellule est essentielle à la vie

1)- constituants minéraux

1-1 l'eau

Le constituant le plus abondant, représente 60-90% de la masse ç. Cette teneur est surtout élevée chez le nourrisson.

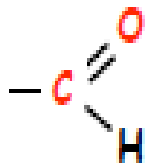
La molécule d'eau est **polaire** = liaison hydrogène

atome d'O- attire les H+  2 régions, électronégative et électropositive

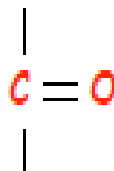
Les molécules d'eau se lient entre elles ou avec des **molécules hydrophiles** (polaires) par des liaisons hydrogènes

Ces molécules doivent posséder dans leur composition des groupements et des fonctions polaires.

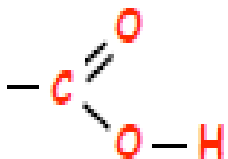
• fonction **aldéhyde** CHO



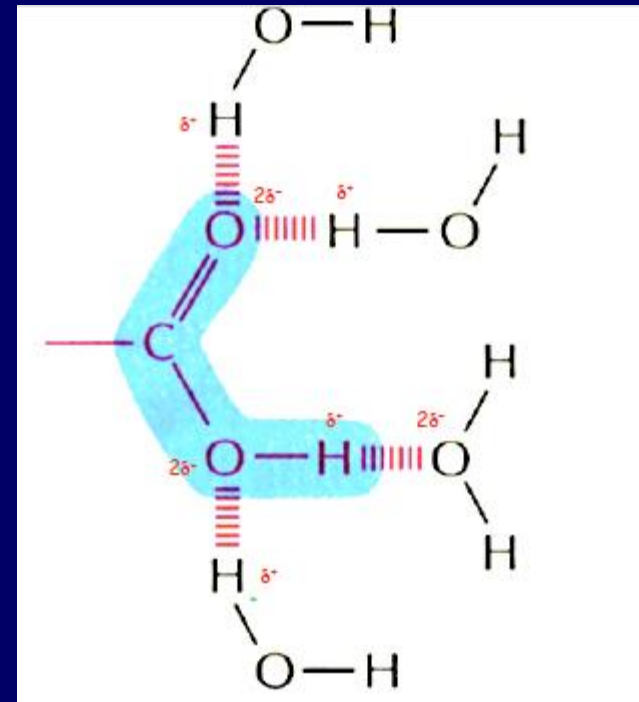
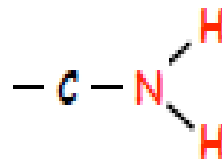
• fonction **cétone** CO



• fonction **acide** COOH

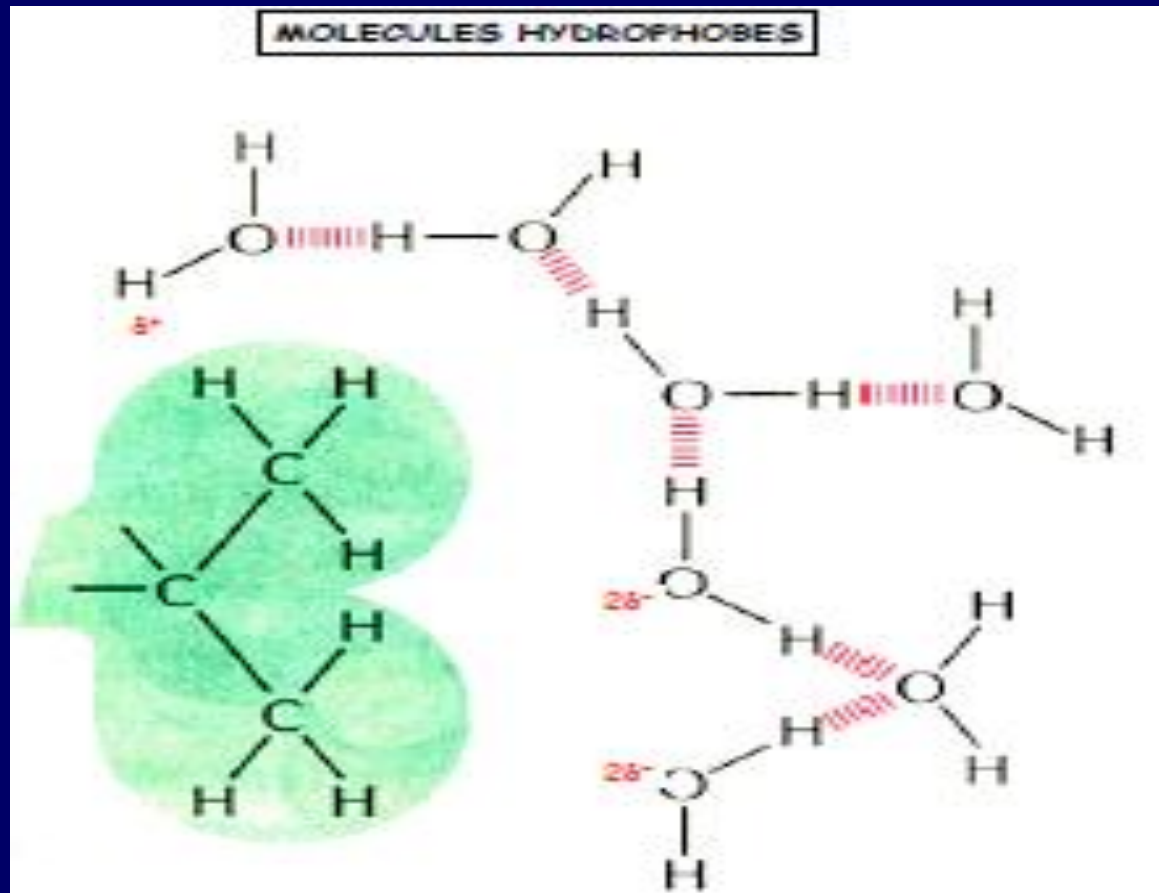


• fonction **amine** CNH₂



Molécules hydrophobes = molécules apolaires

Elles sont constituées de groupements apolaires $-CH_2$ et $-CH_3$, ne forment pas de liaisons hydrogènes avec l'eau : molécules insolubles dans l'eau.



L'eau joue plusieurs rôles

- indispensable à l'activité métabolique de la ζ
- participe aux réactions enzymatiques dans la ζ (hydrolases, oxydoréductases)
- prévient les changements brusques de température dans la ζ

1-2- les sels minéraux

se présentent sous forme dissociée en anions (Cl^- , HCO_3^- , etc....), ou en cations (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} etc..) et assurent l'équilibre ionique nécessaire à la vie

La concentration des ions est différente entre le milieu extraç et intraç :

K^+ , Mg^{2+} sont concentrés dans le milieu intraç
 Cl^- , Ca^{2+} et Na^+ sont concentrés dans le milieu extraç

2) - substances organiques

sous forme de petites molécules = **monomères**
ou sous forme de macromolécules (unités répétées et liées
par des liaisons covalentes).

La macromolécule ou polymère est composé d'un grand
nombre du même monomère

Les substances organiques sont classées en 4 grandes
familles :

Glucides (glucose, amidon, glycogène etc....)

Lipides (phospholipides, stéroïdes etc.....)

Protéines (enzymes, insuline, albumine etc...)

Acides nucléiques (ADN = acide
désoxyribonucléique, ARN = acide ribonucléique)

1-3-1- Les glucides

Glucides simples = monosaccharides ou oses correspondent à la formule $(CH_2O)_n$ avec $n : 3$ à 7

Glucides complexes = glucides qui peuvent se lier aux protéines ou aux lipides formant ainsi des : glycolipides et glycoprotéines présents dans la membrane cellulaire

Leur rôle principal est la formation d'énergie

1-3-2- Lipides ou corps gras

- insolubles dans l'eau et solubles dans des solvants organiques. Cette propriété est liée à la prédominance de chaînes hydrocarbonées

- La formule chimique des acides gras simples est $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$

- constituants cellulaires importants et leur dégradation libère de l'énergie. Ils constituent l'élément architectural de toutes les membranes

1-3-3- Protéines

Ce sont de longs polymères d'acides aminés rattachés par une liaison peptidique (CO – NH) .

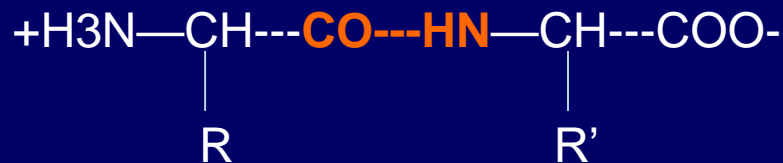
a) Acide aminé (a a)

Il existe dans la nature 20 a a qui diffèrent par la formule chimique de la chaîne latérale R et, celle-ci détermine les propriétés des divers acides aminés : hydrophobes, hydrophiles, acide, hétérocyclique ou autre

b) Les dipeptides

La formule chimique des a a permet de distinguer deux extrémités : C terminal ou **carboxyterminale** et N terminale ou **aminoterninale**

Deux a a associés par une liaison peptidique :



liaison peptidique

c) Peptides, polypeptides et protéines

Peptides = enchainement de qlqs a a

Polypeptides = enchainement d'un nombre d'a a < à 150

Prot- = polymérisation de plusieurs polypeptides

les prot- peuvent se replier et prendre différentes formes dans l'espace :

Hélice alpha = forme spiralée

Feuillet bêta = forme pliée / liaison hydrogène

Les prot- acquièrent ainsi des structures différentes (secondaire, tertiaire et quaternaire) qui déterminent leur activité biologique : hormone, enzyme, anticorps ou autre

Enzyme

- catalyseurs des réactions chimiques des ç.
- Les substances catalysées par une enzyme sont des substrats
- l'enzyme possède 2 sites l'un reconnaît et fixe le substrat et l'autre catalyse la réaction

Exemple : les hydrolases catalysent la dégradation des lipides et des protéines en présence d'eau

Anticorps (AC)

- prot- élaborées par des plasmocytes (lympho B)
- Les Ac se lient et reconnaissent spécifiquement des antigènes (substance étrangère) en formant un complexe Ac-Ag.
- Ac-Ag sensibilise les globules blancs
 - structure d'un Ac : 4 chaînes polypeptidiques, 2 lourdes et 2 légères reliées entre elles par des ponts de dissulfure

Un Ac ne peut reconnaître qu'une partie de l'Ag par son fragment FAB qui est l'épitope

Epitope = petite portion déterminante d'un Ag qui interagit avec un AC

Hormones

Sont des messagers ss forme de signal chimique provoquant une activation de la ç et elles sont de 2 types : hormones liposolubles et hydrosolubles

Hormones hydrosolubles se lient à la surface ç (récepteur)

Hormones liposolubles (stéroïdes et thyroïdiennes) se fixent sur un récepteur intraç.

1-3-4- Acides Nucléiques

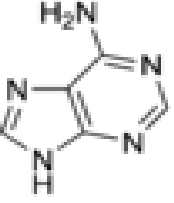
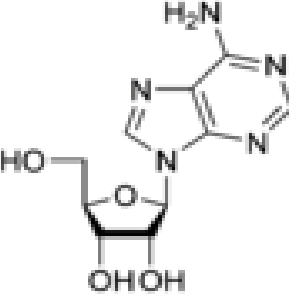
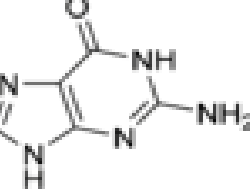
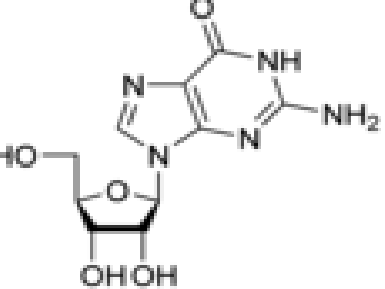
Les acides nucléiques se présentent sous 2 formes proches :
ARN = acide ribonucléique, ADN = acide désoxyribonucléique.
L'ARN et l'ADN sont des polymères constitués de nucléotides

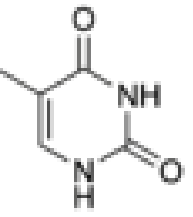
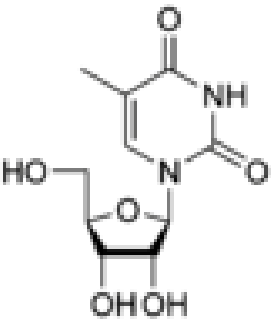
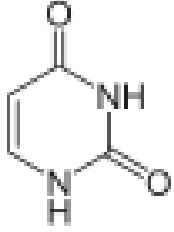
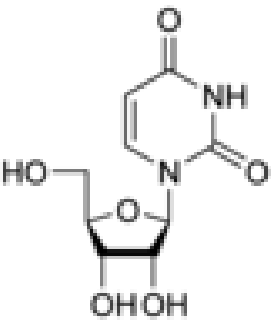
a) nucléotide

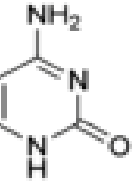
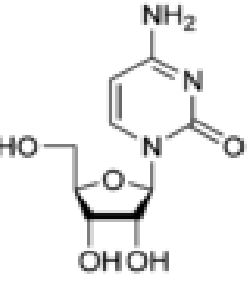
une base azotée associée à un sucre et un groupement phosphate.
La base est hétérocyclique et on distingue 2 types :
bases puriques = adénine (A) et guanine (G), bases pyrimidiques =
cytosine (C), thymine (T) et uracile (U)
Le sucre est un pentose qui est un ribose dans le cas de l'ARN et un
désoxyribose pour l'ADN

b) nucléoside

C'est l'association d'une base et d'un sucre et selon la nature de la
base, on distingue adénosine, guanosine, uridine, cytidine et
thymidine

Base azotée	Nucléoside
 <p>Adénine</p>	 <p>Adénosine A</p>
 <p>Guanine</p>	 <p>Guanosine G</p>

 <p>Thymin</p>	 <p>Thymidine T</p>
 <p>Uracile</p>	 <p>Uridine U</p>

 <p>Cytosine</p>	 <p>Cytidine C</p>
---	--

Si le sucre est un désoxyribose, les nucléosides sont : d Adénosine, d guanosine, d uridine, d cytidine, d thymidine

Un nucléoside + groupement phosphate = nucléotide

Adénosine +P = adénosine monophosphate ou AMP

Adénosine +P + P= adénosine diphosphate ou ADP

Adénosine +P +P +P = adénosine triphosphate ou ATP

c)- Rôles

ATP et GTP = source d'énergie. L'AMP devient cyclique et intervient comme molécule de communication intraç (second messenger), les nucléotides sont le support d'information génétique et servent aussi de précurseurs pour la constitution de ce matériel (ARN et ADN)

Acide désoxyribonucléique (ADN)

La molécule d'ADN est bicaténaire, constituée de 2 chaînes de nucléotides monophosphates unies par des liaisons hydrogènes entre les bases puriques et les bases pyrimidiques. 2 liaisons hydrogènes entre A et T et 3 liaisons hydrogènes entre C et G qui donnera par la suite la formation de 2 brins d'ADN complémentaires et antiparallèles (direction inverse $5'P \longrightarrow 3'OH$ et $3'OH \longrightarrow 5'P$)

Acide ribonucléique (ARN)

La molécule d'ARN est monocaténaire, orientée $5'P \longrightarrow 3'OH$. L'ARN diffère de l'ADN par la nature du sucre et par l'uracile.