



Tutorat 2023-2024



FORMATION EN SOINS INFIRMIERS

PREFMS CHU DE TOULOUSE

Rédaction 2022-2023

UEC 3

Biologie Fondamentale

UE Verte

Biomolécules : structure, propriétés et fonctions

Ce cours vous est proposé bénévolement par le Tutorat Les Nuits Blanches qui en est sa propriété. Il n'a bénéficié d'aucune relecture par l'équipe pédagogique de la Licence Sciences pour la Santé et de l'IFSI. Il est ainsi un outil supplémentaire, qui ne subsiste pas aux contenus diffusés par la faculté et l'institut en soins infirmiers.

Rédigé par Sourd Dorian à partir du cours de L.NOUGUEIRA présenté le 07/09/2022

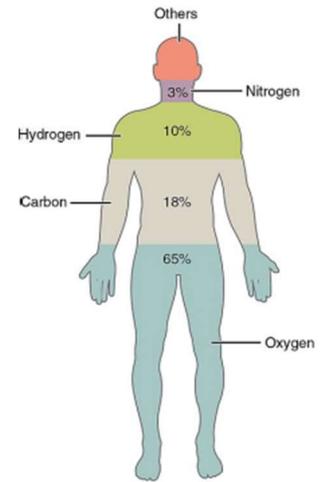
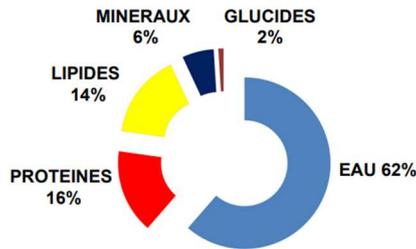
I. Introduction

a. Définition de la biochimie

C'est une science qui étudie les molécules qui constituent les êtres vivants et en particulier :

- Leur structure
- Leurs propriétés physiques et chimiques
- Les réactions dans lesquelles elles sont impliquées :
 - o Synthèse
 - o Transformation/dégradation

Les éléments principaux du corps sont CHON. En termes de molécules c'est l'eau qui est la plus importante dans notre corps. Les lipides sont plus importants que les glucides car c'est une énergie stockable.



Les 3 grandes classes de molécules biologiques

- 1) Protéines : Principal composant des viandes, formé d'a.a. Parmi elles, les enzymes qui catalysent des réactions
- 2) Glucides : Sucre, formés d'oses dont le plus répandu est le glucose. Ils participent au métabolisme énergétique et il est impliqué dans le diabète
- 3) Lipides : ce sont les graisses et parmi eux il y a les triglycérides et cholestérol. C'est le nutriment avec la plus haute valeur énergétique. S'il y a un dérèglement, il y a une obésité et athérosclérose

L'ATP est une macromolécule qui sert d'échange d'énergie pour faire fonctionner les mécanismes. La synthèse d'ATP implique des protéines très spécialisées et nécessite des nutriments (glucides, lipides) en reposant sur la présence d'O₂.

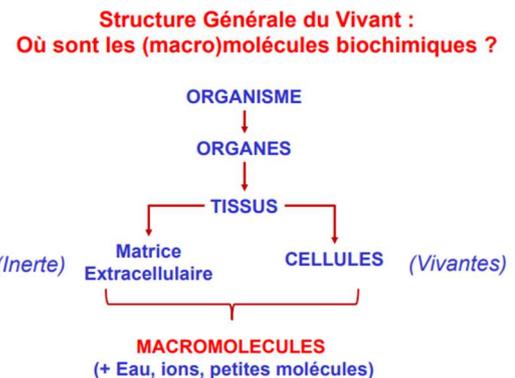
b. Macromolécule

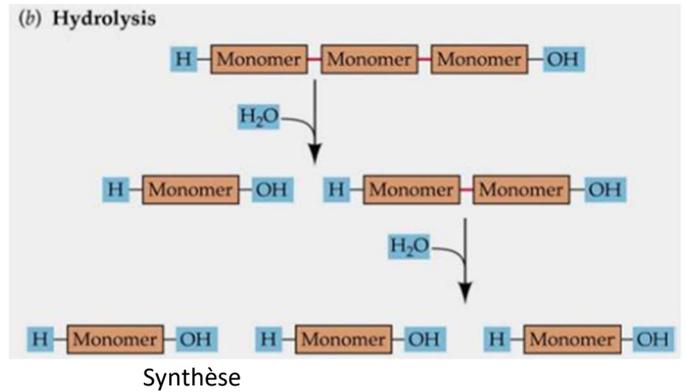
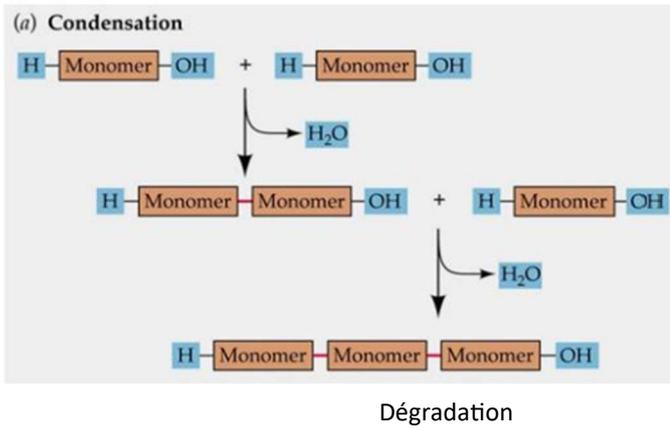
La masse est supérieure à 1000 Da. Ce sont des polymères composés de monomères par des liaisons covalentes. Il y a 4 types de macromolécules :

- Protéines
- Glucides
- Lipides
- Acides nucléiques

Leurs fonctions sont liées à la forme et aux propriétés chimiques de leur monomère. Leur rôle :

- Stockage énergie
- Stockage info
- Structure
- Transport
- Protection
- Régulation
- Mouvement, croissance et développement

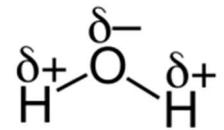




Ces mécanismes peuvent libérer ou consommer de l'énergie. Nous avons dans tous les cas besoin d'eau.

c. L'eau

C'est le solvant de la vie. C'est une molécule polaire qui a des propriétés uniques. Etant donné qu'elle est polaire, elle va pouvoir se comporter comme un solvant comme pour le sel par exemple (en attrapant les ions Cl et Na). C'est aussi un solvant polaire protique, c'est-à-dire qu'elle forme facilement des liaisons hydrogènes avec des molécules riches en -OH.



Charge positive (O)
Charge négative (H)

d. Quantification en biochimie

Il s'agit de mesurer la concentration d'une molécule dans un milieu donné et avec une technique donnée. Concentration molaire : Mol/L ; Concentration massique : g/L ; activité : UI/L

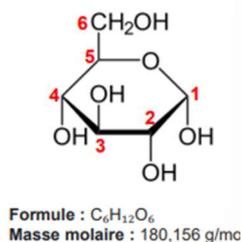
Exemple du glucose

Sodium	140	mmol/L
Potassium	4.0	mmol/L
Chlore	100	mmol/L
Bicarbonates	25	mmol/L
Protéines	78	g/L
Glucose	5.0	mmol/L soit 0.9 g/L
TGO	15	UI/L
TGP	20	UI/L

1g/L = 5.55 mmol/L
1 mmol/L = 0.18 g/L

1 mg/dL = 0.0555 mmol/L
1 mmol/L = 18,018 mg/dL

1 g/L = 100 mg/dL



$3 \times 5,55/1 = 16,65 \text{ mmol/L}$
 $16,65 \times 18,018 / 1 = 300\text{mg/dL}$
 $3 \text{ g/L} = 16,65 \text{ mmol/L} = 300 \text{ mg/dL}$

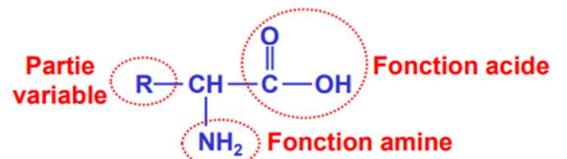
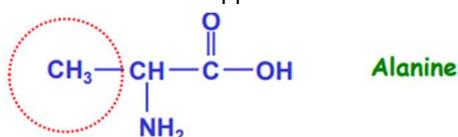
A vérifier

Combien font 3 g/L en mmol/L ? En mg/dL ?

- II. Acides aminés
- a. Structure des a.a

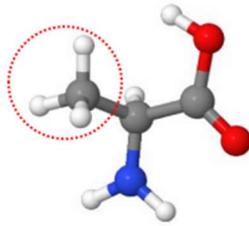
Tous les a.a contiennent donc au minimum 4 éléments : CHON

Formule semi-développée :



Modèle moléculaire 3D :

Les différents a.a :



Glycocolle	Gly ou G	Acide glutamique	Glu ou E
Alanine	Ala ou A	Asparagine	Asn ou N
Valine	Val ou V	Glutamine	Gln ou Q
Leucine	Leu ou L	Lysine	Lys ou K
Isoleucine	Ile ou I	Arginine	Arg ou R
Sérine	Ser ou S	Phénylalanine	Phe ou F
Thréonine	Thr ou T	Tyrosine	Tyr ou Y
Cystéine	Cys ou C	Tryptophane	Trp ou W
Méthionine	Met ou M	Histidine	His ou H
Acide Aspartique	Asp ou D	Proline	Pro ou P

La masse moléculaire moyenne des a.a est de 110 u.m.a ou 110 daltons (Da)

10 des 20 acides aminés sont indispensables ou essentiels :

Met Thr Lys Ile Val Leu Phe Trp (His) (Arg)

b. Classification des a.a :

Les a.a polaires se dissolvent dans l'eau. Les a.a dicarboxyliques, les a.a basiques sont polaires. Les acides aminés aliphatiques sont hydrophobes.

III. Peptides et protéines

Les peptides et protéines sont des enchaînements d'acides aminés liés par des liaisons covalentes. (Peptide devient une prot à partir de 50 a.a). Les enzymes font servir à couper ces liaisons, notamment les protéases. L'hydrolyse chimique permet aussi de couper ces liaisons, notamment les acides forts (HCl).

Les protéines sont des macromolécules. Il existe 30000 protéines qui diffèrent par leur taille et leur séquence (appelée aussi structure primaire).

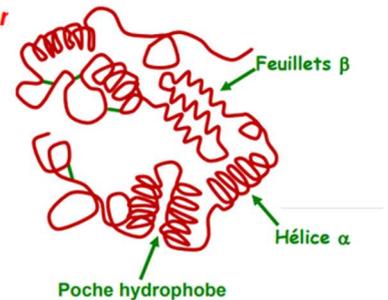
La masse moléculaire d'une protéine est facile à estimer en prenant 110 u.m.a (Da) comme masse moléculaire moyenne d'un a.a

Exemples

- protéine de 100 aa	→	11000 Da = 11 kDa
- protéine de 500 aa	→	55000 Da = 55 kDa
- protéine de 6000 aa	→	660000 Da = 660 kDa

La chaîne protéique est un ruban qui se replie pour donner à chaque protéine sa forme spécifique. La structure second-tertiaire des protéines se fait à partir du caractère hydrophile ou hydrophobe de chaque a.a. Les a.a hydrophobes de la protéine se mettent à l'intérieur et les a.a hydrophiles à l'extérieur. Les feuillets Béta sont repliés. Les hélices Alpha s'enroulent. D'autres a.a forment des poches hydrophobes. Ces structures second-tertiaire sont de faible énergie. Si on chauffe la protéine par exemple, on dénature la protéine.

Pour comparaison, voir



Protéines globulaires	Protéines fibreuses
<ul style="list-style-type: none"> - Plutôt sphériques - Solubles dans l'eau - a.a polaires à l'extérieur - Ex : hémoglobine, enzymes, insuline 	<ul style="list-style-type: none"> - Plutôt allongées - Insolubles dans l'eau - Liaisons covalentes - Ex : collagène, Kératine

Fonctions des protéines :

- Structure : Collagène, Kératine
- Mobilité : Actine, myosine
- Récepteurs : Récepteur à l'insuline
- Hormones : Insuline
- Défense : Immunoglobuline
- Transport : Hémoglobine, Albumine
- Enzymes : Protéases

La forme d'une protéine est adaptée à sa fonction :

- Hémoglobine :

La présence de Fer dans la structure de la protéine permet de fixer de l'oxygène et de former une oxyhémoglobine.

Si le taux de sucre dans le sang est élevé, il va y avoir glycation (ajout de glucose) sur l'hémoglobine faisant vieillir trop vite les protéines.

- Anticorps :

La séquence d'a.a sur un anticorps est complémentaire de la séquence antigénique. Remarque : des mutations aléatoires sur le site de liaison peuvent améliorer la reconnaissance de l'antigène.

- Muscle :

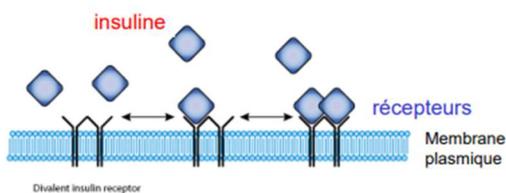
En présence de calcium, la fibre d'actine et de myosine se mettent en contact. Lors de la consommation d'ATP, il y a un léger glissement entre ces deux fibres grâce aux têtes de myosines.

Etude d'une protéine : l'insuline

C'est une hormone peptidique produite par les îlots bêta de Langerhans. Elle régule le métabolisme du glucose. Elle est constituée de 2 chaînes peptidique (A et B) reliées par des ponts di-sulfure. Elle comporte au total 51 a.a (5807 Da). Elle se polymérise par 6 autour d'un atome de zinc = hexamère.

La sécrétion :

En post prandial il y a une hyperglycémie et stimule les îlots de Langerhans. L'insuline se fixe sur la surface des cellules cibles. Ces récepteurs se dimérisent et produisent un signal relayé à l'intérieur de la cellule. C'est le mode de fonctionnement de toutes les hormones peptidiques.

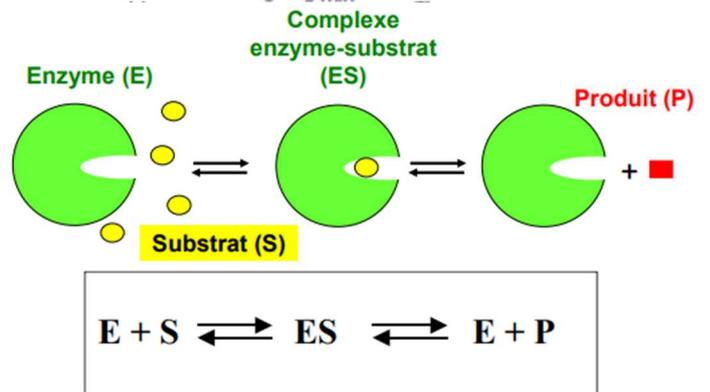
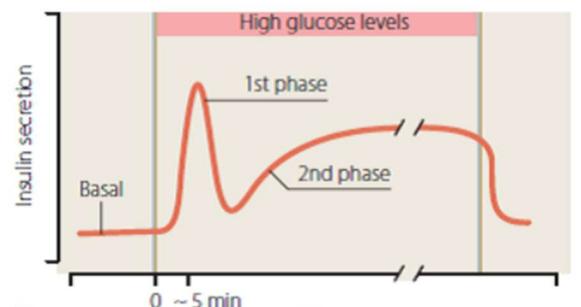


IV. Enzymes

Les transformations biochimiques se font grâce aux enzymes. L'enzyme a une poche catalytique où vient se loger le substrat. Il va alors être transformé en produit.

L'activité des enzymes plasmatiques est dosée dans tous les laboratoires de biologie médicale :

Transaminases, gamma-glutamyl-transférases, amylase ou lipase, créatine kinase (pas connaître). Certains médicaments sont des inhibiteurs d'enzymes.

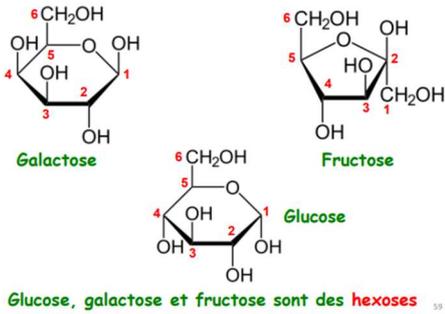


Cet équilibre permet de mesurer une activité enzymatique (UI/L)

V. Glucides

Les glucides ou hydrates de carbone correspondent aux sucres et ont comme composés de base les oses (un ose est au glucide ce qu'un a.a est aux protéines), dont le plus répandu est le glucose. Le glucose est une molécule cyclique très hydrophile en raison de sa polarité et de la formation de liaisons hydrogènes avec les molécules d'eau.





Le glucose possède deux isomères importants : le galactose et le fructose

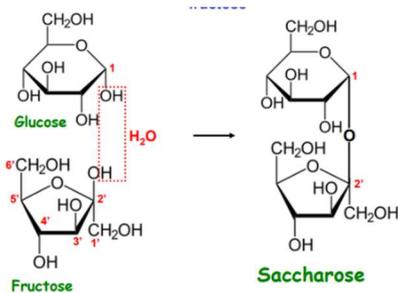
La position des OH dans l'espace diffère d'un ose à l'autre. Le glucose, le galactose et le fructose sont des hexoses et aussi des isomères.



ARN
(acide ribonucléique)

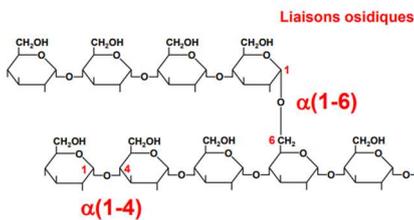
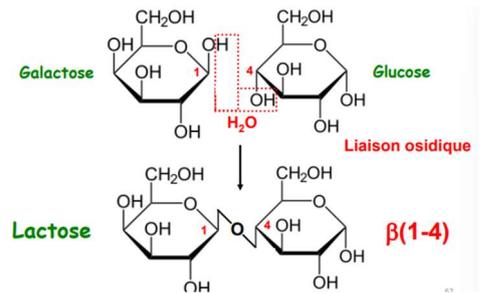
ADN
(acide désoxyribonucléique)

Il existe aussi des pentoses : ribose et désoxyribose



L'équivalent des peptides dans les glucides c'est le diholoside. Le saccharose est un diholoside contenant du glucose et du fructose.

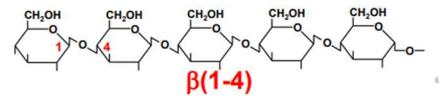
Le lactose est un diholoside contenant du galactose et du glucose. La liaison osidique est aux oses ce que la liaison peptidique est aux protéines.



L'amidon et le glycogène sont des enchaînement linéaire et ramifiés de glucose. Ils comportent des liaisons osidiques et sont des réserves d'énergie.

L'amidon et le glycogène sont des réserves de glucose. L'amidon est dans les féculents et le glycogène dans le foie et les muscles.

Il existe aussi la cellulose qui n'a aucune valeur nutritionnelle car aucune enzyme n'est capable de la dégrader au cours de la digestion (ce sont des bactéries dans le ventre de certains animaux qui le font). La différence entre amidon, glycogène et la cellulose c'est la liaison osidique.

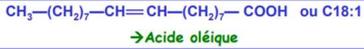
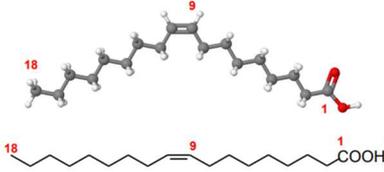


Les enzymes importantes qui dégradent les glucides : Amylase : dégrade l'amidon en maltose, la maltase dégrade le maltose en glucose et la lactase le lactose.

VI. Lipides

Le terme lipide désigne tous les corps gras présents dans la matière vivante. Il s'agit donc de composés hydrophobes et les principaux lipides sont dérivés de 3 composés de base : A.G, glycérol et cholestérol. Les A.G naturels ont un nombre pair de carbone. Les A.G saturés non pas de doubles liaisons.

Les acides gras **insaturés** possèdent une ou des doubles liaisons

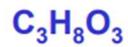
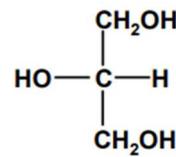


Lorsqu'il y a une double liaison, l'A.G est dit insaturé et il y a formation de coudes.

Les doubles liaisons modifient très fortement la température de fusion des A.G. Plus il y a d'insaturation, plus la température de fusion est basse (=ils restent liquides à faible température). Elles sont sensibles à l'attaque par le radical -OH, conduisant à des lésions membranaires.

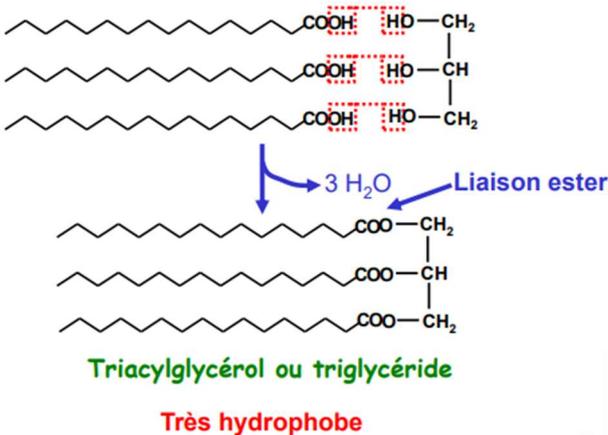
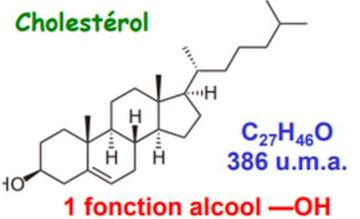
Les A.G essentiels appartiennent aux séries n-6 (oméga 6) et n-3 (oméga 3). Ils sont dits essentiels car notre corps n'a pas le bagage enzymatique pour les créer, ils sont apportés par l'alimentation.

Le glycérol n'est pas lui-même un lipide, mais il entre dans la composition des glycérolipides. Les fonctions alcool se combinent avec la fonction acide des A.G.



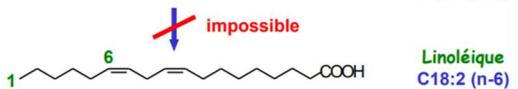
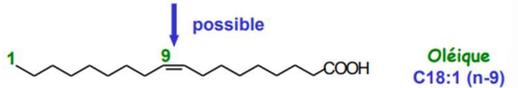
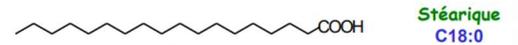
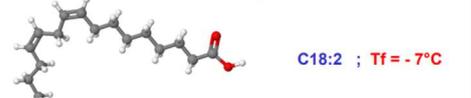
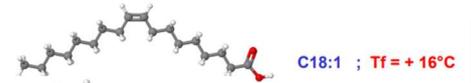
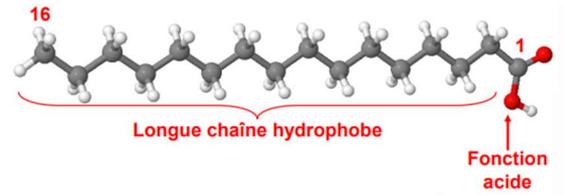
3 fonctions alcool -OH

Le cholestérol appartient au groupe des stérols. Il est présent dans la membrane, le plasma (lipoprotéines) et sert de précurseur aux hormones stéroïdiennes ainsi qu'aux sels biliaires.

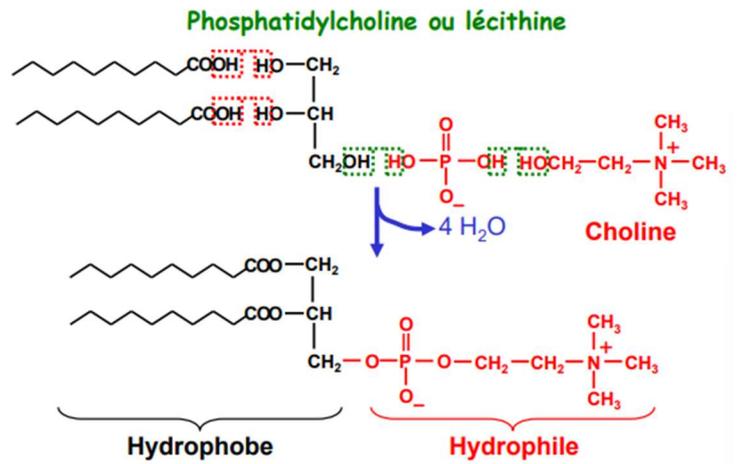
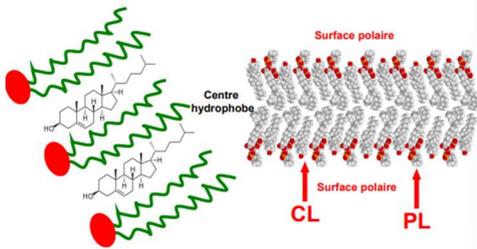


Les glycérolipides comprennent des lipides de réserve (triacylglycérols) et des phospholipides membranaires.

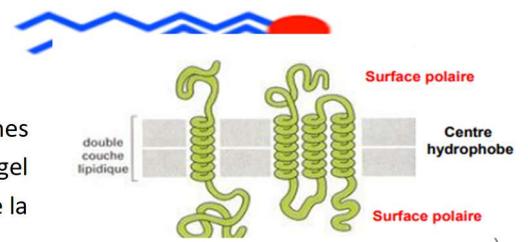
Les triglycérides sont liés par une liaison ester. Les triacylglycérols font partie de notre alimentation et sont stockés dans le tissu adipeux. A.G saturés → graisses, beurre ; A.G insaturés → huiles.



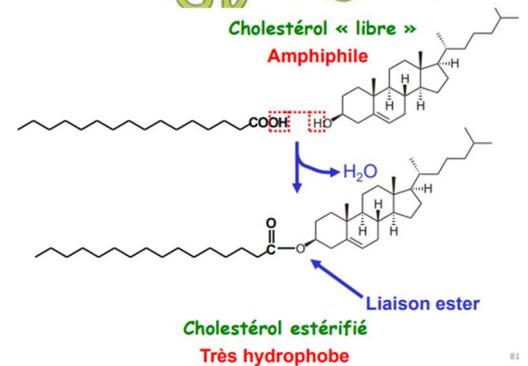
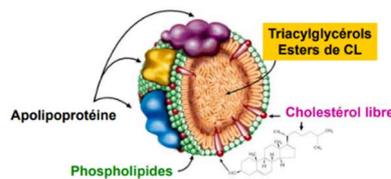
Les phospholipides sont des substances amphipiles. Ils sont formés à partir de 2 glycérols, 2 A.G et d'une choline avec un groupement phosphate. Ils s'associent spontanément en doubles couches pour former les membranes biologiques. Le cholestérol s'insère entre les phospholipides et laisse sa queue apolaire vers l'intérieur.



Les protéines membranaires possèdent un ou plusieurs domaine hydrophobes enchâssés dans la double couche lipidique. Par exemple pour le SARS-Cov2 : il y a des protéines S (cible des anticorps) fixés sur la membrane phospholipidique. Le rôle du gel hydroalcoolique est de détruire la membrane plasmique. Sur nos mains, il y a de la kératine qui protège nos cellules.



Le cholestérol est parfois estérifié par un A.G.



Dans le plasma, les lipides (hydrophobes) sont transportés dans des lipoprotéines. Il existe 4 classes de lipoprotéines dont deux sont couramment dosées : HDL pour High Density Lipoproteins et LDL pour Low Density Lipoproteins. Les HDL ont le bon cholestérol (prévu pour un retour vers le foie) et les LDL ont le mauvais cholestérol (reste dans la circulation et ne reviennent pas vers le foie).

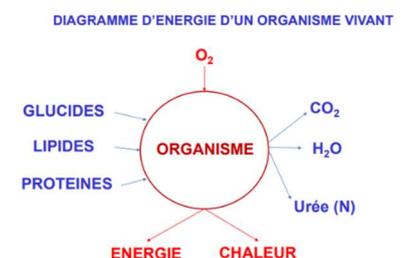
VII. Métabolisme, Energie, ATP

Les êtres vivants ont besoin d'énergie pour : se maintenir, croître, se reproduire. Cette énergie est extraite de l'environnement de deux sources : énergie lumineuse (phototrophie) et énergie chimique (chimiotrophie). La chimiotrophie chez l'homme se fait par oxydation de composés chimiques (macronutriments).

Le processus de dégradation des macronutriments pour en extraire l'énergie est le catabolisme. Le processus inverse de synthèse de macromolécules s'appelle l'anabolisme. Ces deux processus sont en équilibre et font l'objet de régulations à plusieurs niveaux du vivant (cellule, organe et organisme). L'ensemble de ces transformations biochimiques régulées est appelé métabolisme.

Métabolisme = anabolisme + catabolisme (+ énergie)

Rien ne se gagne, rien ne se perd, tout se transforme. C'est grâce à l'oxydation des glucides, lipides et protéines qu'il y a formation d'énergie et de chaleur par libération de CO₂, d'H₂O et urée.



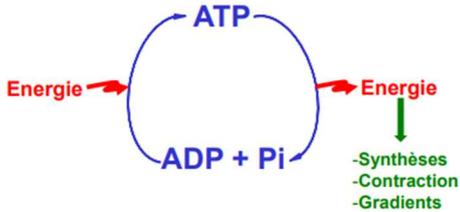
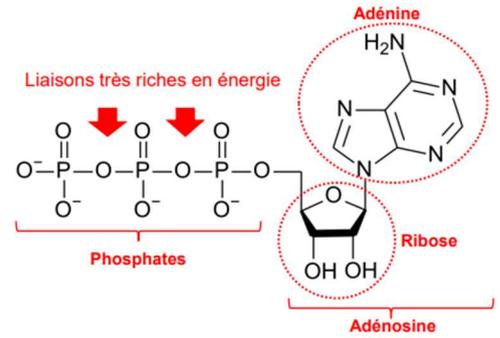
BILAN D'OXYDATION DU GLUCOSE

BILAN D'OXYDATION D'UN ACIDE GRAS



Lequel produit le plus d'énergie ?

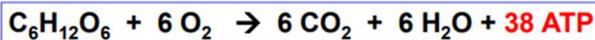
La monnaie énergétique des cellules est l'ATP grâce aux liaisons phosphates.



Lorsque l'on dégrade l'ATP, on sépare un phosphate et il y a libération d'énergie. Pour régénérer l'ATP il faut apporter des nutriments.

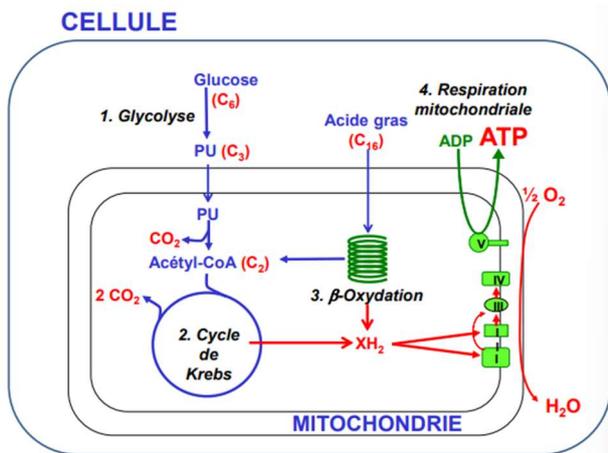
BILAN D'OXYDATION DU GLUCOSE

BILAN D'OXYDATION D'UN ACIDE GRAS



C'est l'A.G qui libère le plus d'ATP. En contre partie il faut apporter beaucoup d'oxygène.

Le principe général du catabolisme énergétique est que les molécules sont progressivement dépouillées de leur carbone et de leur hydrogènes. Le glucose est dégradé lors de la glycolyse et les A.G lors de la Béta-oxydation. Les carbones se combieneront à l'O₂ pour donner du CO₂. Les hydrogènes seront séparés en électrons et protons et transférés au final à l'O₂ pour donner de l'H₂O. Ce transfert à l'oxygène à lieu dans la mitochondrie et génère de l'ATP. On appelle ce processus la respiration mitochondriale.



Respiration mitochondriale et synthèse de l'ATP

