NOTIONS DE BIOCHIMIE APPLIQUEES AU VIVANT

I- L’EAU

1. **GENERALITES**

 L'eau est le principal constituant des êtres vivants. Elle est l'élément indispensable à toute forme de vie.

 La vie est apparue dans l'eau, il y a environ 3 milliards d'années, sous la forme de cellules vivantes qui furent les ancêtres de tous les êtres vivants actuellement. Pendant 2 milliards d'années, ces cellules primitives, se sont développées et ont évolué vers des formes de plus en plus complexes.

 Ainsi sont apparus les algues, les poissons et les ancêtres des amphibiens qui ont marqué la première adaptation des êtres vivants hors de l'eau.

 La vie a investi la terre ferme il y a seulement 400 millions d'années. Les organismes terrestres ont quitté l'eau, sans jamais pouvoir s'en affranchir totalement (plantes et animaux consomment de l'eau, et sont aussi constitués en grande partie d'eau).

Avant sa naissance, le foetus passe par une phase «aquatique» : il baigne dans le liquide amniotique. Un embryon humain de 3 jours est formé de 94% d'eau. L'eau représente 75% du poids total d'un nourrisson, mais chez un adulte, elle ne représente plus que 65%.

L'homme perd en moyenne deux litres d'eau par jour :

* 0,5 litre par transpiration,
* 0,5 litre par respiration,
* 1 litre environ par les urines

 S'il perd 2% de son eau, l'homme éprouve le besoin de boire ; s'il en perd 10%, il a des troubles sensoriels (hallucinations) et sa peau se rétracte ; s'il en perd 15%, il meurt.

**2- LES SOLUTIONS**

Les substances dissoutes dans un liquide sont appelées solutés et le liquide dans lequel elles sont dissoutes solvant. Les solutés se dissolvent dans un solvant pour former une solution.

La plupart des réactions chimiques des organismes vivants font intervenir des molécules qui se dissolvent dans l’eau.

**2.1- CONCENTRATION**

La concentration d’un soluté est la quantité de soluté retrouvée par unité de volume de la solution. La concentration peut donc être exprimée en nombre de grammes par litre.

Comparer les concentrations de deux substances différentes en se référant au nombre de grammes par litre de solution n’indique pas directement quel est le nombre de molécules de chaque substance. Par exemple dix grammes d’un composé X constitué de molécules plus grosses que celles d’un composé Y, contiendront moins de molécules que dix grammes du composé Y. Le plus souvent on se réfère aux concentrations en gramme par litre quand on ne connaît pas la structure du soluté. Quand la structure de la molécule est connue, on utilise les moles par litre (mol/l).

La masse moléculaire d’une molécule est égale à la somme des masses moléculaires de tous les atomes qui la composent. La masse moléculaire du glucose (C6H1206) est de 180 :

* la masse moléculaire de l’hydrogène est de 1
* la masse moléculaire du carbone est de 12
* la masse moléculaire de l’oxygène est de 16

(1x12) + (12x6) + (16X6) = 180

Une mole (mol) d’un composé est la quantité du composé exprimé en gramme, égale à sa masse moléculaire. Par exemple pour le carbone 12 (12C), une mole est égale à 12 grammes. Une solution qui contient 180 grammes de glucose dissous dans un litre d’eau est une solution molaire.

Une mole de tout composé contient le même nombre de molécules(soit 6x1023, le nombre d’Avogadro). Ainsi une solution de1 mol/L de glucose contient autant de molécules de soluté par litre qu’une solution de 1 mol/L de créatinine ou de toute autre substance.

Les concentrations des solutés dissous dans les organismes vivants sont bien inférieures à 1 mol/L. Ils sont de l’ordre de millimoles ou micromoles ou encore nanomoles par litre:

* mmol = 10-3 mol
* µmol = 10-6 mol
* nmol = 10-9 mol

2-2. LE PHENOMENE DE DIFFUSION

Les molécules de toutes les substances sont en mouvement permanent. Plus la substance est chaude, plus le déplacement des molécules est rapide. Ce mouvement aléatoire des molécules dans un liquide ou un gaz va finir par les distribuer uniformément dans l’enceinte qui les contient.

Si on démarre avec une solution où le soluté est plus concentré dans une région par rapport à une autre, le mouvement thermique aléatoire va redistribuer le soluté de la région de forte concentration vers la région à faible concentration, jusqu’à obtenir une égalité dans toute la solution. Ce déplacement des molécules par leur simple mouvement thermique aléatoire est appelé diffusion.

L’oxygène, les nutriments et d’autres molécules entrent et sortent des plus petits vaisseaux sanguin (capillaires) par diffusion et le déplacement de nombreuses substances à travers les membranes plasmiques et les membranes des organelles utilisent la diffusion. On dit que ces membranes sont perméables à ces substances.

**2.3- OSMOSE**

**L’osmose** est un phénomène de diffusion à travers une membrane semi-perméable (perméable à l’eau mais non aux solutés), sous l'action d'un gradient de concentration. Le phénomène d'osmose se traduit par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée à travers cette membrane. L’eau va diffuser de la solution hypotonique, c'est-à-dire la moins concentrée, vers la solution hypertonique, c'est à dire la plus concentrée. Le phénomène s'arrête spontanément lorsque la pression de la solution hypotonique atteint sa valeur limite, dite pression osmotique. Le résultat final est une dilution du milieu le plus concentré.

La notion de **pression osmotique** fut introduite par le médecin français René Joachim Dutrochet, en 1826. Elle est définie comme étant la différence de pression qui s'exerce de part et d'autre d'une membrane semi-perméable séparant deux solutions de concentrations différentes. Ainsi, la pression osmotique indique la facilité avec laquelle la solution concentrée attire le solvant par le phénomène d'osmose.

 La concentration de solutés non pénétrants (ne traversant pas la membrane) d’une solution détermine sa tonicité (hypotonique, isotonique, hypertonique). Les solutés pénétrants (traversants la membrane) ne contribuent pas à la tonicité d’une solution.

Définition : la concentration totale de soluté dans une solution est appelée **osmolarité**. Une osmole est égale à une mole de particules en solution. Un solution de une mole de glucose à une osmolarité de 1 Osm (1 osmole par litre) Attention, pour les solutions ioniques : une mole de chlorure de sodium donne une mole d’ion sodium et une mole d’ions chlorure soit deux moles de particules dissoutes. Une solution molaire de chlorure de sodium a une osmolarité de 2 Osm (2 osmoles par litre).

Chez l’homme l’osmolarité des liquides extra et intra cellulaire sont normalement proche de 300 milliOsmole (300 mOsm). Si on place les cellules dans une solution de solutés non pénétrants de 300 mOsm d’osmolarité, elles ne gonfleront pas et ne se déshydrateront pas. De telles solutions sont dites isotoniques. Les solutions contenant moins de 300 mOsm de solutés non pénétrants sont dites hypotoniques : elles peuvent engendrer un gonflement pouvant aller jusqu’à l’éclatement de la cellule. Inversement les solutions contenant plus de 300 mOsm de solutés non pénétrants sont dites hypertoniques : elle peuvent engendrer la déshydratation de la cellule.

**II- LES PROTEINES**

#  Toutes les protéines sont composées d'éléments de base, les acides aminés, qui sont associés en longues chaînes.

# 1. LES ACIDES AMINES (AA). INTRODUCTION

#  Les acides aminés sont à la base de la constitution des protéines et autres peptides, même s'ils n'en sont pas les uniques constituants (par exemple l'hème, groupement prosthétique de l'hémoglobine n’est pas de nature protéique contrairement aux chaînes de globine).

#

**2. STRUCTURE GÉNÉRALE D'UN ACIDE AMINÉ. COMPOSITION CHIMIQUE**

 Un acide aminé est une molécule qui est le plus souvent de la forme suivante, c'est en particulier le cas à pH neutre.



 Le groupement R correspond à un radical variable selon l'acide aminé considéré. C'est donc lui qui détermine la nature de l'acide aminé puisque le reste est invariant.

 Notons que la forme totalement non ionisée n'existe pratiquement pas car aux pH acides pour lesquels la fonction COOH n'est pas ionisée, la fonction NH2 l'est toujours, et inversement aux pH basiques pour lesquels la fonction NH2 n'est pas ionisée, la fonction COOH l'est toujours.

La forme est la suivante à pH physiologique :



 On a donc une molécule possédant deux groupements ionisables : l'un acide (COOH <—> COO**-** + H**+**), l'autre basique (NH2 + H**+** <—> NH3**+**). L'atome de carbone sur lequel est fixé le groupement amine -NH2 et le groupement acide carboxylique

-COOH est appelé par convention carbone alpha.

**3. STEREOCHIMIE**

 Le carbone alpha portant quatre groupements différents, est asymétrique. Les acides aminés sont donc des molécules chirales. On a deux isomères possibles : l'un de la série D (dextrogyre) l'autre de la série L (lévogyre). Il existe une exception : la glycine (deux hydrogènes sont fixés sur le carbone alpha). On appelle énantiomorphes des isomères qui sont l'image l'un de l'autre dans un miroir.



**4. LES DIFFÉRENTS ACIDES AMINÉS INTÉGRÉS LORS DE LA SYNTHÈSE DES PROTÉINES**

 Les acides aminés se différencient les uns des autres par leur radical. On peut donc théoriquement faire une infinité d'acides aminés. Cependant, on constate que chez l'Homme, comme chez de nombreuses espèces, seuls vingt acides aminés différents sont incorporés dans les protéines lors de la traduction.

 Pour plus de commodité, un code international de correspondance à une et trois lettres peut être utilisé pour désigner chacun de ces vingt acides aminés.



**Glycine (Gly; G)**



C'est le plus simple des acides aminés possibles. Ne possède pas de carbone asymétrique puisque le carbone alpha porte deux hydrogènes (il faut quatre groupements différents pour avoir un carbone asymétrique).

**Tryptophane (Trp; W)**



**Glutamine (Gln; Q)**

****

**Cystéine (Cys; C)**

 Le groupement thiol (-SH) est ionisable mais non ionisé au pH physiologique (pH 7,4).

 Deux groupements thiols sont susceptibles de s'oxyder pour former une liaison covalente Cys-S-S-Cys appelée pont disulfure

**5. PEPTIDES ET PROTEINES**

 Lorsque deux AA sont liés entre eux, on parle de dipeptide, s'ils sont trois de tripeptide. Une chaîne de 2 à 10 AA est un oligopeptide. Les chaînes de 10 à 100 sont des polypeptides. Au delà on parle de protéines, même si la frontière entre ces deux dernier groupes n'et pas précisément délimitée.

 La liaison entre deux AA à l'intérieur de la chaîne peptidique est appelée liaison peptidique.

**6. LA LIAISON PEPTIDIQUE**

La liaison peptidique est une liaison covalente qui est le résultat de la réaction entre la fonction acide carboxylique COOH du premier acide aminé et la fonction amine NH2 du deuxième, avec comme produit secondaire une molécule d'eau H2O.



**7. CONFORMATION SPATIALE DES PROTEINES**

 Pour exercer une activité biologique, les protéines doivent présenter une configuration spatiale spécifique. Cette configuration est le résultat d’une organisation tridimensionnelle (ou repliement) qui lui est propre. De la séquence au repliement, il existe 4 niveaux de structuration de la protéine :

**7-1. Structure primaire**

La structure primaire d'une protéine correspond à la succession linéaire ou séquence des acides aminée la constituant.

**7-2. Structure secondaire**

La structure secondaire décrit le repliement local de la chaîne primaire d'une protéine. L'existence de structures secondaires vient du fait que les repliements énergétiquement favorables de la chaîne peptidique sont limités et que seules certaines conformations sont possibles. Ainsi, une protéine peut être décrite par une séquence d'acides aminés mais aussi par un enchaînement d'éléments de structure secondaire.

De plus certaines conformations se trouvent nettement favorisées car stabilisées par des liaisons hydrogènes entre les groupements amide (-NH) et carbonyle (-CO) du squelette peptidique. Il existe trois principales catégories de structures secondaires selon l'échafaudage de liaisons hydrogènes, et donc selon le repliement des liaisons peptidiques : les hélices, les feuillets et les coudes.

**7-3. Structure tertiaire**

La structure tertiaire correspond au repliement de la chaîne polypeptidique dans l'espace. On parle plus couramment de structure tridimensionnelle, ou structure 3D. La structure 3D d'une protéine est intimement liée à sa fonction: lorsque cette structure est cassée par l'emploi d'agent dénaturant, la protéine perd sa fonction: elle est dénaturée.

**7-4. Structure quaternaire**

La structure quaternaire des protéines regroupe l'association d'au moins deux chaînes polypeptidiques - identiques ou différentes - par des liaisons non covalentes (liaison hydrogène, liaison ionique, interactions hydrophobes), mais rarement des ponts disulfures. Chacune de ces chaînes est appelée monomère (ou sous unité) et l'ensemble est une *protéine* multimérique. L'hémoglobine est un exemple de structure quaternaire ; elle est constituée de 4 sous unités : 2 chaînes de globine α et 2 chaînes de globine β.

****

**8. LES ENZYMES**

8.1- DEFINITION

 Les enzymes sont des biocatalyseurs (ou catalyseurs biologiques) capables d'accélérer les réactions biochimiques qui se déroulent dans une cellule pour atteindre une vitesse suffisante compatible avec le fonctionnement normal d'une cellule.

 Ce sont exclusivement des protéines.

8.2- PROPRIETES

 Les enzymes partagent les caractéristiques générales des catalyseurs chimiques.

 Elles sont retrouvées intactes à la fin de la réaction.

 Chaque enzyme peut donc catalyser un grand nombre de fois cette réaction (plusieurs millions de fois).

 Elles accélèrent les réactions biochimiques pour les rendre compatibles avec la vie. Les facteurs d'accélération observés pour les catalyseurs biologiques que sont les enzymes atteignent jusqu'à 1010 à 12 fois la vitesse en absence de catalyseur (qui est souvent très lente).

 Par exemple, la dégradation de l'eau oxygénée est lente en absence de catalyseur. La catalase, qui est l'enzyme dégradant l'eau oxygénée (H2O2), peut dégrader plusieurs milliers de molécules par seconde.

8.3- CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

 Ce sont des protéines qui agissent à l'intérieur d'une cellule ou d'un organisme et parfois dans le milieu extérieur. Les conditions de pH, de température, de pression sont donc celles compatibles avec la vie.

* pH : proche de la neutralité en général (sauf pour la pepsine de l'estomac par exemple).
* • Température : 30 à 37° (sauf pour les enzymes des microorganismes thermophiles par exemple). Pression : Généralement 1 atmosphère (sauf pour les enzymes des organismes marins).

 Les enzymes ne supportent pas de variations de ces paramètres, elles agissent dans des limites assez étroites qui correspondent à leur optimum.

8.4- SPECIFICITE

 Les enzymes sont capables de reconnaître un seul substrat (comme l'uréase) ou un groupe apparenté de substrat (comme l'hexokinase qui agit sur plusieurs hexoses).

 Les enzymes sont capables de différencier des molécules très semblables comme des énantiomères.

Les enzymes catalysent un seul type de réaction comme l'hydrolyse, la phosphorylation.

 Un substrat (par exemple un acide aminé) peut subir plusieurs transformation enzymatiques (par exemple un désamination, une décarboxylation...) mais chaque réaction est catalysée par une enzyme différente et spécifique de cette réaction.

8.5- REGULATION

 La vitesse de catalyse des enzymes peut être accélérée ou au contraire ralentie en fonction des besoins.

 Par exemple, l'activité des enzymes de stockage du glucose est grande lorsque la cellule rencontre une grande concentration (par exemple les cellules hépatiques après un repas) et faible dans les conditions inverses (entre les repas).

**III- LES GLUCIDES**

**1- DÉFINITIONS**

 Les glucides (ou hydrates de carbone) sont habituellement répartis entre oses (monosaccharides tel que le glucose, le galactose ou le fructose) et osides, qui sont des polymères d'oses. Les disaccharides, tel que le saccharose (qui est le sucre extrait de la betterave sucrière ou de la canne à sucre), le lactose, et les polysaccharides (glycogène, amidon) font partie de cette dernière catégorie. Seuls les monosaccharides et les disaccharides ont un pouvoir sucrant. Les polysaccharides, comme l'amidon, sont insipides.

Les oses sont caractérisés par leur nombre de carbones:

* les pentoses possèdent 5 carbones (ribose)
* les hexoses possèdent 6 carbones: glucose, galactose, fructose

Tous les oses possèdent un pouvoir rotatoire (déviation de la lumière polarisée à droite ou à gauche) du fait de la présence d'un carbone asymétrique, les oses sont dits chiraux.

Glucose

C6H12O6



Le stéréo-isomère naturel du glucose est le D-Glucose (dextrose).

**Galactose:** il est présent dans le lait sous forme de lactose, dont l'hydrolyse par la β-galactosidase (une lactase) donne du glucose et du galactose.

Galactosémie congénitale : cette maladie est due à des mutations ponctuelles concernant trois enzymes du métabolisme dont l’uridine diphosphate (UDP) galactose-4-epimérase, qui transforme le galactose phosphate en glucose phosphate.

**Fructose**: on le trouve dans les fruits et dans le miel. IL est globalement métabolisé de la même manière que le glucose. Dans la plupart des tissus, le fructose rejoint la glycolyse au niveau du glucose 6-phosphate.

**Lactose: c**'est le glucide du lait. Il est hydrolysé en 2 molécules : le D-glucose et le D-galactose par une bêta galactosidase

**Saccharose:** En présence d'eau et à température modérée, le saccharose, par l'effet d'une invertase, s'hydrolyse en glucose et en fructose, ce qui permet son assimilation par l'organisme

**2- LE GLUCOSE, SOURCE D'ÉNERGIE POUR LA CELLULE**

 Toutes les cellules du corps humain sont capables d'utiliser le glucose pour produire de l'énergie. Cette énergie se présente sous la forme de la molécule d'ATP (Adénosine TriPhosphate). Certaines cellules ont un besoin impératif de glucose comme source d'énergie : c'est le cas en particulier des cellules nerveuses.

Cette production d'énergie se réalise en deux temps : la glycolyse, puis la chaîne respiratoire au sein des mitochondries.

*De manière très schématique, la glycolyse permet la dégradation de glucose en pyruvate :*



*Cette dégradation s'accompagne de la synthèse, au bilan, de deux ATP, molécules énergétiques utilisables par la cellule. Dans le cas le plus général, les pyruvates formés sont ensuite dégradés lors du cycle de Krebs, au sein des mitochondries. Ceci s'accompagne de la formation, transitoire, de molécules d'acétyl-Coenzyme A (acétyl-CoA). Dans certains cas, les pyruvates permettent la réalisation d’une fermentation, qui régénère les NAD+ indispensables au fonctionnement de la glycolyse.*



**3- LE STOCKAGE DU GLUCOSE**

 Les glucides sont une source d'énergie importante pour les cellules de l'organisme, aussi bien animal que végétal. Mais, alors que les besoins des cellules sont continus, l'apport de glucides est discontinu : pendant la journée (réalisation de la phase sombre de la photosynthèse) chez la majorité des végétaux, après les repas chez les animaux.

 La constitution de réserves de glucides, sous forme de molécules polymériques (stockage important), permet de disposer de glucides à tout moment. Ces réserves de glucides sont essentiellement sous la forme de glycogène chez les animaux, et d'amidon (ainsi que d'inuline, dans une moindre mesure) chez les végétaux.

L'amidon et le glycogène sont des polymères de glucose. Chez l'Homme, le glycogène est synthétisé dans les hépatocytes et les cellules musculaires. Seul le glycogène hépatique peut être ensuite redistribué aux autres cellules de l'organisme, le glycogène musculaire sera uniquement utilisé par le muscle. Le glycogène peut ainsi représenter à lui seul 10% du poids du foie, et 1% du poids des muscles. Cette macromolécule peut être composée de plus de 50 000 molécules de glucoses. Les glucoses sont associés en une chaîne principale, d'où partent de nombreuses ramifications serrées.

La synthèse et la dégradation du glycogène font intervenir de nombreuses réactions, dont voici les principales :

**4- DU GLUCOSE AUX LIPIDES**

 Les cellules de l'organisme peuvent avoir besoin de synthétiser des acides gras, composants essentiels des membranes biologiques. Il existe donc des voies de biosynthèse des acides gras dans les cellules humaines (certains acides gras ne sont pas synthétisables par ces cellules : ce sont les acides gras dit essentiels, qui doivent être fournis par l'alimentation).

 Ceci permet aussi un stockage de réserves énergétiques sous forme de lipides, qui peuvent être stockés en plus grandes quantités par l'organisme que les glucides (stockés sous forme de glycogène).

 Cette synthèse nécessite un passage par la mitochondrie

**IV- LES LIPIDES**

**1- DÉFINITIONS**

 Ce sont de petites molécules hydrophobes ou principalement constituées de carbone, d’hydrogène et d'oxygène et ayant une densité inférieure à celle de l'eau. Les lipides peuvent être à l'état solide, comme dans les graisses, ou liquide, comme dans les huiles.

 Les lipides forment un ensemble de molécules aux structures et aux fonctions extrêmement variées dans le monde du vivant.

 Les lipides peuvent être classés selon la structure de leur squelette carboné (atomes de carbone chaînés, cycliques, présence d'insaturations, etc.):

* les acides gras
* les glycérides
* les phosphoglycérides (phospholipides)
* les sphingolipides (phospholipides)
* les stérols
* les phénols
* les polykétides
* les saccharolipides (ou glycolipides)

**2- LES ACIDES GRAS**

 Les acides gras sont des acides carboxyliques caractérisés par une répétition de groupements -CH2- formant une chaîne carbonée généralement constituée d'un nombre pair d'atomes de carbone.

CH3-[CH2]n-COOH *avec n > 1*

 Les acides à chaîne linéaire sont des acides gras saturés dont dérivent les autres sous-classes, notamment celle des acides gras insaturés

**2-1. Acide gras saturés :**

Dans un acide gras saturé, **toutes** les liaisons entre les carbones sont simples (pas de liaisons doubles). Chaque carbone porte **le maximum d'hydrogènes possible**. On ne peut pas ajouter d'hydrogène à la molécule : elle est **saturée.**



**Acide palmitique**

**2-2. Acide gras monoinsaturés :**

Un acide gras monoinsaturé contient **une double liaison** carbone=carbone.



**Acide oléique**

## La présence d'une double liaison dans un acide gras entraîne une isomérie cis-trans . Le terme Cis-trans fait référence à la position des H liés aux deux carbones de la double liaison. (CIS : les deux atomes d’hydrogène sont du même côté, TRANS : les atomes d’hydrogène sont de part et d’autre).

##  **Les gras naturels insaturés sont tous de conformation** cis****.**** Les trans ne sont produits que par l'hydrogénation en industrie. Des études épidémiologiques ont démontré que **la consommation de gras** trans **augmentait les risques de maladies cardio-vasculaires**. C'est pourquoi on déconseille fortement la consommation d'aliments contenant des gras trans.

**Position CIS**

##

 **Position TRANS**

## 2-3.Acides gras polyinsaturés :

## Un acide gras polyinsaturé contient ****plusieurs liaisons doubles****

##

**Acide linoléique**

**3- LES GLYCERIDES**

Ce sont des esters d'Acides Gras et de Glycérol

Le glycérol, aussi appelé glycérine, est une petite molécule formée de trois carbones. Chaque carbone porte un groupement OH.

Un acide gras est une molécule formée d'une chaîne de carbones liés à des hydrogènes terminée par un groupement acide : COOH

****

Les **triglycérides d'origine animale sont généralement saturés** (il y a quand même beaucoup d'exceptions) alors que les **triglycérides d'origine végétale sont le plus souvent, mono ou polyinsaturés** (là aussi, il y a beaucoup d'exceptions).

**Digestion les triglycérides**

Dans l'intestin, la molécule de triglycéride est brisée en monoglycéride et deux acides gras. La principale enzyme responsable de cette transformation est la lipase pancréatique, une enzyme fabriquée par le pancréas et sécrétée dans l'intestin grêle.

## 4- LES STEROLS

Ils comportent un **stérol est formé de quatre cycles reliés**

##

Le plus abondant et le plus connu des stéroïdes est le **cholestérol**. Certaines hormones comme le cortisol, les oestrogènes ou la testostérone sont aussi des stéroïdes. Ces hormones sont fabriquées à partir du cholestérol.

Le **cholestérol** est essentiel :

* Il s'associe aux phospholipides pour former les membranes des cellules
* Il sert à former différentes molécules essentielles comme les hormones stéroïdes, la vitamine D ou les sels biliaires (ces derniers sont contenus dans la bile; ils aident à la digestion des lipides dans l'intestin).

La plupart de nos cellules fabriquent du cholestérol. Près de 80% du cholestérol de l'organisme est ainsi synthétisé. Le reste provient de l'alimentation.

## 5- LIPIDES ET ALIMENTATION

 Les lipides sont absorbés au niveau de l'intestin sous forme d'émulsion. L'alimentation apporte en moyenne 80 g de lipides par jour.

 Les lipides sont présents dans l'huile, le beurre, le gras animal, les poissons, les fromages.

 La plupart des lipides alimentaires sont constitués de **triglycérides** (85 à 95 % des lipides).

 Les lipides sont très énergétiques : ils apportent beaucoup de calories (1 g de lipide apporte 9 kcal).

### 6- LES LIPIDES, SOURCE D'ÉNERGIE POUR LA CELLULE

 La dégradation des acides gras permet aux cellules d'obtenir l'énergie nécessaire à leur survie sous forme d’ATP. Cette dégradation se réalise dans la mitochondrie, selon un ensemble de réactions regroupées sous le terme d'hélice de Lynen (ou béta-oxydation des acides gras):



*A chaque "tour" de l'hélice de Lynen, l'acide gras "perd" deux Carbones, sous la forme d'une molécule d'acétyl-CoA. Cette molécule d'acétyl-CoA entre alors dans le cycle de Krebs, d'où une production d'énergie (voir le devenir du pyruvate ci-dessus).*

La dégradation des lipides permet donc ainsi la synthèse d'une énergie utilisable par la cellule (ATP).

**7- LE STOCKAGE DES LIPIDES**

Les lipides sont essentiellement stockés sous forme d'acides gras dans le cytoplasme des adipocytes. L'ensemble de ces cellules forme le tissu adipeux, communément appelé "la graisse".

Ces réserves sont bien plus importantes en quantité que les réserves sous forme de glycogène, dans l'organisme humain.

**8- DES LIPIDES AUX CORPS CÉTONIQUES**

 Le cerveau est un organe noble du corps humain. Or les cellules nerveuses ont besoin essentiellement de glucose pour produire l'énergie dont elles ont besoin. Le cerveau est alimenté grâce aux réserves en glucose stockées sous forme de glycogène hépatique.

Cependant, ces réserves sont très limitées, et en particulier moins importantes que les réserves lipidiques du tissu adipeux.. Or les cellules nerveuses ne peuvent pas réaliser la dégradation des acides gras.

Afin d'alimenter correctement le cerveau, l'organisme utilise donc d'abords les réserves glucidiques (glycogène hépatique), puis, une fois qu'elles sont épuisées, les réserves lipidiques (tissus adipeux), converties en corps cétoniques.

Afin d'alimenter correctement le cerveau, l'organisme utilise donc d'abords les réserves glucidiques (glycogène hépatique), puis, une fois qu'elles sont épuisées, les réserves lipidiques (tissus adipeux), converties en corps cétoniques.



**Notions de chimie et de biochimie appliqués au vivant**

I° L'atome est le constituant élémentaire de la matière :

L'atome que l'on considère en chimie comme insécable et qui dans les réactions chimique se transporte en entier pour former avec d'autres atomes des molécules de corps nouveaux est en réalité un ensemble complexe.

L'atome est formé d'un noyé chargé positivement, autour duquel gravitent des électrons chargés négativement.

Noyau = Nucléons → Proton (charge positive) et Neutron (charge neutre)

Un atome est neutre, et électriquement neutre, composés des particules positive (neutrons) et négative (électrons).

Les électrons tournent autour du noyau, et se rangent en différentes couchent électroniques concentriques.

Sur la 1er couche il n'y a toujours que deux électrons maximum (l'hydrogène n'en comportant qu'un seul).

Sur la 2ème couche il n'y a toujours que huit électrons maximum.

Le nombre de protons du noyau est égale au nombre d'électrons.

Le nombre de protons ou d'électrons correspond au **numéro atomique**, symbolisé par Z.

Le nombre total de nucléons est appelé **nombre de masse**, symbolisé par A.

 A

 X

 Z

A – Z = nombre de neutrons

LES ISOTOPES :

Certains atomes peuvent posséder le même numéro atomique Z mais différer par leur nombre de masse A.

II° La structures des ions :

Un atome peut perdre ou gagner des électrons.

Quand un atome perdre des électrons, ce sont d'abord les électrons de sa couche périphérique.

Quand un atome gagne des électrons, il complète sa couche périphérique à 8 électrons.

Exemple : L'atome de sodium possède 11 électrons et 11 protons. Il peut perdre l'électron de sa couche périphérique. Il cesse d'être neutre. C'est un ion positif ou cation. On le représente par NA+.

S'il a plus de protons que d'électrons il sera noté positif s'il en a moins il sera négatif.

Donc un ion positif c'est un cation et un ion négatif c'est un anion.

Un ion est représenté par le symbole de l'atome accompagné par le nombre de signes + ou – égale au nombre d'électrons que l'atome neutre a gagné ou perdu (Exemple : Fer FE**++** ou

 FE**+++**)

Il existe également des ions de structure plus complexe qui sont formés de groupements d'atomes ayant perdu ou gagné des électrons.

Ions monoatomique : C'est un seul atome qui a gagné ou perdu des électrons.

Ions polyatomique : C'est plusieurs atomes qui ont gagné ou perdu des électrons.

III° Les molécules :

Une molécules est un ensemble d'atomes unis les uns aux autres par des liaisons chimiques.

Les atomes caractéristiques de la matière organique : CHON (Carbone Hydrogène Oxygène Azote).

Les éléments chimiques essentiels.

Le CHON représente 99,3% de tous les atomes

La valence c'est le nombre d'associations que l'atome peut faire avec d'autres atomes.

IV° L’électronégativité :

L'électronégativité décrit la force avec laquelle 2 atomes attirent le doublet électroniques de liaison qui leur est commun.

 Échelle de 1 à 4.

Deux éléments interviennent : le nombre de protons et le rayon atomique.

Plus le nombre de protons est important plus la charge positive du noyau est grande et plus ce noyau attire les électrons du doublet de liaison (électronégativité élevée).

Il existe au sein des molécules des liaisons fortes et des liaisons faibles.

1 Les liaisons fortes :

Les liaisons covalentes (ou liaison atomique)

Les liaisons polaires

Les liaisons ioniques

Les liaisons covalents :

Lorsque deux atomes d'électronégativité identique ou proche sont liés, aucun n'attire le doublet de liaison plus que l'autre. Leurs liaison est d'égale valeur soit covalente.

* 1. Les liaison polaires :
	2. Les liaisons ioniques :

Les liaisons covalentes et les liaisons polaires peuvent être simples doubles ou triples, les triples liaison étant les plus stables.

Une liaison forte signifie pauvre en énergie : il faut fournir beaucoup d'énergie pour la défaire.

Rupture des liaisons :

Si une **liaisons covalentes** est brisée chaque atome récupère un électron du doublet électronique de liaison (rupture homolytique). Il se forme deux parties possédant un l'électron libre non apparié. Ces atomes ou radicaux non chargés mais possédant un électron libre sont très réactifs car ils vont avoir tendance à recréer un liaison ces radicaux libres sont très dangereux pour l'ADN.

Si une **liaison polaire** est brisée une répartition inégale des électron a lieu (rupture hétérolytique). Un atome accapare les électrons de liaison devenant un ions chargé négativement. L'autre devient positif.

**LES ENZYMES**

1- DEFINITION

 Les enzymes sont des biocatalyseurs (ou catalyseurs biologiques) capables d'accélérer les réactions biochimiques qui se déroulent dans une cellule pour atteindre une vitesse suffisante compatible avec le fonctionnement normal d'une cellule.

 Ce sont exclusivement des protéines.

2- PROPRIETES

 Les enzymes partagent les caractéristiques générales des catalyseurs chimiques.

 Elles sont retrouvées intactes à la fin de la réaction.

 Chaque enzyme peut donc catalyser un grand nombre de fois cette réaction (plusieurs millions de fois).

 Elles accélèrent les réactions biochimiques pour les rendre compatibles avec la vie. Les facteurs d'accélération observés pour les catalyseurs biologiques que sont les enzymes atteignent jusqu'à 1010 à 12 fois la vitesse en absence de catalyseur (qui est souvent très lente).

 Par exemple, la dégradation de l'eau oxygénée est lente en absence de catalyseur. La catalase, qui est l'enzyme dégradant l'eau oxygénée (H2O2), peut dégrader plusieurs milliers de molécules par seconde.

3- CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

 Ce sont des protéines qui agissent à l'intérieur d'une cellule ou d'un organisme et parfois dans le milieu extérieur. Les conditions de pH, de température, de pression sont donc celles compatibles avec la vie.

* pH : proche de la neutralité en général (sauf pour la pepsine de l'estomac par exemple).
* • Température : 30 à 37° (sauf pour les enzymes des microorganismes thermophiles par exemple). Pression : Généralement 1 atmosphère (sauf pour les enzymes des organismes marins).

 Les enzymes ne supportent pas de variations de ces paramètres, elles agissent dans des limites assez étroites qui correspondent à leur optimum.

4- SPECIFICITE

 Les enzymes sont capables de reconnaître un seul substrat (comme l'uréase) ou un groupe apparenté de substrat (comme l'hexokinase qui agit sur plusieurs hexoses).

 Les enzymes sont capables de différencier des molécules très semblables comme des énantiomères.

Les enzymes catalysent un seul type de réaction comme l'hydrolyse, la phosphorylation.

 Un substrat (par exemple un acide aminé) peut subir plusieurs transformation enzymatiques (par exemple un désamination, une décarboxylation...) mais chaque réaction est catalysée par une enzyme différente et spécifique de cette réaction.

5- REGULATION

 La vitesse de catalyse des enzymes peut être accélérée ou au contraire ralentie en fonction des besoins.

 Par exemple, l'activité des enzymes de stockage du glucose est grande lorsque la cellule rencontre une grande concentration (par exemple les cellules hépatiques après un repas) et faible dans les conditions inverses (entre les repas).