**Plan du cours**

Préambule

**1/ Rappels sur la biochimie structurale, biochimie métabolique des macromolécules.**

* Définitions,
* Structures des glucides, des lipides, et des protéines.
* Métabolismes :
* Définition : anabolisme et catabolisme
* Métabolisme des glucides, Métabolisme des lipides, Métabolisme des protéines ;
* Les différents cycles biochimiques : le cycle de Calvin, la glycolyse, la béta oxydation, le cycle Krebs et la chaine d’oxydoréduction phosphorylante ou CORP ou CR.
* **Les équations équilibrées.**

**2/ La nutrition et digestion**

**3/ Les équilibres alimentaires**

**4/ La ration alimentaire**

**5/ Les ANC : Apports Nutritionnels Conseillés.**

Besoins et apports nutritionnels conseillés :

Apports en Macromolécules, Micromolécules, Apports Energétiques

Besoins azotés, Besoins minéraux, besoins vitamines, Autres besoins ;

**6/ Implications des substances phytochimiques sur certains paramètres biologiques**

* Polyphénols et santé
* Phytostérols et régulation de la cholestérolémie.

**7/ Implication des différentes catégories d’Acides gras sur certaines pathologies**

* Les maladies cardiovasculaire
* L’obésité
* Autre**.**

**Préambule :**

**SYSTEME IMMUNITAIRE ET SANTE**

**Notre système immunitaire peut nous sauver la vie... ou l'abréger.**

Le système immunitaire ne protège pas que des infections. Il répond immédiatement par l’inflammation à toute anomalie : un virus qui nous envahit, mais aussi une accumulation de graisse abdominale, une glycémie trop élevée, le stress, le manque de sommeil... Pour vivre le plus longtemps possible, il faut éviter d’activer notre système immunitaire chroniquement, donc changer de mode de vie.

Le système immunitaire veille sur vous et nous protège contre toutes les agressions.L’évolution l’a chargé de surveiller en permanence l’état des cellules et des tissus et de répondre immédiatement à toute anomalie.

Dès qu’il enregistre une perturbation, il utilise son principal moyen de défense : **l’inflammation et la mobilisation des globules blancs.**

Le système immunitaire se met en action quand un virus ou une bactérie nous envahit. Mais aussi lorsqu’on se blesse, lorsqu'on prend du poids, que la glycémie s'élève trop, que l'on manque de vitamines ou de minéraux, sous l'effet du stress...

Dans la plupart des cas, le problème rentre dans l’ordre puis l’inflammation disparaît.

Si ce n’est pas le cas, le système immunitaire reste activé en permanence ; **voilà l’origine de l’inflammation chronique.**

**L’inflammation chronique a deux conséquences :**

**1. elle abîme les tissus et les organes** et peut favoriser obésité, diabète, arthrose, cancers, maladies neurodégénératives, maladies intestinales…

**2. comme elle fait vieillir précocement le système immunitaire,** celui-ci n’est plus assez efficace pour réagir de manière appropriée en cas d’infection majeure.

Votre système immunitaire a besoin que vous lui facilitiez la tâche,**que vous le respectiez par votre mode de vie.**

**Ces 3 mesures simples peuvent vous sauver la vie**

Le meilleur moyen de rester en bonne santé ou de retrouver la santé, c’est d’éviter, tout au long de sa vie, d’activer inutilement le système immunitaire et sa conséquence l’inflammation.

**Voici 3 conseils à appliquer :**

**1. Prendre soin de son alimentation et du microbiote**

En privilégiant une **alimentationvariée**, riche en **végétaux** et en **fibres**, on encourage la fabrication par les bactéries de substances très importantes pour l’immunité, à savoir les acides gras à chaînes courtes. Ces acides gras ont la capacité d'intéragir avec le système immunitaire et de calmer l'inflammation.

**2. Faire de l'exercice**

Un exercice physique modéré et régulier est protecteur. Il présente de nombreux bénéfices sur la santé métabolique : il réduit le surpoids, abaisse la glycémie, améliore la santé cardiovasculaire. Il est recommandé de faire l’exercice au moins 30 minutes par jour (mais pas plus tard que 2h avant le coucher).

**3. Améliorer son sommeil (et pas seulement la quantité)**

Un sommeil perturbé affecte l'immunité et l'inflammation, avec des conséquences potentiellement sérieuses sur le risque cardio-vasculaire. Pour être fonctionnel en journée, un adulte en bonne santé devrait dormir entre 6 heures et demie et 8 heures et demie chaque nuit.

Quelques définitions à retenir :

Inflammation :

Mode de vie et hygiène de vie

Système immunitaire :

Faire une fiche de synthèse avec les mots nouveaux et les mots clé et un résumé.

Conclusion :

**1/ Rappels sur la biochimie structurale, et métabolique des macromolécules.**

Les glucides, les lipides, les protéines :

* Définitions,
* Structures,
* Métabolismes : anabolisme et catabolisme
* Les différents cycles biochimiques : le cycle de Calvin, la glycolyse, la béta oxydation, le cycle Krebs et la chaine d’oxydoréduction phosphorylante ou CORP ou CR.
* **Les équations équilibrées.**

**Définition de la biochimie :**

La biochimie est la science qui étudie la composition et les réactions chimiques de la matière vivante et des substances qui en sont issues. La biochimie c’est la chimie du vivant. La biochimie structurale étudie les structures des molécules et la biochimie métabolique étudie les métabolismes biochimiques.

**A ; Biochimie structurale :**

La biochimie structurale nous apprend aujourd'hui que les êtres vivants sont constitués de quatre grandes catégories de molécules : les protéines, les [glucides](https://www.universalis.fr/encyclopedie/glucides/), les [lipides](https://www.universalis.fr/encyclopedie/lipides/) et les acides nucléiques.

**Classification et importance**

I- Définition et divers types des glucides végétaux:

1/ Oses Simples.

2/ Les osides.

3/Les polysaccharides des végétaux supérieurs.

Nous aborderons cette partie en faisant des rappels surtout sur les principales molécules que nous trouverons dans notre alimentation (surtout végétale) et nous familiariser surtout avec les molécules et leur origine.

**I-Définition et divers types des glucides végétaux**:

Les glucides peuvent être définis comme des structures aldéhydiques ou cétoniques poly hydroxylées, ayant une formule générale (CH2O)n d'où leur non d'hydrates de carbone. Elaborés par photosynthèse au départ, les glucides constituent l'apport énergétique essentiel chez les êtres vivants (animaux, végétaux, microorganismes).

Les glucides sont classiquement subdivisés en osides simples et osides complexes.

**1/ Oses Simples**:

Monosaccharides possédant 3 à 7 atomes de carbone.

Ils interviennent dans la photosynthèse (Cycle de Calvin), mais aussi dans le cycle des pentoses, la glycolyse, la synthèse des nucléotides et sont, commun à tous les êtres vivants.

Exemples : D glycéraldéhyde, D xylose, D glucose, D. fructose, D lévulose, D mannose, D. galactose. Le D sédoheptulose, sucre en C7.

Ces sucres interviennent sous forme phosphorylés : Glucose-P, Fructose-P et ne se rencontrent qu'exceptionnellement à l'état libre.

Les végétaux se différencient des animaux par la présence de très nombreuses variétés d'oses caractérisant certaines espèces. Citons l'apiose, sucre en C4 que l'on trouve chez le persil (tétrose, hydroxyméthyltétrose). Parmi les pentoses, le xylose et l’arabinose constituant des xylanes et arabanes.



**Figure 1: formules d'oses simples**

**2/ Les osides**:

Les osides sont formés par l'union de plusieurs oses (di, triosides ou polysaccharides)

**1.Formation des osides**:

L'addition d'un nouveau glucosyla lieu sur l'extrémité non réductrice de la chaîne en croissance, chaque accrochage est catalysé par une *glucosyl transférase* (enzyme).

**2. Les diosides:**

Le saccharose est un glucide de transport d'énergie, présente la forme dominante ou exclusive de transport des glucides.

**Sa structure est sous forme de  D-glycopyrannosyl (1-2)--D fructofurannose.**



**Figure 2: structure du saccharose**

**3. Origines du saccharose:**

Le saccharose s'accumule dans un nombre restreint de plantes comme:

- La betterave sucrière, *Bettavulgaris* (Chenopodiacées)

- La canne à sucre ou *Saccharumofficinalis*,

- Les fruits sucrés : les dattes, banane, pêche, abricot, pomme, fraise.

Les autres diholosides du règne végétal ne sont pas naturels mais obtenus après hydrolyse de polysaccharides comme c'est le cas pour le maltose ou la cellobiose.



**Figure 3 : structures du maltose et de la cellobiose.**

Autre diholoside : le lactose. (écriresa formule).

**3/ Les polysaccharides des végétaux supérieurs:**

**Les polysaccharides homogènes**: Ils constituent des sucres de réserve.

**1/ Amidon** :

**Origine** : principale substance de réserve hydrocarbonée des végétaux, l'amidon est la source énergétique.

**a) Composition chimique**:

L'amidon est un glucosane dissociable en 2 éléments: amylose (15-30 %) et amylopéctine (70 % à 85).

**a.1- Amylose** : La structure essentiellement linéaire, est constituée d'unités D- Glucose liées en  1—> 4.



**Figure 4: structure de l'amylose**

**a.2- Amylopectine :**

L’amylopéctine est un des plus gros polymères naturels qui peut atteindre 3000 unités, possède une structure ramifiée, constitué des chaînes de quelques dizaines d’unités de glucose, liées en (1-4) et sont reliés entre elles par des ponts (1-6). La structure de l’amidon rappelle celle du glycogène des animaux.



****

**Figure 5: structure de l'amylopéctine**

**b) Principales sources d’amidon:**

Les céréales sont des graminées dont le fruit est utilisable dans l'alimentation humaine (80% des calories alimentaires sont produites par les céréales).

Parmi ces céréales on peut citer : le blé (*Triticumsp*), blé dur (*Triticumdurum*), blé tendre (*Triticumaestivum*) ; le riz (*Oryzaesativa*) ; le maïs (Zea*maïs*). l’orge (*Hordeumvulgare*).

Les graines, essentiellement les graines de légumineuses telles que les graines du petit pois (*Pisumsativum*), le pois-chiche (*Cicer arietinum*), la fève (*Vicia faba*), la lentille (*Lens culnaris)* et le haricot (*Phaseolusvulgaris*) sont riches en amidon.

**2.La cellulose:**

**a) Structure moléculaire de la cellulose**:

La molécule de cellulose est formée d'une chaîne linéaire de plusieurs milliers (10 à 15000) unités de D-glucose liées en (1—> 4).



**Figure 6: Structure de la cellulose**

**Autres structures de glucides :**



**CHAPITRE 2 : LES LIPIDES**

**Introduction et rappels**

1. Les lipides simples
2. Les lipides complexes
3. Les lipides de réserves

**Introduction et rappels :**

Les lipides ou corps gras ou matière grasse sont des dérivés d’acides gras et d’un alcool. Ce sont des molécules non volatiles, hydrophobes ou amphiphiles et donc solubles dans des solvants organiques non ou peu polaires. Ils représentent des substances de réserve, source d’énergie pour la cellule.

Aussi, contrairement aux glucides et protéines, chimiquement définis, les lipides, présentent des structures très diverses caractérisées par un squelette fondamentalement hydrocarboné expliquant leur hydrophobicité.

**Classification**

**1/Les lipides simples** :

Ils sont formés par l’association d’acides gras estérifiant un alcool : ils ne contiennent que du carbone (C), de l’hydrogène (H2), et de l’oxygène (O2).

* si l’alcool est le glycérol son estérification par des acides gras conduira aux glycérides mono, di et triglycérides (appelés esters de glycérol et d’acides gras) ou triacyl glycérol.
* si l’alcool est un alcool à longue chaîne (ester d’acides gras et d’alcool autre que glycérol) il y aura formation des cérides.

**2/ Les lipides complexes** :

Ilscontiennent du phosphore P et de l’azote N en plus de carbone, de l’hydrogène H2 et de l’oxygène O2. Ils libèrent, à l’hydrolyse, du phosphate et souvent en plus des sucres, des amines. Ces phospholipides comprennent :

* les glycérophospholipides : phosphatidyl-éthanolamines (céphalines),
* phosphatidylsérines, phosphatidylcholines (lécithines).
* les sphingolipides : sphingomyélines (céramides liées à la phosphorylcholine) et les cérébrosides (céramides liées au glucose ou galactose).

Ils interviennent comme constituants fondamentaux des biomembranes. A de rares exceptions près, ils n’ont pas d’application pratique.

**3/ Les lipides de réserve : les triglycérides**

Les lipides de réserve forment, dans les cellules, des inclusions huileuses entourées d’une membrane ; il s'agit d’oléosomes. Les triglycérides sont des triesters d’un triol, le glycérol et d’acides gras

* 1. **- Acides gras saturés**:

Formule générale : CH3-(CH2)n-COOH

**Tableau 1: Principaux acides gras rencontrés chez les plantes supérieures**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nom** | **Formules** | **Localisation** |
| Acide caproïque | C5H14-COOH | Palmiers |
| Acide caprylique | C7H15-COOH | Palmiers |
| Acide caprique | C9H19-COOH | Palmiers |
| Acide laurique | C11H23-COOH | Lauracées |
| Acide myristique | C13H27-COOH | Myristicacées |
| Acide palmitique | C15H31-COOH | Huiles végétales |
| Acide stéarique | C17H35-COOH | Huiles végétales |
| Acide arachidique | C19H39-COOH | Arachide |
| Acide béhémique | C21H43-COOH | Légumineuses |

**3.2- Acides gras insaturés** :

Les acides gras en C16 et C18 sont les plus fréquemment rencontrés : acide palmitoléïque C16:  ; acide oléique C18: cis 9 ; acide linoléique C18: 2cis, cis 9, 12 ; acide  Linoléique C18:  3 all cis 9, 12, 15 ; acide linolénique C18:  3 all cis 6, 9, 12 et enfin l’acide arachidonique : C20:  4 all cis 5,8, 11, 14.

**Tableau 2 : Principaux acides gras insaturés rencontrés chez les plantes supérieures.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nom** | **Formules** | **Localisation** |
| Acidepalmitoléïque | CH3-(CH2)5-CH=CH-(CH2)7-COOH | Huiles |
| Acide  Oléïque | CH3-(CH2)7-CH=CH-(CH2)7-COOH | Huiles végétales |
| Acidelinoléique | CH3- (CH2)4-CH=CH-(CH2)-CH=CH-(CH2)7-COOH | Lin |

* 1. **Les triglycérides naturels:**

Ils sont le plus souvent hétérogènes: les fonctions alcools primaires  et ’ et alcoolsecondaire  étant estérifiées par divers acides gras. Par hydrolyse ménagée on obtientdes glycérides  et ’ ou ou des mono glycérides  et . Les acides gras saturés setrouvent de préférence sur les fonctions , les acides gras insaturés en position .



**III- Utilisation des huiles végétales:**

Les huiles végétales sont utilisées dans les domaines alimentaire, pharmaceutique et industriel.

**-Huiled’olive:** *Olea oleaster, Olea europeae* (Oléacées).

**- Huile d’amande :** *Prunus dulcis*

**- Huile de colza :***Brassicanapus* (Cruciféres)

**- Huile d’arachide :** *Arachishypogea* (Légumineuses)

**- Huile de tournesol etc**

**CHAPITRE 3:**

**LES ACIDES AMINES ET PROTEINES DES VEGETAUX**

**Généralités**

**1- Les acides aminés**

**2- Protéines de structure**

**3- Les protéines de réserve**

**Généralités:**

Le terme de protéines désigne tous les composés (protides, protéides, polypeptides) donnant par hydrolyse des acides aminés, unité de base des protéines.

On distingue: les peptides issus de la condensation de 2 ou plusieurs acides aminés par une liaison peptidique et les protéines issus de la condensation de très nombreux acides aminés par des liaisons peptidiques et reliés entre eux par des liaisons de types divers (liaisons hydrogénés, ioniques, sulfures etc.

**1/ Les acides aminés:**

Les acides aminés rencontrés chez les végétaux peuvent être classés en 3 groupes:

* **Ceux qui** entrent dans la composition des protéines, tant animales que végétales, et qui sont en nombre de vingt- parmi eux les acides aminés essentiels pour l’homme: Leucine, thréonine, lysine, tryptophane, phénylalanine, valine, méthionine, isoleucine.
* **Ceux qui**, sans être incorporés dans les protéines, jouent un rôle dans certains processus métaboliques. Citons la citrulline et l’ornithine qui interviennent dans le cycle de l’urée.
* **Ceux**, très nombreux, n’entrant pas dans les deux premières catégories. Ces acides aminés spéciaux, chacun étant généralement spécifique d'un petit nombre d'espèces, sont propres aux végétaux.



**Figure 1 : formules des acides aminés.**

L'acide aspartique a été isolé pour la première fois de l’asperge. L'acide glutamique des céréales et la citrulline de la citronnelle.

Les acides aminés entrent dans la formation des polypeptides (protéines) et ne se rencontrent pas normalement à l'état libre.

Toutefois les acides aminés dicarboxyliques, acides aspartique et glutamique existent fréquemment son forme "amides", asparagine, glutamine.

**2/ Protéines de structure**

Les protéines constituent la trame même de la matière vivante. Les tissus végétaux sont des protéines, les agents du métabolisme, les enzymes, sont également des protéines. Les protéines de structure ont été principalement étudiées chez les végétaux dans les feuilles d'où l'on peut en extraire d'assez grandes quantités.

**3/ Les protéines de réserve:**

**a) dans les graines, dans les bulbes, dans les feuilles et dans les racines**.

Dans les graines, la plupart des réserves protidiques sont sous forme des protéines ou polypeptides. Ces composés s'accumulent dans les vacuoles.

Les graines des graminées sont particulièrement riches en prolamines (protéines végétales dont le PM est peu élevé (de l’ordre 30.000): gliadine du blé, hordéine de l'orge, zéine du maïs associés à une petite quantité de globulines et d'albumines; ces protides constituent le gluten de la farine des céréales.

**Tableau 1: réserves protéiques, glucidiques et lipidiques des quelques graines**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Protéines** | **Glucides** | **lipides** |
| Haricot | 35 à 40 % | 25 à 28 % | 3 à 6 % |
| Fève | 25 à 35 % | 25 à 28 % | 2 % |
| Blé | 9 à 14 % | 68 à 72 % | 1 à 2% |
| Colza | 17 à 20% | 14 à 22 % | 36 à 45% |

Les réserves des graines de Dicotylédones sont surtout constituées de globulines. On peut citer: la légumine du pois, l’arachine du l'arachide.Les prolamines ont une teneur importante en acide glutamique (15 à 20%) tandis que les globulines sont surtout riches en arginine (15 à 30%).

Certaines céréales, n'ont qu'une très faible teneur en acides aminés indispensables (par exemple le maïs est pauvre en lysine et en tryptophane) sont à l'origine des carences alimentaires chez les populations pratiquant la culture d'une espèce vivrière unique.Les céréales (blé, orge) sont déficientes en acides aminés tel que **la lysine et le tryptophane** et bien pourvues en acides aminés soufrés tandis que les légumineuses (pois, fève, haricot, lupin) **sont riches en lysine**, acide aminé indispensable à l'équilibre protéique. (Notion de supplémentation).