

Les aliments

I. L'alimentation humaine

Notre organisme a besoin, pour assurer son fonctionnement, d'énergie et de nutriments. L'énergie sert à la contraction musculaire (muscles moteurs, cœur, muscles respiratoires, ou encore de l'estomac, de l'intestin, etc). Cette énergie est fournie par la « combustion » fractionnée des nutriments trouvés dans les aliments ; cette combustion est de plus consommatrice de l'oxygène que nous respirons. Les aliments sont en outre nécessaires au renouvellement permanents des constituants de notre organisme (renouvellement et croissance cellulaires), au fonctionnement cellulaire lui-même, à la régulation et au contrôle de ce fonctionnement.

Les nutriments

Les nutriments sont des substances simples ou complexes qui ont des rôles spécifiques dans le métabolisme du corps humain et dont les utilisations métaboliques sont interdépendantes. Les principaux nutriments sont l'eau, les protides, les lipides, et les glucides. Mais une place importante est à accorder aux minéraux, oligoéléments et vitamines.

L'eau

La teneur en eau des tissus est variable (85% dans le sang, 70 à 75% dans les muscles, 40 à 60% dans les os, 15 à 35% dans les tissus adipeux...). Elle varie selon les tissus comme nous venons de le voir mais aussi en fonction de l'individu, de son âge et de son sexe.

L'eau est nécessaire à la vie :

- elle assure l'équilibre osmotique
- elle assure le transport des substances dissoutes et des déchets du métabolisme
- Elle fournit les ions H^+ et OH^- , qui ont dans un rôle direct dans les réactions de synthèse et de dégradation (oxydoréduction) et dans l'équilibre du PH. Le corps perd de l'eau dans ses matières fécales (très peu), sa transpiration, la perspiration par les muqueuses et la respiration, l'urine. Les besoins en eau sont variables selon l'âge, la teneur en sodium de l'alimentation et le niveau calorique de l'alimentation (1ml d'eau pour 1 calorie alimentaire).

L'eau du corps provient :

- de l'eau de constitution des aliments
- de la combustion des aliments dans le corps (eau métabolique ou endogène)
- de l'eau de boisson

Les protides

Les protides sont la principale source d'azote en alimentation humaine. L'unité de base des protéines est l'acide aminé, composé d'un radical (acide, alcool, aliphatique, amine, aromatique, imine ou soufré) plus ou moins complexe se terminant par deux groupements, l'un acide ($COOH$), l'autre amine (NH_2). Les protéines présentent un enchaînement plus ou moins complexe d'acides aminés (chaînes polypeptidiques). Les protéines ont un rôle très important dans tous les domaines de la vie organique : les enzymes sont des protéines, elles participent aussi au squelette cellulaire (protéines de structure). Elles ont un rôle énergétique

très secondaire et il n'y a pas de forme de réserve des protides, contrairement aux lipides et glucides. Les protéines interviennent dans toutes les activités métaboliques (enzymes, transporteurs d'ions et autres substrats...) ; certaines

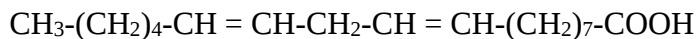
assurent la défense immunitaire, d'autres ont un rôle contractile (actine et myosine des muscles). L'absorption digestive des protides nécessite leur hydrolyse préalable (par des enzymes !) par des protéases car ce sont les acides aminés qui sont utilisés par le métabolisme. Les protéines sont sans cesse dégradées et re-synthétisées dans l'organisme. Certains acides aminés sont indispensables dans l'alimentation humaine : L'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane et la valine. En effet, parmi les vingt acides aminés utilisés par le corps humain, seuls 12 peuvent être synthétisés par l'organisme.

□ Les lipides

Les lipides représentent les nutriments qui ont plus fort rendement énergétique. Ils sont néanmoins aussi très importants comme lipides de constitution et précurseurs de métabolites fondamentaux. Ils véhiculent aussi les vitamines liposolubles. Font partie des lipides : les acides gras, les glycérides, les phospholipides et les stérols.

- Les acides gras ont une forme linéaire de formule : $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ (où $n=2$ à 20) ; ils présentent ou non un certain nombre de doubles liaisons (dites insaturées). Ces acides gras insaturés ont des activités fonctionnelles prépondérantes. Dans les AG polyinsaturés, on distingue deux familles :

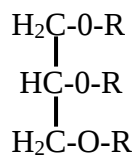
Famille des $\omega 6$ avec l'acide linoléique ($\text{C}_{18} - 2 \omega 6$) :



Famille des $\omega 3$ avec l'acide linoléique ($\text{C}_{18} - 3 \omega 3$) :



- Les glycérides sont des mélanges de triesters d'acides gras et du glycérol :



- Les phospholipides comportent du glycérol, de l'acide phosphorique et souvent une base azotée.

- Les stérols sont des composés tétracycliques : le cholestérol est caractéristique du règne animal. Les stérols végétaux sont appelés les phytostérols.

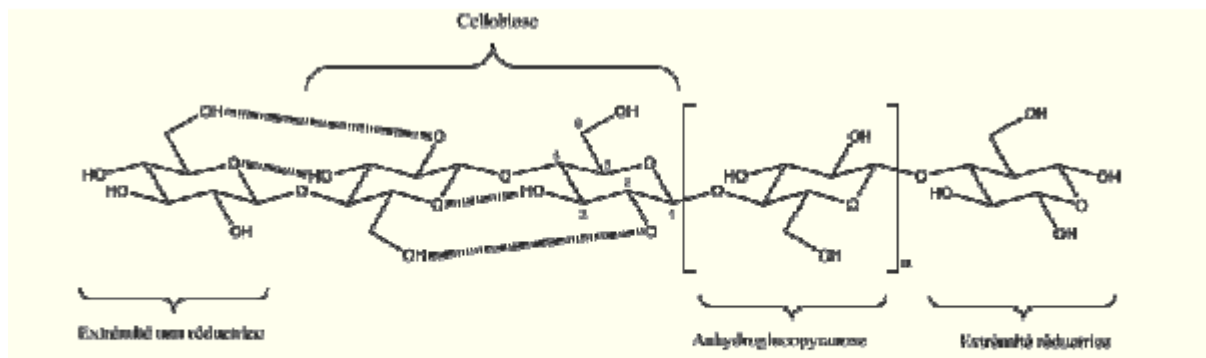
Les lipides alimentaires sont essentiellement des triglycérides ; dans l'intestin, ils sont hydrolysés en glycérol et acides gras.

□ Les glucides

Les glucides sont des hydrates de carbone. Leur rôle essentiel dans l'alimentation est la fourniture de glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), source d'énergie majeure. Les glucides existent sous forme de sucres simples (Glucose, Fructose, Galactose) ou plus ou moins polymérisés (saccharose=glucose-fructose, lactose=galactose-glucose, sorbitol, mannitol, maltodextrine, fructo-oligosaccharides, amylose (structure linéaire) et amylopectine (structure ramifiée) = polysaccharides amyliques, cellulose, hémicellulose, pectine=polysaccharides non amyliques ou fibre alimentaires).

L'amidon : L'amidon est un glucide complexe de réserve, pour les végétaux supérieurs. L'amidon est une des ressources caloriques principales pour l'espèce humaine, car il est le constituant principal des céréales (riz, maïs, blé, sorgho...) et de la pomme de terre. Pour le végétal, l'amidon est une réserve d'énergie et de nutriment, nécessaire pour survivre à la mauvaise saison (sèche ou froide). Il permet de stocker des nutriments glucidiques dans les cellules, sans les dissoudre dans l'eau. En effet la présence de glucides simples augmente le potentiel osmotique interne des cellules ce qui nécessite une grande quantité d'eau. L'amidon est une forme de réserve de glucides qui permet d'économiser l'eau. Dans les cellules, il se présente sous forme de grains visibles au microscope : les amyloplast. Chez les plantes de la famille des Astéracées (anciennement, les Composées) la molécule de réserve n'est pas l'amidon, mais l'inuline et chez les animaux, c'est le glycogène.

La cellulose : Les monomères de glucose sont liés entre eux par des liaisons bêta 1-4, conduisant à des polymères linéaires. Ces polymères s'associent entre eux par des liaisons intermoléculaires de type liaisons hydrogène, conférant ainsi une structure fibrillaire à la cellulose.



La structure de la cellulose a une grande influence sur le comportement chimique et les propriétés macroscopiques de celle-ci.

La cellulose est un homopolymère linéaire composé de très nombreuses unités de D-Anhydroglucopyranose (AGU) reliées entre elles par des liaisons glycosidiques β -(1 $\rightarrow$ 4). Le motif de répétition est le dimère cellobiose. Les AGU se trouvent en conformation chaise et possèdent 3 fonctions hydroxyles : 2 alcools secondaires (en position 2 et 3) et un alcool primaire (en position 6). Ces fonctions hydroxyles, ainsi que les liaisons glycosidiques, se situent en position équatoriale par rapport au plan du cycle ce qui entraîne donc que les hydrogènes du cycle se trouvent en position axiale.

Le degré de polymérisation diffère énormément selon l'origine de la cellulose ; sa valeur peut varier de quelques centaines à quelques dizaines de milliers.

La molécule est étirée, car les liaisons sont équatoriales, et permettent donc une extension maximale. L'agencement se fait ensuite en micro-fibrilles (environ 1500 molécules par fibre). Elle n'est pas digérée par l'homme, mais est cependant utile au bon fonctionnement des intestins sous forme de fibres végétales. Les animaux herbivores utilisent en général des enzymes d'origine exogène, c'est-à-dire produites par certaines bactéries de la flore intestinale pour digérer la cellulose.

Les fibres

Les fibres sont des constituants végétaux de nature polysaccharidique qui ne sont pas hydrolysés par les enzymes digestives. Cette résistance à la digestion additionnée d'une aptitude au gonflement à l'eau (rétention de l'eau du contenu intestinal) ont des conséquences (bénéfiques) sur le transit intestinal. On inclut généralement dans les fibres des produits non glucidiques qui résistent également à la digestion enzymatique (tannins, cutines, lignine...) Les fibres sont les polysaccharides des parois des cellules végétales (cellulose, hémicellulose, pectine) ou des polysaccharides cytoplasmiques (gommes et mucilage, amidons résistants). Comme l'amidon, la cellulose est un homopolymère de glucose mais dans ce dernier cas, c'est l'anomère β du glucose qui est impliqué dans une liaison glycosidique entre les carbones 1 et 4 d'unités adjacentes. Ce type d'association conduit à un polymère linéaire dont 4 différentes chaînes (une trentaine) peuvent s'associer pour donner des microfibrilles de cellulose à l'état cristallin qui vont jouer un rôle structurant dans la paroi végétale.

Les hémicelluloses sont formées d'une chaîne principale d'oses (pentoses, hexoses) et de chaînes latérales osidiques. Les pentosanes (ou arabinoxylanes) sont des hémicelluloses composés de xyloses et de d'arabinoses. En boulangerie, les pentosanes solubles jouent un rôle dans l'absorption d'eau et la consistance de la pâte (viscosité, extensibilité) et Les pentosanes insolubles retardent le rassissement du pain. Les pectines sont des polysaccharides complexes, polymères de l'acide galacturonique avec des chaînes latérales faites de galactose et d'arabinose.

Les minéraux

- Le sodium (Na) est le principal cation extracellulaire et joue un rôle dans la pression osmotique du plasma

- Le potassium (K) est le principal cation intracellulaire et intervient dans le métabolisme cellulaire et l'excitabilité neuromusculaire.

- Le calcium (Ca) est le cation majoritaire du tissu osseux et joue aussi un rôle majeur dans l'excitation des cellules musculaires et nerveuses, la perméabilité membranaire, la coagulation sanguine et certaines régulations hormonales. L'adsorption du Ca est diminuée en présence notamment de phytates.

Le phosphore (P) exerce plusieurs fonctions indispensables à la vie, notamment dans la composition des acides nucléiques, des phospholipides membranaires et le stockage et la libération d'énergie ou encore l'activation des enzymes. Le magnésium (Mg) est stocké dans les os, combinée aux phosphates et bicarbonates. Après le potassium, le magnésium est le cation intracellulaire prédominant. Le magnésium participe au transfert d'énergie géré par les mitochondries. Le Fer (Fe) a deux rôles majeurs : le transport d'oxygène (par la molécule d'hémoglobine) et le transfert d'électrons ($\text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++} + e^-$).

Les oligoéléments

Ce sont des nutriments sans valeur énergétique mais dont la présence, à l'état de trace, est essentielle au métabolisme. Il s'agit du chrome, du cobalt, du cuivre, du fluor, de l'iode, du molybdène, du manganèse, du sélénium et du zinc.

Les vitamines

Les vitamines sont des substances indispensables à la vie et apportées par l'alimentation. Citons les principales, parmi les liposolubles, les vit. A, E, D et K, et parmi les hydrosolubles, les vit. B1, B2, B5, B6, B8, B9, B12, PP et C.