

INTRODUCTION

Les alimentations, les micro-organismes et les hommes ont vécu une longue et intéressante association, qui s'est développée bien avant l'histoire écrite. On utilise des micro-organismes pour transformer des aliments bruts en délices culinaires et gastronomiques comme le chocolat, les fromages, les yaourts et les saucissons....etc.

Par définition, un produit alimentaire ou denrée alimentaire est un produit d'origine animale ou végétale servant à l'alimentation de l'homme. Selon la **loi Algérienne** n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes, **un produit alimentaire** est toute substance traitée, partiellement traitée ou brute, destinée à l'alimentation humaine ou animale, englobant les boissons et toutes les substances utilisées dans la fabrication, la préparation et le traitement des aliments, à l'exclusion des substances employées uniquement sous forme de médicaments, de cosmétiques ou de tabacs

Les aliments sont d'origine végétale et/ou animale: la flore normalement associée aux plantes et aux animaux est donc potentiellement présente. De plus, un apport microbien exogène est souvent inévitable (environnement, contact, manipulations, etc...).

Parce qu'ils sont riches en éléments nutritifs, les aliments sont d'excellents milieux pour la croissance des micro-organismes. Cette croissance est contrôlée par des facteurs liés à **l'aliment lui-même, des facteurs intrinsèques** et par d'autres **facteurs extrinsèques** liés à l'environnement où l'aliment est entreposé ou aux **agents conservateurs** qui leur ont été ajoutés. Cependant, Les aliments peuvent être le siège d'une prolifération microbienne qui a une grande incidence sur la qualité intrinsèque et donc commerciale des produits qui peut être améliorée ou abaissée. Parfois, la frontière qui sépare l'amélioration microbienne de la qualité alimentaire de la dégradation des aliments est étroite.

A cet égard, une bonne connaissance du monde microbien permet de maîtriser toute contamination microbienne à chaque étape de la production, de la transformation et de la distribution.

I. Introduction succincte aux grands groupes d'aliments :

Les aliments sont des mélanges complexes de substances nombreuses et variées. Leur analyse immédiate permettra de distinguer entre l'inorganique et l'organique. Selon **TRÉMOLIÈRES**, « *un aliment est une denrée contenant des nutriments donc nourrissante, susceptible de satisfaire l'appétit donc appétant et acceptée comme aliment dans une société considérée, donc coutumière* ».

Les aliments que nous ingérons fourniront donc les constituants nutritifs aux cellules (nutriments énergétiques indispensables) mais également des substances non nutritives bénéfiques (ex. : agents d'arômes) ou parfois indésirables (substances toxiques et/ou contaminants).

II. Classification des aliments selon leurs constituants :

Les produits alimentaires sont en réalité des mélanges complexes provenant du milieu extérieur dont certains composants sont intégrés à l'organisme pour l'édifier, l'entretenir et le faire fonctionner.

II-1/ Les protides (du grec protos = premier) : sont les constituants organiques qui occupent la première place (quantitative et qualitative) chez les êtres vivants. Ce sont des composés organiques quaternaires formés de C, H, O, et N. Les acides aminés constituent un vaste groupe (plus de 200) dont seuls les vingt participant à l'élaboration de la matière vivante sont bien connus.

Les protéines sont donc les molécules spécifiques par excellence de la matière vivante ; elles sont constitutives pour la plupart, mais elles jouent aussi un rôle fonctionnel fondamental car les enzymes sont des protéines permettant la catalyse des réactions métaboliques dans des conditions compatibles avec la vie.

II-1-1/Classification biochimique des protides :

Les acides aminés sont les molécules de base non hydrolysables des protides. L'enchaînement par condensation des acides aminés dits standards conduira aux deux autres groupes. Les peptides sont les protides hydrolysables constitués de quelques acides aminés dans les oligopeptides (moins de 10) ou d'un nombre plus important dans les polypeptides (de 10 à 50).

Les protéines sont les protides hydrolysables dont les séquences sont formées de plus de 50 (100 pour certains auteurs) acides aminés. Leur masse moléculaire dépasse souvent 10 kD et ces substances sont essentiellement des macromolécules.

II-2/Les lipides : correspondent à un groupe hétérogène de composés organiques insolubles dans l'eau (caractère hydrophobe marqué). Cette particularité physique des lipides est à l'origine de l'hétérogénéité chimique du groupe. Cependant, une très grande majorité de lipides sont des esters d'acides gras.

Certains lipides sont constitués de molécules complètement apolaires : ce sont les lipides neutres. Au contraire, d'autres lipides ont une molécule bipolaire dont une extrémité reste attirée par l'eau : lipides amphiphiles.

Sur le plan biologique, les lipides neutres sont des lipides de dépôt constituant des réserves énergétiques dans la matière vivante. Par contre, les lipides amphiphiles sont des lipides de constitution, permettant, par exemple, l'élaboration des membranes biologiques.

II.2.1/La classification biochimique des lipides :

- **Les lipides simples ou homolipides** sont des lipides ternaires uniquement constitués de C, H, et O. Ce sont les lipides neutres.
- **Les triacylglycérols (TAG)** sont très majoritaires sur le plan alimentaire ;
- **Les lipides complexes ou hétérolipides** sont constitués de C, H et O auxquels viennent s'adjoindre P et/ou N. Ces nouveaux atomes donnent des groupements polaires sur la molécule,...

II.3/Les glucides, communément appelés « **sucres et féculents** » : constituent un groupe homogène de composés essentiellement ternaires dont la formule brute montre la présence de deux fois plus d'atomes H que d'atomes O.

Sur le plan chimique, les sucres simples ou oses sont des polyalcools possédant une fonction réductrice, aldéhyde ou cétone. Beaucoup de glucides sont des polymères d'oses (osides) qui seront libérés par hydrolyse de la liaison osidique.

En raison de leur constitution chimique, les glucides sont des substances très hydrophiles : les oses et oligosides sont hydrosolubles, mais les polymères d'oses (ex. : amidon ou cellulose) sont des macromolécules insolubles dont certaines constituent les fibres alimentaires ou indigestible glucidique.

II.3.1/Classification nutritionnelle des glucides : le partage des glucides en deux groupes s'impose :

Les glucides digestibles : sont les glucides directement assimilables (oses, dérivés d'oses, etc.) ainsi que les glucides assimilables suite à leur dégradation par des enzymes digestifs (diholosides, amidon, glycogène, etc.) ;

Les glucides non digestibles sont les glucides non dégradables par les enzymes digestifs et donc non assimilables. Ces glucides constituent une part importante des glucides alimentaires et jouent un rôle physiologique important : ils constituent l'essentiel des fibres alimentaires parfois appelées indigestible glucidique.

II.4/ L'eau : représente environ 65 % de la masse de l'organisme humain adulte. L'eau (H₂O) formée de trois atomes n'est pas une molécule linéaire mais en forme de V

II.5/Les éléments minéraux : indispensables sont classés en deux catégories selon l'importance de l'apport nécessaire en rapport avec leur teneur dans l'organisme. Les macroéléments sont les éléments minéraux majeurs à rôle constitutif. Les oligoéléments ou éléments traces sont nécessaires à doses infimes et jouent plutôt un rôle fonctionnel.

Les éléments minéraux nécessaires à l'organisme sont nombreux. Les quantités présentes dans le corps humain varient entre le calcium et le phosphore à quelques grammes pour les oligoéléments les plus abondants (Fe, Zn, F) et moins de 1 mg pour le cobalt et le chrome. À cette grande diversité pondérale conduisant à la distinction entre macroéléments et oligoéléments, vient s'ajouter une multiplicité importante des rôles et fonctions attribués aux éléments minéraux.

Les éléments majeurs sont les éléments qualifiés d'électrolytes (Na, K, Cl) et les éléments constituant le squelette osseux (Ca, P) ainsi que le Mg. Quant aux oligoéléments, leur définition ne repose pas sur des critères chimiques ou biologiques, mais est de nature analytique.

II.6/ Vitamines : sont des nutriments indispensables dont l'organisme a perdu la possibilité de synthèse. Ce sont donc des substances organiques qui sont pourtant nécessaires, à doses minimales, pour son fonctionnement et sa croissance.

Les vitamines sont des nutriments indispensables jouant un rôle fonctionnel. Elles existent en tant que telles dans les aliments, et contrairement aux autres groupes, elles ne subissent pas de modifications. Parce que l'homme a perdu la possibilité de les synthétiser, alors que les végétaux et microorganismes l'ont gardé, les vitamines sont souvent puisées dans les aliments d'origine végétale.

D'un point de vue chimique, les vitamines ont des formules chimiques très diverses, mais ce sont des petites molécules par opposition aux macromolécules alimentaires à motifs répétitifs (polyosides, protéines). La présence fréquente dans leur structure d'un ou plusieurs noyaux hétérocycliques est à mettre en rapport avec la difficulté de leur biosynthèse. Le nombre important et la diversité chimique des vitamines correspondent à des fonctions métaboliques très différentes.

II.7/ Fibres alimentaires : regroupent l'ensemble des composants non dégradables par les enzymes du tube digestif, favorisant le transit intestinal ainsi que l'évacuation des déchets, et qui pour cela ont la capacité d'incorporer de grandes quantités d'eau.

L'expression « fibres alimentaires » provient de la traduction de l'anglais « *dietary fibers* ». Cette expression d'usage assez récent recouvre une notion connue antérieurement sous le nom de « ballast intestinal » ou « indigestible glucidique ». Ces deux dernières expressions présentaient l'avantage de préciser le rôle et la nature chimique des fibres alimentaires alors que l'aspect fibreux est loin d'être une réalité pour l'ensemble des produits concernés.

III/Relations microorganisme et composition de l'aliment

✓ **A partir des glucides de l'aliment (et dérivés) :**

- polymères (amidon, cellulose) : hydrolyse : texture modifiée
- dimères et monomères (saccharose, maltose, lactose, glucose, fructose, ...) : fermentations : formation d'acides et de composés carbonylés par exemple : incidence sur le goût et l'arôme

- ✓ **A partir des protides de l'aliment (et dérivés)**
 - polymères (protéines) : hydrolyse : texture modifiée
 - acides aminés : décarboxylation, désamination, désulfuration etc. : modifications du goût, de l'odeur, formation de catabolites toxiques
- ✓ **A partir des lipides de l'aliment (et dérivés) : oxydation et lipolyse (goût).**

III.1/ Modification des qualités organoleptique :

III.1.1/Modifications de l'odeur :

Le développement de microorganismes dans un produit est d'abord détecté par des modifications d'odeurs en raison de la sensibilité de notre système olfactif. Le seuil de détection de composés organiques volatiles se situe en moyenne à 10^{-6} à 10^{-9} g (10^{-12} pour des dérivés de la pirazine).

* **Viandes** : un développement microbien en surface se traduit par une odeur de relent à partir de 10^7 germes/g quand l'entreposage est réalisé à 10°C et d'une odeur ammoniacale et d' H_2S quand l'entreposage est réalisé à température ambiante

***Poissons** : la putréfaction génère des odeurs ammoniacales

***Fromages** : *Cl. butyricum* synthétise de l'acide butyrique à odeur désagréable caractéristique. Une odeur ammoniacale survient après protéolyse.

III.1.2/ Modifications du goût :

Elles sont liées à la présence de **composés volatils** ou **non**.

La plus fréquente correspond à une acidification liée à la production d'acide lactique. Divers qualificatifs sont utilisés par décrire cette transformation : piquûre, aigrissement, sûrissement... Cette modification est favorable avec certains produits (fromages, choucroute, saucisson). Dans le cas du vinaigre c'est l'acide acétique qui est produit.

III.1.3/ Modifications de l'aspect et de la couleur :

Ces modifications sont chronologiquement détectables visuellement bien après l'apparition d'odeurs. Dans une première phase il s'agit de petites zones qui présentent des caractéristiques variables quant à leur forme (rondes, plates, bombées, irrégulières...). Leur **aspect** (opaque, mat, brillant, rugueux...) et/ou leur couleur (blanc, noir, jaune, rouge...) sont multiples.

Ces zones sont constituées de bactéries, levures et de sécrétions muqueuses qui s'étendent à la surface de l'aliment et forment un revêtement souvent gluant, visqueux et poisseux.

La prolifération de moisissures est caractérisée par la formation de zones colorées à évolution centrifuge. Ces zones peuvent présenter des aspects variés (feutrage, taches rugueuses...).

III.1.4/ Structure et texture :

La structure d'un produit alimentaire est liée à la présence de macromolécules comme les pectines, celluloses, hémicelluloses (amidon et protéines) chez les produits végétaux et les protéines chez les produits animaux.

Si les microorganismes contaminants synthétisent et excrètent des hydrolases (pectinases, protéases etc...) un ramollissement apparaît. Pour un germe donné, ce ramollissement est d'autant plus grand que la charge microbienne est élevée :

* Phénomène recherché (faisandage par protéolyse; éclaircissement des jus de fruits par pectinases)

* Phénomène défavorable : pertes de forme etc...

La production de gaz (CO₂ le plus souvent) induit la formation de fissures ou de bulles et altère les emballages.

La synthèse de polymères (dextranes à partir de saccharose avec *Leuconostoc*) augmente la viscosité de certains sirops ou jus.

III.1.5/ Modification de la valeur alimentaire :

Dans le cas de produits obtenus par fermentation, la structure, les qualités hygiéniques, organoleptiques et nutritionnelles sont actuellement bien contrôlées.

Les microorganismes intervenant dans ces processus consomment des molécules à valeur énergétique élevée et la valeur calorique des produits fermentés est donc généralement inférieure à celle du produit initial.

Ces mêmes microorganismes ont un rôle favorable en synthétisant des molécules à activité biologique comme des vitamines ou encore en catabolisant des produits toxiques ou antinutritionnels (**glucides non fermentescibles C1-C6 : stachyose, protéines toxiques**).