

## Chapitre II : Quelques facteurs de détérioration des aliments

Les facteurs de détérioration des aliments qu'en va traiter dans ce chapitre sont : les micro-organismes, les réactions chimiques et biochimiques, les arthropodes et les rongeurs.

### 1. Les micro-organismes et leur comportement

#### 1.1. Classification des M-O Important dans l'industrie alimentaire

Les micro-organismes peuvent être classés en cinq groupes majeurs : les virus dépourvus de structure cellulaire, les protozoaires qui sont de structure unicellulaire, les bactéries, les levures et les champignons ou moisissures. Les trois derniers groupes sont importants en sciences alimentaires. Quelques caractéristiques de ces trois groupes sont présentées au tableau

**Tableau (4):** quelques caractères des micro-organismes d'importance alimentaire.

| Espèce             | Caractères   |
|--------------------|--|
| <b>Bactérie</b>    | <b>forme</b> : coques, bâtons, ou spirales<br><b>grandeur</b> : 1 à 3 $\mu\text{m}$ ( $1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{mm}$ ), le plus souvent unicellulaires.                             |
| <b>Champignons</b> | <b>forme</b> : mycélium multicellulaire,<br><b>grandeur</b> d'une cellule : $\approx 20 \mu\text{m}$ .   |
| <b>Levure</b>      | <b>forme</b> : ovoïde,<br><b>grandeur</b> : $\approx 10 \mu\text{m}$ ,<br>grand pouvoir de fermentation des saccharides en alcool et dioxyde de carbone, le plus souvent unicellulaires. |

Les bactéries sont des organismes unicellulaires de type primitif (cellule procaryote), alors que les levures et les champignons ont dans leurs cellules des structures comparables à celles des cellules animales (cellule eucaryote). Le tableau suivant présente quelques groupes de bactérie importante dans l'industrie alimentaire.

Tableau (5) : quelques groupes de bactérie d'importance dans l'industrie alimentaire

| Bactérie      | Caractères   | Exemple  |
|---------------|--|--|
| <b>Coques</b> | souvent Gram-positif, ne forment jamais de spores, de types aérobies ou anaérobies | <i>Streptococcus</i> ,<br><i>Staphylococcus</i> ,<br><i>Diplococcus</i>  |
| <b>Bâtons</b> | <b>a) non-sporulés</b><br>- Gram-positif,<br>- Gram-négatif                        | <i>Lactobacillus</i> ,<br><i>Escherichia coli</i> ,<br><i>Salmonella</i> |
|               | <b>b) sporulés :</b><br>toujours Gram-positif :<br>- aérobie, - anaérobie          | <i>Bacillus</i> ,<br><i>Clostridium</i>                                  |

Les levures ne sont pas classifiées comme les bactéries, mais selon l'assimilation et la fermentation des saccharides. Beaucoup d'espèces de levures ont un pouvoir caractéristique de fermentation. Exemples de levures : Saccharomyces, Candida. La plupart des levures se multiplient par bourgeonnement, tandis que certaines se divisent comme les bactéries (par exemple les Schizosaccharomyces).

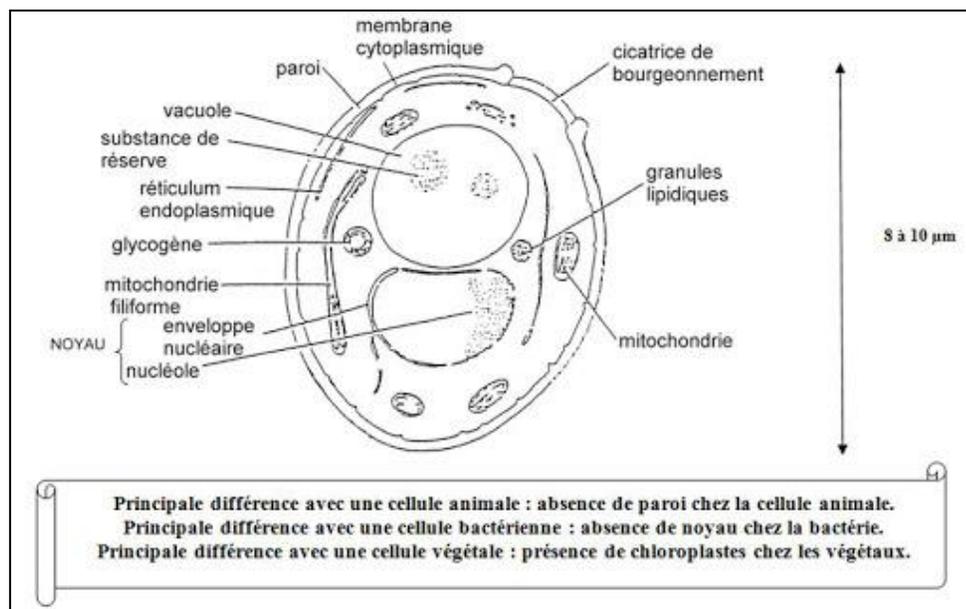


Figure (1) : structure d'une cellule de levure.

Par rapport aux champignons, Il y a une distinction très compliquée selon les caractéristiques de morphologie, de multiplication, etc. Des exemples de quelques champignons très répandus sont : *Penicillium*, *Aspergillus* et *Fusarium*.

## 1.2. Facteurs influençant la multiplication des micro-organismes

Les micro-organismes présentent une variété étonnante de types métaboliques. Pour leur vie (entretien ou maintenance), pour leur développement (croissance et multiplication), pour l'expression de leurs propriétés (mobilité, luminance...), ils ont besoin d'énergie et d'éléments nutritifs. Le catabolisme est l'ensemble des réactions qui permettent la récupération d'énergie biologiquement utilisable et la production de métabolites de base à partir de nutriments. L'anabolisme est l'ensemble des réactions qui permettent les synthèses cellulaires à partir des métabolites de base et d'éléments du milieu. La plupart des modifications des aliments sont liées à ces mécanismes.

### ✓ Présence de substance nutritive

Pour qu'un micro-organisme se développe, il doit trouver dans le milieu tous les éléments nécessaires à ses synthèses. Presque tous les micro-organismes intéressants pour l'alimentation sont hétérotrophes. Ça veut dire qu'ils ont un besoin obligatoire d'une et parfois de plusieurs substances organiques, qui servent comme source d'énergie. Les éléments nécessaires sont C, H, O, N en quantité importante, P et S en quantité plus faible et enfin des éléments en quantité très faible, les sels minéraux et oligo-éléments (Ca, Co, Mg, Mn, Na, K, ...).

### ✓ Présence de l'eau

Les conditions optimales de survie et de développement d'un micro-organisme nécessitent un milieu contenant une certaine quantité d'eau libre. Cette exigence varie selon les espèces. Les aliments peuvent être classés selon leur activité de l'eau (aw).

### ✓ Température

On distingue différentes catégories de micro-organismes selon leur optimum de croissance en fonction de la température :

**Psychrophiles** : -5 à +15 °C,

**Mésophiles** : +15 à +40 °C,

**Thermophiles** : +40 à +55 °C.

## ✓ pH

En industrie alimentaire, on a l'habitude de classer les micro-organismes entre ceux qui peuvent se développer au-dessus et au-dessous de pH 4,5. Le pH 4,5 permet de séparer les aliments en deux groupes par rapport à leur aptitude à permettre la croissance des principales bactéries pathogènes. Au dessous de ce pH les risques sanitaires sont minimes.

**Tableau (6) : Importance du pH pour la conservation des aliments.**

| <b>pH</b>        | <b>Importances pour l'industrie alimentaire</b>   |
|------------------|---|
| <b>6.0 – 7,5</b> | tous les micro-organismes survivent, c'est le pH de la plupart des aliments.                |
| <b>4,5 – 6.0</b> | seulement les micro-organismes acidotolérants survivent, c'est le pH de beaucoup de fruits. |
| <b>2,2 – 4,5</b> | activité et survie des micro-organismes sont très limités; concentré de fruits (citrons)    |

### 1.3. Altérations d'origine microbienne : maladies et détérioration

La plupart des produits alimentaires contiennent des micro-organismes, excepté quelques rares produits alimentaires qui sont naturellement stériles (comme par exemple le contenu des œufs frais.) Les légumes et les fruits sont porteurs de germes normalement présents dans le sol, l'air ou l'eau. Les viandes contiennent des germes initialement présents chez l'animal ou qui sont introduits au cours des différentes opérations de préparation. Certains de ces micro-organismes sont néfastes à la qualité de l'aliment, d'autres au contraire sont indispensables parce qu'ils participent à l'élaboration de l'aliment. Il existe un certain nombre dont la présence ou la prolifération dans l'aliment peut avoir des conséquences plus ou moins graves pour le consommateur.

Les micro-organismes peuvent être les causes des maladies. L'aliment peut être porteur de quelques germes pathogènes, qui vont se multiplier dans le corps humain et causer des maladies (fièvre typhoïde, choléra, dysenterie). L'aliment peut être le milieu où se multiplient une grande quantité de micro-organismes qui, après, sont consommés avec l'aliment (intoxication alimentaire paratyphoïde). L'aliment peut être le milieu de

multiplication de micro-organismes, qui sécrètent des substances toxiques (botulisme ; intoxication par les staphylocoques).

En distingue deux catégories de maladies infectieuses liées à la consommation des aliments :

➤ Les toxi-infections : les germes ( $10^6 - 10^9$ ) produisent des substances toxiques spécifiques dont le pouvoir toxique dépend de la charge microbienne.

➤ Les intoxications : sont dues à des exotoxines produites par les micro-organismes; dans ces cas, la présence des germes eux mêmes dans l'organisme de l'hôte n'est pas indispensable.

## 2. Réactions d'origine chimique et biochimique

### 2.1. Oxydation des lipides

Les substrats de ces réactions sont principalement les acides gras non saturés et l'oxygène. Lorsqu'ils sont libres, les acides gras non saturés s'oxydent en général plus vite que quand ils font partie de triglycérides ou de phospholipides. Mais c'est surtout le degré d'insaturation qui influence la vitesse d'oxydation.

Les moyens d'éviter ou de freiner l'oxydation : Pour un certain nombre d'aliments, notamment pour les aliments déshydratés et ceux à teneur moyenne en eau, il est nécessaire de recourir à des substances ou à des méthodes permettant de retarder l'oxydation des lipides au-delà du délai normal de vente.

**2.1.1. Les antioxydants :** Ces substances sont capables d'interrompre la chaîne radicalaire. Ces substances antioxydantes diminuent donc le nombre de radicaux libres; elles abaissent par conséquent la vitesse d'oxydation. Leurs doses maximales sont fixées en fonction de leur degré de toxicité. Selon leurs origines on distingue

✓ **Antioxydants naturels :**

- tocophérol (vitamine E),
- certains acides aminés,
- acide ascorbique,
- complexant de métaux;

✓ **Antioxydants synthétiques :**

- gallate de propyle,
- BHA (butylhydroxyanisol),
- BHT (butylhydroxytoluène).

**2.1.2. L'absence d'oxygène :** Elle permet d'éviter la formation de l'oxygène singlet. Pour cela l'absence ou tout au moins le maintien d'une très basse teneur en oxygène dans l'atmosphère entourant l'aliment est très important. Ainsi les aliments sont emballés sous vide ou sous atmosphère d'azote.

**2.1.3. L'utilisation d'agents complexant les métaux :** Ce sont des composés qui agissent en empêchant ou en diminuant la formation des radicaux libres en se complexant avec les catalyseurs (métaux).

L'éthylène diamine tetra-acétate (EDTA) est un agent complexant très efficace, mais peu utilisé dans les aliments car il n'est généralement pas autorisé par la réglementation. L'acide citrique, au contraire, est employé très souvent.

**2.1.4. La déshydratation :** L'activité catalytique des métaux dépend en partie de l'activité de l'eau. Il est important de maintenir l' $a_w$  dans les aliments entre 0,1 et 0,4 ; le maintien d'un  $a_w$  autour de 0,2 est idéal pour empêcher l'oxydation des lipides.

## **2.2. Réaction à chaud des protéines**

L'application de la chaleur sur les aliments au cours de traitements domestiques ou industriels influence la qualité des protéines. Les réactions des protéines à chaud au cours de ces traitements culinaires domestiques ou industriels entraînent des modifications qui ont des effets favorables et défavorables.

## **2.3. Altération des polysaccharides**

Causées par les hydrolases (polysaccharidases). Ce sont essentiellement les pectinases, les cellulases et les amylases. Elles sont naturellement présent dans les aliments et sont aussi produites par les micro-organismes. Leurs activités influent sur la texture et le goût des aliments.

## 2.4. Brunissement non-enzymatique : La réaction de Maillard

C'est un ensemble très complexe de réactions aboutissant, dans divers aliments, à la formation de pigments bruns ou noirs, à des modifications, favorables ou indésirables, de l'odeur et de la saveur et à la perte de la valeur nutritionnelle.

Le brunissement non-enzymatique se manifeste lors des traitements technologiques ou de l'entreposage, de divers aliments dont voici quelques exemples : - Croûte de pain, biscuits, - Lait stérilisé, - Viande cuite, rôties - Pommes frites, - Chocolat, Café - Jus de fruit, - Bière.

La réaction de Maillard est une réaction entre une fonction carbonyle (aldéhydes, cétones, sucres réducteurs) et une fonction amine (acides aminés, résidus de lysine dans les protéines).

## 3. Les arthropodes et leurs contaminations aux aliments

En principe la contamination commence par la présence des insectes adultes qui déposent leurs œufs dans l'aliment. Le dépôt des œufs par les insectes a lieu déjà depuis la récolte. Ensuite, il se poursuit au cours du séchage au sol, du stockage mal protégé, etc.

Les conditions favorables à la multiplication des insectes sont : la présence de nutriments, le mal protection des cultures, le stockage néfaste, les températures optimum et principalement l'eau ; sa disponibilité est essentielle pour la vie des insectes.

**3.1. Dégâts :** Les dégâts causés par les arthropodes aux aliments sont de nature aussi bien hygiénique qu'économique. Les dégâts hygiéniques sont surtout les maladies humaines. Les insectes jouent un rôle important comme vecteurs de germes susceptibles de provoquer des maladies, où en remarque :

✓ Transmission biologique : l'insecte est hôte intermédiaire et infecte l'homme par piqûre (le paludisme, la fièvre jaune)

✓ Transmission mécanique : l'insecte sert seulement de moyen de transport; en particulier les mouches, cafards, guêpes. De petits nombres de *Salmonella* spp par exemple, transmis par les mouches, sont capables de causer des toxi-infections alimentaires.

#### 4. Les rongeurs

Les rongeurs préfèrent les mêmes conditions de vie que les insectes : protection et calme, nourriture, et chaleur. Les magasins de stockage, les (super) marchés, les hôtels, etc. sont en principe des lieux idéaux pour la multiplication des rongeurs. Le tableau suivant montre les rongeurs les plus importants pour l'industrie alimentaire : ce sont essentiellement les rats et les souris.

**Tableau (7) :** principaux rongeurs d'importance pour l'industrie alimentaire.

| Nom scientifique         | Nom vulgaire      | Reproduction  |
|--------------------------|-------------------|---|
| <i>Rattus norvegicus</i> | Rats brun         | maturité sexuelle à 3-4 mois, 5-10 petits par mise bas                    |
| <i>Rattus rattus</i>     | Rats noir         | 200 rats par an par couple  |
| <i>Mus musculus</i>      | Souris domestique | maturité après 2 mois; 10 petits par accouchement; 2000 par an par couple |

##### 4.1. Dégâts

###### ✓ Dégâts hygiéniques

De très nombreuses pathologies humaines impliquent des rongeurs, ceux-ci jouant le rôle d'hôte ou de réservoir. Les cultures et le stockage de nourriture favorisent la proximité des rongeurs et de l'homme, facilitant ainsi le passage des parasites de l'un à l'autre.

Plusieurs des rongeurs sont des transporteurs d'une multitude d'organismes infectieux à l'homme et animaux domestiques. Les agents causaux des zoonoses transmises par les rongeurs peuvent être des virus, bactéries ou des protozoaires ... etc.

Parmi ces souches virales, la fièvre de Lassa est une maladie provoquée par un virus proche de la souche Ebola, elle est mortelle chez l'homme. La transmission de la maladie à l'homme s'effectue essentiellement par la salive, l'urine et les fèces des animaux en contact avec les denrées alimentaires. Le virus de la Vallée du Rift affecte essentiellement le bétail, le passage à l'homme est dû à certaines espèces de moustiques.

Les protozoaires peuvent transmettre plusieurs agents pathogènes, provoquant différents problèmes sanitaires. Les pathologies humaines entrant dans cette catégorie sont la fièvre boutonneuse (*Rickettsia conori*), le typhus murin (*Rickettsia typhi*), la fièvre Q (*Coxiella burnetti*) et la leishmaniose.

Certaines pathologies font intervenir des bactéries diverses qui sont à l'origine de graves problèmes de santé publique. Les principaux exemples dans lesquels les rongeurs sont impliqués sont les fièvres rémanentes, les brucelloses, la leptospirose et la peste.

#### ✓ Dégâts matériels

Les dommages matériels sont considérables :

- **Aux stocks** : les dégâts peuvent être considérables. Un rat consomme 25 grammes par 24 heures.

- **Aux objets durs** : La raison pour laquelle les rats et les souris rongent est que les dents rongées continuent à croître toute la vie. Le fait de ronger permet à ces animaux de les maintenir dans les limites convenables.

**Exemples** : un tuyau d'eau en fer rongé peut causer un dommage d'inondation ou de court-circuit; fil électrique rongé; incendie; emballage rongé.

#### 4.2. Lutte

**Lutte permanente** : commence avec le bon ménage ; nettoyage et inspection fréquentes, stockage de telle façon qu'on peut faire l'inspection et le nettoyage tout autour des palettes chargées de produits. En outre, il est souvent nécessaire d'appliquer des produits toxiques, en utilisant des appâts toxiques.

**Défense permanente** : fermer tous les trous : réparer les vitres cassées, poser des grilles sur les tuyaux d'écoulement d'eau sale et d'égout. Ainsi que écartement les ordures : les brûler ou utiliser des poubelles bien fermées.