

## **Les altérations microbiennes des aliments**

L'évolution de la flore va dépendre de plusieurs types de facteurs appelés facteurs d'évolution. La nature de l'aliment et son environnement vont conditionner les possibilités de survie et de développement des divers constituants de la flore. Chaque aliment constitue un milieu dont les caractères physico-chimiques tels que le pH, l'activité de l'eau, la composition chimique et les conditions de stockage sont différentes. Seuls quelques groupes microbiens adaptés à ces conditions pouvant s'y maintenir et s'y développer. Ceci explique que la flore définitive d'un aliment soit sensiblement différente de la flore originelle.

### **1. Les facteurs influençant la flore d'altération des aliments :**

**1.1. Le pH :** a un effet sélectif sur la nature de la flore microbienne, les champignons microscopiques se développent à un  $\text{pH} \approx 2$  ou  $> 9$ , les bactéries exigent un milieu proche de la neutralité. C'est ainsi que les levures et les moisissures se développent sur les fruits acides, les viandes et les poissons dont le pH est proche de 7 constituent un substrat favorable pour les bactéries. Les bactéries acidophiles sont bien adaptées aux substrats acides : les lactobacilles et certains streptocoques lactiques jouent un rôle essentiel dans l'évolution naturelle ou provoquée des produits laitiers

### **1.2. L'activité de l'eau (AW) :**

L'eau présente dans les aliments est + ou – disponible : on distingue classiquement l'eau liée retenue par les molécules de l'aliment (qu'on ne peut extraire, non évaporable, ne participe pas aux réactions chimiques) et l'eau libre qui au contraire est disponible en tant que solvant, participe aux réactions, s'évapore...

-On désigne sous le nom d'activité de l'eau ou AW, un paramètre de l'aliment mesurant la disponibilité globale de l'eau pour participer, par exemple, à des réactions chimiques ou se transformer en vapeur.

-Elle est définie par le rapport entre la pression partielle de vapeur engendrée par un aliment dans une atmosphère close et la pression partielle de l'eau pure placée dans les mêmes conditions,

Sachant que :  $\text{AW eau pure} = 1$

$\text{AW aliment}$  est toujours  $< 1$

-Chaque aliment est caractérisé par son AW. On peut d'autre part déterminer pour chaque groupe bactériens une valeur de l'AW au dessous de laquelle la croissance sera inhibée

### **1.3 Le nombre initial de microorganisme :**

Plus l'aliment est fortement contaminé (flore initiale élevée) plus l'apparition des modifications est rapide. Cette contamination est généralement due à une grande variété d'espèces mais au cours du temps (1,2 jours, 1, 2 semaines), certains germes vont prédominer par rapport à d'autres, car au fur et à mesure certains facteurs de croissance disparaissent : des facteurs limitants apparaissent, donc certaines espèces disparaissent. On observera des symbioses et des antagonismes

### **1.4 Le potentiel d'oxydo-réduction :**

En fonction de leurs relations avec l'O<sub>2</sub>, les microorganismes sont classés en 4 catégories :

- Anaérobies strictes.
- Aérobie strictes.
- Aéroanaérobies strictes.
- Microaérophiles.

Le potentiel d'oxydo-réduction d'un aliment dépend :

- De sa composition et de sa texture (autorise plus ou moins la pénétration de l'oxygène.)
- De son conditionnement :
  - Avec ou sans emballage
  - L'emballage est plus ou moins perméable à l'air.
  - l'aliment se trouve ou non sous une atmosphère artificielle

### **1.5. La température**

La croissance des microorganismes n'est possible qu'entre certaines limites et en fonction de ce critère, ils sont classés en 04 groupes: psychrophiles, psychrotrophes, mésophiles, et thermophiles. Les conditions de stockage influencent donc la composition de la flore microbienne d'un aliment. L'exposition au froid sélectionne les espèces psychrotrophes et psychrophiles, comme certaines espèces de *Pseudomonas*, *Flavobacterium* et *Achromobacter* mais aussi *Listeria* et *Yersinia*.

Inversement, le maintien d'un aliment à une température élevée a pour effet de détruire les espèces psychrophiles et psychrotrophes et de sélectionner les microorganismes thermophiles (si la température n'excède pas certaines valeurs).

De fait de la thermorésistance de leurs spores, les microorganismes sporulés un cas particulier ; un chauffage de 30 minutes à 115 °C est en général nécessaire pour la détruire

Tout chauffage d'un aliment à des températures entre 80 et 115 °C sélectionne les espèces sporulées dont la plupart appartiennent aux genres *Bacillus* (aérobies) et *Clostridium* (anaérobies)

### **1.6. L'humidité de l'air :**

L'humidité ambiante (le taux d'humidité) de l'atmosphère dans laquelle les aliments sont conservés favorise le développement de la flore surtout de surface. Elle est étroitement liée à la température et de l'AW.

Pour une bonne conservation des denrées, ces dernières sont mises dans un endroit relativement sec d'où l'intérêt de contrôler l'humidité dans des chambres par évaporation froides tout en minimisant les pertes de poids. On distingue l'atmosphère ambiante et l'atmosphère contrôlée

### **1.7. Les nutriments :**

La plupart des microorganismes se développent sur un aliment y trouve l'ensemble des nutriments nécessaires pour leur croissance. Les glucides simples, les acides aminés entrent dans la composition d'un grand nombre d'aliments et sont largement utilisés par une grande variété de microorganismes comme source de carbone et d'énergie.

Certains microorganismes sont cependant spécialisés : pectinolytique, cellulolytiques, lignolytique....., ils se développent dans les aliments riches en ces nutriments.

**Exemple** : légumes frais, répondant à ces critères mais pauvre en glucides directement assimilables, leur flore d'altération est constituée dans un premier temps presque exclusivement de micro-organismes pectinolytiques et cellulolytiques. L'hydrolyse de ces macromolécules végétales donne des glucides simples auxquels se développe ; dans un deuxième temps une flore différente et beaucoup plus diversifiée.

→ Donc sur un même aliment peuvent se succéder plusieurs flores, chacune étant sélectionnée par les conditions du milieu créées par l'activité de la précédente. Ce phénomène est appelé : « Métabiose »

## **2. Conséquences négatives pour l'aliment : les altérations : elles sont de trois sortes :**

### **2.1. Modification de l'aspect :**

L'aspect extérieur d'un aliment est souvent affecté par la prolifération d'une flore microbienne. Lorsque les qualités organoleptiques ne sont pas modifiées, le problème est d'ordre économique, l'aliment se vend moins bien. **Exemple** : tavelure des fruits.

### **2.2. Modification de l'aspect et des caractères organoleptiques :**

Le développement de microorganisme sur un aliment s'accompagne généralement de la transformation de certains substrats et de la production de molécules nouvelles qui modifient l'aspect, le goût, et l'odeur de la denrée. De telles transformations ne sont perceptibles qu'à partir d'un certain seuil, celui des cellules de la sphère ORL sensibles à ces stimuli.

### **2.3. Augmentation de risque toxique :**

Dans la plupart des cas d'altération, les microorganismes présents sur un aliment ainsi que les produits de leurs activités métaboliques, ne constituent pas un réel danger pour la santé du consommateur. Cependant, le développement de certaines espèces peut être à l'origine d'intoxication :

- *Salmonella, Shigella, Yersinia, Campylobacter* sont entéropathogènes pour l'homme
- *Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus* produisent une toxine très active.
- *Listeria monocytogenes*
- Divers espèces produisent des décarboxylases, en se développant sur le poisson, sont à l'origine d'intoxications en relation avec la production et l'ingestion de l'histamine.
- La prolifération de moisissures sur les aliments augmente le risque toxique de fait de la production par certaines espèces, de mycotoxines exemple : *Aspergillus flavus*

## Moyens de lutte

En fonction de l'aliment et de moyens mis en disposition, plusieurs techniques peuvent être utilisées pour conserver des aliments. La conservation des aliments est le procédé qui consiste à traiter et manipuler la nourriture d'une manière telle que la détérioration de cette dernière soit arrêter ou fortement ralentie afin d'éviter une éventuelle intoxication alimentaire tout en maintenant la valeur nutritionnelle, la texture et le goût.

La conservation implique habituellement d'empêcher le développement des bactéries, champignons, et autres microorganismes, de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement et l'autolyse par les propres enzymes des cellules de l'aliment

### 1 Les moyens physiques

#### 1.1 La température

- **Action de la chaleur**

Le traitement par la chaleur est très efficace avec des températures très élevées, le traitement le plus efficace c'est **la stérilisation** qui correspond à un traitement thermique permettant, au plan microbiologique "d'éliminer" tous les microorganismes pathogènes, y compris ceux qui sont sous forme sporulée et pratiquement la plupart des autres germes susceptibles de contaminer le produit traité, **la pasteurisation** est une technique qui consiste à soumettre les aliments à une température comprise entre 65 et 100°C, elle permet la destruction de la plupart des formes végétatives (fonction du temps d'application et de la T°C), **l'appertisation** ( mise en conserve) : permet la conservation des aliments dans des emballages étanches pendant une longue période, le procédé nécessite des conditions de température lors de la mise en conserve qui sont relativement contraignantes, **blanchiment** est une technique qui consiste à immerger l'aliment dans l'eau à une température 93-99°C, ou bien à la vapeur d'eau à la même température pour ne pas détruire l'aliment (qualité), parfois il est nécessaire de blanchir l'aliment avant de les congelé. Le blanchiment permet d'éliminer la plupart des microorganismes de surface, d'inactiver les enzymes dans les tissus des végétaux qui permet la détérioration pendant le stockage, il permet aussi de préserver la couleur naturelle des fruits et légumes et éliminer les composés qui risquent de changer le goût

- **Action du froid**

La réfrigération et la congélation sont les procédés majeurs de la conservation, le froid est un bon agent de stabilisation des produits alimentaires, le froid bloque le développement des microorganismes.

**La réfrigération** : permet de ralentir la croissance de la flore microbienne, l'abaissement de la température diminue l'action des bactéries et des enzymes présentes dans les aliments

**La congélation** : une technique qui consiste à abaisser la température de l'aliment et à la maintenir en dessous de la température de fusion de la glace (0°C). Elle permet de conserver les aliments plusieurs années après le début de leur congélation

## 1.2. Irradiation

Industriellement on distingue :

**La radappertisation** ; application de doses de radiations ionisantes suffisantes pour réduire le nombre ou l'activité des microorganismes vivants, elle correspond à la stérilisation, la dose d'irradiation comprise entre 20 et 50 KGy

**La raducidation** : application de doses de radiations ionisantes suffisantes, correspond à l'élimination de germes pathogènes (dose égale ou inférieure à 10 KGy).

**la radurisation** : application de doses de radiations ionisantes n'altèrent pas le produit et réduisant sensiblement sa charge microbienne en vue d'augmenter sa durée de vie commerciale, elle correspond à l'élimination des microorganismes responsables de réactions de détérioration.

## 1.3. Elimination mécanique

Deux procédés mécaniques permettent d'éliminer les microorganismes d'un milieu liquide où ils sont en suspension : la filtration et la centrifugation

**La filtration** : c'est le procédé de choix qui offre aujourd'hui d'excellentes garanties quant à la rétention absolue des microorganismes pour stériliser des substances thermolabiles telles les protéines qui ne supportent pas des températures inférieures à 100°C . La filtration stérilisante est également appelée « stérilisation à froid ». Actuellement on a recours aux membranes filtrantes d'acétate de cellulose (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Meyer et al., 2004)

**La centrifugation** : une importante application, en est faite dans certaines industries laitières pour le traitement du lait avant sa pasteurisation. C'est le procédé dit « **Bactofugation** » : consiste à centrifuger le lait pour en éliminer la plus grande partie des microorganismes. Il permet à la pasteurisation qui intervient ensuite d'agir avec le maximum d'efficacité

## 1.4. Pression

Les fortes pressions sont capables de détruire les microorganismes, elles sont couramment utilisées en recherche pour faire éclater les cellules bactériennes. De nombreuses techniques de **Pascalisation** associant souvent l'action de la température à celle de haute pression, se sont multipliées : confiture et jus de fruits pasteurisés à basse température puis traités de 10 à 30 minutes sous 3500 à 6000 Bars

Pour la conservation de certains aliments comme les confitures et les salaisons, on a recours à la pression osmotique, procédé ancestral. L'effet antimicrobien est obtenu par l'augmentation

de la pression osmotique par addition de sucre ou de sel. **Le séchage** des aliments est aussi un procédé de conservation fondé sur l'augmentation de la pression osmotique, mais aussi sur la diminution de l'AW, est le procédé le plus ancien avec **le fumage** qui introduise des produits chimiques qui inhibent les microorganismes. **La lyophilisation** (sublimation de l'eau à froid) est une technique de séchage par congélation brutale (entre -40°C et -80°C environ) avec sublimation sous vide. Les aliments conservent toutes leurs saveurs ainsi que leurs nutriments, un foie réhydraté ils retrouvent presque la même texture d'origine. Cette méthode est employée pour la nourriture des astronautes dans l'espace

## **Les moyens chimiques**

### **Les conservateurs alimentaires**

Un bon conservateur doit répondre à certains critères :

- Il doit être plutôt bactéricide que bactériostatique et agir également sur les levures et les champignons.
- Il doit être actif aussi bien sur les germes pathogènes que sur ceux qui produisent des altérations.
- Il doit être stable et non détruit au contact de l'aliment ou de microorganismes.
- Il ne doit pas favoriser l'apparition de résistance et surtout , il doit être inoffensif et ne pas diminuer la valeur nutritive de l'aliment

L'emploi du sel (salaison), du sucre (confitures), et de l'acide lactique (yaourt, choucroute), de l'acide acétique (fruits, légumes tels que cornichons, oignons, ainsi que diverses sauces mayonnaise, ketchup, fumage des poissons et des viandes), l'acide propionique (utilisé dans les fromages), l'acide sorbique et sorbates (permet l'inhibition des moisissures dans les fromages, les fruits, les produits céréaliers cuits, etc.), l'acide benzoïque et benzoates (utilisé pour les fruits).

Le chlorure de sodium est un agent antimicrobien efficace, en premier lieu pour son effet dépresseur sur l'activité de l'eau AW des produits, en second lieu par l'effet spécifique des ions CL qu'il libère dans l'eau. Les nitrates et nitrites de sodium ou de potassium (dans les charcuteries), les composés soufrés comme l'anhydride sulfureux et les sulfites (dans les produits à base de fruits).

**Tableau n°1 : Principales catégories d'agents de conservation**

<b>Agents</b>	<b>Remarques</b>	<b>Produits conservés ou applications</b>
<b>Composés acides Anhydride sulfureux</b>	Action microbicide et sporicides par inhibition de diverses réactions métaboliques	Moûts de raisin destinés à la vinification Pulpe de fruits Confitures, sucre cristallisé
<b>Acide benzoïque et dérivés benzoate de sodium, etc.</b>	Enrayent la multiplication des microorganismes proliférant à de pH alcalin Empêchent aussi la multiplication des cellules végétatives avant la sporulation.	Jus de fruits Chocolat Sirop Poissons
<b>Acide sorbique et dérivés</b>	Empêcher la multiplication des moisissures, des levures et des bactéries catalase positif	Boissons alcoolisées, fromage à pate dure Gâteaux, fruits secs, salades, pâtes
<b>Acide propionique et dérivés</b>	Bloquent le développement des mycètes et de plusieurs espèces de bactéries	Farine, pain Poissons et viandes fumées Papier d'emballage de beurre
<b>Acide acétique et dérivés</b>	Toxique pour des bactéries, les moisissures et les levures	Tous les produits contenant du vinaigre( mayonnaise) Fromages, pain, gâteaux de f Jus de fruits, boissons alcoolisées
<b>Acide citrique</b>	Empêche le développement des moisissures et quelques espèces bactériennes	Sirops, jus de fruits, boissons Confiture, olives marinées, jus de tomate
<b>Produits alcalins Soude</b>	Efficace pour détruire les bactéries Gram négatif non sporulée Sans pouvoir germicide à l'égard des bactéries Gram positif ou formant des endospores	Nettoyage de l'équipement de laiteries
<b>Chlorure de sodium</b>	Empêche la multiplication des microorganismes par suite de diminution de l'eau libre associée à la plasmolyse cellulaire et son action sur les enzymes protéolytiques	Viandes, poissons Pain, Beurre Fromages, marinades s
<b>Nitrites et nitrates de sodium</b>	Empêchent la multiplication des microorganismes anaérobies	Viandes semi traitées (jambons, saucisse) Poissons
<b>Sucres (glucose, fructose)</b>	Empêche davantage la multiplication des bactéries que celle de levures et des mycètes par suite de la diminution de l'eau libre et de la plasmolyse cellulaire	Confitures, marmelades Gelée de fruits Fruits au sirop Lait condensé

### **La microbiologie des aliments fermentés**

L'homme utilise depuis très longtemps les microorganismes pour améliorer la conservation des aliments et pour préparer de nouveaux produits. Ces produits sont produits à partir de la croissance de populations microbiennes naturelles ou inoculées, les microorganismes



entraînant une modification chimique et/ou de texture du produit d'origine. L'ère des biotechnologies s'est ouverte lorsque les procédés de fermentation sont passés de la phase traditionnelle à la phase industrielle

Biotechnologies : technique, méthodes et procédés qui utilisent les capacités des microorganismes pour réaliser des biotransformations ou bioconversions.

Exemple : utilisation des microorganismes dans la transformation du lait.

Le lait est un aliment complet, ce qui signifie qu'il sera également un bon milieu pour les microorganismes, c'est ce qui fait qu'il ne se conserve pas. Un des moyens découvert par l'homme pour augmenter sa conservation est de faire transformer de façon plus ou moins contrôlée par certains microorganismes de façon à éviter toute autre altération. En gros, cette conservation repose sur l'élimination d'une grande partie de l'eau et sur l'acidification, défavorise le développement des microorganismes