**Les altérations microbiennes des aliments**

**et les moyens de lutte**

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

 Les bactéries ne croissent que si leur environnement est adéquat. Si celui-ci n'est pas

Optimal , il peut y avoir croissance à faible vitesse ou pas de croissance du tout ou encore

les bactéries peuvent mourir, c'est selon les espèces et les conditions.Il faut signaler que certaines fonctions métaboliques (par exemple la ***toxinogénèse***) ont desexigences particulières, plus restrictives que celles permettant la croissance (tableau 1).

L'implantation et la survie des germes dans un aliment dépendent de plusieurs facteurs :

**1.1. Les conditions nutritives**

 Quelque soit l'organisme, les cellules ont besoins de sources de carbone, d'azote, de

phosphore, de soufre et d'autres matières dont est faite la substance vivante. Certaines

bactéries satisfont tous leurs besoins nutritifs avec de simples sels inorganiques et des

substances comme le dioxyde de carbone et l'ammoniaque. D'autres requièrent -à divers

degrés- des composés organiques plus ou moins complexes.

 Un milieu contenant un substrat facilement catabolisable donnera une croissance plus

rapide qu'un milieu contenant des substrats plus complexes (par exemple devant être

dépolymérisés). De même, un milieu riche dans lequel des métabolites directement

utilisables donnera une croissance plus rapide qu'un milieu ou les cellules doivent effectuer la synthèse de ces constituants.

Naturellement, un milieu ne doit pas contenir d'inhibiteurs pour permettre la croissance:

certains produits naturels jouent un tel rôle (tannins, huiles essentielles, composés

phénoliques, lysozyme, etc.), de même que des adjuvants technologiques .

**1.2. Les conditions physiquo-chimiques**

**1.2.1. La température**

Généralement un type de bactérie donné croit plus rapidement à une certaine température :*température optimale de croissance*. La vitesse de croissance se réduit lorsque la température s'écarte de cet optimum. Pour toutes bactéries, il y a une température maximum et une température minimum au-delà desquelles la croissance s'arrête. On distingue différent cas. Les microorganismes *psychrophiles* (ou *psychrotrophes*)

sont capables de se développer en dessous de 15-20 °C, y compris pour certains jusqu'à des températures négatives. Il existe des *psychrophiles facultatifs* et d'autres obligatoires

(*psychrophiles strict*) : ces derniers ne sont en général pas capables de se développer à 20 °C. On trouve parmi les psychrophiles facultatifs de nombreuses bactéries de la flore

Gram- saprophyte (*Achromobacter, Flavobacterium, Pseudomonas,* etc.) et des germes

pathogènes (*Listeria, Yersinia*), des moisissures (*Cladosporium, Sporotrichum,* etc). Les

*mésophiles* comprennent la majorité des micro-organismes qui se développent entre 15 et

45 °C. Les *thermophiles* sont capables de se développer au-dessus de 45 °C et les

*thermophiles extrêmes* jusqu'à 75-80 °C et même au-dessus. Parmi les micro-organismes

thermophile : des bactéries lactique (*Lactobacillus thermobacterium*, *Streptococcus*

*thermophilus*), et des sporulées (*Clostridium* spp.*, Bacillus* spp.).

L'action de la température intervient à plusieurs niveaux : l’activation du métabolisme

selon la Loi d'Arrhénius (Figure ), le stress thermique et la dénaturation des constituants

cellulaires. Le froid ralentit et bloque le métabolisme microbien, sans habituellement tuer

les cellules, cependant la congélation (surtout lorsqu'elle est lente) peut entraîner une forte

mortalité. La température intervient aussi sur les transferts physiques.

µ

T opt 0Pt0opt

T

**Figure :** Influence de la température sur le taux de croissance (Loi d'Arrhénius)

**1.2.2. Le pH**

 Selon LEHNINGER (1979), la cinétique des réactions enzymatiques et, par conséquent,celle du métabolisme cellulaire, est aussi fortement influencée par le pH. Chaque enzyme présente un pH optimum d'action au-dessus et en dessous duquel son activité diminue. Le pH intracellulaire d'une bactérie ne correspond pas nécessairement au pH optimal d'activité des enzymes qu'elle contient, ce qui suppose que l'effet du pH sur les activités enzymatiques peut constituer un des éléments de la régulation du métabolisme cellulaire. Le pH a une grande incidence sur l'équilibre ionique d'un milieu, donc sur la perméabilité cellulaire et la disponibilité des substrats, sur les activités enzymatiques extracellulaires et à moindre degré sur les activités intracellulaires .On appelle *acidophiles* les microorganismes dont le pH optimum se situe au dessous de 5,5 ou qui sont capables de se développer à pH bas parmi eux les levures et les moisissures (Tableau 5) La plupart des bactéries pathogènes sont incapables de se développer à un pH de inférieur à 4,5 ; ce qui fait que les aliments acides sont peu dangereux. En effet à pH 4,5 il y'a un arrêt de la toxinogénèse de *Cl. botulinum*. Les bacilles gram négatif sont *acidosensibles* et ne peuvent se développées à pH bas

**Tableau:** Comportement de quelques groupes microbiens et de bactéries pathogènes en fonction du milieu (entre parenthèse conditions de toxinogénèse)

|  |
| --- |
|  **pH Temp. (°C) aw** **min. opt. max. min. opt. max. max.** |
| **Levure** 1,5/3,5 4,0/7,0 8,0/9,0 1°/°20 10°/30° 35°/50° 0,92/0,65**Moisissure** 1,2/3,0 4,0/7,0 8,0/11 - 5°/15° 10°/35° 35°/60° 0,93/0,62**Bactéries lactiques** 3,5/5,0 5,5/6,0 6,5/9,0 5°/10° 25°/35° 35°/60° 0,94/0,92**Entérobactéries** 3,5/4,5 6,0/8,0 7,5/9,0 5°/10° 25°/37° 30°/50° 0,97/0,96**Microcoques** 4,0/4,5 6,5/7,5 8,5/9,3 5°/10° 25°/40° 40°/50° 0,91/0,86***Staphylococcus aureus*** 4,0/9,8 7°/48° 0,83 (4,5/9,6) (10°/48°) (0,86)***Clostridium botulinum*** 4,5/8,5 10°/50° 0,935  (4,5/8,5) (12° \*/48°)***Salmonella*** 3,8/9,5 5°/46° 0,945***Listeria monocytogenes*** 4,4/9,4 - 0,4°/45° 0,93***Vibrio cholerae*** 5,0/9,6 10°/43° 0,97 |

**1.2.3. L'activité de l'eau**

Les microorganismes ont besoin d'eau pour se développer. Cette eau est prise dans l'aliment et pour les germes de surface dans l'atmosphère. L'eau libre est indispensable à la multiplication des microorganismes. Cette exigence varie avec l'espèce (Tableau 5) et

correspond à une valeur appelée aw (activity of water).

Pour une solution donnée selon les lois de Raoult:

 ***n1***

***aw =***

 ***n1 + n2***

***n1*** = nombre de moles de soluté.

***n2*** = nombre de moles de solvant.

aw d'un aliment n'indique pas l'humidité d'un aliment, mais la quantité d'eau libre seule utilisable par les germes. Quand la concentration des produits dissous **n1** dans une solution augmente, aw diminue

(saumures riches en sels ou confitures riches en sucres). Plus l'aw diminue, plus la survie

des germes est difficile. Ceci explique l'efficacité de la dessiccation dans la conservation des aliments (ex: lyophilisation du lait en poudre)

**2. Les moyens de lutte**

Pour qu'un aliment soit sain et de qualité (non dangereux pour la santé, doté de bonnes

qualités nutritionnelles et commerciales), il est nécessaire d'utiliser des moyens préventifs

et le cas échéant curatifs.

Au *niveau préventif*, il faut utiliser des matières premières saines et répondant à un

cahier des charges strict, et éviter les contaminations au cours des traitements

technologiques et de la conservation

Au *niveau curatif*, il existe des moyens technologiques nombreux et variés qui

permettent selon le cas de *stabiliser* ou de *détruire* une flore néfaste. Il est évident que la

stabilisation ne concerne que la flore banale et l'exclusion des germes pathogènes qui

doivent être détruits. Le choix entre stabilisation et destruction dépend du danger potentiel

représenté par l'aliment, parmi les moyens de luttes nous citons :

**2.1. Moyens physiques**

 **2.1.1. La température**

 L'utilisation de la chaleur (Figure 4) est un procédé de destruction des microorganismes très répondu. La cuisson, l'ébullition et le blanchiment sont des procédés très anciens, auxquels il faut rajouter les processus industriels de pasteurisation et stérilisation, tyndallisation, etc.

 Le froid (Figure 4) est un bon agent de stabilisation des produits alimentaires. Des températures entre 0 et 8 °C (pour stockage à court terme) peuvent retardées la dégradation des aliments, en inhibant le métabolisme des organismes contaminants et/ou l'activité de leurs enzymes extracellulaires. Malgré cela, il peut y avoir avarie due à des organismes psychrotrophes, comme des bactéries pathogènes (*Listeria monocytogens*, *Yersinia* *enterocolitica*) qui peuvent continuer à croître à 4 °C.La congélation (pour le stockage à long terme) peut tuer certains contaminants. Elle réduit aussi la quantité d'eau disponible. A des températures inférieures à zéro de -5 à -10°C, par exemple, certains *champignons* peuvent devenir des agents de dégradation importants pour la viande.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **STERILISATION****Stérilisation****(conserves, procédé UHT…)****PASTEURISATION****Pasteurisation et T°C minimale de conservation (des plats cuisinés en liaison chaude****T°C max pour conservation et transport des denrées périssables** **T°C max de conservation des viandes en coupe**  | **120°C** **100°C****65°C****50°C** **30°C** **10°C**  **7°C****6,7°C****6,5°C****5,2°C**  | **Destruction des formes sporulées (spores)** **Destruction de la plupart des formes végétatives****fonction du temps d'application de la T°C)****Microorganismes thermophiles -T°C limite de croissancedes *Staphylococcus.*****Microorganismes mésophiles -Zone de croissance accélérée****Arrêt toxinogénèse de *S. aureus*****Et des *Cl. botulinum types A et B*****Microorganismes psychrotrophes** **Arrêt mult. *S. aureus*****Arrêt mult. *Cl. perfringens*****Arrêt mult. *Salmonella*** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **REFRIGERATION****T°C max de conservation des produits, laitiers, lapin,volailles,** **T°C des plats cuisinés, viandes** **hachées…****T°C max de conservation des produits de la pêche**  | **4****3,3°C****3°C****2°C**  | **Arrêt toxinogénèse de *Cl. botulinum type E*****FIN DU RISQUE DU AUX BACTERIES PATHOGENES ET TOXINOGENES****Microorganismes psychrophiles** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CONGELATION****T°C max de conservation des viandes congelées** **T°C max de conservation des beurres et graisses congelées** **SURGELATION****T°C max de conservation des produits dits surgelés****T°C max de conservation des glaces et crèmes Glacées congelées****T°C de conservation du sperme et des hématies (Azote liquide)**  |  **0°C** **-10°C** **-14°C****-18°C****-20°C** **-196°C**  | **Microorganismes cryophiles****ARRET DE TOUTE MULTIPLICATION****BACTERIENNE****ARRET DE TOUTE MULTIPLICATION****MICROBIENNE** |

**Figure 4**: Action de la température sur les microorganismes et leur métabolisme

 **2.1.2. La déshydratation**

Cette technique de stabilisation est très ancienne ; elle est basée sur la baisse de l'activité de l'eau du produit. Le séchage en général et l'atomisation (lait) font intervenir la chaleur.

D'autres facteurs antimicrobiens peuvent interférer. Le séchage solaire (fruits, viandes,

poissons) fait participer le rayonnement UV; le fumage (viandes, poissons) combine

l'action de la chaleur à celle des produits de pyrolyse (formol, acides organiques, acides

pyroliques, alcools, cétones, phénols, etc.) ; de plus il y a une action sur la saveur et la

couleur. La lyophilisation (sublimation de l'eau à froid) est un procédé très utilisé qui

conserve les propriétés de l'aliment.

**2.2. Moyens chimiques**

**Les agents de conservation**

Les agents de conservations alimentaires sont des produits chimiques capables d'inhiber lescontaminants ; certains inhibent aussi bien les champignons que les bactéries. Parmi ces agents, nous citons : Les agents minéraux les plus utilisés le NaCl ou le sel (dans de nombreux produits) ; 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) ; l'eau oxygénée (utilisable potentiellement dans le lait) ; etc.

Les acides organiques et leurs dérivés, tel que l'acide acétique et diacétate (utilisé dans

des sauces, des préparations de légumes, de poisons) ; 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) ; l'acide lactique, citrique, tartrique, ascorbique, etc.

Les essences naturels et les épices ont un pouvoir bactéricide lié à la présence de

composés phénoliques, d'alcools, etc. et sont souvent remplacés par leurs composés actifs (eucalyptol, thymol, eugénol, etc.) utilisés comme conservateurs. Quelques rares antibiotiques sont utilisés comme conservateurs alimentaires : la nisine, la subtiline, la tylosine, la pymarycine, les tétracyclines et la polymyxine .

**1. Les olives fermentées**

 Les olives destinées à la table reçoivent divers prétraitements avant le saumurage, ils sont variables selon les qualités désirées du produit fini. Les olives contiennent de *l'oleuropéine* qui est un glucoside à groupement phénol extrêmement amer. Les variétés d'olives qui contiennent de grandes quantités, doivent en être débarrassées.

Les olives vertes (cueillies à maturité) sont traitées par une solution à 1 % ou 2 % d'hydroxyde de sodium qui détruit le principe amer ; elles sont ensuite lavées plusieurs fois

pour éliminer la solution alcaline. Au cours de ces lavages, des sucres fermentescibles et

autres nutriments sont perdus .

Les olives sont stockées dans des saumures de concentrations différentes selon la

variété (4 à 8 % de NaCl). La durée de fermentation est de 6 à 10 mois pendant lesquels on distingue trois phases :

- Pendant 7 à 14 jours, la flore initiale (*Pseudomanas*, *Enterobacter* et

éventuellement *Clostridium*, *Bacillus,* etc.) peut se développer en même temps

que *Leuconostoc mesenteroides.*

- Pendant la phase intermédiaire (2 à 3 semaines), *Leuconostoc mesenteroides*

prédomine et acidifie la saumure. Les lactobacilles, *Lactobacillus plantarum* et

*Lactobacillus brevis* apparaissent.

- Phase finale : les lactobacilles dominent.

L'acidité finale obtenue varie entre 0,7 et 1 % d'acide lactique ; le pH est inférieur à 4.

**Accidents de fermentation**

La fermentation lactique est parfois limitée par suite de la perte de sucres qui résulte du

lavage consécutif au traitement alcalin. Dans certain cas on ajoute même du glucose.

La salinité trop élevée peut favorisée le développement des levures osmo et acidotolérantes, réalisant une fermentation acétique.

Des problèmes de pourriture ou de ramollissement des olives peuvent être provoqués

par une dégradation pectinolytique due aux levures ou moisissures (*Rhodotorula*,

*Saccharomyces*, *Aspergillus*, *Fusarium*, etc.) de contamination en surface en cas

d'anaérobiose défectueuse.

Si le pH est trop élevé (>4,2) pendant la phase initiale, il peut se développer une

fermentation butyrique (*Clostridium butyricum*, bactéries propioniques) qui provoque des

défauts de goût et d'odeurs. Il est parfois préférable d'acidifier la saumure au départ par

ajout de 3 % d'acide lactique.

Des défauts gazeux provoquent des bulles d'air sous le tégument du fruit. Ce problème

est lié à la présence de coliformes qui se développent si la concentration en NaCl est

inférieur à 5 % ou si le pH est trop élevé (> 4,8)