**Conservation des aliments**

Introduction

De tout temps l’homme a cherché à lutter contre l’altération des denrées alimentaires de base,

pour des raisons vitales d’abord: nécessité de conserver le plus longtemps possible des

denrées périssables, mais aussi sociologiques dues au regroupement des populations dans les

cités. Plus tard ce sont ajoutées des raisons psychologiques: désir de consommer des denrées

de plus en plus variées, pendant des périodes de plus en plus longues dans l’année. Puis est

arrivée la mode des plats tout préparés.

# 1. L’altération des aliments : L’altération des aliments peut être :

# 1.1. Une dégradation due aux réactions chimiques:

Les plus fréquentes :

* brunissement non enzymatique : c’est l’apparition d’une couleur brun/caramel qui est

difficilement mesurable dans la plupart des cas car instable. C’est la réaction deMaillard. Mécanisme qui passe par un intermédiaire (base de Schiff à partir des cétones, aldéhydes ou composés carbonylés) .

* dénaturation des macromolécules azotées (protéines, acides nucléiques)
* modification physicochimique des grains d’amidon par éclatement quand la

température augmente, suivie d’empesage (réalisation d’un empois) dont l’intensité

est fonction de l’eau du milieu.

* oxydation enzymatique par O2 de l’air surtout les acides gras insaturés et de certaines

vitamines.

## 1.2. Des altérations physicochimiques:

* déstabilisation des émulsions.
* déstabilisation des gels.
* synérèse de liquides à partir des gels avec rétractation de la phase formée plus

visqueuse = contraction de gel avec exsudation de liquide.

* précipitation ou floculation dans les liquides.
* recristallisation des phases normalement fluides.

## 1.3. Des altérations enzymatiques:

Elles se produisent entre +15 et +50°C. Il s’agit en général de réactions d’hydrolyse et

d’oxydation par les enzymes propres au produit ou exogènes, apportées par les microorganismes.

## 1.4. Facteurs extérieurs intervenant dans l’altération:

* la durée : La règlementation rend obligatoire la mention de la date de limite de

consommation (DLC) pour les produits où la multiplication microbienne est possible

et la date limite d’utilisation optimale (DLUO) pour les produits stables dans lesquels

les propriétés organoleptiques et nutritionnelles subissent une dégradation lors de

longs stockages.

* la température : c’est le facteur essentiel qui agit sur les causes d’altération.
* l’hydratation, activité de l’eau : un produit à AW<0,60 se stocke plus facilement.
* le pH: il influence les activités enzymatiques et la vie microbienne (un pH acide < 4,5

est favorable à la conservation) .

* la composition gazeuse de l’atmosphère (teneur en gaz et oxygène): le gaz

conditionne le stockage en intervenant sur les réactions d’oxydation enzymatiques et

non enzymatiques et d’autre part sur l’orientation et l’intensité du métabolisme

cellulaire végétal ou microbien évoluant soit en aérobiose, soit en anaérobiose.

* l’intensité lumineuse: elle modifie des composants comme les vitamines, pigments,

lipides, ….

Des facteurs ont donc été mis au point pour améliorer les qualités d’aliments et préservation

des altérations.

# 2 Classifications des technologies de modes de conservation:

## 2.1. Procédés physiques  qui inhibent ou détruisent les agents biologiques d’altérationdes aliments:

* le froid: réfrigération et congélation.
* la chaleur: pasteurisation, stérilisation, conservation à température > 63°C de plats

préparés à l’avance le jour de leur consommation.

* destruction ou élimination des micro-organismes: ionisation, hautes pressions, champs

électriques pulsés, filtration sur membrane (petite porosité) .

* abaissement de l’activité de l’eau: concentration, séchage, déshydratation, filtration surmembrane (très petite porosité), incorporation de solutés (confisage, salaison) .

2.2. Procédés chimiques : par additifs chimiques de conservation, production par

fermentation de métabolites protecteurs.

## 2.3. Contrôle de l’atmosphère

# 3 Les techniques du froid:

Le froid est apparu de tout temps comme un moyen de conserver les denrées alimentaires

périssables. Les constructions anciennes montrent des emplacements réservés au stockage de

la glace recueillie sur les rivières ou les lacs gelés. C’est à partir du XIXe siècle que

l’ingénieur Le Tellier créé les premières machines technologiques du froid (1908).

Actuellement la réfrigération est considérée comme un moyen normal de conservation, aussi

bien au niveau familial que collectif. Les températures sont basses et proches de 0°C mais

toujours positives, on parle alors de froid positif.

## 3.1. La réfrigération, généralités :

Elle est utilisée à tous les stades de la production, de la fabrication, du transport, de la

commercialisation des denrées périssables. La température est adaptée à la denrée

alimentaire, à son évolution interne après l’abattage, la pêche ou la récolte et à la flore

microbienne qui la contamine. Le froid diminue l’activité enzymatique.

Les cellules végétales restent en vie après la récolte, pendant un temps plus ou moins long

suivant l’espèce, donc respirent et subissent des modifications touchant leurs propriétés

organoleptiques et nutritionnelles. La flore microbienne associée évolue en fonction de la

zone de température qui lui est optimale, ou qu’elle supporte et en fonction du pH du milieu.

Le froid diminue le métabolisme cellulaire et inhibe ou ralentit le développement de la flore

microbienne. La réfrigération est alors un moyen limité, le temps d’application doit être

adapté au végétal.

Les cellules animales de la viande ou des produits de la pêche peuvent être considérés

comme mortes peu après l’abattage de l’animal. Elles subissent rapidement l’action des

enzymes catabolisantes. Le froid diminue et retarde cette maturation. Avec un certain

ralentissement il permet les phénomènes biochimiques conduisant à la rigidité cadavérique

puis à la maturation qui développe un pH de 5,7 à 5,9 et les qualités organoleptiques de la

viande. Il bloque la putréfaction profonde liés aux germes aérobie mais les germes

psychrotrophes se développent au bout de quelques jours et sont à l’origine d’un enduit

visqueux à la surface de la viande puis de sa putréfaction superficielle. Le froid limite la flore

psychrophile des poissons. De pH 6,5 à 6,7 et de texture fragile, ceux-ci subissent plus

rapidement la dégradation microbienne malgré la réfrigération dans la glace pilée appliquée

aux navires de pêche et de la vente au détail. La glace utilisée doit répondre aux critères de

potabilité et de pureté règlementaires.

## 3.2. L’action du froid positif:

Le froid ne détruit pas les toxines ni les micro-organismes éventuellement contenus dans les

aliments mais il peut limiter leur développement.

## 3.3. Les applications du froid en complément d’autres technologies :

* + le conditionnement d’aliments réfrigérés sous atmosphère modifiée ou contrôlée :

l’emballage sous vide supprime l’oxygène agent d’altération. L’azote, le CO2 ou

parfois l’O2 sous faible pression utilisés pour le conditionnement sous atmosphère

modifiée, en remplaçant l’air, agissent sur le produit et sur les micro-organismes. La

matière première doit être de grande qualité bactériologique, avoir été traitée dans des

conditions d’hygiène strictes pendant la préparation du produit et le matériau

d’emballage doit être adapté. Les effets des gaz sont les suivants :

* L’azote est inerte, inodore, peu soluble dans l’eau et les lipides. Il remplace l’air dans

l’emballage en évitant la rétractation inesthétique de celui-ci et protège le produit emballé

des chocs.

* Le CO2 est très soluble dans l’eau et les lipides et de ce fait, il évite moins la rétraction del’emballage que l’azote. Il est efficace à des teneurs supérieures à 20% dans l’atmosphèreet à basse température. Le CO2 se dissout mieux dans la phase aqueuse de l’aliment quand la température s’abaisse. Si le pH acide créé par le CO2 est inhibiteur de la plupartdes bactéries, il est surtout inhibiteur des enzymes bactériennes de la respiration. Le CO2inhibe une grande partie des bactéries Gram- telles que Pseudomonas et un grand nombre de bactéries psychrotrophes. Il y a souvent remplacement par des bactériesGram+ anaérobies strictes ou facultatives tels les lactobacilles. Le CO2 inhibe lesmoisissures. Les levures présentent une grande résistance sinon une insensibilité au CO2.
* L’O2 est un agent d’altération mais sa présence dans un mélange gazeux est souhaitableet même nécessaire dans le conditionnement des viandes pour maintenir la couleur rougede la myoglobine et des produits de la mer.
  + les produits alimentaires réfrigérés prêts à consommer:

Certaines denrées alimentaires d’origine végétale ou animale périssables, conditionnées

en récipients étanches aux liquides ont subi en vue d’assurer une conservation limitée un

ou plusieurs traitements autorisés : pasteurisation par la chaleur, salage, séchage,

déshydratation, fumage, marinage, addition d’agents conservateurs. Un pH < 4,5 favorise

la conservation puisqu’il inhibe les germes responsables de toxi-infection.

## 3.4. La congélation :

L’efficacité de la congélation est due au froid et à la réduction de l’activité de l’eau prise en

glace dans le substrat. L’eau n’étant plus disponible comme solvant des composés cellulaires

et comme réactif, la diffusion des constituants n’est pas possible et de ce fait, les réactions

enzymatiques sont bloquées.

## 3.5. Les étapes de la congélation :

* + **la pré congélation** est l’étape qui consiste à amener le produit de la température originelle àla température de la cristallisation commençante de l’eau.
  + **la congélation** correspond à la nucléation de la glace et à la croissance des cristaux. Elle faitsuite à un court moment de surfusion où l’eau reste liquide à une température inférieure à sonpoint de fusion. La température est sensiblement constante, l’énergie étant mobilisée pourtransformer la plus grande partie de l’eau en glace. La congélation se poursuit pendant le refroidissement jusqu’à la température d’entreposage.
  + **le refroidissement**

La vitesse de congélation est fonction de la différence de température entre le produit à

congeler et le milieu réfrigérant. Si la vitesse d’extraction de chaleur est faible, le

franchissement de la zone de cristallisation est lent, les cristaux seront peu nombreux et de

grande taille.

La congélation lente induit deux types de cristallisation:

* une cristallisation extracellulaire qui se fait la première et qui se limite aux espaces

inter et péri cellulaires parce que la concentration en substances dissoutes y est plus

faible que dans les cellules. Au fur et à mesure que l’eau gèle, la concentration des

liquides extracellulaires s’élève, l’eau va donc sortir des cellules qui peu à peu se

plasmolyses.

* une cristallisation intracellulaire qui se fait à une température plus basse. Elle est

brutale et fait suite au phénomène de surfusion dans la cellule.

Une congélation rapide provoque l’apparition de nombreux cristaux plus petits, extra et

intracellulaires. Dans la congélation ultrarapide, tout le tissu subit la cristallisation, les

cristaux, petits, ne sont pas visibles au microscope.

## 3.6. Conséquences de la congélation sur les aliments :

* + **modifications physicochimiques** : elles sont liées au changement de phase eau-> glace quipeut avoir lieu pendant la congélation, la décongélation et pendant l’entreposage à l’étatcongelé. Il y a agrandissement des plus gros cristaux au détriment des plus petits quidisparaissent. Ce phénomène est favorisé par une température de stockage plus proche dupoint de fusion de l’eau.
* Augmentation de volume : l’eau augmente de 9% en volume lors de la congélation,

les aliments un peu moins car toute l’eau n’est pas congelée ; cependant cette

augmentation peut créer des lésions au niveau des structures tissulaires.

* Déshydratation des tissus : elle est plus marquée pour les végétaux avec plasmolyse

possible des cellules. Cette déshydratation par sublimation de l’eau (passage de laglace à l’état de vapeur) peut créer en surface des traces, appelées brûlures par le froid.

* Augmentation de la concentration saline des solutions : se traduira au moment de la décongélation, parune exsudation composée d’eau et de substances hydrosolubles (composés azotés, sels minéraux, vitamines, pigments colorés et arômes, voire oses et diholosides) .
* Possibilité de dénaturation des protéines myofibrillaires des viandes, surtout des

poissons avec perte de pouvoir de rétention d’eau à la décongélation ; les aliments

apparaîtront secs à goût pailleux.

* Modification de structure des lipoprotéines du jaune d’œuf.
* Précipitation possible des sels minéraux, donc variation de pH qui ajoute encore à

la dénaturation.

* + **modifications biochimiques :**

toutes les enzymes ne sont pas inhibées de la même façon par le froid, et l’activité

prolongée de certaines peut produire divers métabolites, d’autant qu’il y a mise en contact

anormal d’enzymes et de leur substrat.4 conservation par la chaleur.

**4. La chaleur:**

## 4.1. Pasteurisation et stérilisation:

La pasteurisation est un traitement thermique moins sévère que la stérilisation. Elle est

réalisée à des températures inférieures à 100°C alors que la stérilisation est réalisée à 100

et 150°C, le plus souvent au-dessus de 115°C de manière à obtenir une destruction

complète de la flore microbienne.

Les couples temps-température sont déterminés en fonction des effets recherchés.

La pasteurisation a pour but de détruire sélectivement la flore microbienne présente.

La pasteurisation est un procédé de conservation limité auquel sont adjoints un

conditionnement clos hermétiquement, associé ou non à une atmosphère modifiée ou

sous vide, et une réfrigération. Pour certains aliments, des conservateurs chimiques

(acide, sucre, sel, nitrate et/ou nitriques, acide sorbique,…) sont utilisés. La pasteurisation

est utilisée quand:

* + un chauffage sévère dégrade les qualités organoleptiques de l’aliment (jambon, foiegras, plats cuisinés sous vide, …).
  + on recherche la dégradation de micro-organismes pathogènes (lait) .
  + on recherche la dégradation de genres, ou même espèces de micro-organismes

concurrents de la fermentation recherchée (laits fermentés) .

* + le pH du produit est assez bas pour inhiber la prolifération des micro-organismes thermorésistants (fruits et jus de fruits).

## 4.2. La stérilisation en vrac :

Le principal procédé de stérilisation en vrac est le procédé dit à ultra-haute température

(UHT) .

## 4.3. L’appertisation:

En 1860 Pasteur expliqua le procédé utilisé par Nicolas Appert : la destruction de micro-organismes par la chaleur.

NB : L’appertisation est uneméthode particulière de conservation/stérilisation par la chaleur de denrées en récipients.

Les produits obtenus sont généralement dénommés conserve.

Sont considérés comme conserves, les denrées périssables, d’origine végétale ou animale, dont la conservation est assurée par l’emploicombiné de deux techniques suivantes :

* + conditionnement dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux

microorganismes.

* + traitement par la chaleur pour l’appertisation ou par tout autre mode autorisé.

Cetraitement doit avoir pour but de détruire ou d’inhiber totalement, d’une part les enzymes,d’autre part les micro-organismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l’alimentation humaine.

Trois matériaux sont utilisés pour conditionner les conserves appertisées : verre, métal,

(fer blanc, aluminium) et depuis peu les matières plastiques résistant à l’autoclavage

Le verre est de grande inertie mais sa transparence peut provoquer les pertes de vitamines

photosensibles et la décoloration de certains pigments.

Le fer apporte une grande résistance mécanique. Le fer blanc est de l’acier laminé revêtu d’étain qui assure sa protection.

# 5- Conservation par la déshydratation des aliments:

Suivant son intensité, la déshydratation des aliments peut servir à les concentrer, à être

une méthode partielle de leur conservation ou les conserver.

* La conservation des aliments par **le séchage** (ou la dessiccation) est un des plus anciens procédés de conservation.

Actuellement d’autres avantages sont recherchés : facilité detransport (pour le lait), ou commodité d’utilisation (purée). Les opérations deconcentration, séchage et lyophilisation ont pour but d’éliminer partiellement ou quasitotalement l’eau, ce qui abaisse l’activité de l’eau (Aw) de l’aliment.

* + L’éliminationpartielle de l’eau peut être un moyen de conservation si d’autres facteurs favorables àcelle-ci s’ajoutent, telle la teneur élevée en sel ou en sucre, qui diminue Aw. Les fruitsséchés (dits secs) qui contiennent moins de 30% d’eau et près de 70% de sucre et les laitsconcentrés sucrés (moins de 30% d’eau et près de 55% de sucre) en sont des exemples.
  + L’élimination quasi-totale de l’eau permet d’obtenir une conservation longue.

Cependant, une déshydratation bien conduite altère peu les propriétésnutritionnelles. Des analyses de laits écrémés totalement déshydratés montrent que lavaleur biologique du lait est peu affectée et que les pertes de vitamines C et B1 sont respectivement de 30 et 10%. Les pertes en vitamines sont moins importantes que lors de la stérilisation du lait en récipients.

* **La lyophilisation** ou cryo dessiccation est une technique de dessiccation de produits

préalablement congelés.Le procédé de séchage se fait en deux temps :

* + l’eau congelée est éliminée par sublimation, la glace se transforme en vapeur d’eau :c’est la dessiccation primaire.
  + l’eau liée, non congelable, est éliminée par désorption sous vide : c’est la dessiccation secondaire par désorption isotherme.
* **Le salage** vise à soumettre la denrée alimentaire à l'action du sel soit en le répandant directement à la surface de l'aliment (salage à sec), soit en immergeant le produit dans une solution d'eau salée (saumurage). Cette technique est essentiellement utilisée en fromagerie, en charcuterie et pour la conservation de certaines espèces de poissons (harengs, saumon, etc.) ou denrées alimentaires végétales (condiments).
* **Le saumurage** consiste à plonger des aliments (charcuteries, fromages, poissons, condiments, etc.), dans une préparation composée de sel, d'eau, de divers ingrédients (aromates, sucres, etc.) et éventuellement d'additifs autorisés.
* **Le confisage** consiste à préparer des denrées alimentaires en vue de leur conservation en les faisant cuire lentement dans une graisse ( d’oie, de canard), en les enrobant de sucre, en les plongeant dans du sirop de sucre (confiserie, fruits confits) ou en les mettant en bocaux dans , du vinaigre (câpres, cornichons, oignons) .
* **Le fumage** ou la fumaison consiste à soumettre une denrée alimentaire à l'action des composés gazeux qui se dégagent lors de la combustion de végétaux. Le fumage joue le rôle d'aromatisation et/ou de coloration. Il s'applique principalement aux produits carnés pour lesquels le séchage suivi du fumage permet de conserver les viandes et poissons grâce à l'action combinée de la déshydratation et des antiseptiques contenus dans la fumée.
* **Conservation par acidification** : La fermentation est la transformation naturelle d'un ou plusieurs ingrédients alimentaires sous l'action de levures, ou de bactéries. Les plus importantes transformations de denrées alimentaires par la fermentation sont au nombre de trois ; la fermentation alcoolique (vin), la fermentation lactique (choucroute, cornichons, fromages) et la fermentation acétique (vinaigre).

# 6- conservation par ionisation:

repose sur l'exposition des denrées alimentaires à l'action de rayonnements ionisants électromagnétiques qui a pour but d’augmenter la durée de conservation des aliments en éliminant les micro-organismes. La liste des denrées alimentaires pouvant être traitées est limitée et concerne celles qui sont fréquemment contaminées et/ou infestées par des organismes et leurs métabolites, qui sont de nature à nuire à la santé publique (insectes, micro-organismes pathogènes, etc.). Ce traitement de conservation correspond à une technique maîtrisée et encadrée par la réglementation, et n'a aucun rapport avec les contaminations accidentelles pouvant résulter du contact des denrées alimentaires avec des sources radioactives.

# 7- conservation par pasteurisation aux infrarouges:

De nombreuses applications existent et sont en voie de développement dans les industries agro-alimentaires, telles la pasteurisation de dérivés laitiers, lait, crème, jus de fruits, lastérilisation des dérivés céréaliers préemballés : viennoiseries, produits de biscuiterie et pâtisserie. Les traitements thermiques de surface tels que braisage, dorage, gratinage, ayant pour but d’améliorer les qualités organoleptiques (aspect, flaveurs) se font en IR moyens ; le

traitement est court et s’intègre en continu dans une chaîne de fabrication.

Les IR sont aussi utilisés pour la torréfaction des grains et le séchage préliminaire de

certains produits céréaliers. Les IR sont des traitements d’utilisation facile, performants,

appelés à une application croissante compte-tenu de l’évolution des produits céréaliers et

des plats cuisinés auxquels ils confèrent de meilleures qualités organoleptiques associées

à une garantie hygiénique.

# 8- conservation par les champs électriques pulsés:

Cette technique peut être utilisée pour pasteuriser en détruisant les formes végétatives des

micro-organismes dans les liquides alimentaires (lait, œufs liquides) augmentant leur

durée de vie et les rendant plus sains.

Cette technique n’est pas efficace pour détruire les spores et ne peut donc servir à la

stérilisation. Les produits alimentaires liquides sont traités par passage en champs

électriques pulsés, quelques secondes seulement. Cette technique ne crée pas de

modifications organoleptiques (les arômes sont préservés), elle conserve les qualités

nutritionnelles (les vitamines ne sont pas dénaturées) et préserve l’activité enzymatique.