

CHAPITRE III : TECHNIQUES DE CONSERVATION

I.. Conservation par la chaleur

Les trois principales méthodes de conservation des aliments par la chaleur sont la pasteurisation, l'appertisation et le traitement à ultra haute température (UHT).

I.1. Pasteurisation consiste à chauffer à une température définie les aliments, pendant une durée déterminée, puis à les refroidir rapidement. Cette technique concerne, par exemple, le lait et les produits laitiers, les jus de fruits, la bière, le vinaigre, le miel... La pasteurisation a pour but la destruction des micro-organismes pathogènes et d'altération. La technique utilisée consiste à soumettre les aliments à une température inférieure à 100°C et de les refroidir brutalement. Elle permet de préserver les caractéristiques des denrées alimentaires, notamment au plan organoleptique.

I.2. Stérilisation

La stérilisation est un traitement thermique qui a pour finalité de détruire toute forme microbienne vivante en faisant appel à des températures supérieures à 100°C.

I.3. Appertisation est un procédé de conservation qui consiste à mettre les aliments dans des contenants hermétiques (boîtes métalliques, bocaux) puis à les stériliser en les chauffant à haute température (110°C à 120°C). Les aliments que l'on peut mettre en conserve sont les légumes, la viande, les fruits de mer, la volaille et les produits laitiers. Les seuls aliments qui peuvent être mis en conserve sans subir de traitement thermique élevé sont ceux qui sont naturellement acides comme les fruits.

L'appertisation est un procédé de conservation qui associe deux techniques :

- le conditionnement dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes à toute température inférieure à 55°C
- un traitement par la chaleur qui a 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 (stérilisation).

Les conserves ainsi obtenues peuvent se conserver plusieurs années à température ambiante (durée maximale de conservation de 5 ans). Elles comportent une date limite d'utilisation optimale.

Cette technique découverte par Nicolas APPERT vers 1810, porte les produits à plus haute température (+115 à +140°C) que la pasteurisation. Elle détruit toutes les flores bactériennes, permettant ainsi une conservation à température ambiante et une durée de vie longue.

Les produits appertisés sont conditionnés en boîtes métalliques ou en bocaux de verre pour les conserves appertisées classiques, en barquettes et briques pour les produits les plus récents.

II. Conservation par Modification de l'atmosphère :

II.1. Conditionnement sous vide

La mise sous vide réduit la quantité d'air autour de la denrée alimentaire et donc l'action de l'oxygène sur celle-ci. Cela permet d'inhiber la flore aérobie d'altération et les réactions d'oxydation.

II.2. Conditionnement sous atmosphère modifiée

Lors du conditionnement dans un emballage étanche, l'air qui entoure la denrée alimentaire est remplacé par un gaz ou un mélange gazeux, qui dépend du type de produit, et permet de prolonger la durée de vie de celui-ci. Cette technique de conservation est associée à un stockage à basse température. Une mention inscrite sur l'étiquetage indique : "conditionné sous atmosphère protectrice".

III. Conservation par Séparation et élimination de l'eau :

III.1. Déshydratation et séchage

Cette technique consiste à éliminer partiellement ou totalement l'eau contenue dans l'aliment. Du fait d'une faible activité de l'eau (A_w) les microorganismes ne peuvent proliférer, et la plupart des réactions chimiques ou enzymatiques de détérioration sont ralenties.

III.2. Lyophilisation

Cela consiste à congeler un aliment puis à le placer sous vide, l'eau passe ainsi directement de l'état solide à celui de vapeur (sublimation). La forme et l'aspect des produits sont bien conservés, leur qualité aromatique est bien supérieure à celle des produits séchés. Du fait de son coût, cette technique est réservée aux denrées alimentaires à forte valeur ajoutée tels que les champignons, le café soluble, certains potages instantanés et les céréales pour petit déjeuner.

III.3. Salage

On soumet une 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).

III.4. Saumurage

Le saumurage utilise pour la conservation des charcuteries une préparation composée de sel, d'eau, de divers ingrédients (aromates, sucres, etc.) et éventuellement d'additifs autorisés.

III.5. Confisage

Confire consiste à préparer des denrées alimentaires en vue de leur conservation en les faisant cuire

lentement dans une graisse (porc, oie, canard), en les enrobant de sucre ou en les plongeant dans du sirop de sucre (confiserie, fruits confits) ou en les mettant en bocaux dans de l'alcool (fruits à l'eau-de-vie) dans du vinaigre (câpres, pickles, cornichons, oignons) ou dans une préparation à l'aigredoux (chutney).

• **III.6. Fumage ou fumaison**

Cette méthode 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 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 :

III.7. Fermentation

La fermentation est la transformation naturelle d'un ou plusieurs ingrédients alimentaires sous l'action de levures, bactéries. Les plus importantes transformations de denrées alimentaires par la fermentation sont au nombre de 3 : la fermentation alcoolique (vin), la fermentation lactique (choucroute, cornichons, fromages) et la fermentation acétique (vinaigre).

Autres techniques :

III.8. Ionisation

Ce principe 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 microorganismes. Les sources de rayonnements ionisants font l'objet d'une liste exhaustive fixée par la réglementation. 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, microorganismes 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.

En complément des méthodes de conservation mentionnées auparavant, d'autres technologies de conservation telles que la microfiltration, le chauffage ohmique, les ultrasons, les champs magnétiques pulsés ou la lumière pulsée se développent. Ces solutions qui permettent de traiter les produits d'une manière plus douce, parfois plus efficacement, en préservant leur propriétés gustatives et nutritives sont peu appliquées pour des raisons industrielles, réglementaires ainsi qu'économiques.

Remarques

Les éléments ci-dessus sont donnés à titre d'information. Ils ne sont pas forcément exhaustifs et ne sauraient se substituer à la réglementation applicable.

Conservation :

Par les bactéries

En utilisant les substances carbonées, les bactéries se procurent l'énergie vitale nécessaire à leur croissance et à leur multiplication.

Les bactéries aérobies dégradent complètement le substrat par respiration alors que pour les anaérobies, la dégradation reste incomplète : c'est le mécanisme propre de la fermentation.

L'étape commune aux deux mécanismes est la glycolyse.

Citons quelques exemples très courants de fermentations alimentaires :

la fermentation lactique : elle a pour base le glucose, présent directement dans le milieu, ou le plus souvent, obtenu par hydrolyse d'un oside ou d'un polyoside (lactose ou cellulose). Elle est anaérobie. Suivant le type de bactéries, le mécanisme est :

- homofermentaire : il ne conduit qu'à un composé majoritaire.

Les bactéries *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* fermentent le lactose pour produire de l'acide lactique en quantité prédominante (plus quelques substances aromatiques). Ces bactéries sont responsables de la fabrication du yaourt.

La fermentation lactique se rencontre aussi pour produire la choucroute (qui présente le même mécanisme que l'ensilage).

- hétérofermentaire : il conduit à plusieurs composés.

Les *Leuconostoc*, les *diacétyl lactis* donnent un mélange composé d'acide lactique, d'acide éthanoïque, de dioxyde de carbone et d'autres composés de saveur.

• les autres fermentations

• Les bactéries ***Clostridium butyricum*** pratiquent la fermentation butyrique qui conduit à la production d'acide butyrique, d'hydrogène, de butanol, d'acétone, de dioxyde de carbone... Le processus est anaérobie.

• ***Clostridium propionicum*** (dans les meules de fromages à pâte pressée cuite comme l'emmental) fermente le glucose en anaérobie en donnant des acides propionique, acétique et succinique, ainsi que du CO₂ qui explique les « trous » observés.

• Les **bactéries du genre acétique** utilisent, en aérobie, l'alcool, pour donner de l'acide acétique. C'est le processus de fabrication du vinaigre.

Toutes ces fermentations conduisent à des modifications fortes du substrat, autant en terme de texture (caillage du lait par acidification par exemple pour le yaourt, aspect gluant et filant de certains produits laitiers), qu'en terme de saveur (modification du goût et de l'odeur des choux pour la choucroute) ou de couleur.

- Par les levures

La plus connue est la fermentation alcoolique pratiquée en anaérobie par les levures du genre **Saccharomyces cerevisiae** : à partir du glucose, les levures produisent de l'éthanol (et d'autres alcools) et du dioxyde de carbone. C'est une dégradation incomplète, qui fournit l'énergie vitale aux levures (2 ATP par molécule de glucose). Ce processus est largement utilisé en alimentaire : il conduit à la fabrication du vin et des alcools (c'est alors l'éthanol qui est valorisé) et du pain (c'est le dioxyde de carbone qui devient intéressant pour faire lever la pâte).

l'hydrolyse

Les micro-organismes produisent des enzymes qui vont leur permettre de dégrader les substrats en molécules plus simples pour obtenir leur propre matériau de construction : des acides aminés essentiels à la synthèse de leurs propres substances protéiques, des acides gras simples, qui recombinaient, permettront aux bactéries de fabriquer leur capsule et leurs propres substances lipidiques. La décomposition des acides nucléiques permettra aux bactéries de régénérer leur matériel génétique.

Les conséquences seront des modifications de texture et de flaveur de l'aliment, mais peuvent aussi avoir des conséquences dangereuses pour le consommateur.

Les dégradations seront par exemple :

- **protéolyse** : par les moisissures du genre *Penicillium* ou *Geotrichum*, des levures ou des bactéries comme *Acetobacter*.

- **lipolyse** : par diverses moisissures ou des staphylocoques.

- **nucléase** (coupure des acides nucléiques) : par diverses moisissures et les levures.

Une conséquence dangereuse pour le consommateur est par exemple la production de catabolites dangereux comme l'**histamine** qui provient de la décarboxylation d'acide aminé ; l'histamine est une des amines les plus dangereuses qui peut provoquer des œdèmes, urticaires et troubles neurologiques.

313) la multiplication

La croissance des champignons conduit à des modifications visuelles des aliments car ces populations génèrent des colonies importantes. Certaines de ces productions sont d'ailleurs recherchées sur le plan de l'aspect des produits. Exemple : duvet du camembert (*Penicillium camemberti*).

Les modifications observées par multiplication sont :

- aspect poisseux et coloration noire, jaune ou brune pour les levures.
- aspect duveteux, avec divers coloris, comme le vert, le bleu, le noir, le jaune pour les moisissures (du développement des hyphes et aux spores).

Cette deuxième catégorie de micro-organismes conduit donc à des modifications importantes, mais en général, sans danger sur le plan de la santé humaine. Et même, souvent, les produits obtenus par dégradation du substrat peuvent être bénéfiques : en effet, les moisissures produisent des substances utiles, comme des vitamines du groupe B ou des anti-biotiques (pénicilline). Globalement, on notera qu'en fonction de l'aliment, de sa charge microbienne de départ, des réactions et des dégradations spécifiques auront lieu.

32- cas particulier des toxi-infections

321) définition des TIA(toxi-infection alimentaire)

Elles regroupent un ensemble de maladies et de pathologies contractées par l'ingestion d'un aliment contaminé, contenant un ou plusieurs germes responsables des symptômes (germes pathogènes). On considère qu'il y a toxi-infection alimentaire collective (TIAC) quand tout un groupe de personnes, ayant consommé les mêmes produits, présente les mêmes symptômes. Les conséquences cliniques sont généralement d'ordre gastro-intestinal, mais aussi neurologiques.

322- le processus infectieux

Il faut savoir que l'organisme humain côtoie en permanence des germes divers. Il en héberge même au niveau de l'intestin pour favoriser la digestion. En présence de corps étrangers, l'organisme sait se défendre et réagir. Et souvent, les envahisseurs sont maîtrisés. Mais si l'attaque est plus forte (microorganismes plus nombreux) ou plus virulente (toxines plus violentes), le corps ne fait plus face et l'infection se déclare.

Un micro-organisme pathogène peut se développer si certaines conditions sont remplies :

- pour lui-même :
- environnement nutritif et conditions de milieu (eau, pH) favorables,
- aptitude à se multiplier rapidement,

- capacité à déjouer les défenses immunitaires de l'hôte ou à neutraliser les médicaments éventuels,
 - capacité à produire des substances actives (toxines).
 - pour l'hôte :
 - état physiologique : les enfants en bas âge, les femmes enceintes et les personnes âgées, ainsi que les immunodéprimés (sidéens) seront plus fragiles,
 - aptitude à mobiliser rapidement les défenses immunitaires,
 - quantité d'aliment (et donc de germes pathogènes) ingérée.
- Ainsi, l'étude des TIA nécessite de connaître les agents infectieux, mais en tenant également compte des conditions de milieu de l'hôte.

323- les agents responsables

Les bactéries sont les plus souvent impliquées. Parmi les plus courantes, on trouve :

▣ des productrices de toxines :

Il faut noter que certaines toxines peuvent survivre aux microorganismes qui leur ont donné naissance ! heureusement les toxines bactériennes sont thermolabiles !

- Clostridium perfringens et Salmonella (typhis ou enteritidis) qui produisent une endotoxine.
- Clostridium botulinum et Listeria monocytogenes qui produisent une neurotoxine.
- Staphylococcus aureus (ou doré) qui produit une entérotoxine.

▣ des germes infectieux par le nombre :

- Salmonelles
- Shigelles
- Eschérichia coli
- Yersinia

▣ des moisissures peuvent synthétiser des toxines très dangereuses : les mycotoxines :

- cas des aflatoxines fabriquées par la moisissure Aspergillus flavus qui se développe sur les céréales et graines sèches, les tourteaux d'arachide. (cancérogène voire mortel à haute dose)
- cas de la patuline (pénicillium) : sur fruit et dérivés (pommes, cidres...)

324- développement des TIA (toxi-infection alimentaire) et remèdes

• Facteurs de développement

Certains facteurs favorisent la multiplication des agents infectieux. On peut citer en particulier :

- la durée : le temps écoulé entre réception et traitement technologique, entre cuisson et refroidissement, entre cuisson et consommation est un facteur de risque.
- la température : la plupart des pathogènes sont mésophiles (sauf *Yersinia* ou *Listeria*). Aussi, un maintien des aliments à 30 - 40 °C sera un facteur de multiplication. Des ruptures de chaîne du froid ou une conservation à température ambiante sont également défavorables à la qualité hygiénique de l'aliment.
- l'atmosphère autour de l'aliment : une atmosphère contaminée, un voisinage de produits pollués, un stockage au sol... sont aussi préjudiciables.

• Prévention
Par des consignes d'hygiène de base (BPH), les TIA devraient être maîtrisées. Il s'agit de :

- la marche en avant,
- le nettoyage et la désinfection des locaux,
- le traitement rapide des matières premières,
- le respect des contraintes de fabrication : barèmes de traitement, refroidissement, suivi des matières...

Exemple : en plat cuisiné frais, la température doit baisser sous la barre des 10 °C en moins de 2 heures après la cuisson.

- le respect des règles d'hygiène au niveau des personnes.

La prévention passe par des exigences fortes sur la matière première (fraîcheur et traitement sans délai) pour minimiser le nombre de gènes au départ, sur l'hygiène générale des personnes, des locaux et du matériel et enfin, sur un suivi méthodique des processus de fabrication (méthode HACCP par exemple).

des aliments en conserves

Parfois, des aliments soumis à un traitement thermique de conservation de longue durée se détériorent malgré tout. L'altération des conserves peut provenir d'un traitement thermique insuffisant, d'une recontamination après le traitement, par défaut d'étanchéité du contenant ou d'un entreposage à une température trop élevée. Dans certain cas, l'action d'aliments acides sur le métal de la boîte de conserve provoque une détérioration chimique de conserves, sans intervention microbienne. On évite ce problème en appliquant une laque sur les parois internes de la boîte.

Le principal risque sanitaire lié à la consommation de conserves avariées est le botulisme. Il s'agit généralement de conserves domestiques insuffisamment stérilisées. Afin d'éviter cette intoxication alimentaire grave et tout danger pour la santé, les conserves d'aliments présentant l'une ou plusieurs des anomalies suivantes devraient être rejetées : boîte bombée, dégagement gazeux à l'ouverture, odeur anormale, couleur suspecte. Dans le doute, il est plus sûr de faire bouillir l'aliment une quinzaine de minutes, car la toxine est détruite par la chaleur.

Recontamination après stérilisation

La recontamination peut être responsables d'altération suite à une mauvaise étanchéité du contenant. Ces défauts se situent habituellement aux zones de sertissage, à cause de manipulations trop brutales, de chocs mécaniques ou des défauts de fabrication. Après la pénétration des micro-organismes, la fissure peut s'obstruer avec des particules alimentaires, masquant ainsi le défaut d'étanchéité. La contamination peut également avoir lieu durant le refroidissement qui suit le traitement thermique, l'eau servant à ces bains doit être chlorée pour éviter ce problème.

Traitement thermique insuffisant

Bien que l'altération des conserves commerciales soit devenue rare de nos jours, certaines anomalies peuvent tout de même provoquer un défaut de stérilisation :

- **Charge microbienne trop importante :**
Durée du traitement thermique qui se révèle insuffisante si les matières premières ou certains ingrédients sont fortement contaminés.
- **Défectuosités dans l'appareillage ou erreur dans le calcul du temps d'application du traitement :**
Le pH pour un même type de produit peut varier d'un lot à un autre et certaines boîtes dont le contenu est moins acide peuvent subir un traitement insuffisant.

Ces problèmes entraînent la survie de quelques cellules microbiennes thermorésistantes, capables de reprendre leur activité et leur développement après le traitement. Les altérations de conserves sont généralement provoquées par des bactéries de type Bacillus, Clostridium ou Desulfotomaculum. La résistance à la chaleur de certains agents microbiens favorise leur survie. Elles peuvent parfois résister à plusieurs heures d'ébullition dans les aliments peu acides.

Principaux types d'altération microbienne des conserves	
Surissement sans production de gaz	<p>Germes responsables : Bactéries du genre Bacillus (en particulier B. coagulans et B. stearothermophilus) et des bactéries lactiques (Lactobacillus, Streptococcus et Enterococcus).</p> <p>Description : Fermentation des sucres de l'aliments (pois, maïs, jus de légumes, tomates et jus de tomate, pêches, jus de raisin, lait évaporé), produisant des acides organiques responsables du goût aigre. Ce type d'altération se remarque difficilement avant l'ouverture de la boîte puisqu'il n'y a pas de gonflement suspect.</p>
Surissement avec production de gaz	<p>Germes responsables : G butyricum, G pasteurianum, B. polymyxa, B. macerans, G thermosaccharolyticum</p> <p>Description : Le développement de ces bactéries dans les conserves entraîne un surissement avec bombement de la boîte. Des conserves de légumes peu acides, de viandes et de poissons peuvent</p>

	<p>subir cette altération.</p> <p>Moins fréquemment, certaines sont responsables du surissement de divers légumes (pois, asperges, épinards, tomates) et de quelques fruits (pêches).</p>
<p>Putréfaction avec production de gaz</p>	<p>Germes responsables : G sporogènes, G putrefaciens et G botulinum</p> <p>Description :</p> <p>Production de différents gaz à odeur putride, ces gaz sont responsables du bombement de la boîte de conserve.</p> <p>Les conserves peu acides (viandes, poissons, légumes peu acides comme pois, haricots, maïs) sont touchées.</p> <p>Il est particulièrement important de jeter les conserves altérées car il y a risque de sécréter une toxine mortelle durant son développement.</p>
<p>Noircissement</p>	<p>Germes responsables : Desulfotomaculum nigricans (autrefois Clostridium nigricans)</p> <p>Description :</p> <p>La boîte ne présente pas de bombement suspect, mais une odeur nauséabonde s'en dégage à l'ouverture.</p> <p>Il s'agit généralement de conserves de légumes comme des pois ou du maïs. Altération plutôt rare aujourd'hui.</p>