Procédés de conservation des aliments

Les différentes méthodes de conservation :

- ***traitements par la chaleur : appertisation, stérilisation UHT, pasteurisation***
- ***traitements par le froid : réfrigération, surgélation***
- ***traitements par diminution de l'Aw : déshydratation, lyophilisation***
- ***traitements par modification de l'atmosphère : atmosphère protectrice, sous vide***
- ***fermentations dirigées (alcoolique et lactique)***

→ Analyse des conséquences selon les procédés sur le plan sanitaire et/ou nutritionnel et/ou environnemental et/ou organoleptique

→ Modalités de conservation et de stockage

(Référentiel BTS diététique et nutrition Novembre 2024)

Depuis l'Antiquité, l'Homme cherche à conserver les aliments afin d'éviter leur détérioration et de garantir leur disponibilité tout au long de l'année. Les premières méthodes de conservation (séchage, fumage, salage, sucrage) avaient pour objectif de protéger les récoltes et de prévenir les périodes de pénurie.
Avec les progrès scientifiques et technologiques, de nouvelles techniques de conservation utilisant le froid, la chaleur ou d'autres procédés ont été développées pour améliorer la sécurité sanitaire et prolonger la durée de vie des aliments.
Aujourd'hui, la conservation répond également aux évolutions des modes de vie : urbanisation, travail, restauration hors domicile, recherche de praticité et disponibilité permanente d'une grande variété de produits alimentaires. Elle vise donc à assurer la sécurité, la qualité et la praticité des aliments pour les consommateurs.

Avant de commencer l'étude des différents procédés de conservation des aliments, quelques points essentiels:

I/ Notions essentielles

1. **Pourquoi conserver?**

→ certains aliments ont une durée de vie très courte: il faut pouvoir les conserver à minima jusqu'à la consommation

→ certains produits ne sont produits qu'à certains endroits de la planète: il faut pouvoir les transporter (actuellement, l'idée étant de limiter les transports et de ne pas consommer d'aliments cultivés à longue distance)

→ certains procédés de conservation permettent une diminution du temps de préparation

L'altération des aliments est le point de départ de la nécessité de trouver des moyens pour les conserver. Voici les causes possibles d'altérations:

2. **Les différents types d'altérations**

- **Altérations physiques**

→ chocs, dessèchement, exposition à la lumière

Procédés de conservation des aliments

- **Altérations chimiques**

→ brunissement non enzymatique ou réaction de Maillard: réaction chimique entre un sucre réducteur et une fonction amine (acide aminé), qui entraîne la formation de composés bruns.
Cette réaction peut être recherchée d'un point de vue organoleptique comme par exemple avec le pain grillé: couleur, odeur, goût dûs à cette réaction.
Mais:
- d'un point de vue nutritionnel: diminution de la qualité et de la digestibilité des protéines
- d'un point de vue sanitaire: formation de composés cancérigènes comme l'acrylamide par exemple

→ rancissement des corps gras: en présence de dioxygène (et accentué en présence de lumière et d'eau), les lipides (surtout les acides gras insaturés) peuvent s'auto-oxyder. Cela entraîne la formation de peroxydes avec une perte de qualité nutritionnelle et une qualité organoleptique également impactée (goût, odeur désagréables)

- **Altérations enzymatiques**

→ brunissement enzymatique des fruits et légumes par exemple, facilement observable lorsque vous coupez une pomme ou une banane. La couleur brune qui apparaît est une réaction (favorisée par la présence d'oxygène, les chocs) entre des enzymes (les polyphénoloxydases) et les polyphénols présents dans les végétaux.

→ des enzymes (lipases, protéases) sont présentes également dans d'autres aliments et peuvent entraîner des altérations comme le ramollissement et la dégradation de la chair des poissons ou à l'inverse être utiles pour l'affinage des fromages.

Rem: pour faire simple, une enzyme est une protéine qui intervient comme outil dans une réaction et l'accélère. Par exemple, lors de l'affinage des fromages, les lipases aident à "découper" les lipides, les protéases à "découper" les protéines, ce qui permet la production de petits composés participant aux qualités organoleptiques des fromages affinés (texture crémeuse, goût plus fort, odeur...).

- **Altérations microbiologiques**

→ des micro-organismes (mo) peuvent se développer sur et/ou dans les aliments. Il s'agit des **bactéries, levures et moisissures**. Ces mo peuvent entraîner des dégradations organoleptiques mais aussi sanitaires avec risque de toxi-infection alimentaire. Ce risque sera le principal à maîtriser, particulièrement en restauration collective afin d'éviter les TIAC (Toxi-Infection Alimentaire Collective).
Il faudra donc éviter la contamination des aliments par des mo mais aussi limiter ou stopper le développement de mo présents.

La mise en place de procédés de conservation a pour objectif de diminuer voire de stopper ces différents types d'altérations afin d'assurer une **sécurité sanitaire maximale** pour le consommateur tout en préservant au mieux les qualités organoleptiques et nutritionnelles des aliments.

Chaque procédé de conservation agira sur un ou des facteurs intervenant dans ces altérations et présentera des avantages et inconvénients, aura des incidences nutritionnelles, organoleptiques, sanitaires, environnementales...différentes.
Connaître ces procédés de conservation et leurs incidences est donc primordiale dans l'exercice de votre futur métier.

Procédés de conservation des aliments

De nombreux facteurs interviennent dans l'altération des aliments. Il est important de bien maîtriser ceux agissant sur les mo, qui seront la base des principes des différents procédés de conservation.

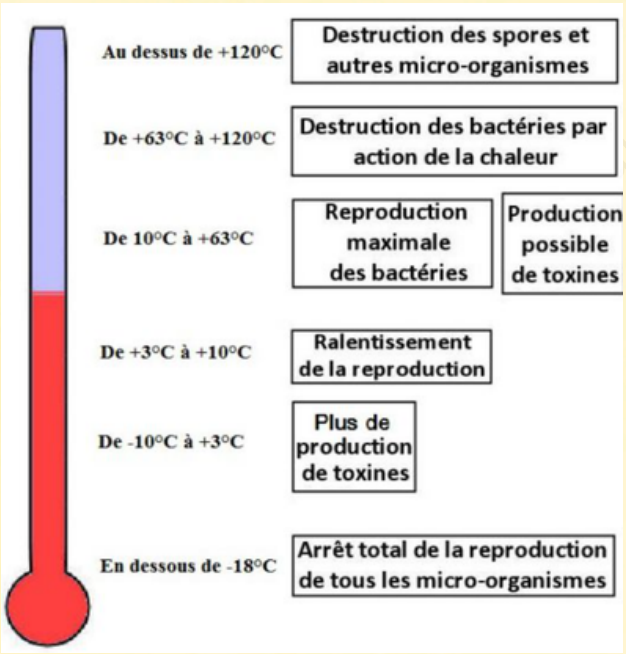
3. Les différents facteurs intervenant sur le développement des mo

- **La température**

C'est un des facteurs les plus importants qui agit sur la croissance des micro-organismes.
Chaque micro-organisme a une plage de température de prédilection pour sa croissance.
Plus on s'éloigne de cette température optimale, plus sa croissance et sa survie sont remises en question.
En fonction de leur température optimale de croissance, on classe les micro-organismes en plusieurs groupes dont les noms reflètent les divers domaines de tolérance thermique:

- Cryophiles et psychrophiles: se développant préférentiellement à des températures basses entre 0 (voire jusque -5°c) et 20°C et 0 à 35°C
- Mésophiles: se développant de façon optimale entre 20 et 40°C
- Thermophiles: se développant dans des températures allant de 50 à 70°C

Voici une illustration simplifiée des différentes plages de température et de l'activité des mo:



Ceci vous permet de comprendre plusieurs points:

- entre 10 et 63°C, le développement des mo est maximal
- en dessous de - 18°C, les mo "hibernent": pas de développement mais ils ne sont pas détruits
- au-dessus de 63°C, destruction progressive des mo
- au-dessus de 120°C: pus aucun mo ni spores
- A noter pour la sécurité alimentaire en restauration collective: les températures de 3°C et de 63°C seront importantes ;)

- **L'activité de l'eau ou Aw (water activity)**

L'activité de l'eau (Aw) correspond à l'**eau disponible, libre** dans un aliment pour des réactions chimiques, biochimiques...
L'eau libre est celle disponible et pourra favoriser le développement de mo.
Au contraire l'**eau liée** ne sera pas disponible car liée aux nutriments.
Pour bien comprendre: si un ajout de sucre ou de sel est fait dans un aliment, il contiendra toujours autant d'eau mais moins d'eau disponible. L'ajout de sucre ou de sel fait donc baisser l'Aw.

Procédés de conservation des aliments

Comme pour la température, les mo auront des plages d'Aw plus propices à leur développement.
Voici une illustration avec une échelle d'Aw, les aliments concernés et les mo pouvant se développer:

Aw	Aliments concernés	Microbes rencontrés
1.00	Eau pure	
0.99 – 0.95	Viande fraîche, poisson, lait, jaune d'œufs, crème, pâtisserie, fruits et légumes (macédoine), lait concentré, fromage frais, charcuteries, jambon blanc	*Pseudomonas* Clostridies, *Bacillus* Salmonelles, coliformes Production de toxines par les Staphylocoques
0.95 – 0.91	Fromages à pâte cuite, salami et bacons peu secs	Staphylocoques, *Cocci* Flore lactique
0.91 – 0.60	Lait concentré sucré, confiture, saucisson, jambons bien secs, viandes de grison, morue salée, fruits secs, farine, céréales, noix	Levures, Moisissures
< 0.60	Confiserie, biscuits secs, lait sec, poudre d'œuf, pâtes	

- l'Aw se mesure avec une échelle de 0 à 1; 1 étant l'eau
- + l'Aw diminue moins il y a de mo pouvant se développer
- les bactéries ne se développent plus avec une Aw inférieure à 0,9

- **Le pH**

De la même façon que pour la température et l'Aw, les mo se développent en fonction d'un pH optimum:
- mo acidophiles: pH optimum entre 0 et 5,5
- mo neutrophiles: pH optimum entre 5,5 et 8
- mo alcalophiles: pH optimum entre 8 et 11,5

Globalement un pH < 4,5 est favorable à la conservation car la plupart des micro-organismes se développent à des pH proches de la neutralité. Dans de nombreux cas, le pH des produits alimentaires est ainsi abaissé par ajout d'un liquide ou d'une sauce de couverture acide (maquereaux au vin blanc, ajout de vinaigre ou d'acides organiques à certaines conserves de légumes...)
Certaines bactéries peuvent tout de même se développer à des pH bas et cette propriété est utilisée pour la fabrication de nombreux aliments: yaourt, fromage, pain, vin...
Les levures et moisissures sont le plus souvent acido-résistantes avec un pH optimum entre 4 et 6 (elles tolèrent des valeurs extrêmes de 2 à 9 pour les levures jusqu'à 11 pour les moisissures)

- **La composition gazeuse de l'atmosphère**

La présence ou non de dioxygène intervient dans le développement de mo: certains ont absolument besoin de dioxygène (aérobies), d'autres au contraire ne se développent plus en sa présence (anaérobies) et certains se développent avec ou sans (aéro-anaérobies).

Voici un résumé avec les mo les plus fréquemment rencontrés dans les aliments:

→ Moisissures: aérobies strictes
→ Levures: aéro-anaérobies facultatives
→ Clostridium: anaérobie strict
→ La plupart des bactéries (Salmonella, E.Coli, Listeria, Staphylococcus aureus, Bacillus Cereus): aéro-anaérobies facultatives

Procédés de conservation des aliments

- **Les substrats**

Les mo ont besoin de “nourriture” pour se développer.
Dans les aliments les substrats pourront être les protéines, les lipides ou les glucides.
Chaque type de mo aura un substrat préférentiel:
→ bactéries: surtout protéines mais savent se “débrouiller” avec glucides et lipides
→ levures: surtout les sucres
→ moisissures: peu exigeantes, glucides, protéines ou lipides

Important: pour étudier les conditions favorables au développement d’un mo, il faut toujours étudier ces 5 points:

- température
- Aw
- pH
- présence ou non de dioxygène
- substrat

- D’**autres facteurs** interviennent dans l’altération des aliments: durée de stockage, lumière…

Ils pourront avoir des conséquences sanitaires mais aussi nutritionnelles et organoleptiques.
Ils sont vus au fur et à mesure de l’étude des groupes alimentaires

II/ Les procédés de conservation par la chaleur

L’utilisation de la chaleur dans la conservation des aliments est essentielle car elle permet d’agir sur tous les types d’altération.

1. **La pasteurisation**

La pasteurisation consiste à **chauffer** un aliment à une température modérée (toujours **inférieure à 100°c**), puis à le refroidir rapidement.
Les aliments sont soumis à une température inférieure à + 100°C selon une durée adaptée aux denrées et aux effets recherchés. On parle d’un couple temps/température.
L’objectif est la destruction des mo pathogènes et de la flore d’altération.

3 zones de couples temps/température peuvent être pratiquées
- pasteurisation basse température, de moins en moins utilisée: jusqu’à 30min à 63°C
- pasteurisation haute température (a remplacé la basse): environ 72 à 75°C pendant 15 à 30 secondes, lait pasteurisé par ex
- flash pasteurisation: environ 90 à 95°C pendant 1 à 5 secondes, jus de fruit par ex

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations**

→ destruction des mo pathogènes et flore d’altération
→ persistance de la flore dite “banale” ou “originelle” qui pourra alors se développer et altérer la denrée
→ les spores ne sont pas détruites

Procédés de conservation des aliments

- **Incidences nutritionnelles**

La pasteurisation est un traitement rapide qui permet de préserver au mieux les qualités nutritionnelles. Toutefois, certains nutriments thermosensibles pourront être partiellement détruits. C'est le cas de la vitamine C (dans les végétaux frais) et de certaines vitamines du groupe B (céréales, lait...).
Le refroidissement rapide permet de stopper ces pertes.

- **Incidences organoleptiques**

La rapidité du traitement entraîne globalement peu de modifications organoleptiques mais peu impacter certains aliments de façon plus importante: par exemple fromage affiné fait à partir de lait pasteurisé.

- **Conservation et utilisation**

La pasteurisation se "limitant" à détruire les mo pathogènes et la flore d'altération, le développement des autres mo présents est possible ainsi que la sporulation.
Cela implique d'y associer une conservation au froid positif (= réfrigération) sans rompre la **chaîne du froid**.
Cela permet, associé à un conditionnement étanche à l'air et aux mo, de conserver ces produits pour une durée limitée. Ils possèdent une DLC.

2. L**a stérilisation UHT et l'appertisation**

La stérilisation est un traitement thermique à une température **supérieure à + 100°C** appliquée pour une durée définie selon la denrée.
La température de référence utilisée dans l'industrie agro-alimentaire est généralement de + 121°C pendant plusieurs minutes. Elle peut être < +100°C pour des denrées acides, un pH acide étant peu favorabe à de nombreux mo.

L'objectif de la stérilisation est de **détruire toute la flore pathogène, d'altération et banale**.

Il existe 2 types de stérilisation:

- **stérilisation UHT** (Ultra Haute Température ou Upérisation HT): température supérieure à 135°C pendant quelques secondes (1 à 5 sec) avec un refroidissement immédiat et rapide.
- **appertisation**: combinaison de 2 techniques
→ **conditionnement étanche aux liquides, gaz et mo** jusqu'à une température de + 55°C
→ **traitement par la chaleur** ayant pour but de **détruire** ou d'inhiber totalement, d'une part les **enzymes**, d'autre part **les mo et leurs toxines**, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine.
Les produits appertisés sont, dans le langage courant, appelés "conserves"

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations**

→ le produit est "stérile", assaini car destruction totale de tous les mo, spores et toxines
→ destruction des enzymes (donc arrêt du brunissement enzymatique, de l'oxydation des lipides...)
→ les produits stérilisés bénéficient d'une DDM

Procédés de conservation des aliments

- **Incidences nutritionnelles**

→ dénaturation des protéines: augmentation de leur CUD (Coefficient d'Utilisation Digestive = absorption intestinale)
→ ramollissement des fibres: meilleure digestibilité, tolérance et augmentation du CUD des autres nutriments
→ inversion du saccharose (= hydrolyse): rend le saccharose absorbable, accentué en milieu acide
→ destruction + ou - importante des vitamines thermosensibles: C, B1, B9 par ex
→ pour les conserves, selon le liquide de couverture utilisé: augmentation du sel ou du sucre, éventuellement des lipides si ajout de sauce + diffusion des éléments hydrosolubles (minéraux, vitamines hydrosolubles, protéines solubles...) si jus à base d'eau; des éléments liposolubles (vitamines liposolubles) si ajout d'un jus à base de lipides.

La stérilisation UHT a des incidences beaucoup moins marquées car le traitement thermique est très rapide.

- **Incidences organoleptiques**

La stérilisation entraîne une cuisson de la denrée donc des modifications spécifiques selon l'aliment: ramollissement de la texture (végétaux par ex), modification du goût (poisson par ex), de la couleur (viande par ex) etc...
Les différentes incidences seront à étudier selon la denrée.

- **Conservation et utilisation**

→ durée de vie longue: plusieurs années à température ambiante. Les produits stérilisés/appertisés bénéficient d'une DDM tant que le conditionnement est intact et non ouvert.
→ Attention aux boîtes abîmées qui doivent être alors éliminées:
- boîte **floche**: légèrement convexe au niveau d'un ou des deux fonds, qui disparait sous la pression des doigts, signe d'une déformation physique après un choc (denrée a "poussé" le fond) ou d'une présence de gaz de fermentation avant la stérilisation
- boite **bombée**: déformation des deux fonds ne disparaissant pas à la pression, signe d'un défaut potentiellement chimique avec présence et développement de mo
- boite **rouillée**: défaut d'étanchéité avec risque de présence de mo

Rem: il existe des "semi-conserves"
Il s'agit de denrées alimentaires périssables conditionnées dans un récipient étanche aux liquides, ayant subi un traitement thermique plus léger qu'une stérilisation entraînant une durée de conservation plus limitée et nécessitant une conservation au froid positif. Ils possèdent une DLC
Ex: anchois, foie gras...

3. **La thermisation**

Ce traitement thermique concerne le lait.
Il consiste à soumettre le lait cru à une température modérée, 40 à 72°C, pendant une durée courte, 15 à 30 secondes.
L'objectif est de détruire certaines bactéries très pathogènes comme la listéria, tout en conservant au maximum les qualités nutritionnelles et organoleptiques.
Ce procédé est particulièrement utilisé en fromagerie pour assurer une sécurité sanitaire minimale tout en préservant la flore banale garante des qualités organoleptiques des fromages
Il s'agit d'un "compromis" entre sécurité et goût 😉

Procédés de conservation des aliments

III/ Les procédés de conservation par le froid

Le **froid n'a pas de rôle destructeur** sur les enzymes ou les mo.
Il pourra **ralentir ou stopper** l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques ou le développement des mo et ainsi allonger la durée de vie des denrées mais les mo ne seront pas détruits et pourront reprendre leur développement dès le retour à une température favorable.

1. **La réfrigération**

La réfrigération consiste en l'**abaissement de la température au-dessus du point de congélation de l'aliment**.
On l'appelle également le "**froid positif**".
L'objectif est de **ralentir l'altération de l'aliment** en permettant un **ralentissement des activités enzymatiques et une diminution de la vitesse de multiplication des mo**.
La plage de température est généralement entre **0 et 4°C** mais à adapter selon le type de denrées (entre 0 et 3°C par exemple pour la liaison froide en restauration collective, entre 3 et 6°C pour les légumes...)
Les différentes températures sont définies dans la réglementation pour les intervenants dans le domaine alimentaire et, indiquées sur les étiquetages pour le consommateur.

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations**

→ ralentissement du développement des mo mésophiles et thermophiles
→ ralentissement du métabolisme cellulaire
→ les mo cryophiles peuvent toujours se développer dont certains pathogènes comme la bactérie Listeria, ou des bactéries d'altération comme Pseudomonas

- **Incidences nutritionnelles**

Les qualités nutritionnelles sont globalement préservées si la denrée est correctement protégée contre l'oxydation (film alimentaire, boîte...), sinon risque de rancissement + rapide, des lipides par ex.

- **Incidences organoleptiques**

→ ralentissement de la maturation des végétaux
→ ralentissement de la putréfaction des produits animaux, mais une flore de surface peut se développer
→ dessication superficielle si la denrée n'est pas bien protégée

- **Conservation et utilisation**

Le temps de conservation est court et exige le maintien de la chaîne du froid.
Les produits réfrigérés ont une DLC.
Une fois le produit ouvert, des conseils de durée de consommation sont indiqués sur l'étiquetage.

2. **La surgélation**

La surgélation est un traitement par le froid consistant à un **abaissement de la température en-dessous du point de congélation** permettant d'atteindre le plus rapidement possible **au moins -18°C à coeur de l'aliment**.
Cela permet la **cristallisation de l'eau de constitution** de l'aliment qui entraîne un arrêt complet et irréversible du métabolisme de l'aliment.
La surgélation est une congélation ultra-rapide. La congélation est, elle, beaucoup plus lente.

Procédés de conservation des aliments

Pour atteindre cette température, plusieurs techniques existent selon la nature de la denrée: échanges thermiques par contact direct (appareils à plaques), par convection (courant d'air froid dans des tunnels par ex), vaporisation d'azote liquide voire immersion dans l'azote liquide (billes de melon, boules de glaces....).
Les températures utilisées vont alors de -50°C jusque - 196°c pour l'azote liquide.

La vitesse de cristallisation de l'eau constitutive a de nombreuses conséquences sur le produit lors de sa décongélation:
→ congélation, cristallisation lente: formation de gros cristaux qui peuvent léser les cellules.
Lors de la décongélation, un exsudat s'échappe entraînant des pertes nutritionnelles (des éléments hydrosolubles), une altération de la texture et créant un milieu favorable aux mo avec une hausse de l'Aw
→ surgélation, ultra rapide: formation de petits cristaux avec très peu d'exsudat lors de la décongélation

En milieu familial il est possible de congeler des aliments avec un réfrigérateur 4 étoiles pouvant descendre jusqu'à une température de - 25°C permettant d'atteindre les - 18°C à coeur attendus.
Les précautions à prendre sont les suivantes:
→ mettre la fonction "congélation" en route
→ congeler les aliments au plus près de l'achat ou de la récolte
→ emballer les denrées hermétiquement
→ réfrigérer les denrées avant de les congeler
→ mettre en place une "traçabilité": nom, date de congélation
→ congeler des petits volumes
→ ne pas entasser les contenants, ne pas surcharger le congélateur

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations:**

→ arrêt du développement de tous les mo
→ destruction des parasites (ténia par ex) et de leurs kystes
→ ralentissement des autres altérations mais peuvent toujours avoir lieu: oxydation des lipides, les lipases étant toujours actives. Pour les végétaux, un blanchiment est généralement effectué avant la surgélation afin de détruire les polyphénoloxdydases et éviter ainsi un brunissement.
→ DDM obtenue, donc conservation longue durée

- **Incidences nutritionnelles**

→ très peu de pertes lors d'une surgélation
→ possibles pertes lors de la décongélation via l'exsudat (limité si surgélation et pas congélation)
→ oxydation des lipides au fil du temps, limitée si conditionnement adapté

- **Incidences organoleptiques**

→ possible ramollissement de la texture (surtout pour la congélation)
→ déshydratation possible: le froid est hygroscopique. Un bon emballage de la denrée peut le limiter
→ dénaturation possible des pigments des végétaux, donc de leur couleur
→ brunissement enzymatique des végétaux: pour l'éviter, blanchiment pour les légumes; ajout de sucre pour les fruits ou d'acide ascorbique
→ rancissement des lipides (AGPI (Acides Gras Poly Insaturés) des poissons gras par ex)
→ diminution possible des arômes volatils

- **Conservation et utilisation**

→ durée de vie longue: DDM de plusieurs mois
→ maintien de la chaîne du froid impératif
→ la décongélation doit se faire de façon adaptée: au réfrigérateur, micro-ondes ou en cuisson directe
→ ne jamais recongeler un produit décongelé sauf si cuisson entre les deux

IV/ Les procédés de conservation par diminution de l'Aw

Il s'agit ici de **déshydratation** dont le principe est d'**éliminer partiellement ou totalement l'eau** contenue dans les aliments.
Ceci permet une **baisse de l'Aw** (concerne l'eau libre, pas l'eau liée) et donc un milieu moins propice au développement de mo mais aussi aux réactions enzymatiques ou chimiques, causes d'altérations des aliments.
Plusieurs techniques peuvent être utilisées: concentration, séchage, lyophilisation ou encore cuisson-extrusion.

1. **La concentration**

Il s'agit d'une **déshydratation partielle** permettant d'augmenter la masse d'un produit par unité de volume.
Plus simplement: on enlève de l'eau, pour le même volume, on a donc un poids + élevé de produit 😉
La concentration peut se faire par centrifugation, égouttage, ultrafiltration ou par un traitement thermique qui est alors le plus souvent effectué sous-vide afin de diminuer la température de traitement et limiter la perte des éléments thermosensibles.
Exemples d'aliments: concentré de tomate, lait concentré non sucré
L'ajout de sel/sucre permet de renforcer la conservation: l'Aw diminue car le sel/sucre se lie à l'eau.
Exemple: lait concentré sucré

2. **Le séchage**

Ici une **plus grande partie de l'eau de l'aliment est éliminée** afin d'obtenir des produits "secs".
L'eau est enlevée par évaporation, donc en utilisant la chaleur.
Il peut être traditionnel (séchage au soleil) ou, industriel, fait par des séchoirs, des tours d'atomisation ou sous-vide.

3. **La lyophilisation ou cryodessication**

Cette technique, aussi appelée sublimation, consiste à la **congélation rapide de l'aliment suivie d'un séchage sous-vide**. L'eau passe ainsi directement de l'état solide à l'état gazeux.
De par leur réhydratation facile, ces produits ont un intérêt dans certaines situations particulières: astronautes, navigateurs, lors de randonnées longues...
Cette technique coûteuse n'est utilisée que pour peu de produits courants: café, certains champignons, fruits intégrés dans des préparations (fraises ou framboises dans les céréales de petits déjeuners par ex).

4. **La cuisson-extrusion**

Il s'agit de soumettre un produit à une forte pression et une chaleur élevée dans une extrudeuse.
A la sortie, la différence de pression entraîne une perte d'eau rapide, l'expansion.
Ex: snacks apéritifs, céréales de petit-déjeuner

Les incidences générales de ces différentes tecnhiques de déshydratation:

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations**

→ baisse plus ou moins importante de l'Aw allant jusqu'à l'inhibition de tous les mo
→ ralentissement de toutes les autres altérations, oxydation des lipides, brunissement enzymatique, réaction de Maillard mais qui se poursuivent lors du stockage.
Le conditionnement de ces produits doit être adapté: étanche, opaque, sous-vide ou atmosphère contrôlée.

- **Incidences nutritionnelles**

→ concentration des nutriments par retrait de l'eau: hausse de l'énergie
→ perte partielle de vitamines thermosensibles plus ou moins importante selon la technique utilisée (moins d'impact pour la lyophilisation)
→ oxydation possible des lipides
→ en cas de réaction de Maillard (en particulier lors de la cuisson-extrusion), possible diminution de la lysine
→ gélatinisation de l'amidon
→ augmentation de l'IG (Index Glycémique) (surtout pour cuisson extrusion)

- **Incidences organoleptiques**

Elles sont très dépendantes du produit et de la technique utilisée
→ perte de substances aromatiques volatiles
→ oxydation possible des pigments
→ brunissement possible (enzymatique ou non enzymatique)
→ diminution possible de la saveur

- **Conservation et utilisation**

→ conservation longue avec DDM
→ Stockage à température ambiante, à l'abri de l'humidité (produits très hygroscopiques)
→ après ouverture, à consommer plus rapidement et bien refermer l'emballage

V/ Les procédés de conservation par modification de l'atmosphère

De nombreux mo ayant besoin de dioxygène pour se développer, la modification de l'atmosphère ou son élimination (sous-vide) induit un milieu moins propice à leur développement.

Procédés de conservation des aliments

1. La conservation par atmosphère protectrice

Cette technique consiste à **remplacer une partie du dioxygène existant dans un emballage par du CO2** permettant ainsi d'allonger la durée de vie des aliments contenus. De l'azote peut être ajouté pour maintenir un certain volume dans le conditionnement.
Le CO2 a une action bactériostatique et antifongique (à 20% minimum), accentuée lors de la réfrigération.
De plus, du fait de sa solubilisation dans les aliments, il entraîne également une diminution du pH.
Il y a donc une baisse de développement des mo par inhibition des mo aérobies.
Comme tout conditionnement, les films d'emballage participent à la conservation en protégeant le contenu de l'extérieur.
Les films d'emballages seront perméables ou pas selon la respiration ou pas des denrées contenues.
Exemples d'aliments: crudités prêtes à l'emploi, viande fraîche, graines oléagineuses...

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations**

→ baisse de développement des mo
→ limite les réactions d'oxydation
→ développement toujours possibles de mo anaérobies/aéro-anaérobies

- **Incidences nutritionnelles**

Peu d'impact et essentiellement dues aux opérations préliminaires pour les végétaux par ex: lavache, épluchage, découpage...

- **Incidences organoleptiques**

Elles sont globalement bien préservées. Le rancissement des lipides est par exemple limité.

- **Conservation et utilisation**

Pour de nombreux produits, la réfrigération doit être associée: végétaux frais, poissons, viandes...
Les produits comportent alors une DLC ainsi que des conseils de conservation après ouverture.
Certains aliments bénéficieront d'une DDM (emballage non ouvert) et d'un stockage à température ambiante comme les graines oléagineuses par ex.

2. La conservation sous-vide

Il s'agit de placer un aliment dans un **emballage étanche où l'atmosphère autour du produit est totalement éliminée**. Le conditionnement, étanche, est alors plaqué sur l'aliment.
Les micro-organismes aérobies sont alors inhibés et le produit est protégé vis-à-vis de l'oxydation et de la dessication.
Outre la suppression d'oxygène, le CO2, rejeté par certains aliments, possède une activité bactériostatique sélective qui lui est propre. Il est considéré comme un additif conservateur gazeux.
Il agit en diminuant le pH de la denrée du fait de sa solubilisation. Sa production et son effet ne sont dans ce cas précis pas contrôlés par l'industriel.

Des aliments peuvent être pasteurisés ou stérilisés ensuite, cuits sous-vide ou surgelés, ces techniques permettent une meilleure préservation des qualités nutritionnelles et organoleptiques (omega 3 des poissons gras surgelés par ex).

Procédés de conservation des aliments

- **Incidences sanitaires: microbiologiques et autres altérations**

→ inhibition des mo aérobies
→ protection contre l'oxydation

- **Incidences nutritionnelles**

Elles dépendent surtout des étapes de préparation avant la mise sous-vide qui, en elle même préserve bien les qualités nutritionnelles.

- **Incidences organoleptiques**

De la même façon, les qualités organoleptiques sont bien préservées et dépendront des préparations faites avant.

- **Conservation et utilisation**

Selon les techniques et les aliments concernés, des produits auront une DLC avec une conservation au froid positif (aliments pasteurisés par ex); d'autres une DDM avec conservation au froid négatif; et enfin certains produits se conserveront à température ambiante avec une DDM (pommes de terre cuite, cacahuètes...)

VI/ Les procédés de conservation par fermentations dirigées

La fermentation dirigée est une méthode (très ancienne) de conservation qui consiste à favoriser le développement de micro-organismes sélectionnés (levures ou bactéries) dans des conditions contrôlées afin de "gêner" le développement d'autres mo pouvant être pathogènes (de par la présence des mo sélectionnés + par la diminution du pH pour certaines fermentations).

1. **La fermentation alcoolique**

Sous l'action de levures, les glucides sont transformés en éthanol (alcool) et CO2 avec production de composés aromatiques.
L'agent de fermentation le plus courant est **Saccharomyces cerevisiae**
Exemples: pain, bière, vin

2. **La fermentation lactique**

Sous l'action de bactéries lactiques, les glucides sont transformés en acide lactique avec production de composés aromatiques. Cette fermentation induit une baisse de pH.
Exemples: yaourt (**lactobacillus bulgaricus, streptococcus thermophilus**), fromage, choucroute ou autres légumes lacto-fermentés...

3. **La fermentation acétique**

Sous l'action de bactéries spécifiques (Acetobacter par ex), l'éthanol est transformé en acide acétique (oxydation de l'éthanol): vinaigre.

Procédés de conservation des aliments

Incidences des fermentations

Fermentation	Sanitaires	Nutritionnelles	Organoleptiques
Alcoolique	• développement de Saccharomyces Cerevisiae • concurrence avec les bactéries pathogènes	• diminution de la teneur en glucides • synthèse de vitamines du groupe B • hausse éthanol pour boissons alcoolisées • baisse de facteurs anti-nutritionnels: acide phytique dans le pain • amélioration absorption minéraux (pain)	• formation d'acides organiques, alcools, composés aromatiques → goûts caractéristiques • modification texture (levée du pain)
Lactique	• développement des bactéries lactiques • concurrence avec les bactéries pathogènes • baisse du pH	• diminution de la teneur en glucides • dénaturation des protéines (laits fermentés, fromages) • présence de probiotiques • végétaux: meilleure conservation et biodisponibilité de la vit C	• goût caractéristique: acidité du yaourt par ex • modification de la texture: prise d'un gel pour le yaourt par ex
Acétique	• production d'acide acétique • forte baisse du pH	• diminution de la teneur en éthanol	• acidité caractéristique

VII/ Autres procédés de conservation

- **l'ionisation**

Très peu utilisée en France, cette technique consiste à irradier les aliments ce qui, selon les doses appliquées, permet de détruire les enzymes, mo, insectes ou par exemple d'inhiber la germination de végétaux
Exemples: épices, herbes aromatiques
Les aliments autorisés figurent sur une liste positive
L'étiquetage doit précisé l'utilisation de ce traitement sur les denrées
Plus d'infos: 👉 https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/laction-de-la-dgccrf/les-enquetes/controle-des-aliments-traites-par-ionisation-et-des

- **conservation dans le sucre/sel**

Le sucre/sel est fortement hygroscopique, se lie à l'eau disponible diminuant ainsi l'Aw.
Exemples: sucre → confiture, fruits confits; sel → produits de charcuterie, morue.
Une déshydratation peut être associée: saucisson sec.

Procédés de conservation des aliments

- **fumage ou fumaison**

Permet une déshydratation de l'aliment associée à une action antiseptique des composés chimiques de la fumée
Exemple: saumon fumé, jambon cru fumé

- **conservation dans la graisse**

viande cuite dans la graisse: confit de canard par ex

- **les additifs**

Conservateurs ou anti-oxydants permettant de retarder ou empêcher des altérations microbiologiques, enzymatiques, d'oxydation...

Pour info, de nouvelles techniques sont à l'étude:
👉 https://www.futura-sciences.com/tech/questions-reponses/technologie-cinq-techniques-high-tech-conserver-aliments-12348/

Conclusion:
La connaissance des procédés de conservation des aliments est une compétence importante pour le diététicien.
L'objectif premier est d'allonger la durée de vie d'un produit en maîtrisant le risque sanitaire mais il est primordial de pouvoir déduire les différentes incidences selon la technique utilisée.
D'autres incidences qu'organoleptiques ou nutritionnelles existent et sont à prendre en compte:
- incidences pratiques: les produits appertisés facilitent la préparation (denrées déjà préparées, cuites) par ex, à contrario le conditionnement est lourd
- incidences environnementales: conditionnement à recycler (produits sous-vide par ex), consommation d'énergie élevée...
Ces incidences seront à déduire selon le produit, la technique utilisée, la fin de vie du conditionnement...