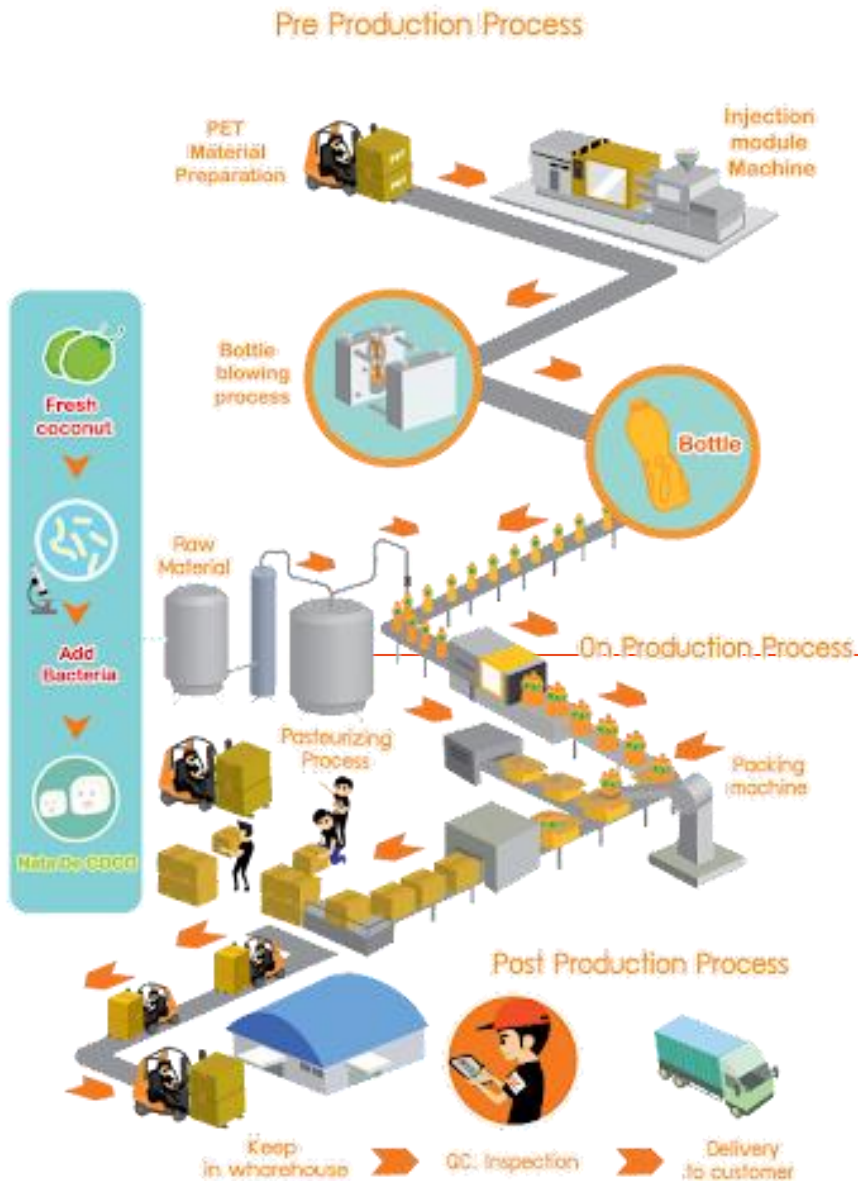




TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

Cours N°8: Les opérations unitaires des processus technologiques

Partie III

Préambule

Les opérations unitaires des processus technologiques constituent les étapes de transformation d'une matière première agricole de qualité variable en un produit alimentaire de qualité maîtrisée.

Il y a trois manières d'aborder l'étude des opérations unitaires:

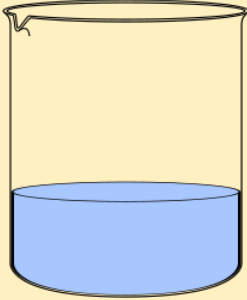
- En les classant en fonction du transfert mis en œuvre (transfert de chaleur par exemple);
- En les étudiant à travers un processus technologique de fabrication d'un produit;
- Ou en les classant en fonction de leur objectif principal (séparation, stabilisation ...).

Préambule

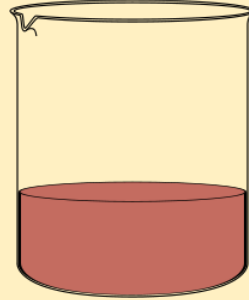
C'est cette dernière opération qui a été choisie pour ce chapitre, qui traitera par ordre:

- Les opérations préliminaires;
- Les opérations de réduction de taille;
- Les opérations de séparation;
- **Les opérations de mélange et de texturation;**
- **Les opération de stabilisation;**
- **Les opérations de conditionnement.**

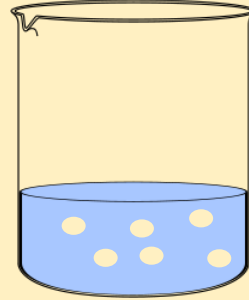
4. LES OPÉRATIONS DE MÉLANGE ET DE TEXTURATION



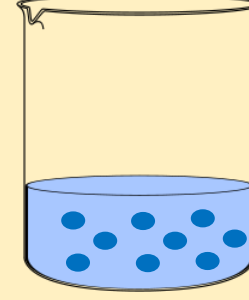
Eau + sel



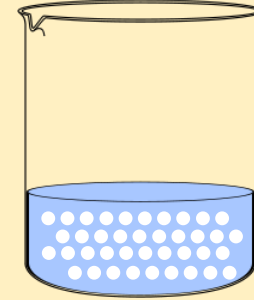
Eau + sirop de
grenadine



Eau + huile de
tournesol



Eau + terre



Eau + farine

On observe la variété des mélanges obtenus.
Il existe une solution adaptée pour chaque mélange à stabiliser

On distingue :

- Le mélange solide/solide
- Le mélange solide/liquide
- Le mélange liquide/gaz
- Le mélange liquide/liquide

Introduction

Les opérations de mélange et texturation peuvent être complétées par l'emploi de composés qui vont agir sur la stabilité du mélange: des macromolécules d'origine glucidique ou protéique type épaississants (amidons), gélifiants (gélatine, pectine, carraghénanes) ou des émulsifiants (lécithines, monoglycérides).

Certaines opérations de mélange agissent sur la texture du produit telles que le foisonnement. Elles sont classées dans les opérations de texturation. Pour compléter cet aspect, un paragraphe sera consacré à la texturation par cuisson extrusion.

Le mélange solide/solide concerne le mélange de poudres, étapes préliminaires importante avant la dispersion dans une phase aqueuse. Cette étape permet d'éviter la formation de grumeaux. L'opération s'effectue dans une cuve fixe avec mobile d'agitation ou une cuve mobile. En industrie, on trouve également du matériel de mélange continu à vis concentriques.

4.1. Mélange solide/liquide

- Principe:

Il s'agit de créer une vitesse ascendante du liquide supérieure à la vitesse limite de chute des particules due à l'effet de leurs poids apparent.

La mise en œuvre dépend des caractéristiques des poudres et de la quantité de liquide ajoutée.

4.1. Mélange solide/liquide

Indices positifs

- L'opération de mélange permet d'éviter la formation de grumeaux ou de les détruire.
- Elle augmente l'efficacité du transfert de chaleur (homogénéise le traitement thermique) et permet de constituer un réseau tridimensionnel (pétrissage dans la fabrication du pain).

Indices négatifs

- Le mélange induit un échauffement du produit.
- Il provoque un changement de viscosité (gélatinisation de l'amidon)

4.1. Mélange solide/liquide

- Matériel et applications:

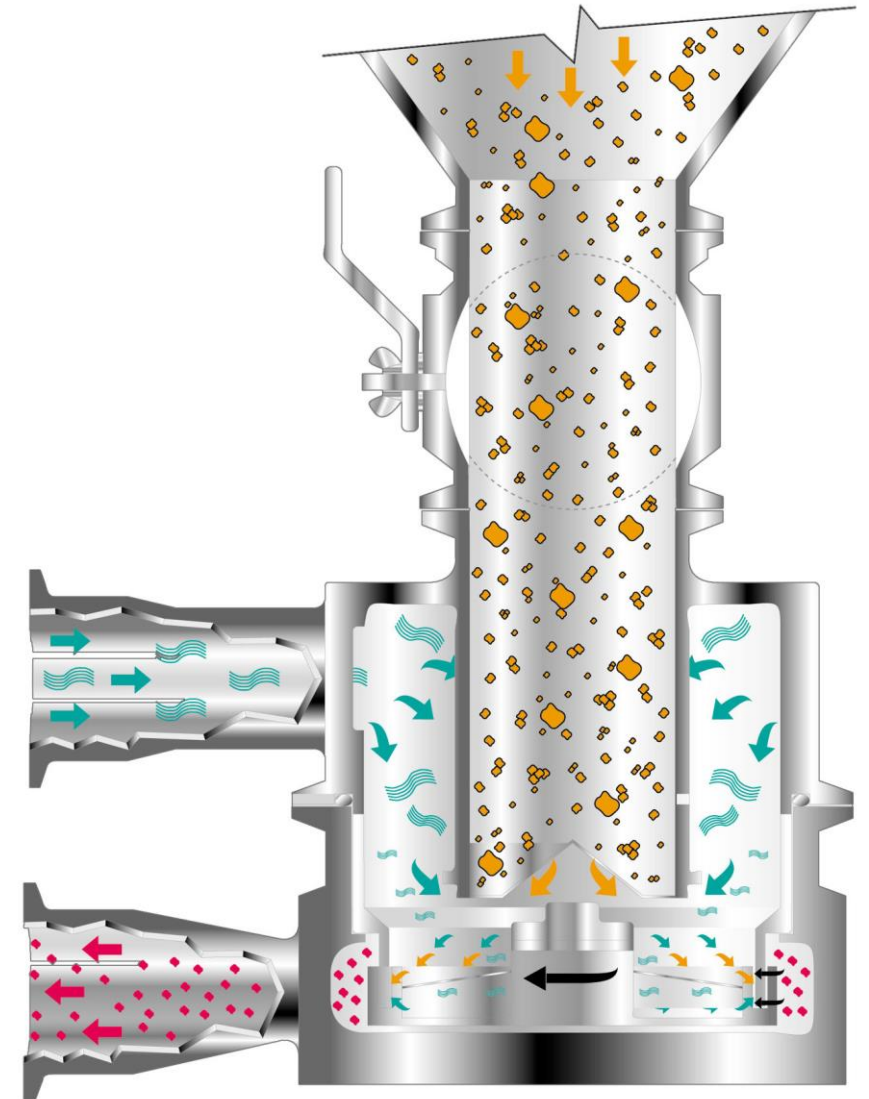
- Cuve cylindrique munie d'un agitateur : mise en suspension de levures.
- Tribler disperser solide/liquide continu: reconstitution avec poudre de lait.
- Pétrin (discontinu): pain.
- Cuve de conchage: chocolat.

4.1. Mélange solide/liquide

- Exemple de matériel de mélange solide/liquide: le disperseur solide/liquide:

- **Principe de fonctionnement:**

Système continu employé en ligne ou en recyclage. Création d'un vide dans l'œil de l'impulseur qui aspire les ingrédients solides avec un extrait sec total pouvant atteindre 80%. Les liquides sont injectés simultanément par une entrée tangentielle. Dans l'œil de l'impulseur, un tamis assure l'homogénéité du mélange.



4.2. Mélange liquide/gaz

- Principe:

Il s'agit de disperser les bulles de gaz dans un liquide sous l'action d'un mobile d'agitation.

L'injection peut précéder l'agitation (cas du foisonnement en foisonneur ou en échangeur à surface raclée) ou être simultanée (ascension de gaz injecté dans une cuve).

4.2. Mélange liquide/gaz

Indices positifs

- Le mélange augmente de volume (foisonnement);
- Il modifie la structure et la texture (mousse) et allège la charge nutritionnelle.

Indices négatifs

- Il appauvrit la couleur (foisonnement)
- Il nécessite l'ajout de stabilisant pour permettre le stockage.

4.2. Mélange liquide/gaz

- Matériels et applications

- Réacteur biologique avec injection de gaz (fermenteur): carbonisation en sucrerie, carbonisation des boissons, fabrication de boissons fermentées;
- Malaxeur stator/rotor sans échange de chaleur (foisonneur): mousse, génoise;
- Malaxeur avec échange de chaleur (échangeur à surface raclée): crème glacée.

4.3. Mélange liquide/liquide

- Principe:

Il s'agit de lier deux liquides, qu'ils soient miscibles ou pas.

Dans le cas de liquides miscibles, le mélange est favorisé par la diffusion.

Dans le cas des liquides non miscibles (type émulsion) revoir partie 2.3 (l'homogénéisation des liquides).

- Matériels et applications

Cuve à mobile d'agitation (jus de fruits composés).

4.3. Mélange liquide/liquide

Indices positifs

- On obtient un mélange homogène ainsi qu'une meilleure répartition des échange de chaleurs.

Indices négatifs

- L'opération de mélange induit un échauffement;
- Elle augmente la teneur en oxygène: augmentation de l'activité des bactéries aérobies et des phénomènes d'oxydation.

4.4. La cuisson extrusion

On distingue l'extrusion simple sans chauffage (pour les produits à fort taux d'humidité (45% de matière sèche tels que les pâtes alimentaires) de la cuisson extrusion (avec chauffage).

Dans ce procédé, on exploite plus ou moins selon les produits les fonctions suivantes, malaxage, cuisson et mise en forme:

- Effet malaxage, bonbons, gommes à mâcher, réglisse;
- Effet malaxage, cuisson et mise en forme: biscuits apéritifs, céréales pour le petit déjeuner.

4.4. La cuisson extrusion

- Principe:

Entraîné par une ou deux vis, le produit est soumis pendant un temps très court (quelques dizaines de secondes) à de fortes températures (100-200°C), de fortes pressions (50 à 150 bars) qui provoquent un cisaillement intense. En sortant par une filière (petit orifice), le produit subit une expansion. Ce procédé est continu.

- Matériels et applications

Cuiseur extrudeur mono-vis ou bi-vis: biscuits apéritifs, céréales pour petit déjeuner.

4.4. La cuisson extrusion

Indices positifs

- La cuisson extrusion permet de créer de nouveaux produits: forme, texture, couleur, goût.
- Elle permet également de disposer d'installations polyvalentes en fonction des paramètres.

Indices négatifs

- Néant.

5. LES OPÉRATION DE STABILISATION

Introduction

Les opérations traitées ci-après concernent la stabilisation biologique de l'aliment, qui permet d'éviter la prolifération des micro-organismes et l'altération des qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit.

Le choix d'une opération de stabilisation nécessite une bonne connaissance de l'aliment (composition bio-chimique) et de ses conditions de stockage (température, durée, etc.).

Les opérations unitaires développées ici sont:

- La stabilisation par élimination d'eau;
- La stabilisation par la chaleur;
- La stabilisation par le froid;
- Et la stabilisation par d'autres moyens (chimiques, physiques et biologiques).

5.1. Stabilisation par élimination d'eau par voie thermique

L'élimination de l'eau est une opération de stabilisation car elle permet de diminuer l'activité de l'eau (a_w): eau disponible pour les réactions biochimiques et le développement des micro-organismes.

On peut éliminer l'eau par deux types de moyens:

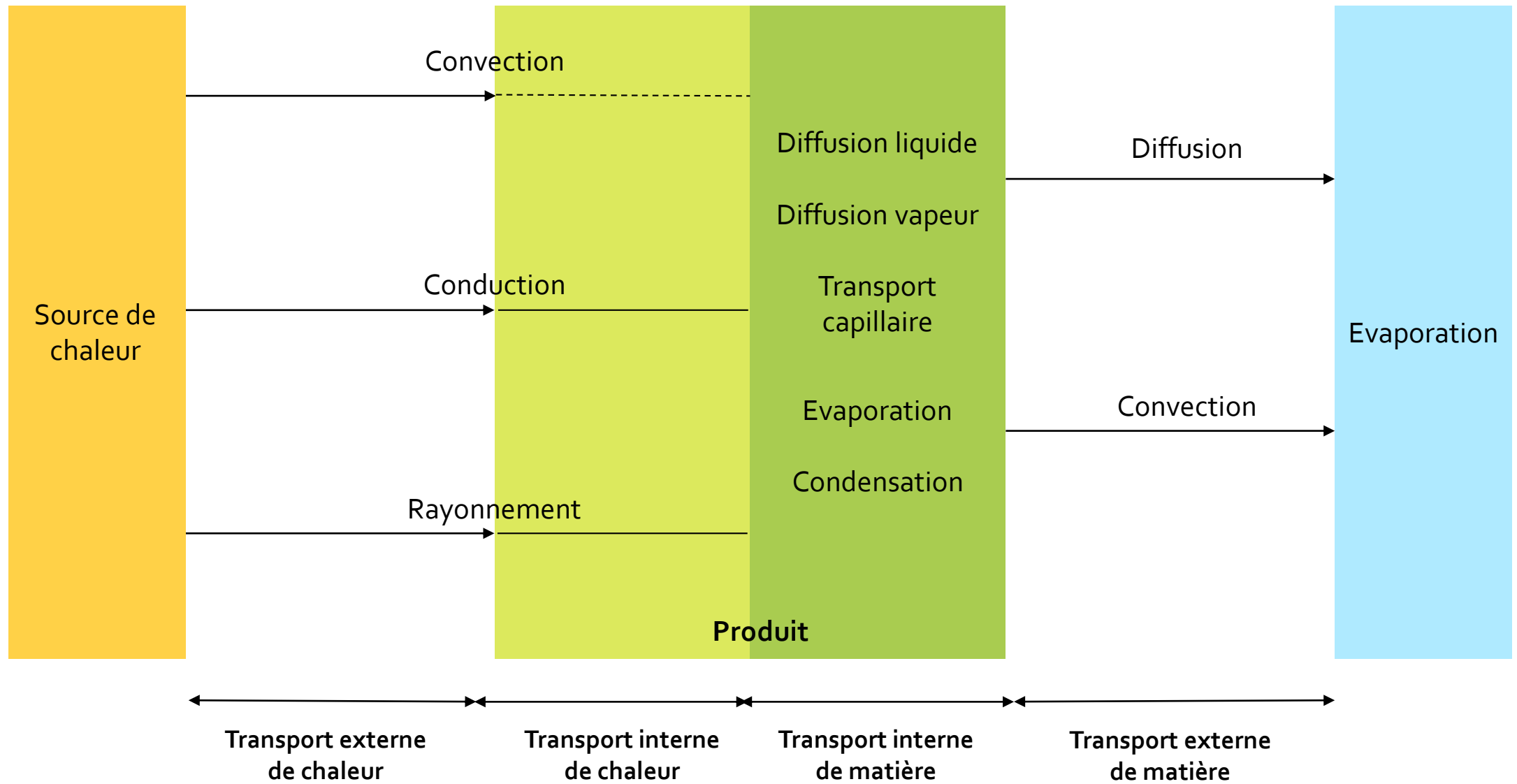
- **Moyens mécaniques** : décantation, centrifugation, ultrafiltration, osmose inverse;
- **Moyens thermiques** : évaporation
 - Par évaporation partielle, on obtient un produit liquide ou pâteux, c'est la **concentration**;
 - Par évaporation totale, on obtient un produit solide, c'est le **séchage**.

5.1. Stabilisation par élimination d'eau par voie thermique

L'évaporation de l'eau met en œuvre deux types de transfert: transfert de chaleur (externe puis interne); transfert de matière (interne puis externe):

- 1) Transfert de chaleur externe de la source de chaleur vers la surface du produit;
- 2) Transfert de chaleur interne de la surface vers le cœur du produit;
- 3) Transfert de masse interne du cœur vers la surface du produit;
- 4) Transfert de masse externe de la surface du produit vers le milieu extérieur.

Fig. Transfert de chaleur lors de l'évaporation de l'eau



5.1. Stabilisation par élimination d'eau par voie thermique

- **Principe:**

On distingue:

- **L'élimination d'eau par ébullition**: le produit est chauffé à la température d'ébullition de l'eau qu'il contient pour provoquer sa vaporisation, puis la vapeur d'eau est séparée du produit.
- **L'élimination d'eau par entraînement** : de l'air chaud et sec (température élevée et humidité relative faible) entraîne l'humidité du produit par différence de pression partielle de vapeur d'eau. L'eau du produit migre alors vers l'air sous forme de vapeur sans avoir subi d'ébullition.

5.1. Stabilisation par élimination d'eau par voie thermique

Indices positifs

- L'élimination de l'eau augmente la durée de conservation en abaissant l' a_w ;
- Elle réduit la masse ou le volume à transporter ou à stocker (par exemple 10 tonnes de lait = 1 tonne de lait en poudre);
- Elle modifie l'aspect du produit et facilite son utilisation (flocons de purée de pomme de terre, café lyophilisé).

Indices négatifs

L'élimination de l'eau provoque:

- Des dégradations biochimiques (Ex: dénaturation des protéines, dégradation des vitamines A, B1 et C, etc.);
- Des modifications physiques (croûtage, gélatinisation de l'amidon, produit recroquevillé);
- Une évaporation des arômes volatils (jus de pommes).

5.1. Stabilisation par élimination d'eau par voie thermique

- **Matériel et application:**

- Techniques par ébullition:**

- Installations de concentration sous vide: évaporateur (lait concentré, jus de fruits, confiture);
- Sécheur à cylindres chauffants (flocons de pomme de terre, soupes instantanées, farines infantiles);
- Lyophilisateur (framboises, café soluble, champignons, oignons, herbes aromatiques).

- Techniques par entraînement:**

- Atomiseur (lait en poudre, café, levure);
- Sécheurs à lit fluidisé (légumes, graines, levures caséines);
- Tunnel de séchage (fruits et légumes, biscuits, herbes et plantes aromatiques).

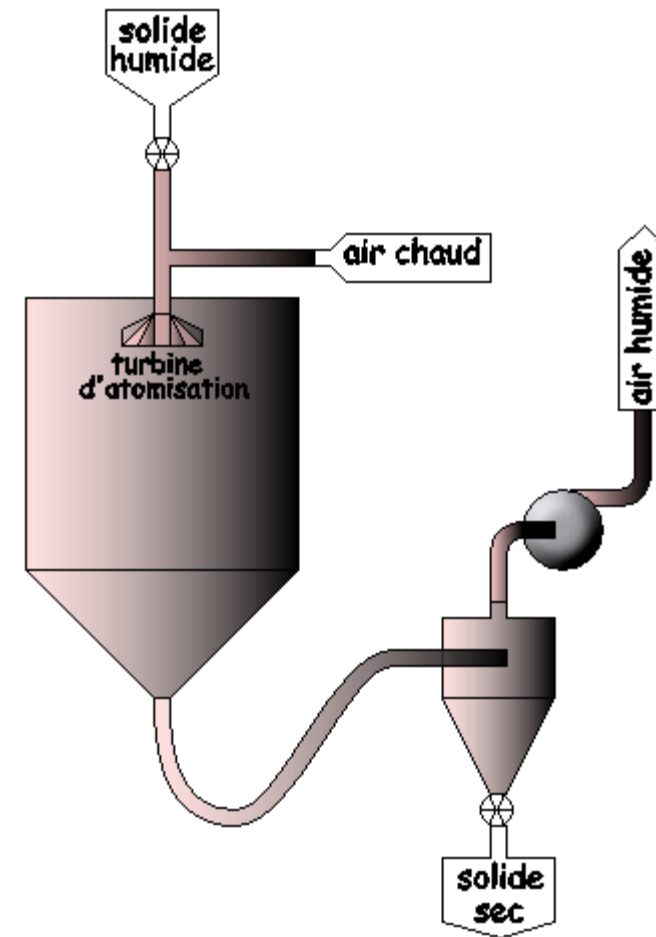
5.1. Stabilisation par élimination d'eau par voie thermique

- Exemple de matériel de séchage: la tour d'atomisation

Principe: pulvérisation d'un concentré liquide dans une chambre cylindro-conique de gros diamètre (jusqu'à 20 mètres) et de grande hauteur (jusqu'à 40 mètres) dans laquelle il est intimement mélangé à de l'air de séchage chauffé à haute température (200 à 350 °C). Chaque gouttelette de concentré pulvérisé durant sa chute de quelques secondes donne naissance à un grain de poudre.

Séchage multiple-effet avec quatre fonctions: séchage/mélange/agglomération/refroidissement.

Application: lait et dérivés, café, chocolat, œufs, jus de fruits...





5.2. Stabilisation par la chaleur

L'objectif principal de la stabilisation par la chaleur est la destruction partielle ou totale des flores d'altération (flore lactique, *Bacillus*...) et des flores pathogènes ou toxigènes (*Salmonella*, *Clostridium botulinum*...) et leurs enzymes.

L'élévation de température a pour effet l'inactivation enzymatique (par rupture des liaisons faibles dans la structure de la molécule d'ADN par exemple) et conduit ainsi à la mort des cellules.

Mais les réactions secondaires sont à prendre en compte telles que:

- La modification des qualités organoléptiques du produit (goût, texture, couleur par l'effet de la cuisson;
- La destruction des enzymes d'altération (lipase, polyphénoloxydase...);
- L'altération des qualités nutritionnelles (destruction de vitamine B1).

5.2. Stabilisation par la chaleur

De ce fait, optimiser un traitement thermique revient à déterminer un couple « temps de traitement et température » pour:

- Atteindre le niveau de qualité hygiénique fixé;
- Minimiser les altérations non recherchées (goût de cuit, rupture d'une émulsion...);
- Favoriser les réactions biochimiques souhaitées (couleur de la croûte du pain, viande grillées).

5.2. Stabilisation par la chaleur

L'efficacité d'un traitement peut être évalué par la méthode de Bigelow. Cette méthode permet, à partir des valeurs de **température atteintes à cœur** du produit, de calculer la **valeur stérilisatrice**, **pasteurisatrice** ou **cuisatrice** (en fonction du traitement réalisé). On peut ainsi comparer l'efficacité de deux traitements thermiques entre eux.

La formule de Bigelow:

$$F = \sum t \cdot 10^{\frac{T - T_{réf}}{Z}}$$

- La valeur stérilisatrice: $T_{réf} = 121,1^{\circ}\text{C}$ et $Z=10^{\circ}\text{C}$ (7 à 12 $^{\circ}\text{C}$ selon les micro-organismes et les conditions de milieu);
- La valeur pasteurisatrice: $T_{réf} = 70^{\circ}\text{C}$ et $Z=10^{\circ}\text{C}$ (7 à 12 $^{\circ}\text{C}$ selon les micro-organismes et les conditions de milieu);
- La valeur cuisatrice: $T_{réf} = 100^{\circ}\text{C}$ et $Z=25^{\circ}\text{C}$ (15 à 35 $^{\circ}\text{C}$ selon les descripteurs choisis).

5.2. Stabilisation par la chaleur

On distingue quatre opérations principales de stabilisation par la chaleur:

- Le blanchiment;
- La cuisson;
- La pasteurisation;
- La stérilisation;

Auxquelles peut s'ajouter :

- La tyndallisation,
- La thermisation, etc.

5.2.1. Le blanchiment

- **Principe:**

Ce traitement de quelques secondes ou minutes à 95-100°C peut s'effectuer à l'eau ou à la vapeur, par immersion ou par aspersion.

Pour contrôler l'efficacité du blanchiment, on effectue un test enzymatique pour mettre en évidence la destruction d'une enzyme (ex: la peroxydase).

5.2.1. Le blanchiment

Indices positifs

Le blanchiment:

- Réduit la charge microbienne;
- Altère les enzymes responsables d'altérations des fruits et légumes telles que les modifications de saveurs, les changements de couleurs (dégradation de la chlorophylle, brunissement des pommes, etc.);
- Élimine des gaz occlus dans les tissus et des arômes indésirables (chou, fenouil);
- Ramollie les végétaux pour faciliter le conditionnement.

Indices négatifs

- Il provoque des pertes de substances solubles (protéines, sucre, matière minérale): un « blanchiment » se comporte comme un extracteur solide-liquide, d'où une diminution de la valeur nutritionnelle du produit;
- Il induit des pertes de substances thermolabiles : certains nutriments, comme les vitamines, sont détruits par la chaleur. La perte en acide ascorbique (Vit C) est la plus importante.

5.2.1. Le blanchiment

- **Matériel et application:**
 - Blancheur à eau (cuve cylindrique à axe horizontal et tambour coaxial): pommes, poires.
 - Blancheur à vapeur (blancheur à lit fluidisé): petits pois, bouquet de chou-fleur, haricots verts.

5.2.2. La cuisson

- **Principe:**

On distingue:

- **La cuisson sèche ou humide:** cuisson par contact avec un solide, cuisson par contact d'un liquide (bouilli ou friture) ou cuisson par contact d'un gaz (au four ou à la vapeur);
- **La cuisson sous vide:** réalisée après un conditionnement sous vide.

5.2.2. La cuisson

Indices positifs

La cuisson:

- Stabilise l'aliment du point de vue hygiénique;
- Transforme l'aliment en produit comestible, appétissant et nutritif en attendrissant la texture et en modifiant les goûts;
- Améliore sa digestibilité;
- Provoque une coagulation et une hydrolyse partielle des protéines (ex: solubilisation du collagène des viandes en cuisson humide), qui conduisent à un attendrissement.

Indices négatifs

La cuisson entraîne des pertes nutritionnelles (vitamines thiamines par exemple), des pertes de matières par évaporation superficielle (jus de viande), de réactions pyrolyse des lipides au dessus « point de fumée »: réarrangement en composés toxiques appelés acroléines, la gélatinisation de l'amidon d'où un épaississement.

5.2.2. La cuisson

- **Matériel et application:**
 - Cuiseur mélangeur à double enveloppe (confiture).
 - Cuiseur continu à bain d'huile (frites).
 - Four tunnel (viandes)
 - Marmites (immersion dans l'eau, autoclave, four de cellule (plats cuisinés)).

5.2.3. La pasteurisation

- **Principe:**

On distingue trois catégories de couples temps-température:

- Pasteurisation basse (15-30 min à 60-65 °C) ou équivalent;
- Pasteurisation haute (15-40 sec à 70-75 °C) ou équivalent;
- Flash pasteurisation (1-2 sec à 85-95°C) ou équivalent.

La pasteurisation est un procédé de conservation limité auquel sont adjoints un conditionnement hermétique, associé ou non à une atmosphère modifiée ou sous vide, et une réfrigération et/ou une acidification.

5.2.3. La pasteurisation

Indices positifs

- Détruit la flore pathogène et ses toxines;
- Réduit la flore banale (flore d'altération);
- Améliore la digestibilité du produit;
- Provoque la coagulation et l'hydrolyse partielle des protéines (ex: solubilisation du collagène, attendrissement des viandes).

Indices négatifs

La pasteurisation ne détruit pas les formes sporulées.
Elle provoque des altérations minimales.

5.2.3. La pasteurisation

- **Matériel et application:**
 - Echangeur à chaleur : pasteurisateur à plaques, tubulaire ou à surface raclée (produits en vrac: jus de fruits, lait, sauces).
 - Appareil de cuisson-pasteurisation type autoclave (produits emballées, plats cuisinées)
 - Tunnels de pasteurisation (bouteilles en verre).

5.2.4. La stérilisation

- **Principe:**

On distingue deux catégories de couples temps-température:

- La stérilisation (10-20 min à 115-125 °C) ou équivalent;
- L'Ultra Haute Température UHT (2-6 sec à 140-150°C) ou équivalent.

Ce traitement équivaut au minimum, à douze réductions décimales de *Clostridium botulium*, soit une valeur stérilisatrice d'environ 180 sec. Dans la pratique, le barème est plus élevé.

5.2.4. La stérilisation

Indices positifs

La stérilisation détruit les formes végétatives et sporulées des microorganismes, ainsi que les enzymes responsables d'altérations.

Indices négatifs

La stérilisation provoque:

- Des pertes nutritionnelles (lysine, vitamine B1);
- Des modifications organoleptiques: goûts du cuit du lait par dénaturation des protéines;
- La dissolution d'une partie des substances pectiques des fruits ou des légumes;
- Le ramollissement des fibres cellulosiques;

Les indécences sont plus faibles dans le cas de l'UHT

5.2.4. La stérilisation

- **Matériel et application:**
 - Stérilisation en vrac: par chauffage direct ou indirect (échangeur), suivi d'un conditionnement aseptique (lait UHT, jus de fruits);
 - Stérilisation de produits conditionnés : en autoclave (appertisation),(plats cuisinés, etc).

5.3. Stabilisation par le froid : réfrigération et congélation

On distingue deux procédés de stabilisation par le froid.

- La **réfrigération** correspond à une stabilisation au froid positif ($T^{\circ} >$ au point cryoscopique) à court terme (plusieurs jours). Le froid positif a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques et par conséquent la multiplications et le métabolismes des micro-organismes.
- La **congélation/surgélation** correspond à une stabilisation par le froid négatif ($T^{\circ} <$ au point cryoscopique) à long terme (plusieurs mois). Cette technique combine l'action du froid et la baisse de l'activité de l'eau (a_w) car une partie de l'eau est cristallisée. Elle stoppe le développement des microorganismes mais il subsiste une certaine réaction telle que le rancissement des acides gras insaturés à -18°C .

5.3.1 La réfrigération

- **Principe:**

Ce traitement consiste à baisser la T° du produit sans atteindre le point cryoscopique du produit. On différencie la préréfrigération, qui correspond à l'abaissement de la T° jusqu'à la valeur cible, et la réfrigération qui correspond au maintien de la température.

Ces deux étapes sont réalisées dans des installations différentes.

5.3.1 La réfrigération

Indices positifs

La réfrigération diminue les vitesses de dégradation biochimiques du produit.

Elle augmente le temps de génération des microorganismes, donc ralentit leur développement.

Indices négatifs

La réfrigération sélectionne les bactéries psychrophiles (tolérantes au froid).

Elle peut provoquer un brunissement (ex: salade, banane), un rancissement de la matière grasse dans les viandes et une dégradation des caséines du lait.

5.3.1 La réfrigération

- **Matériel et application:**
 - Tunnel de prérefrigération (viande, poisson);
 - Réfrigération par l'air : chambre froide (fruits et légumes, viandes)
 - Réfrigération par l'eau (hydro cooling): tunnel par aspersion ou immersion (produits conditionnés)
 - Réfrigération par le vide (vacuum cooling): caisson étanche (salade).

5.3.2 La congélation

- **Principe:**

Le domaine de T° concerné se situe sous la température de congélation commençante (point cryoscopique). Cette T° est fonction de la concentration en soluté du produit.

Ces procédés entraînent la formation de cristaux de glace à partir de l'eau libre.

On distingue:

- La **congélation**: refroidissement lent (environ 1 à 10°C par minute) qui provoque la formation de gros cristaux de glace et une exsudation d'eau à la décongélation du produit;
- La **surgélation**: refroidissement rapide. La taille des cristaux est plus petite et donc évite l'exsudation à la décongélation.

5.3.2 La congélation

Indices positifs

- La congélation diminue l'activité de l'eau (a_w): l'eau devient indisponible en tant que solvant ou réactif;
- Elle modifie les qualités organoleptiques du produit telles que la texture pour les crèmes glacées;
- Elle permet une conservation longue (de un mois à deux ans selon le produit).

Sublimation: Passage (d'un corps) de l'état solide à l'état gazeux sans passage par l'état liquide

Indices négatifs

- Baisse la masse volumique, donc augmente le volume pouvant provoquer une exsudation à la décongélation;
- Peut provoquer un rancissement de la matière grasse par les lipases (ex: viandes grasses, beurre);
- Induit une déshydratation par sublimation de la glace;
- Provoque la concentration de certains solutés qui peuvent être à l'origine de réactions de dégradation telles que l'agrégation des globules gras.

5.3.2 La congélation

- **Matériel et application:**
 - Congélateurs cryogéniques par aspersion ou par immersion (poissons, volailles emballées);
 - Congélateurs à air froid :
 - Type tunnel (carcasses, crevettes préemballées)
 - Avec bandes transporteuses (haricots verts, crêpes fourrées)
 - En lit fluidisé (petits pois, bouquets de choux-fleurs)
 - Congélateurs par contact
 - À plaques (steak hachés, filets de poissons, surimi)
 - À tambour (épinards, soupes)
 - À surface raclée (crèmes glacées).

5.4. Stabilisation par d'autres moyens

D'autres moyens de stabilisation existent. Ils peuvent être:

- **Chimiques** : conservateurs, fumage, salage, sucrage, macération dans l'alcool;
- **Physiques**: les rayonnements (ionisation, IR, micro-ondes), les hautes pressions;
- **Biologiques**: les fermentations.

La mise en œuvre de ces techniques de stabilisation a pour principal objectif de compléter les procédés par le chaud et le froid et ainsi de réduire leur intensité pour préserver les qualités organoleptiques et nutritionnelles de l'aliment.

6. LES OPÉRATION DE CONDITIONNEMENT

Introduction

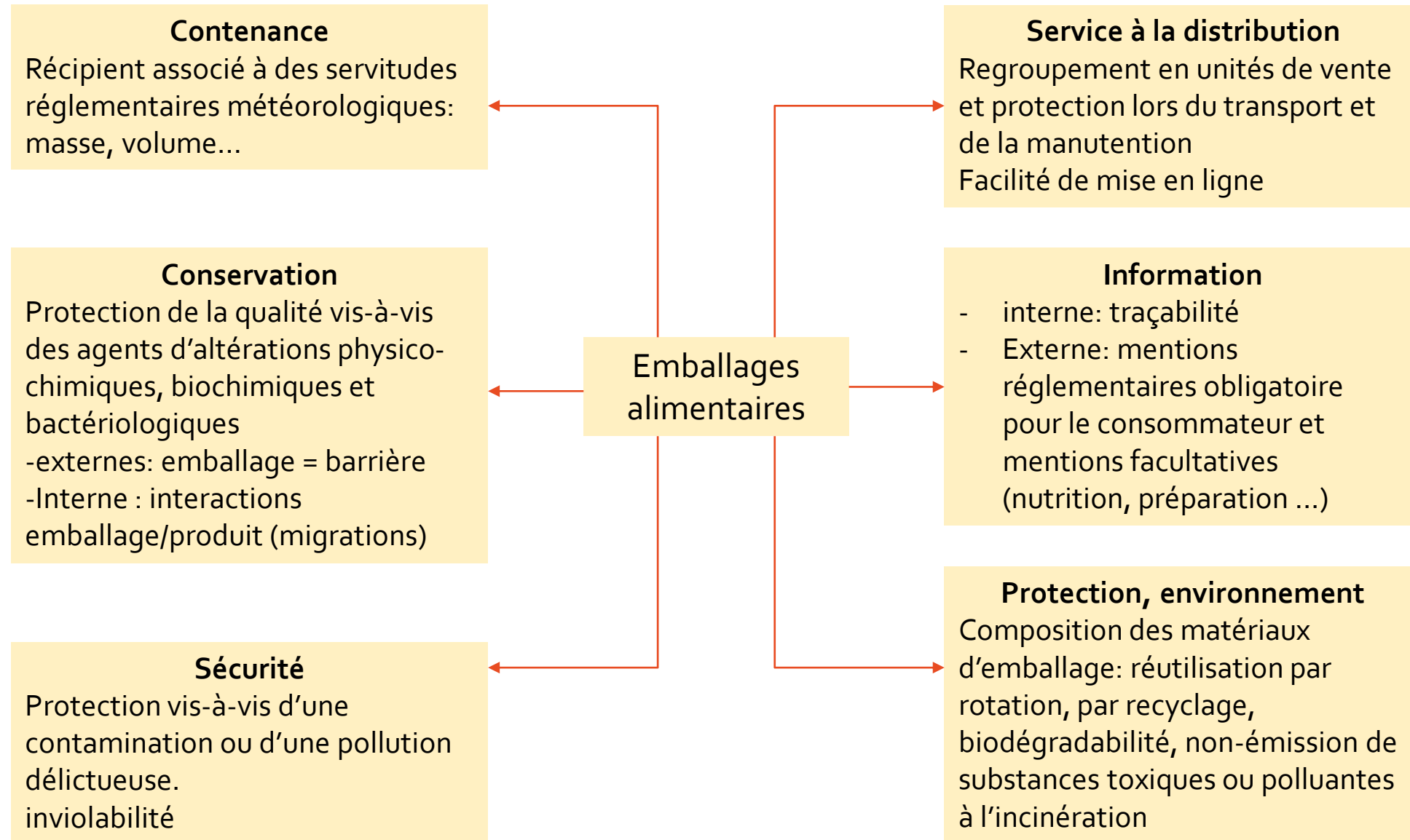
Les opérations de conditionnement consistent à entourer l'aliment d'un emballage qui possède plusieurs fonctions.

Ces fonctions sont remplies par l'emballage grâce à la diversité des matériaux disponibles : papier, verre, métal (acier, aluminium), plastique.

On distingue trois niveaux d'emballage:

- **L'emballage primaire** qui entoure chaque unité de vente (boîte de conserve);
- **L'emballage secondaire**, qui regroupe plusieurs unités de vente (plastiques autour de six briques de lait);
- **L'emballage tertiaire** qui assemble des groupes d'unités de vente (carton, film de palettisation)

Fig. Les différentes fonctions techniques du conditionnement



6.1. Les procédés de conditionnement spécifiques

6.1.1. Le conditionnement aseptique:

Il y a deux méthodes de conditionnement aseptique:

- Le conditionnement aseptique « intégré »: la fabrication de l'emballage s'effectue de manière aseptique et aboutit à un emballage stérile dans la masse;
- Le conditionnement aseptique provoqué: l'emballage est stérilisé extérieurement et intérieurement avant son remplissage. Cette méthode est beaucoup plus souple.

6.1. Les procédés de conditionnement spécifiques

6.1.2. Le conditionnement sous vide:

Il permet de priver les microorganismes d'oxygène et ainsi de favoriser la conservation de l'aliment en inhibant la flore aérobie d'altération et les phénomènes d'oxydation.

6.1.3. Le conditionnement sous atmosphère modifiée:

L'objectif est de modifier la composition de l'environnement gazeux de l'aliment. Les trois gaz utilisés, le plus souvent en mélange, sont l'oxygène, l'azote et le dioxyde de carbone. La composition du mélange dépend de l'aliment et des altérations qu'on souhaite inhiber (oxydation, développement des bactéries anaérobies, etc.).

Références bibliographiques

- <https://m.20-bal.com/law/16772/index.html?page=16>
- Alain Branger, Marie-Madeleine Richer, Sébastien Roustel, 2007/ Alimentation et processus technologique. Educagri éditions.
- https://www.ocl-journal.org/articles/ocl/full_html/2010/04/ocl2010174p219/ocl2010174p219.html
- <https://ytron-quadro.co.uk/products/ytron-zc/>