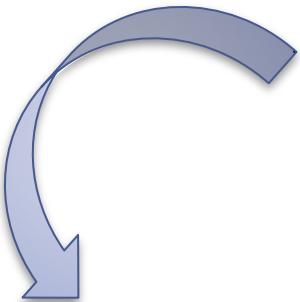




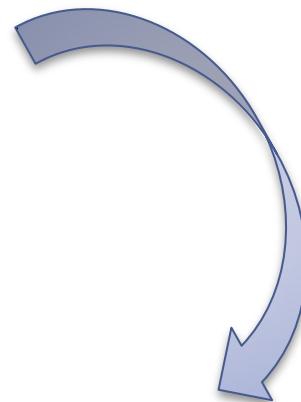
CHAPITRE I: LES TECHNIQUES DE CONSERVATION

Techniques de conservation des aliments par la réduction de l'activité de l'eau

L'abaissement de l'activité de l'eau dans l'aliment est réalisé par deux méthodes:



méthode directe qui consiste à extraire l'eau de l'aliment par déshydratation (séchage, lyophilisation,...)



méthode indirecte qui consiste à lier l'eau disponible par ajout d'agents dépresseurs de l'activité de l'eau.

I. Réduction de l'aw par déshydratation

La déshydratation est une technique physique de conservation des aliments. Elle consiste à éliminer, partiellement ou totalement, l'eau contenue dans l'aliment. Cela permet d'abaisser l'activité de l'eau en dessous de $aw = 0,6$.

le séchage

le fumage

lyophilisation

Ce procédé présente deux intérêts principaux :

Aw du produit ainsi traité atteint des valeurs suffisamment basses pour inhiber le développement des microorganismes et stopper les réactions enzymatiques ;

la diminution du poids et du volume est une économie importante pour le conditionnement, le transport et le stockage

I Le séchage

Le séchage est un procédé très ancien de conservation des produits agricoles et alimentaires. Il permet de convertir des denrées périssables en produits stabilisés, par abaissement de l'activité de l'eau (aw) jusqu'à une valeur inférieure à 0,6.

C'est une opération de séparation thermique qui consiste à retirer tout ou une partie d'un liquide imprégnant un corps dit « humide » par vaporisation de ce solvant.

Le produit final est un solide qualifié de « sec » même s'il contient une humidité résiduelle. La plupart du temps, ces produits sont stockés à température ordinaire, avant d'être réhydratés pour une utilisation dans un procédé industriel ou dans une préparation culinaire.

Types de séchage

séchage à l'air libre:



Le produit est exposé à l'air libre et il est séché sous l'effet du mouvement de l'air et la chaleur de soleil



séchage solaire



Le produit est placé dans un abri transparent (en verre). Le réchauffement naturel est causé par l'effet de serre (cas d'une vitre) qui diminue le taux d'humidité et accélère le séchage.

Séchage solaire indirecte:



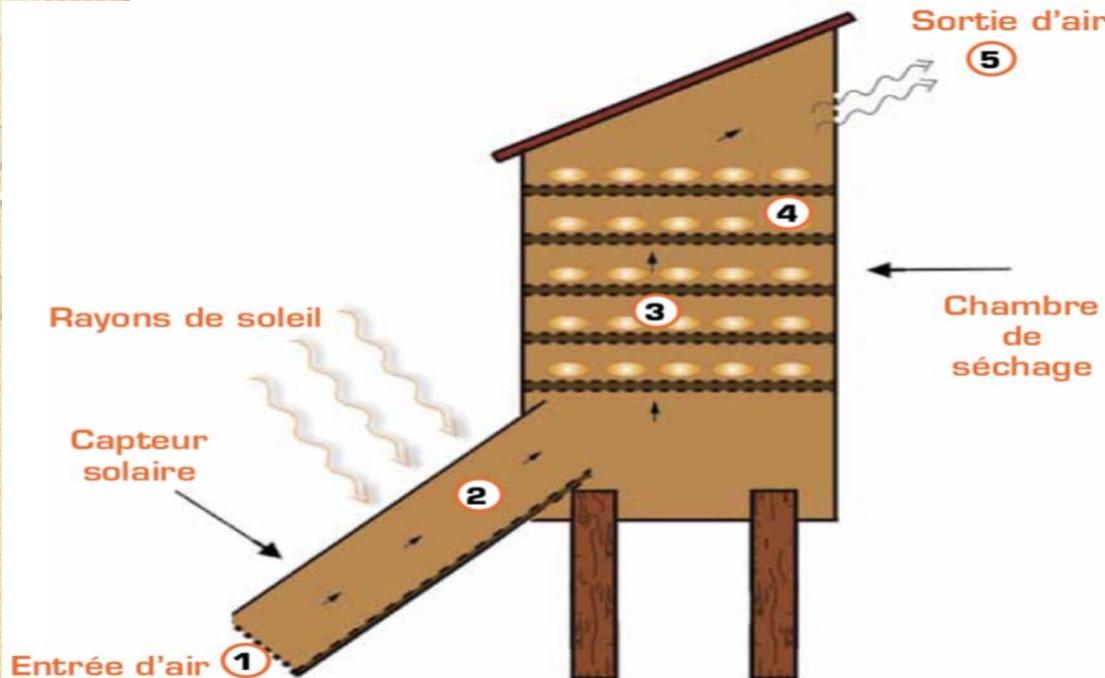
L'air est chauffé par un capteur, tandis que le produit est déposé à l'ombre. L'échange entre l'air chaud et le produit est plus rapide.

séchage par l'air chaud:



L'air chaud est directement ventilé sur les produits s'il s'agit de légumes de petits dimensions (mais, petit pois,...)

Le séchage se déroule sur le lit fluidisé ou dans chambres pour les gros fruits



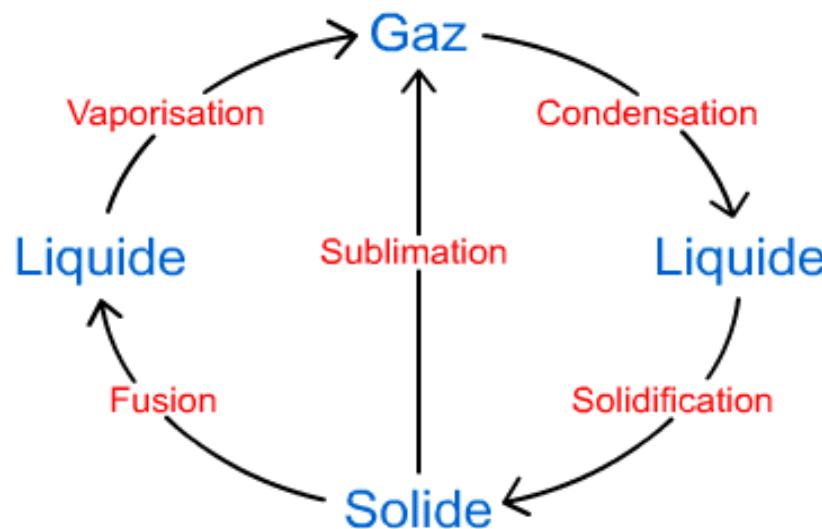
Séchage solaire indirecte:

2/ la lyophilisation (cryodessiccation):

C'est une opération de déshydratation à basse température qui consiste à éliminer par sublimation la majeure partie de l'eau contenue dans le produit.

Principe:

La lyophilisation consiste en l'élimination progressive de l'eau du produit préalablement congelé (phase solide) par passage à la phase vapeur, sans passer par la phase liquide. Ce changement d'état s'appelle la sublimation.



Le cycle de lyophilisation comprend trois phases principales :

Congélation :

Conditionnée par la nature du produit la température de congélation peut varier ce qui conditionne le choix au départ d'une puissance frigorifique conséquente à ne pas négliger, ceci de façon à obtenir une solidification uniforme de la matière à lyophiliser

Lyophilisation primaire :

Doit se dérouler sans décongeler le produit avec une pression partielle inférieure à la tension de vapeur de la glace

Lyophilisation secondaire :

Destiné à éliminer les dernières traces d'eau retenues par absorption ou pour assurer une quantité d'eau résiduelle la plus faible possible.

Application de la lyophilisation :

Ce système assez cher ne peut être profitable pour le producteur que pour la conservation des produits dans le séchage ne peuvent être réalisé de manière aussi satisfaisante par un autre procédé.

Exemple de quelques produits conservés par le séchage par sublimation:

**extrait de café (Nescafé),
la viande de poulet
et les champignons.**

fumage

Le fumage est un procédé de conservation et/ou cuisson des aliments qui met en contact un aliment avec la fumée aromatique issue de la combustion de copeaux de bois, foin, ou autres herbes et plantes sèches.

Pour obtenir de meilleurs résultats, il est souvent précédé d'une étape de salage ayant pour but de réduire la teneur en eau des aliments et améliorer leur conservation.

Application

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.

Le fumage à chaud:

consiste à cuire un aliment tout en lui apportant un goût fumé.

La température de fumage est plutôt élevée, entre 55 et 100°C. Le procédé dure ainsi beaucoup moins longtemps que le fumage à froid – en général entre 20 minutes et 1 heure. La texture des produits fumés à chaud est plus ferme que celle des produits fumés à froid. Exemples de poissons fumés à chaud : le maquereau.



Agrandir 

Le fumage à froid :

Avec le fumage à froid, la température ne doit pas dépasser 25 à 30° C et plusieurs heures voire plusieurs jours sont nécessaires.

L'aliment n'est pas cuit, mais après séchage, la fumée rendra l'aliment peu sensible aux bactéries et moisissures. Le saumon est traditionnellement conservé comme ça

Action de la fumée sur les aliments

D'un point de vue physico-chimique, la fumée est composée de particules liquides et solides en suspension dans une phase gazeuse de composition variable. Ces particules volatiles sont absorbées à la surface de l'aliment puis migrent en profondeur : leur pénétration peut durer plusieurs jours

La fumée influence :

La couleur

due essentiellement aux composés carbonyles, via des réactions de type Maillard ;

- la coloration est d'autant plus intense que la fumée est chargée en goudrons ;
- la coloration est proportionnelle à la quantité de phénols.

La conservation

Certains phénols ont un effet bactériostatique sur la croissance de microorganismes.

Cependant, dans le cas d'un fumage à chaud, c'est surtout la température qui est à l'origine de l'action antibactérienne.

L'arôme et le goût.

L'arôme typique de la fumée est dû aux phénols. Les différentes essences de bois utilisées ont une forte influence sur la saveur.

Réduction de l'aw par ajout d'agents dépresseurs

Les agents dépresseurs de l'activité de l'eau n'appartiennent à aucune famille chimique particulière.

L'activité de l'eau dépend de la nature et de la quantité des substances en solution dans la phase aqueuse de la denrée alimentaire (ou de la solution).

Les dépresseurs de l'aw les plus utilisés en industrie agroalimentaire sont les sels, notamment le NaCl, et les glucides, notamment les mono- et disaccharides.



L'utilisation des sels et des glucides est la technique la plus simple et la moins coûteuse pour réduire l'aw d'un aliment et améliorer ainsi sa conservation.

Cependant, elle ne peut être envisagée que dans le cas de préparations spéciales où le sel ou le sucre jouent un rôle déterminant dans les caractéristiques organoleptiques de l'aliment.

C'est le cas par exemple des anchois salés, des câpres au sel, des sirops et des produits de la confiserie.

Salage :

La conservation par le sel ou salage consiste à soumettre une denrée alimentaire à l'action du sel soit

en le répandant directement à la surface de l'aliment (salage à sec)

en immergeant le produit dans une solution d'eau salée (saumurage).

En diminuant l'activité de l'eau du produit, ce procédé permet de freiner ou de bloquer le développement microbien.

fromagerie,

charcuterie

conservation de certaines espèces de poissons (harengs, saumon, ...).

Sucrage :

Le sucrage ou l'ajout de sucre, notamment le saccharose, est une technique qui est aussi largement utilisée en IAA.

Le sucre est généralement utilisé comme ingrédients pour l'amélioration du goût, la couleur et/ou la texture de certains produits alimentaires comme les boissons, les sauces (Ketchup) et plusieurs autres préparations.

Dans d'autres produits alimentaires, comme le caramel et les sirops de glucose, le sucre est la matière première principale utilisée pour leur préparation.

L'ajout de sucre à des proportions assez suffisante améliore la conservation des denrées alimentaires et ce grâce à son effet dépresseur de l'aw. La conservation de certains aliments comme les bonbons et les sirops de glucose est due principalement à la présence de sucres.

Autres agents dépresseurs :

Outre les sels et glucides, on peut avoir recours à d'autres produits comme **les protéines** et leurs dérivés pour abaisser l'aw d'un aliment quoique leur effet dépresseur soit limité.

En plus le prix de ces produits est relativement élevé. Leur utilisation est dès lors plus souvent envisagée pour améliorer la valeur nutritionnelle d'une denrée ou pour renforcer le goût de celle-ci

Techniques de conservation des aliments par la réduction du pH

Techniques de conservation des aliments par la réduction du pH

Le procédé de conservation par abaissement du pH repose sur l'acidification du milieu dans lequel se trouve l'aliment, phénomène qui inhibe ou ralentit l'activité enzymatique et la croissance des microorganismes.

La détermination du pH des denrées alimentaires est primordiale car il influence directement leur aptitude à se conserver

Tableau: les valeurs du pH de quelques aliments

Produits alimentaires	pH
Poisson	6,5-6,8
Pomme de terre	5,4-6,2
Banane	4,5-5,20
Orange	3,6-4,3
Citron	2,2-2,4

La réduction du pH des produits alimentaires peut être réalisée par deux méthodes.

La première, est une méthode directe, consiste à l'acidification du produit par l'ajout d'un ou plusieurs acides organiques ;

La deuxième est une méthode indirecte qui repose sur l'utilisation des microorganismes de fermentation.

Acidification

L'acidification consiste à l'ajout d'un acide organique (acide acétique - citrique) ou un ingrédient acide (comme le citron) à un aliment qui est initialement peu acide.

L'acide ou l'ingrédient acide doivent être ajoutés dans des proportions bien déterminées pour que le pH du produit fini soit inférieur à 4,5.

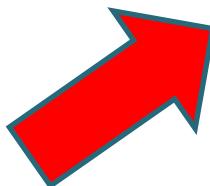
Tableau : Effet du pH sur les réactions d'altération des produits alimentaires

Réactions d'altération	pH optimal
Moisissures	4,5-6,8
Bactéries	6,5-7,5
Brunissement enzymatique	6-6,5
Brunissement non enzymatique	4-7

-Fermentation

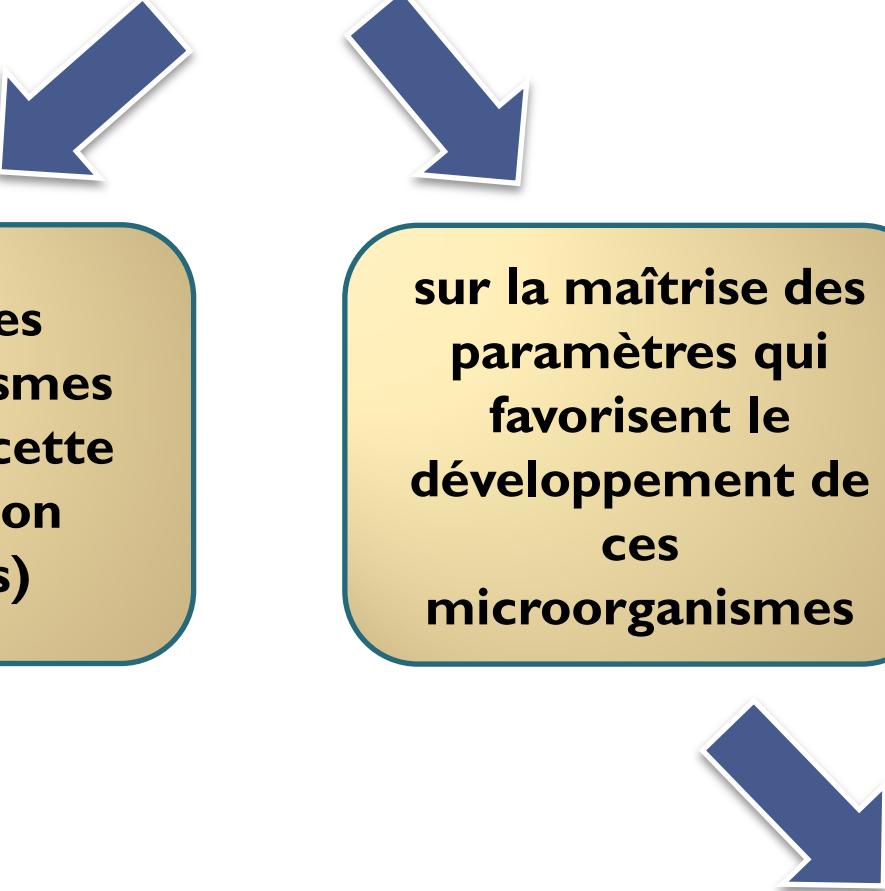
La fermentation peut être définie comme l'utilisation contrôlée de microorganismes sélectionnés dans le but de préserver les aliments par production d'acides ou d'alcool, et de modifier leurs caractéristiques organoleptiques.

Cette technique, exploitée par l'homme depuis des millénaires sur base empirique, n'est pas sans risque si elle n'est pas maîtrisée.



Il convient en effet que les microorganismes à l'origine des effets recherchés ne soient pas pathogènes et ne génèrent pas d'altération.

La maîtrise de cette technique repose sur



**le choix des
microorganismes
permettant cette
fermentation
(ferments)**

**sur la maîtrise des
paramètres qui
favorisent le
développement de
ces
microorganismes**

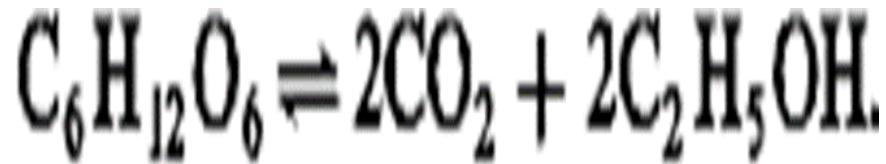
**(température, pH,
aw, nutriments, etc.).**

Les différentes fermentations.

On distingue les fermentations selon le type de produits libérés à l'extérieur par le microorganisme fermentaire

La fermentation alcoolique

réalisée en anaérobiose par des levures du genre **Saccharomyces** conduit à la libération d'alcool et de CO₂.



Elle est à la base de la production de

la bière

cidre

pain

vin

La fermentation lactique

Elle est réalisée par des bactéries dites lactiques conduit à la production d'acide lactique.

homolactique

yaourts, laits fermentés, fromages, saucissons, choucroute et de nombreux autres produits alimentaires.

donne majoritairement naissance à de l'acide lactique

elle est réalisée par des bactéries appartenant aux genres *Lactococcus*, *Lactobacillus* (certaines espèces) et *Streptococcus*

hétérolactique

mène à la production d'acide lactique et d'autres produits, alcool, CO₂ et acide acétique.

elle est assurée par des bactéries appartenant aux genres *Lactobacillus*

Autres fermentations

La fermentation malolactique



représente la transformation de l'acide malique en acide lactique et CO₂ sous l'action de bactéries lactiques essentiellement du genre *Oenococcus*. Elle entraîne une désacidification du vin et permet d'éliminer l'acide malique qui donne au vin une verte indésirable dans les vins de qualité ;

La fermentation propionique



est réalisée par des bactéries appartenant au genre *Propionibacterium* et conduit à la production d'acide propionique ; elle intervient dans la fabrication des fromages à pâte cuite auxquels elle donne un goût caractéristique.

Les paramètres qui influencent la fermentation

Le sel

Il favorise les bactéries lactiques au détriment des autres organismes. L'activité des microorganismes aérobies lors de la pré-fermentation est donc fortement influencée par la teneur en sel. Ce sont ces micro-organismes qui ramollissent les légumes. Si l'on veut des légumes croquants, on mettra plus de sel, si l'on veut les ramollir, on en mettra moins.

La taille des morceaux

Elle influe sur la quantité de sucre libérée lors de la fermentation et donc sur l'acidité du produit final. Des légumes entiers ou de gros morceaux libéreront peu de sucre et seront moins acides. Dans des conditions optimales, les légumes lacto-fermentés peuvent se conserver ainsi plus d'une année.

La température

Avantages de la fermentation: Cas de la lactofermentation des fruits et légumes

transforme le sucre d'un aliment en acide lactique. Les aliments lacto-fermentés contrairement à bien d'autres procédés de conservation, restent des aliments riches en enzymes qui facilitent le travail du système digestif, ce sont des aliments vivants.

modifie certains constituants des aliments. Elle rend les aliments comme partiellement prédigérés, transformant les grosses molécules organiques en molécules plus petites. Elle facilite l'assimilation des amidons et des protéines par l'organisme et en scindant les protéines crues en acides aminés aisément assimilables et les amidons et les sucres complexes en sucres simples

Elle rend les fibres des aliments moins irritantes pour les intestins, ce qui est très apprécié par les personnes à un organisme fragile qui ont des difficultés à digérer les crudités à cause des fibres trop dures.

Les produits lactofermentés consommés crus nous apportent des bactéries précieuses favorisant l'équilibre physiologique de la flore intestinale. Un fonctionnement optimum des intestins favorise un bon état de santé.

elle acidifie, modifie le goût de l'aliment et surtout enrichit les aliments augmentant leur teneur vitaminique en créant de nouveaux nutriments : vitamines (dont de la vitamine C, des vitamines du groupe B dont la B12, de la vitamine K et de la provitamine A), minéraux et oligo- éléments et en augmentant la quantité des lactobacilles (de bonnes bactéries naturelles).

Lors de la lacto-fermentation, les phytates présentes dans les enveloppes des céréales et des légumineuses, qui sont des inhibiteurs d'enzymes particulièrement agressifs pour les réserves calciques humaines, se trouvent détruites. C'est ce qui se passe lors de la panification au levain naturel.

On attribue à l'acide lactique des vertus favorables au renforcement des défenses immunitaires, il s'oppose au développement de bactéries pathogènes responsables de la putréfaction.

C'est un procédé de conservation des légumes qui prend des mois et se déroule sans l'intervention d'un agent extérieur ou aucun ajout d'énergie (par la cuisson ou la congélation, par exemple.) Les cornichons sont par exemple conservés selon cette technique.

La conservation des aliments par l'utilisation des conservateurs alimentaire

Les conservateurs sont des substances qui limitent, ralentissent ou stoppent la croissance des microorganismes (bactéries, levures, moisissures) présents dans l'aliment et préviennent donc l'altération des produits ou les intoxications alimentaires. Ils sont employés entre autres dans les aliments cuits, le vin, le fromage, les jus de fruits et les margarines.

Les conservateurs font partie de la famille des additifs alimentaires. On entend par «additif alimentaire» toute substance qui n'est pas consommée pour des besoins nutritifs.

Cet additif est ajouté intentionnellement dans un but technologique ou organoleptique, et peut affecter de toute autre façon les caractéristiques de cette denrée.

Dans le cadre de la C.E.E. (Communauté Economique Européenne), les additifs sont classés par catégorie avec un code commençant par la lettre E suivi d'un nombre de trois chiffres dont le premier donne 3 types d'additifs:

1:colorants 2:conservateurs 3:anti-oxygène

Les additifs de conservation, ou conservateurs chimiques (E200 à E 297), sont utilisés dans le but de prolonger la durée de conservation des aliments.

Ils ont comme objectifs d'assurer :

L'innocuité de l'aliment, par inhibition de la multiplication des microorganismes pathogènes et de la production de toxines.

La stabilité organoleptique de l'aliment par inhibition des microorganismes d'altération.
Les conservateurs chimiques n'ont pas la capacité de rendre sain un produit qui ne l'était pas avant son traitement, ni d'améliorer la qualité d'un mauvais produit ; ils peuvent seulement conserver au produit ses caractéristiques initiales plus longtemps qu'à l'ordinaire.

1. Les agents de conservation

Les conservateurs
minéraux

2. Les antioxygènes

Les conservateurs
organiques

3. Les bioconservateurs

Les nitrates et les nitrites

Mode d'action

Les nitrates sont réduits en nitrites, qui constituent la forme active de ces composés

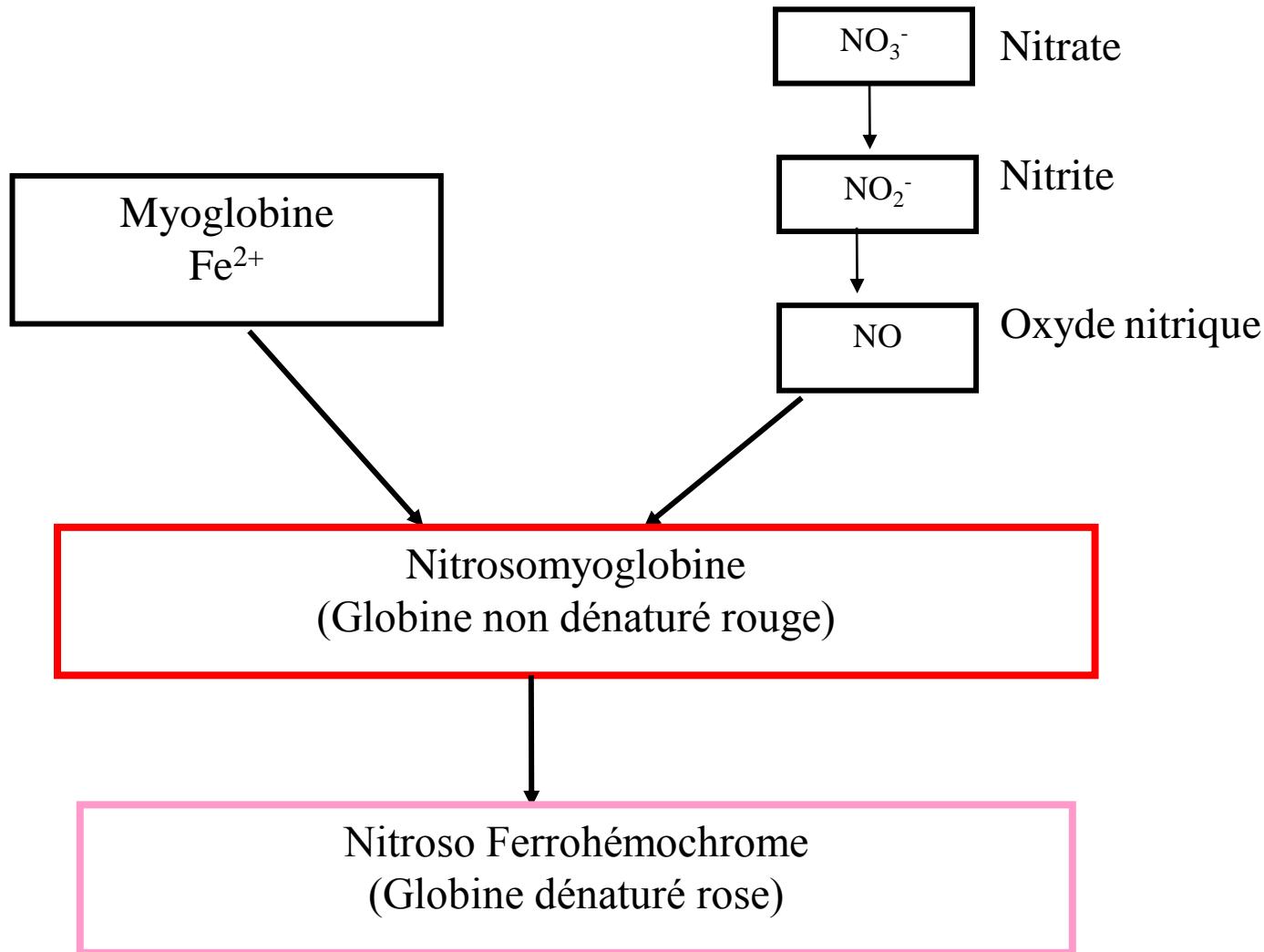
Deux avantages:

celui d'être un conservateur

celui de donner une couleur rose stable aux produits de charcuterie.

Il semblerait qu'ils aient des effets sur les mécanismes de transport, les oxydo-réductions et sur diverses actions enzymatiques.

Le mécanisme qui permet aux nitrates ou nitrites de donner une couleur rose aux produits de charcuterie est le suivant:



■ Utilisation

Ces additifs sont principalement utilisés en charcuterie :

- On utilise le sel nitrité pour les technologies rapides c'est-à-dire les produits cuits.
- On utilise du salpêtre pour les technologies lentes c'est-à-dire les produits séchés.

N° E	Nom	Denrées alimentaires
E249	Nitrite de potassium	Produits de charcuterie et de salaison non cuits, séchés:
E250	Nitrite de sodium	Autres produits de salaison et charcuterie Produits de viande en conserve
E252	Nitrate de potassium	Produits de charcuterie et de salaison Produits de viande en conserve Foie gras, foie gras entier, bloc de foie gras
E251	Nitrate de sodium	Fromage à pâte dure, semi-dure et semi-molle Harengs au vinaigre et sprats

L'anhydride sulfureux et les sulfites

Ces conservateurs utilisés depuis la civilisation égyptienne comprennent :

- L'anhydride sulfureux SO_2 (E220)
- Le sulfite de sodium $Na_2 SO_3$ (E221)
- Le sulfite acide ou bisulfite de sodium $NaHSO_3$ (E222)
- Le disulfite ou pyrosulfite ou métabisulfite de sodium $Na_2S_2O_5$ (E223)
- Le sulfite de calcium $CaSO_3, 2H_2O$ (E226)

■ Mode d'action

Aux doses d'emploi, son effet acidifiant très modéré n'explique pas son action.

Cet effet s'expliquerait par diverses actions, notamment la réduction des ponts disulfures (-S-S-) dans les protéines enzymatiques et la combinaison avec les fonctions aldéhydes des sucres.

■ Utilisation

Souvent employés pour la conservation des produits végétaux, notamment des fruits (tranches de pommes, pêches et tomates pelées, fruits séchés, concentrés de fruits).

Ces conservateurs ont un effet protecteur à l'égard de certains processus défavorables tels que le brunissement enzymatique.

Autres exemples d'utilisations :

- Boisson fermentées à base de fruits, vins sans alcool
- Moutarde
- Substituts de viande, de poissons et de crustacés à base de protéines
- Gélatine
- Maïs emballé sous vide....

L'anhydride carbonique

L'anhydride carbonique est une substance destinée à d'autres usages que la conservation mais dispose d'un effet conservateur secondaire.

■ Mode d'action

Le CO_2 inhibe la croissance des bactéries aérobies et des moisissures, mais il n'a aucun effet sur les bactéries lactiques et pathogènes.

Cependant, son mode d'action n'est pas bien connu. Il semblerait que le CO_2 inhibe certaines enzymes comme la décarboxylase.

■ Utilisation

Utilisé en agroalimentaire sous l'appellation E 290

Conservation :

- de la viande fraîche réfrigérée
- des produits végétaux

Ce conservateur pourrait être étendu à d'autres aliments comme le lait, les œufs et les produits de la mer.

L'acide sorbique et sorbates

- Mode d'action

Acide gras insaturé d'origine naturelle:



Activité antimicrobienne et fongistatique

Utilisation

- L'acide sorbique (E 200)
- Sorbate de sodium (E 201)
- Sorbate de potassium (E 202)
- Sorbate de calcium (E 203)

Appliqués en traitements de surface pour les émulsion grasses, certains fromages, fruits séchés, produits céréaliers cuits...

Acide benzoïque et benzoates

- Mode d'action

Ils agissent à pH acide, sous forme non ionisée, en inhibant la croissance des levures et des moisissures

- Utilisation

Ces additifs sont introduits dans les sauces, les jus de fruits, les compotes, certains légumes, fromages, les crevettes...

- L'acide benzoïque (E 210)
- Benzoate de sodium (E 211)
- Benzoate de potassium (E 212)
- Benzoate de calcium (E 213)

L'acide lactique

- **Mode d'action**

Il inhibe la croissance de toutes les bactéries, sans altérer la couleur et les arômes.

- **Utilisation**

E 270

Utilisé dans la confiserie, les produits laitiers, le vin, les olives...

L'acide malique

- **Mode d'action**

Il agit par acidification du milieu et permet de masquer certains arrières goûts.

- **Utilisation**

E 296

Utilisé dans les crèmes glacées, les confiseries.....

Ce sont des substances qui prolongent la durée de conservation des aliments en les protégeant des altérations provoquées par oxydation telle que le rancissement des matières grasses.



Le rancissement s'accompagne:

- d'une altération du goût et des odeurs
- Perte de vitamines A et E
- Perte d'acides gras poly-insaturés
- Décoloration du produit

■ Mode d'action

- Chargés de ralentir les réactions d'oxydation par l'oxygène moléculaire
- Antioxydants utilisés
 - Anhydride sulfureux et sulfites: E220, E224, E226
 - Acide L ascorbique (vitamine C) et ses sels: E300 à E304

➤ **Les tocophérols**

Les tocophérols, qui font partie de la famille de la vitamine E, sont un autre exemple d'antioxydants naturels. On les trouve principalement dans les noix, les graines de tournesol, les pousses de soja et de maïs et ils sont le plus souvent utilisés pour conserver les huiles végétales, la margarine et les produits à base de cacao.

➤ **Le BHA et le BHT**

L'E320 (butylhydroxyanisol ou BHA) et le E321 (butylhydroxytoluène ou BHT) et E322 (Lécithine de soja) sont des antioxydants puissants utilisés pour retarder l'oxydation et notamment pour éviter le rancissement des graisses. On les retrouve dans de nombreux plats préparés dans les margarines, mais aussi dans les chewing-gums les flocons de pommes de terre ou dans les céréales du petit déjeuner.

BHA



classé dans la catégorie "cancérogène possible pour l'homme"(2A) par le CIRC (Le Centre International de Recherche sur le Cancer) et perturbateurs du système, endocrinien. D'après certains auteurs, le BHT serait à l'origine de manifestations allergiques et de troubles des systèmes reproductif et sanguin

➤ Les gallates

Les E310 à E312 sont des antioxydants de synthèse utilisés dans de nombreux aliments industriels comme les chewing-gums, huiles végétales, laits en poudre et soupes sachets dont ils préviennent le rancissement des graisses. Souvent associés aux BHA et BHT, ils pourraient être responsables de réactions allergiques, de troubles digestifs.

Tableau : Exemples d'antioxydants les plus couramment utilisés

Nombre E	Substance/Classe	Exemples de denrées alimentaires dans lesquels ils sont utilisés
E 300-302	Acide ascorbique, Ascorbate de sodium, Ascorbate de calcium	Boissons non alcoolisées, confitures, lait concentré, saucisson, maintiennent la couleur des fruits et légumes fraîchement épluchés ou découpés
E 304	Palmitate d' ascorbyle	Saucissons, bouillon de poule
E 306-309	Tocophérols	Huiles et graisses végétales
E 310-311	Gallates, Octyl gallate	graisses de friture, assaisonnements, soupes déshydratées, chewing-gum
E 320-321	BHA (Butyl hydroxyanisole), BHT (Butyl hydroxytoluène)	Bonbons, raisins secs, fromage fondu, beurre de cacahuètes, soupes instantanées

Législation relative à l'utilisation des conservateurs et des antioxydants

Comme tous les additifs alimentaires, les conservateurs et les antioxydants sont soumis à une réglementation stricte et ce malgré leurs effets bénéfiques sur l'organisme (cas des vitamines C et E) et sur la conservation des aliments.

La législation, d'une manière générale, exige que l'utilisation des additifs soit autorisée pour l'aliment considéré et ce sans dépasser les limites maximales fixées. En plus, ils doivent être mentionnés sur l'emballage du produit par catégories (antioxydants, conservateurs, colorants, etc.), par leur nom ou par leur code.

Les bactériiocines

- **Mode d'action**

Peptides ou protéines synthétisés par des bactéries (antibiotiques), capables d'inhiber la croissance de certains microrganismes.

- **Utilisation**

- Nisine (E 234)
- Natamycine (E 235)

Les enzymes

- **Le lysozyme**

Il agit en lysant la paroi des bactéries pathogènes ou non.

E 1105, utilisé en fromagerie.

Additifs absolument non toxique.

- **La lactopéroxydase**

Elle conduit à l'oxydation des acides aminés des enzymes vitales des bactéries, principalement les bactéries mésophiles.

Conservation des aliments par rayonnement ionisants

Définition de l'ionisation

Un rayonnement est dit ionisant s'il possède une énergie suffisante pour créer des ions au sein de la matière irradiée.

L'atome ou la molécule en perdant ou en gagnant des charges n'est plus neutre électriquement, l'atome est alors transformé en ion (positif), c'est l'ionisation

L'ionisation entraîne une absorption d'énergie qui induit une rupture des liaisons atomiques ou moléculaires.

Les radiations ionisantes sont appliquées aux aliments dont le but d'améliorer leur conservation. Les aliments ayant subi un traitement aux radiations ionisantes sont dites « irradiés ». Ils ne sont nullement « radioactifs ».

Types de rayonnements ionisants

Rayons X

sont produits par des appareils fonctionnant à un niveau d'énergie égal ou inférieur à 5 MeV.

Electrons accélérés

sont obtenus par des systèmes fonctionnant à un niveau d'énergie égal ou inférieur à 10 MeV..

Rayons γ

correspond à l'émission spontanée de photons par le noyau d'un isotope ; il s'agit soit du cobalt 60, soit du césium 137..

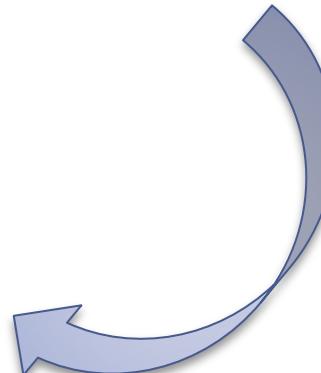
Les rayons X et gamma sont très pénétrants

sont très pénétrants donc possible de traiter des produits ayant un volume important.

Les faisceaux d'électrons

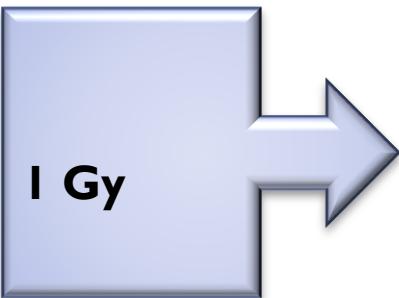
pénètrent moins profondément dans la matière mais suffisamment pour traverser des films ou des emballages.

les aliments peuvent être traités à travers leur emballage, et même congelés ou réfrigérés.



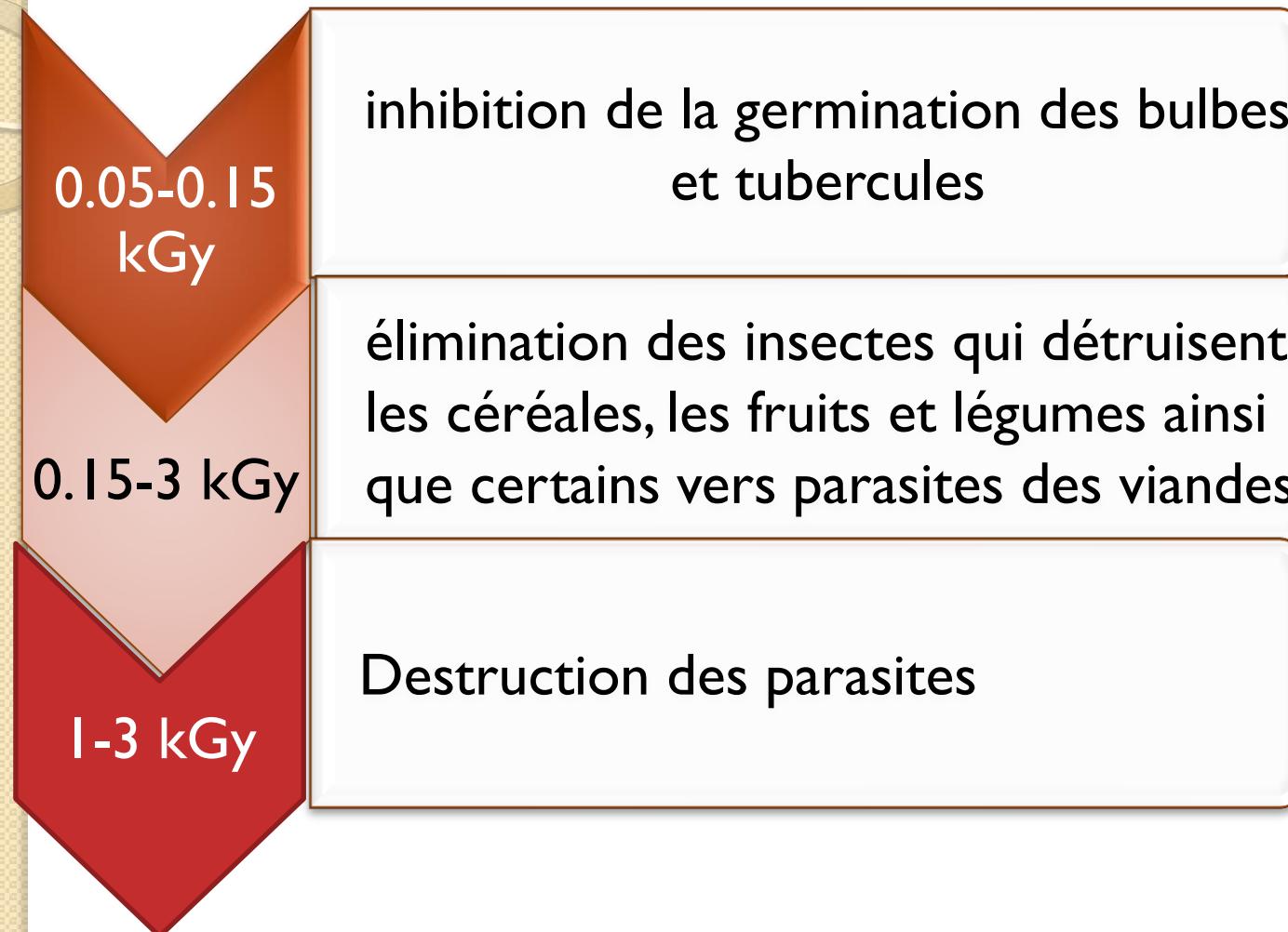
Dose d'irradiation

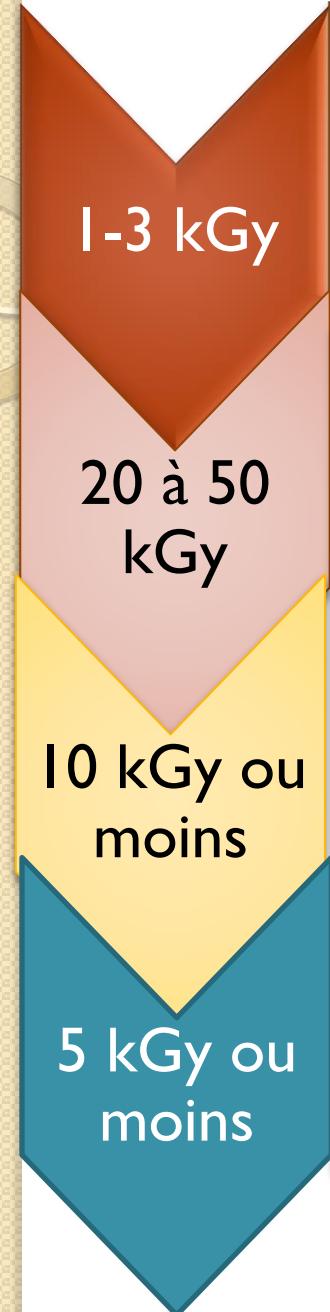
La dose d'irradiation est la quantité d'énergie absorbée par l'aliment par quantité de masse. la dose d'irradiation s'exprime en **Gray** (ou **Gy**) ;



correspondant à l'absorption d'une quantité d'énergie d'un Joule par kg d'aliment.

Les doses d'ionisation sont réglementées et échelonnées selon les effets souhaités :





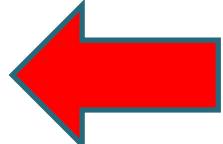
amélioration de la qualité et allongement de la durée de conservation des fruits et légumes frais, des poissons frais par ralentissement du processus de décomposition

Détruit la totalité des microorganismes

Détruit la totalité des germes pathogènes non sporulés.

Réduit la charge microbienne sans altérer le produit.

Afin d'informer le consommateur sur les aliments irradiés, la norme Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées, impose que l'étiquette de tout aliment qui a été traité par des rayonnements ionisants, ou contenant des ingrédients irradiés, doit porter une mention écrite à cet effet.



L'emploi du symbole international d'irradiation des aliments, est facultatif, mais lorsque celui-ci est utilisé, il doit figurer à proximité immédiate du nom de l'aliment.

Différentes applications du traitement par rayonnements ionisants

En France: épices, herbes aromatiques séchées ou surgelées, oignons, ail, échalotes, légumes et fruits secs, viande de volaille,

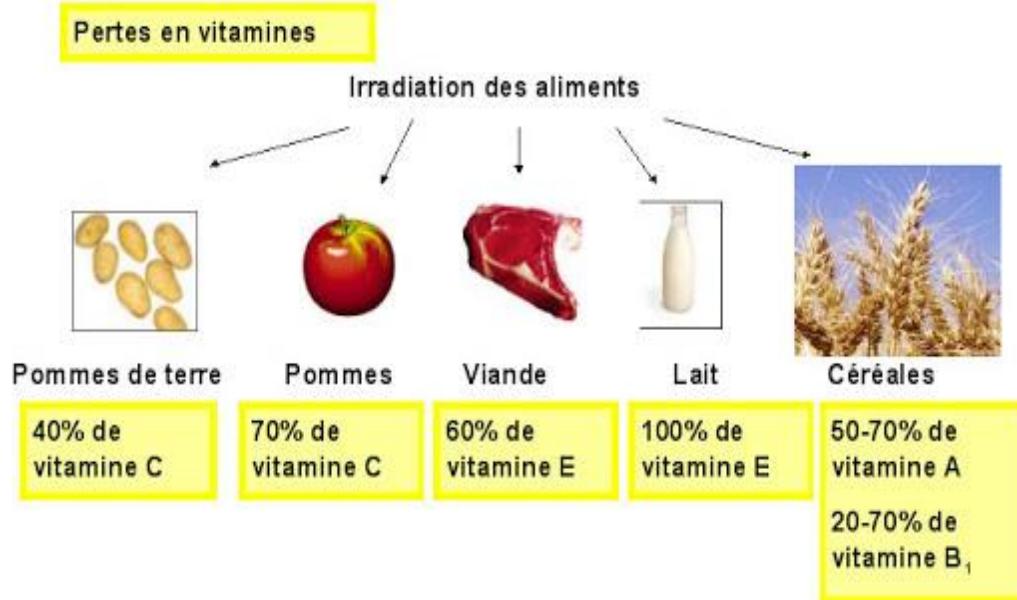
En Belgique: pommes de terre, fraises, oignons, ail, épices et aromatisants, légumes, produits destinés à la préparation d'infusions, crevettes, viande de volaille congelée

Au Canada: ralentir la germination des pommes de terre et des oignons, tuer les insectes qui infestent le blé et sa farine, ou réduire le nombre de microbes dans les épices et les assaisonnements déshydratés

Le traitement des épices

Effet indésirables de l'irradiation des aliments

➤ La destruction d'une grande partie des vitamines



➤ L'irradiation bloque les processus de dégradation microbiens et enzymatiques des aliments

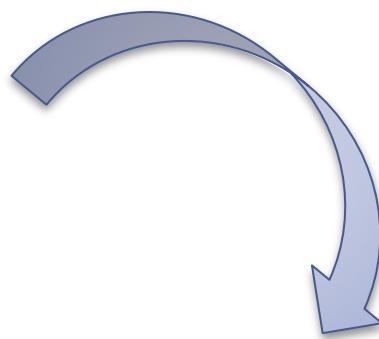
- **L'irradiation des aliments conduit à la formation des radicaux libres**
- **Selon le produit, une forte dose d'irradiations (par exemple au dessus de 6.5 kG) peut altérer le goût et la couleur des aliments, notamment de la viande. Les polysaccharides comme la pectine peuvent être dégradés suite à de trop fortes doses d'irradiation, ce qui peut causer une perte de fermeté des fruits et donc une diminution de leur durée de vie**

- **Le conditionnement sous vide**
- **le conditionnement sous atmosphère modifié**
- **le conditionnement sous atmosphère contrôlé.**

Outre l'oxygène, d'autres gaz de l'atmosphère de stockage (vapeur d'eau, azote, CO₂) peuvent modifier le potentiel d'oxydoréduction d'un aliment.

Le CO₂, utilisé pour le conditionnement des atmosphères (conservation des pommes, poires, céréales, etc.), possède en plus une action bactériostatique : sous pression élevée, il améliore la conservation des boissons gazeuses. Quant à l'azote, il est généralement considéré comme un gaz inerte.

Pour la maîtrise du potentiel d'oxydoréduction d'un produit



on a affaire à maîtriser l'environnement gazeux qui l'entoure

Conditionnement sous vide

consiste à un conditionnement associé à une évacuation des gaz et donc à une suppression d'oxygène de l'environnement produit

supprimer les effets néfastes dus à la présence de l'oxygène.



- production de jus par l'aliment
- difficile la séparation des tranches

La pression atmosphérique, s'exerçant à l'extérieur du conditionnement mais pas à l'intérieur, donne lieu à une compression de l'aliment

Conditionnement sous atmosphère modifiée

encore appelé **conditionnement sous atmosphère protectrice**, consiste à modifier l'environnement gazeux du produit par une réinjection de gaz comme le CO₂ et l'azote



cette technique doit être associée à une conservation sous régime froid ou combinée avec une autre barrière pour empêcher le développement des microorganismes.



les viandes fraîches ou transformées, la volaille, le poisson, les crustacés, les produits laitiers, les légumes, les fruits, les pâtes fraîches, les pâtisseries, les biscuits, le café, le thé, etc.

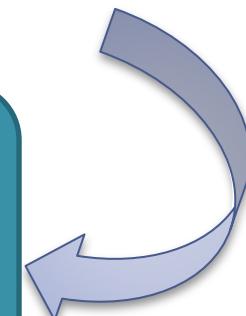
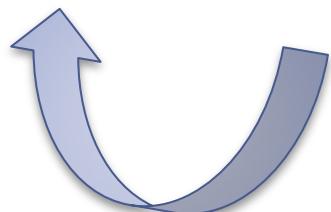
Stockage sous atmosphère contrôlée

produits végétaux
frais comme les
pommes et les poires

l'activité de respiration et de transpiration des cellules entraîne une modification continue de l'environnement gazeux.

utilisé pour la **conservation** et, aussi, pour la **maîtrise** de la **maturation** des fruits en vrac.

intervenir régulièrement pour maintenir l'atmosphère gazeuse dans les proportions désirées

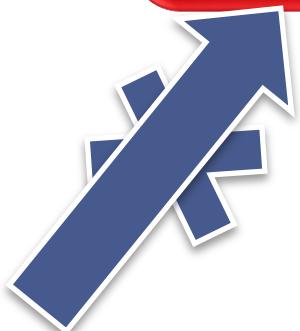


La conservation des fruits peut se faire dans des enceintes thermo-contrôlées dans lesquelles le mélange gazeux est modifié et contrôlé

quelques % d'oxygène et de dioxyde de carbone, le reste de l'atmosphère étant constituée d'azote. Cette enceinte peut être également couplée à un absorbeur d'éthylène.

l'éthylène produit naturellement par les fruits accélère leur maturation. Il est donc intéressant de diminuer sa concentration si l'on veut retarder la maturation et donc conserver les fruits plus longtemps.

préférable à l'utilisation d'inhibiteurs chimiques



Ozonisation (ozonation)

L'ozone (O_3) a un effet stérilisant sur les aliments. Son utilisation se fait sur les aliments liquides où, par barbotage, il entre en contact avec les aliments.



Avantages



L'ozone élimine de nombreux goûts et odeurs des aliments

Conservation des aliments par filtration membranaire

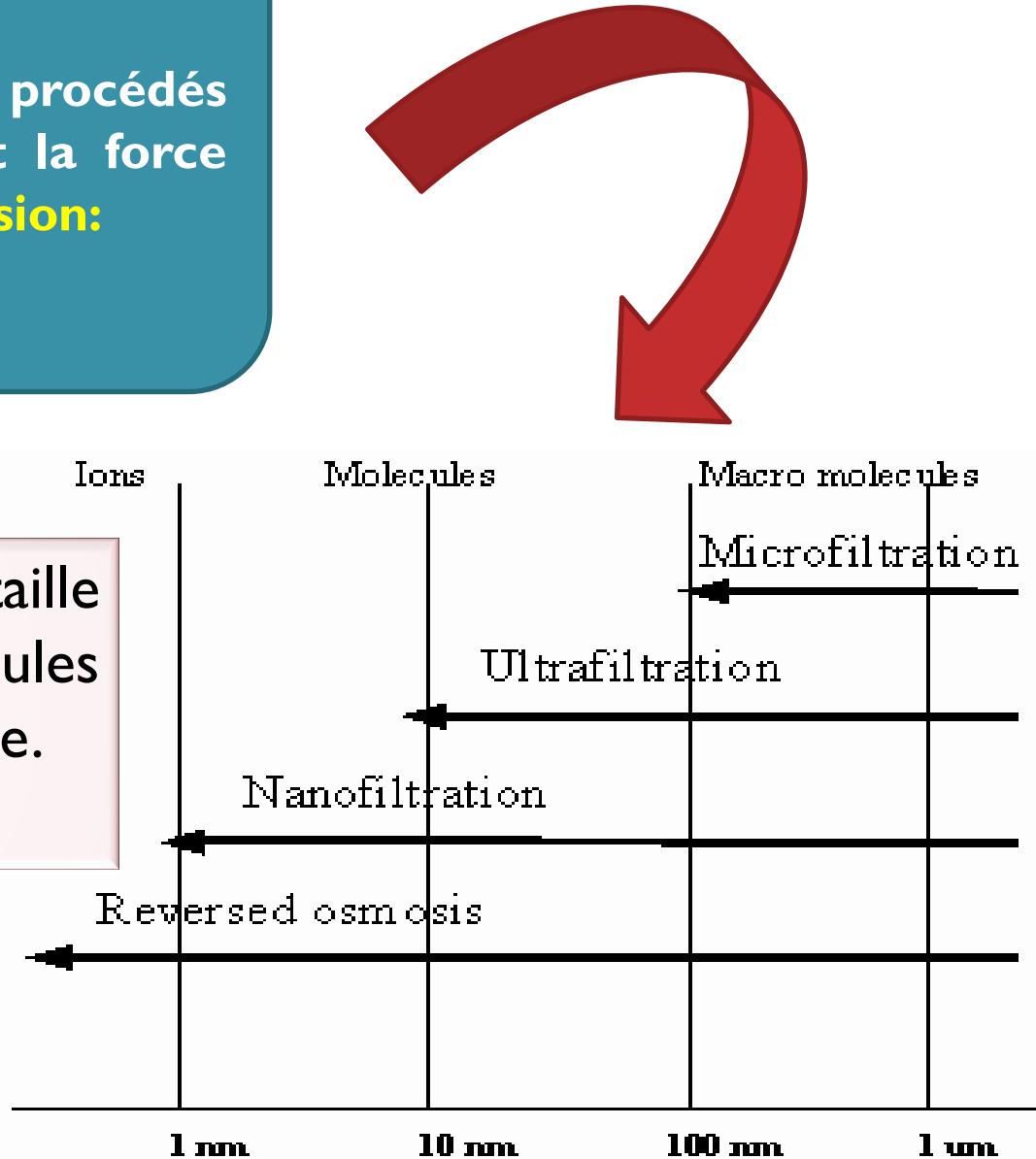
La filtration sur membrane est une technique qui utilise une barrière physique, c'est-à-dire une membrane poreuse ou un filtre, pour séparer des particules dans un liquide.

Les particules sont séparées

selon leur taille et leur forme sous l'effet de la pression à travers des membranes munies de pores de différentes tailles.

Il existe 4 procédés membranaires dont la force agissante est la **pression**:

se distinguent par la taille des molécules/particules traversant la membrane.



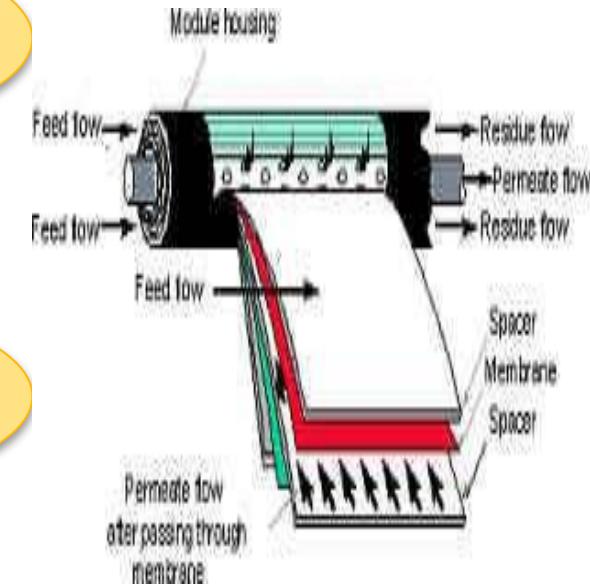
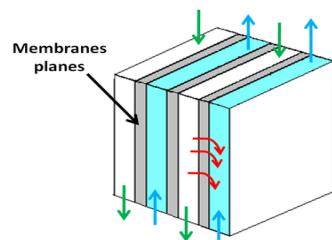
Il existe différentes façons d'agencer les membranes pour en faire un procédé de séparation

membrane plane

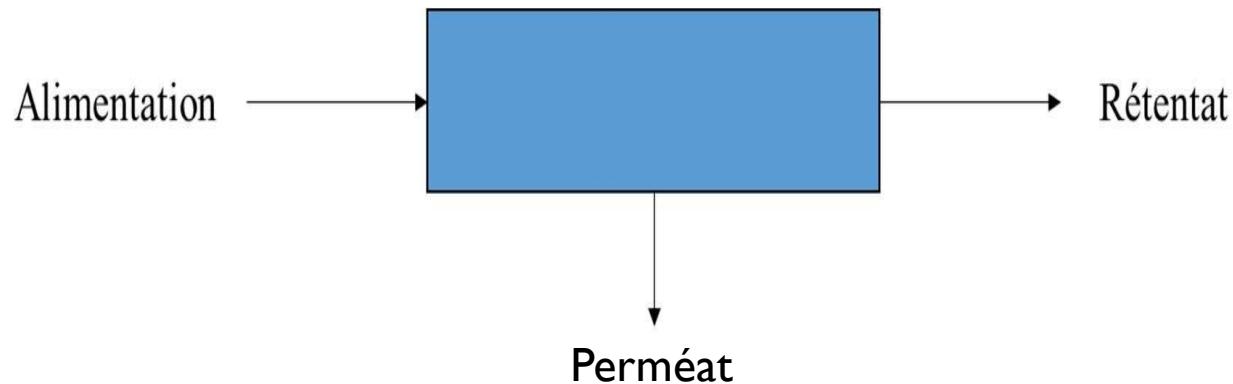
membrane spiralée

membrane tubulaire

fibres creuses



- Dans la plupart des cas, le module membranaire est constitué au final d'une entrée (l'alimentation) et deux sorties, la partie du fluide étant passé à travers la membrane (**le perméat**) et la partie ayant été retenue (**le rétentat**)



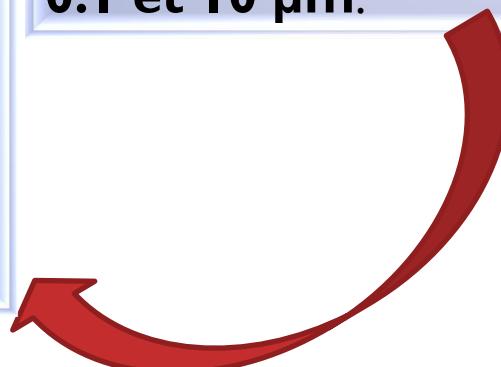
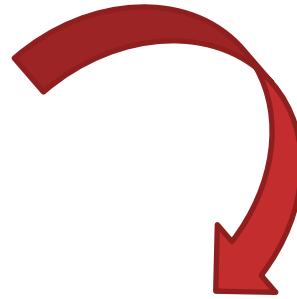
Les différents types de filtrations membranaires

Microfiltration

un procédé de séparation solide / liquide à basse pression. Les pressions appliquées sont de quelques dixièmes de bar pour éviter un colmatage important

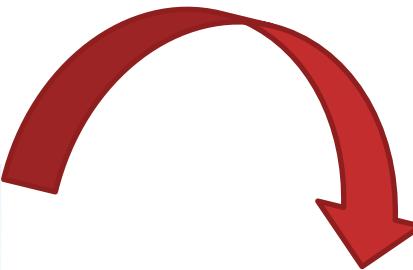
- Stérilisation à froid des boissons et des produits pharmaceutiques
- Clarification des jus de fruit, vins et bières
- Séparation des bactéries de l'eau (traitement des eaux usées biologiques)
- Traitement des effluents
- Séparation des émulsions huile/eau

Le mécanisme est basé exclusivement sur l'effet tamis (taille) et rend possible la rétention de particules en suspension ou de bactéries dont la taille se situe entre 0.1 et 10 μm .

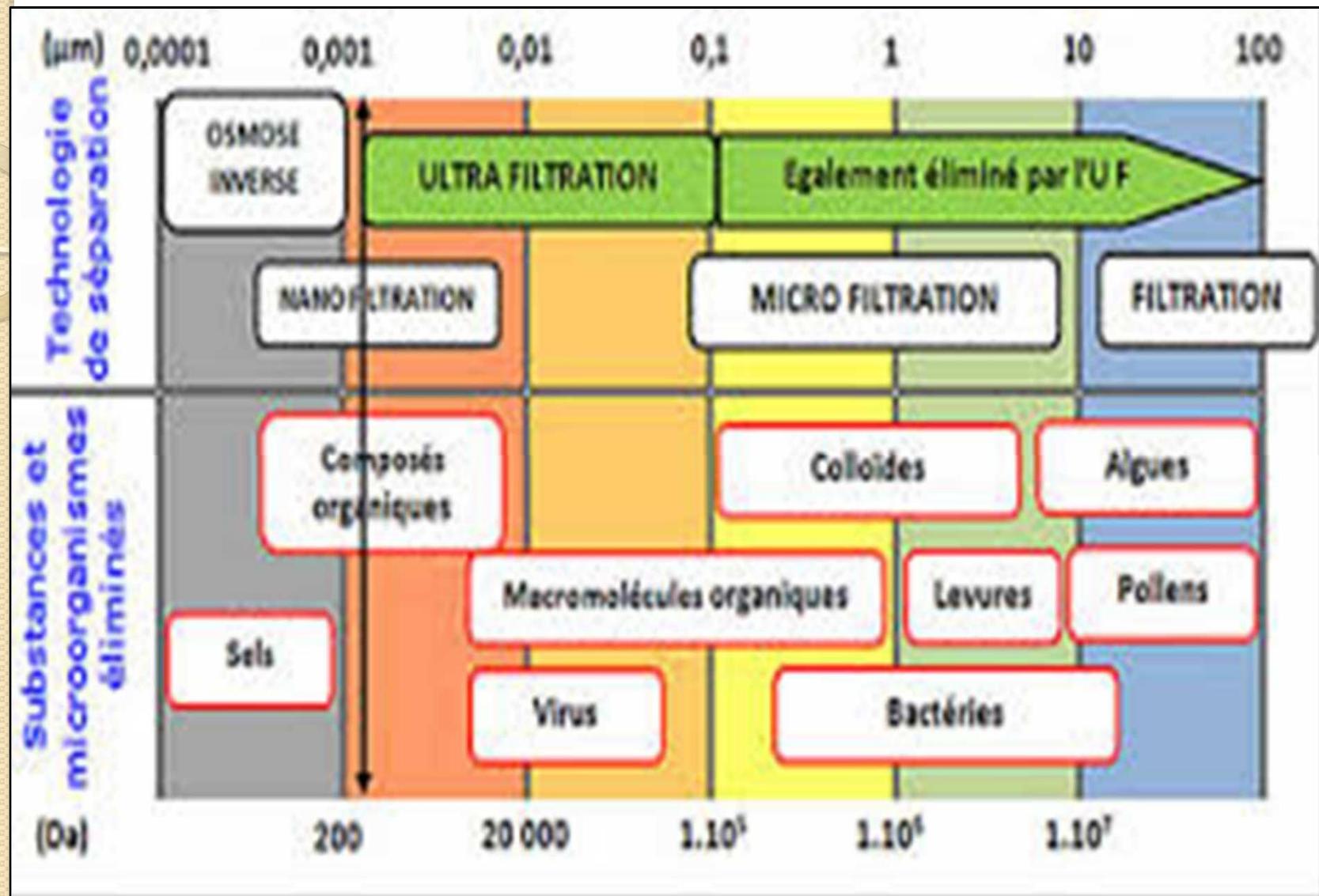


Ultrafiltration

séparation des particules ayant une taille de 0,001-0,1 µm. Dans ces membranes sont retenus tous les virus, les macros protéines, les antibiotiques, etc



- L'industrie laitière (lait, fromage)
- L'industrie alimentaire (protéines)
- L'industrie du métal (séparation d'émulsion huile/eau, traitement peinture)
- L'industrie du textile
- comme pré-traitement de l'eau avant une nano-filtration ou une étape d'osmose inverse.



les différents types de filtration membranaires

La filtration sur membrane dans l'industrie agroalimentaire

la filtration sur membrane est une technique de pointe de clarification, de concentration, de fractionnement (séparation de différents éléments), de dessalage et de purification employée dans la fabrication de plusieurs boissons. Elle sert également à améliorer la sécurité des aliments, tout en évitant de les soumettre à un traitement thermique

jus de fruits
et de légumes

le beurre ou
certains laits
fermentés

les fromages

les bières non
alcoolisées

produits laitiers
écrémés ou
pauvres en lactose

la crème
glacée

vins et les
cidres

Avantages

- **D'une part, la technique de filtration constitue un moyen efficace pour obtenir une qualité et une sécurité de premier ordre sans détruire les qualités sensorielles fondamentales du produit.**
- **Elle permet d'éliminer les ingrédients indésirables comme les microorganismes, les dépôts ou les sédiments qui ont un impact négatif sur la qualité du produit et de donner au produit fini une texture plus attrayante, tout en augmentant sa durée de conservation.**

Avantages

- **D'autre part, cette technique peut réduire certaines étapes de la fabrication et accroître le rendement ; Elle présente un fort degré de sélectivité et autorise un meilleur contrôle du processus de fabrication avec une consommation d'énergie relativement faible.**
- **Facilité d'intégration industrielle et fiabilité**

Conservation des aliments par l'utilisation des hautes pressions

La technique de pressurisation (ou de pascalisation) consiste à soumettre un produit alimentaire liquide ou solide, avec ou sans emballage à des pressions comprises entre 100 et 800 MPa, à température ambiante ou inférieure à 50°C. La durée de traitement est généralement comprise entre 5 et 30 min.

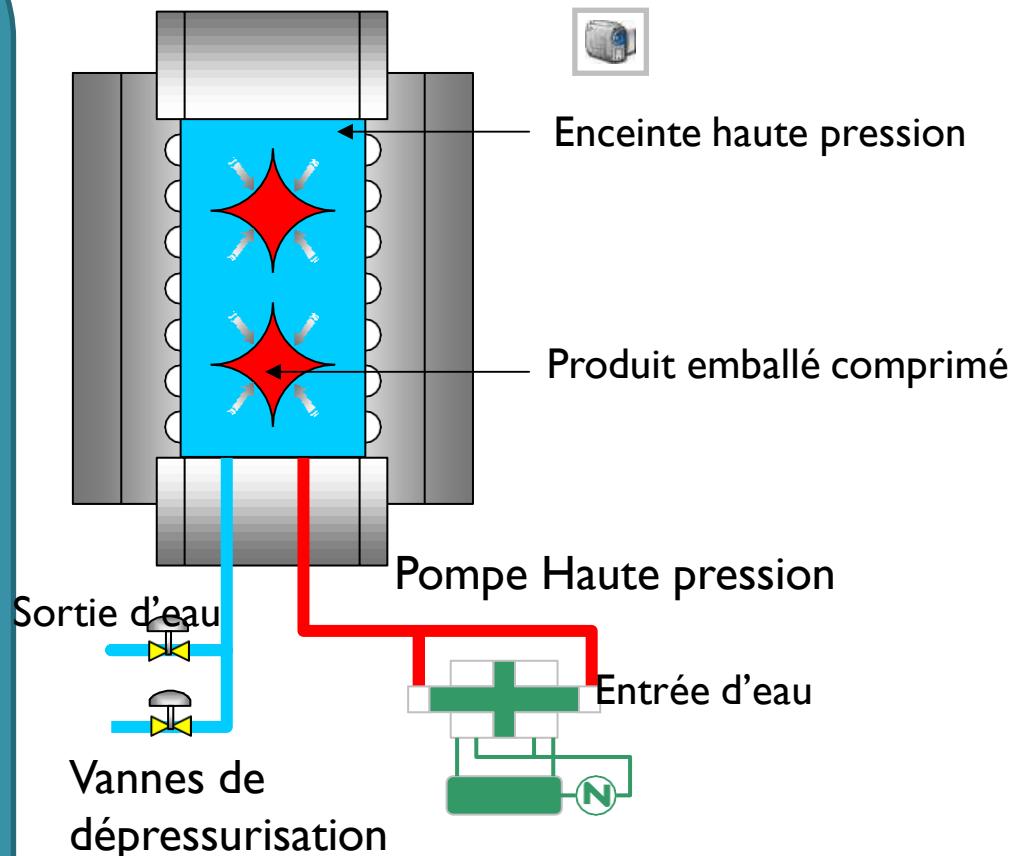


Schéma d'une presse isostatique

Effets des hautes pressions sur les constituants des aliments.

Proteines

la pression, en modifiant les liaisons faibles au sein des molécules protéiques entraîne la dénaturation des protéines ou au contraire l'activation d'enzymes

Lipides

entraînent une transition de phase des lipides, c'est-à-dire un passage (réversible) de l'état liquide à l'état solide qui conduit à la gélification.

Sucres simples

ne sont pas touchés par les hautes pressions car ils ne possèdent pas de liaisons faibles.

Vitamines

sont généralement des petites molécules peu riches en liaisons faibles. Elles ne sont donc pas détruites ni modifiées par les hautes pressions.

Polysaccharides

peuvent être modifiés par les traitements de pressurisation. En effet, leurs propriétés épaississantes ou gélifiantes mettent en jeu des liaisons faibles

- Selon la molécule et les conditions de traitement, la gélification ou l'épaississement peut être inhibé ou favorisé.

Effets des hautes pressions sur les micro-organismes.

- **Les modifications subies par leur membrane cellulaire sont les principales causes de la mortalité.**
- **L'inactivation de certaines enzymes (par exemple les ATPases) ou de certaines protéines de transport transmembranaire, ainsi que la gélification de la partie lipidique de la membrane, entraînent des modifications de perméabilité qui peuvent aller jusqu'à la fuite de matériel intracellulaire et la mort du micro-organisme.**
- **Il semble qu'il y ait un effet destructif des hautes pressions au niveau de la paroi aussi, surtout pour les champignons.**