

- **COURS : PROCÉDES AGRO-ALIMENTAIRES**
 - **UE Découverte Code : UED 3.1**
 - **L3-Génie Des Procédés/ Département de Génie Matériaux -Fac.Chimie**
 - **Enseignants du module : H. REFFAS et M. HADJ YUCEF**
-

CHAPITRE II : PROCÉDES DE TRANSFORMATION ET DE CONSERVATION AGRO-ALIMENTAIRES

II. 5 AUTRES PROCÉDES DE CONSERVATION

A. FERMENTATION

- C'est **Pasteur**, en 1857 qui établira l'**origine microbienne du procédé de fermentation**. Dans ce procédé, l'aliment subit **une réaction chimique et biologique (biochimique)**, qui s'effectue entre la **matière organique qu'il contient et des micro-organismes spécifiques du milieu** (levures ou bactéries). Le processus de fermentation s'accompagne de **la formation de produits caractéristiques**, tels les **alcools, les acides ou les cétones**. Ces produits organiques permettent une **meilleure conservation de la denrée alimentaire**.
- Le procédé de fermentation est habituellement combiné à d'autres procédés, comme le salage contrôlé ou le confisage (sucrage).
- Les plus importantes transformations de denrées alimentaires par la fermentation sont au nombre de trois :
 - la fermentation alcoolique (raisin, pomme (cidre)) : Il s'agit d'un **procédé anaérobie** (*c.-à-d. en absence d'oxygène*) dans le quel les **monosaccharides sont décomposés par les levures** dans une chaîne de **réactions enzymatiques** qui s'appelle **glycolyse**. Comme produits de la glycolyse, il se forme à la fin **deux molécules d'éthanol (C₂H₅OH)**.
 - la fermentation lactique (saucisson, choucroute (chou), cornichons, fromages yaourt) : Dans la fermentation **anaérobie**, le **glucose (C₆H₁₂O₆) ou le lactose (C₁₂H₂₂O₁₁)** réagissent avec un **certain micro-organisme spécifique, à savoir *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus salivarius* ssp. *Bulgarius* ou *lactobacillus fermentum*** pour former l'**acide lactique (OH-CH (CH₃)-COOH)**
 - la fermentation acétique (vinaigre) : C'est un **procédé aérobie** obligatoire à **partir de l'alcool éthylique (éthanol)**. Il a lieu en présence de la **bactérie *Acetobacter aceti*** et conduit à la formation de l'**acide acétique (acide éthanoïque, CH₃COOH)**.

- **COURS : PROCÉDES AGRO-ALIMENTAIRES**
 - **UE Découverte Code : UED 3.1**
 - **L3-Génie Des Procédés/ Département de Génie Matériaux -Fac.Chimie**
 - **Enseignants du module : H. REFFAS et M. HADJ YUCEF**
-

- Impact recherché sur le développement microbien : Tirer parti des micro-organismes présents sur ou dans l'aliment pour :
 - améliorer la conservation du produit,
 - **améliorer ses qualités nutritionnelles,**
 - augmenter ses **qualités organoleptiques.**
- Ces procédés de fermentation modifient le **goût de l'aliment** et **enrichissent la gamme des saveurs** mais donnent un produit qui **n'est plus identique au produit initial.**

B. MODIFICATION DE L'ATMOSPHERE

- Le principe de ce procédé de conservation est basé sur **la modification de la composition de l'atmosphère ambiante de l'aliment** (*c.-à-d. entourant l'aliment*), comme la **teneur en oxygène (O₂)**, en **azote (N₂)** ou en **dioxyde de carbone (CO₂)**.
En effet :
 - Par la diminution de la **teneur en O₂**, les **réactions de maturation et d'oxydation** responsables respectivement de la **multiplication des bactéries aérobies** et des **altérations de flaveur des aliments** (rancissement des graisses) sont **ralenties**.
 - Par l'augmentation de la concentration en **CO₂ (anhydre)** jusqu'à **5%**, voire **10%**, l'**intensité respiratoire diminue** et **produit des effets bactériostatique et fongistatique** et même **inhibe certaines réactions enzymatiques**.
 - Par le remplacement de **l'air ou de l'oxygène avec l'azote N₂, gaz inerte**, (*procédé dit conservation sous vide*) le **développement d'insectes** et de **moisissures toxiques** est **stoppé**, en plus de l'**inhibition des réactions d'oxydation** et de l'**effet bactériostatique**.
- Les aliments conservés sous atmosphère modifiée, sont indiqués par une étiquette portant leur **numéro E** correspondant. Les nombres E pour les gaz les plus importants sont :

- **COURS : PROCÉDES AGRO-ALIMENTAIRES**
 - **UE Découverte Code : UED 3.1**
 - **L3-Génie Des Procédés/ Département de Génie Matériaux -Fac.Chimie**
 - **Enseignants du module : H. REFFAS et M. HADJ YUCEF**
-

- Dioxyde de carbone : **E 290**
- Oxygène : **E 948**
- Azote : **E 941**
- Quelques avantages de la modification de l'atmosphère :
 - **Durée de vie allongée et meilleure qualité :** Les aliments conservés sous une atmosphère protectrice se détériorent beaucoup plus lentement. La **durée de conservation et la fraîcheur du produit alimentaire** (préservation des propriétés nutritionnelles et organoleptiques) sont prolongées sur une **plus longue période**.
 - **Moins de conservateurs :** réduire ou même arrêter complètement l'utilisation de conservateurs. Les consommateurs obtiennent des produits qui ne contiennent pas d'additifs artificiels.
 - **Moins de déchets :** Une durabilité plus longue réduit en conséquence, l'élimination des déchets en raison d'aliments gâtés dans de nombreux cas.
- Ce procédé de conservation, bien que beaucoup plus efficace pour préserver la qualité des aliments, est cependant plus coûteux.
- Les produits alimentaires conservés par utilisation de ce procédé sont :
 - la viande,
 - les dérivées laitières,
 - le pain,
 - les fruits et les légumes,
 - le poisson

C. IONISATION/IRRADIATION

- **L'ionisation** et /ou **l'irradiation**, appelé encore **radio-stérilisation à froid**, sont **des procédés de conservation** récents (environs 50 ans) et relativement peu utilisés. C'est un **procédé physique** qui consiste à «**bombarder**» **l'aliment par des radiations ionisantes** créées :
 - **Par accélération d'électrons :** l'accélération d'un faisceau d'électron résulte en émission de rayonnements sous forme de photons,

- **COURS : PROCÉDES AGRO-ALIMENTAIRES**
- **UE Découverte Code : UED 3.1**
- **L3-Génie Des Procédés/ Département de Génie Matériaux -Fac.Chimie**
- **Enseignants du module : H. REFFAS et M. HADJ YUCEF**

- **Par isotopes radioactifs** nommé aussi **radio-isotopes** : Ces radio-isotopes, radionucléides instables, émettent des radiations en se décomposant (le radio-isotope le plus utilisé est le **Cobalt⁶⁰** bien qu'il y a d'autres isotopes tels **Césium¹³⁷**),
- **Par une source de rayons X** : Ces rayons d'une grande énergie (100 eV-1 MeV) émettent des radiations constitués de photons dont la longueur d'onde est comprise entre 0,001 nanomètre et 10 nanomètres (correspondant à 3×10^{16} Hz à 3×10^{20} Hz).

- **Remarques** :

- Il est à préciser que l'irradiation consiste à soumettre les aliments à un flux de photons accélérés, alors que l'ionisation, les soumettant plutôt à des électrons.
- Les radiations ionisantes englobent les rayons : α , β , γ , X, les neutrons et les électrons accélérés.

- La dose d'irradiation est généralement mesurée en grays, ou Gy. Il s'agit d'une mesure de la quantité d'énergie transférée à l'aliment irradié. La dose d'irradiation efficace diffère d'une bactérie à l'autre et d'un aliment à l'autre, chaque microorganisme ou être vivant ayant sa propre tolérance. Le tableau suivant donne les différentes **doses pour une réduction décimale des microorganismes** :

Etre vivant	Dose (krad)
<i>Pseudomonas sp.</i>	6
<i>Penicillium sp.</i>	40
<i>Salmonella sp.</i>	70
<i>Clostridium botulinum</i>	370
<i>Micrococcus radiodurans</i>	800
<i>Virus poliomyélitique</i>	1400
<i>Homo sapiens sapiens</i> *	600

* cette valeur représente la dose létale pour l'Homme

* **krad = kiloradiation**

* **1 kGy (kGray) = 100 000 rad (= 1 Joule/kg) = 100 krad**

- Ce **genre de procédé** permet :
 - de **réduire** ou **d'éliminer** les micro-organismes pathogènes;
 - la **réduction des pertes d'aliments** dues à l'infestation par les bactéries, les insectes et les moisissures (qui contaminent les aliments et peuvent mener à des maladies d'origine alimentaire);

- **COURS : PROCÉDES AGRO-ALIMENTAIRES**
 - **UE Découverte Code : UED 3.1**
 - **L3-Génie Des Procédés/ Département de Génie Matériaux -Fac.Chimie**
 - **Enseignants du module : H. REFFAS et M. HADJ YUCEF**
-

- **le ralentissement du mûrissement et de la maturation** (processus physiologiques : notamment la germination de tubercules végétaux, tels par exemple la pomme de terre) de certains fruits et légumes. Leur durée de **conservation et leur condition** s'en trouvent ainsi améliorées;
 - **la prévention efficace contre les ravages** causés par **les insectes et les moisissures** suivant la récolte. L'irradiation peut remplacer certains **traitements chimiques** tels que l'utilisation du bromure de méthyle (CH_3Br) ou le dibromure d'éthylène (DBE) (utilisé durant la fumaison)
- Par l'utilisation judicieuse de l'irradiation :
 - Les aliments irradiés ne **deviennent pas radioactifs** ;
 - La **valeur nutritive** (vitamines, protéines,...) des aliments irradiés **demeure essentiellement inchangée**.
 - L'irradiation ou l'ionisation est le plus souvent utilisée pour le **traitement des aliments solides** (viandes, la volaille, fruits de mer, épices, légumes, fruits, les herbes aromatiques), séchés ou frais.
 - Tous **les aliments irradiés sont étiquetés**, en plus d'une description écrite, telle que « **irradié**», un **symbole distinctif**, le « **Radura** », doit figurer sur l'emballage afin d'indiquer que le produit a été irradié.