

## Chapitre 3 : Conservation des aliments

### I. Principe de la conservation

La conservation des aliments comprend un ensemble de procédés de traitement des denrées alimentaires dont le but est d'en conserver les propriétés gustatives et nutritives, les caractéristiques de texture, de couleur, ainsi que la comestibilité, et d'éviter d'éventuelles intoxications alimentaires.

La conservation implique habituellement :

1] Soit un **procédé chimique** :

On ajoute des espèces chimiques permettant de ralentir la formation de micro-organismes (**conservateur**) ou retardant l'oxydation des substances composant l'aliment (**antioxydant**).

2] Soit un **procédé physique** :

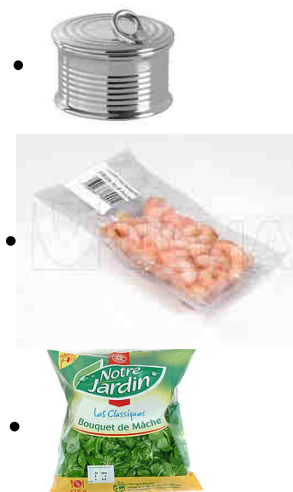
Des transformations physiques sont réalisées de manière à empêcher le développement de bactéries, champignons et autres micro-organismes en éliminant l'un des éléments nécessaires à leur développement :

- l'eau : lyophilisation
- la chaleur : réfrigération
- l'oxygène :

- |   |   |
|---|---|
| Conservation sous vide                    | • |
| Appertisation                             | • |
| Conditionnement sous atmosphère contrôlée | • |



↑ *Moisissures sur une pêche*



### II. Exemple d'un procédé chimique

#### II.1 Mise en évidence de l'oxydation

*Expérience :*

- Découper quatre tranches d'une pomme et les placer dans une coupelle.
- Pour chaque tranche, effectuer le traitement indiqué par le tableau et le compléter.

	<i>Traitement</i>	<i>Etat de la tranche après 15 minutes</i>
<b>Tranche 1</b>	Aucun	
<b>Tranche 2</b>	Arroser de jus de citron	
<b>Tranche 3</b>	Recouvrir d'huile	
<b>Tranche 4</b>	Recouvrir d'un cache opaque	

*Questions :*

- a. Comment remarque-t-on que la pomme se dégrade ?
- b. Quel(s) traitement(s) semble(nt) préserver la pomme dans le temps ?
- c. D'après ces tests, qui semble être responsable de la dégradation de la pomme ?
- d. Qu'advierait-il alors d'une tranche de pomme fraîchement coupée et placée sous vide ?

*Conclusion :*

Laissés à l'air libre, les aliments se dégradent plus ou moins vite : brunissement, modification de l'odeur, de la saveur... Ces transformations visibles sont dues à un processus chimique appelé oxydation qui modifie et dégrade certaines molécules de l'aliment en présence de lumière et du dioxygène de l'air.

## II.2 Définition des antioxydants

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. Dans l'alimentation les antioxydants, naturellement présents ou incorporés aux aliments lors de leur fabrication, ont pour fonction de retarder leur détérioration par le dioxygène de l'air.

### A noter :

Un paradoxe du métabolisme de la vie sur Terre est que la majorité des êtres vivants ont besoin de dioxygène pour assurer leur existence alors que le dioxygène est une molécule hautement réactive qui produit des dégradations sur les organismes vivants (réactions d'oxydation).

Cependant les organismes possèdent un système d'antioxydants et d'enzymes qui agissent ensemble pour empêcher l'endommagement des composants des cellules comme l'ADN, ou des lipides et des protéines.

## II.2 Fonctionnement

D'un point de vue chimique, un antioxydant est une molécule plus facilement oxydable que l'aliment qu'elle protège. Il va donc pouvoir réagir en priorité avec un oxydant (comme le dioxygène de l'air par exemple) pour le neutraliser.

De plus, les antioxydants détruisent ou empêchent la formation de molécules très réactives appelées **radicaux libres** et pouvant être bien plus oxydantes et dangereuses que le dioxygène de l'air.

### A noter :

La présence de radicaux libres dans un organisme est en partie responsable du vieillissement cellulaire. Les antioxydants naturels contenus dans les fruits et les légumes peuvent contribuer à détruire ces radicaux libres et à lutter contre un vieillissement prématuré des tissus et des cellules.

## II.3 Les antioxydants dans l'alimentation



↑ *Canneberge*

Les antioxydants les plus connus sont le  $\beta$ -carotène (provitamines A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E), les polyphénols et le lycopène.

Les noix, les amandes ou les fruits sont des exemples d'aliments riches en antioxydants, notamment les fruits dits rouges, tels les ailles, du fait de la présence conjuguée de vitamine C et de polyphénols.

La canneberge (anglais : cranberry) bénéficie d'un taux record d'antioxydants.

La tomate, le cresson, l'ail, le chou vert, l'épinard, l'asperge, le chou de Bruxelles, le germe de luzerne, le brocoli, la betterave et le poivron rouge sont les légumes ayant la plus forte concentration d'antioxydants.

Naturels ou synthétiques, les antioxydants sont répertoriés selon un code international formé de la lettre E suivie d'un nombre à trois chiffres compris entre 300 et 321.

*Exemple* : Vitamine C : E300

### Questions :

- Quelle est la composition de l'atmosphère sur Terre ?
- Quelle est la formule chimique du dioxygène de l'air ?
- Quelle est l'atomicité de cette molécule ?
- Comment un antioxydant réussit-il à préserver un aliment de l'oxydation ?
- Réinterpréter à nouveau l'expérience de la tranche de pomme aspergée de jus de citron.
- Quel est l'autre nom de la vitamine C ?
- Que signifie le terme « provitamine » ?
- En quoi les radicaux libres sont-ils un problème pour la conservation ?

### A noter :

Une étude française débutée en 1994 (SU.VI.MAX) a suivi pendant 8 ans près de 13 000 adultes âgées de 35 à 60 ans afin de déterminer l'effet des vitamines antioxydantes et des minéraux à doses nutritionnelles.

Les résultats montrent que l'apport d'antioxydants, à des doses comparables à celles d'une alimentation saine, fait baisser de manière significative le risque de cancer et la mortalité chez l'homme. On estime que près de 10 % des cancers pourraient être évités en France grâce à une consommation quotidienne suffisante de fruits et légumes.

Néanmoins, un apport excessif d'antioxydants naturels n'apporte aucun effet bénéfique. Une équipe danoise et serbe a publié en février 2007 une méta-analyse\*, réactualisée en 2008, montrant qu'une supplémentation avec le  $\beta$ -carotène, la vitamine A et la vitamine E augmentait la mortalité.

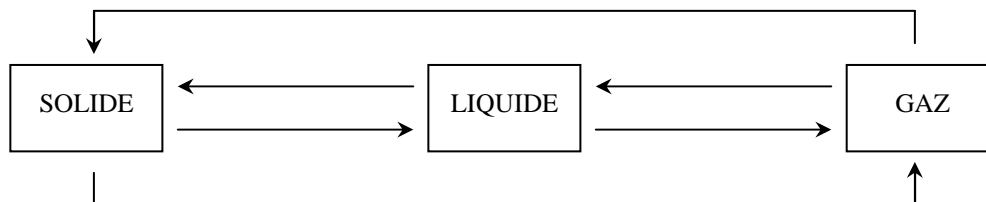
\* Une **méta-analyse** est une démarche statistique combinant les résultats d'une série d'études indépendantes sur un problème donné. La méta-analyse permet une analyse plus précise des données par l'augmentation du nombre de cas étudiés et de tirer une conclusion globale

### III. Exemple d'un procédé physique

#### III.1 Rappel sur les changements d'état

La matière « habituelle » peut se présenter sous trois états : Solide – Liquide – Gaz. Le passage d'un état physique à un autre est appelé : **changement d'état**.

Compléter le diagramme suivant :



#### A noter :

La température d'un objet est liée à l'agitation des atomes qui le constituent. Lorsque les atomes sont parfaitement immobiles, l'objet est à la température la plus basse possible appelée zéro absolu ( $-273^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$ )

A l'inverse, plus une matière est chaude plus les atomes qui constituent ses molécules vibrent. Lorsque les atomes d'une molécule vibrent trop l'un par rapport à l'autre, les liaisons covalentes liant ces atomes entre eux peuvent se rompre. Cette destruction de la molécule par la chaleur est appelée pyrolyse.

#### Questions :

- Donner la température de fusion  $T_{\text{fus}}$  et la température d'ébullition  $T_{\text{éb}}$  de l'eau.
- Donner la température de solidification  $T_{\text{sol}}$  et la température de condensation  $T_{\text{cond}}$  de l'eau. Que remarque-t-on ?
- Expliquer pourquoi la farine ne peut devenir liquide lorsqu'on la chauffe.
- Expliquer la formation du caramel à partir du sucre en poudre.
- Quelle particularité remarquable possède l'eau solide (glace) par rapport à l'eau liquide ?



#### III.2 La lyophilisation

Le procédé de lyophilisation a été inventé en 1906 par le français Arsène d'Arsonval au laboratoire de biophysique du Collège de France à Paris.

La lyophilisation (ou cryodessiccation) est la dessiccation par sublimation d'un produit liquide, pâteux ou solide, préalablement surgelé.

#### Principe :

Dans un premier temps, le produit à lyophiliser est réfrigéré à des températures comprises entre  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $-80^{\circ}\text{C}$ . L'eau qu'il contient se transforme alors en glace.

Par la suite, on abaisse fortement la pression puis on réchauffe lentement le produit. La glace qu'il contient s'évapore alors sans fondre car l'eau passe directement de l'état solide à l'état gazeux et la vapeur d'eau quitte le produit.

À la fin du cycle, le produit se présente généralement sous forme de poudre ne contenant plus que 1 % à 5 % d'eau. On estime en moyenne qu'un kilogramme de produit de départ donne 80 g de produit lyophilisé. Cette technique permet de conserver à la fois le volume, l'aspect et les propriétés du produit traité.



#### Questions :

- Que signifie le mot « dessiccation » ?
- Quel est le premier changement d'état que subit l'eau lors d'une lyophilisation ?
- Quel est le changement d'état observé lorsque la glace s'évapore à faible pression ?
- En quoi cette technique permet-elle une plus longue conservation des aliments ?
- Un aliment a une masse de 340 g. Quelle masse de poudre lyophilisée peut-on s'attendre à obtenir en fin de traitement ?

## IV. Les premières méthodes de conservation

### IV.1 Le fumage



L'opération consiste principalement à soumettre une denrée alimentaire à l'action des fumées qui se dégagent lors de la combustion de certains végétaux.

Le fumage combine :

- un procédé physique : l'effet de séchage par réduction de la teneur en eau par l'air chaud
- un procédé chimique : l'imprégnation par l'aliment de particules de fumée fongicides qui inhibent la croissance des moisissures et des levures.



### IV.2 La salaison

Le salage extrait une grande partie de l'eau contenue dans les cellules de l'aliment. Ceci empêche la prolifération de la majorité des micro-organismes, notamment des bactéries.

### IV.3 La fermentation

La fermentation est due à l'action de certaines bactéries qui diminuent le *pH* de l'aliment ce qui limite la formation de moisissures et la prolifération de bactéries pathogènes.

Exemples : Vin, yaourt, choucroute, ...

Question :

Quel est le principal inconvénient de ces techniques de conservation anciennes ?

## V. Exercices

Cocher les bonnes cases et corriger l'affirmation si elle est fausse.

- |                          |                          |   |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Certaines techniques de conservation modifient les qualités nutritionnelles des aliments. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un aliment laissé à la lumière s'oxyde moins rapidement.                                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La congélation ralentit la prolifération microbienne.                                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | L'ajout d'un conservateur dans un aliment est un procédé physique de conservation.        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | L'appertisation est un procédé physique de conservation.                                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La congélation est un moyen de stérilisation d'un aliment.                                |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un antioxydant empêche la formation de bactéries.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le pouvoir d'un antioxydant est éphémère.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un beurre est dit « rance » lorsqu'il est sans sel.                                       |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Toutes les bactéries sont pathogènes.   |

VRAI : FAUX