

# Matière : Récolte et conservation

## I. Physiologie de la maturation

### A) La maturation des fruits climactériques

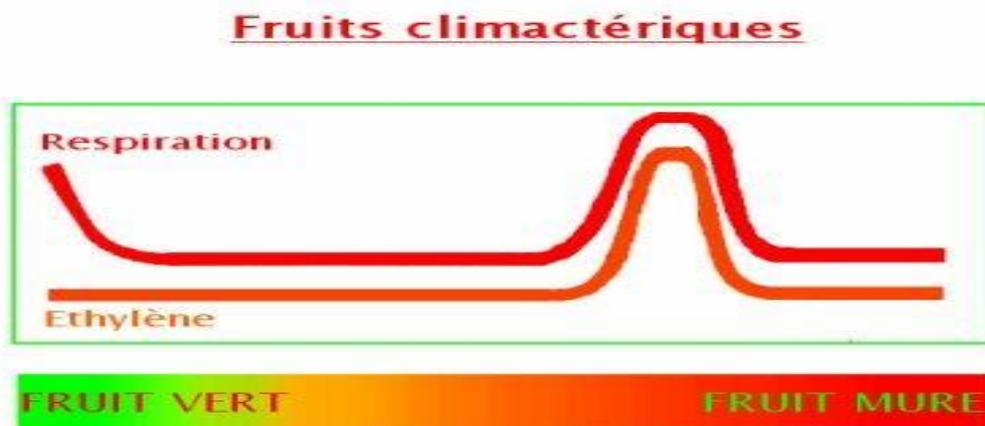
C'est au cours de la maturation que s'élabore la qualité organoleptique des fruits (accumulation de sucres et d'acides, production d'arômes, modifications de la texture....). Cependant, la période pendant laquelle le produit garde une qualité optimum est limitée. C'est la raison pour laquelle il est essentiel de maîtriser le processus de maturation afin de connaître le moment idéal pour la récolte.

#### 1) Les fruits climactériques et non-climactériques.

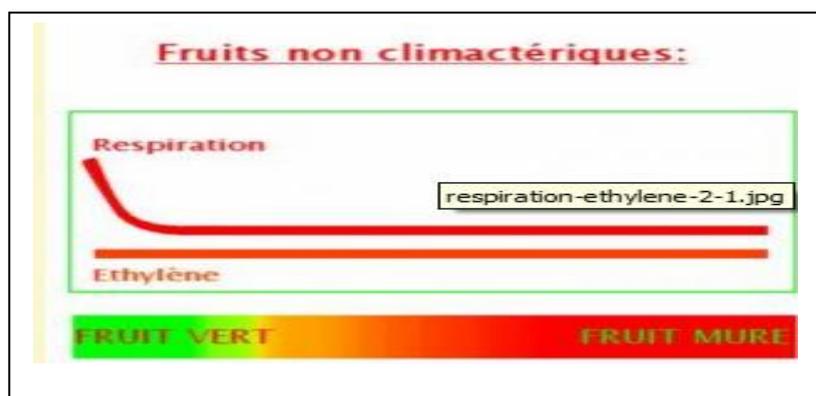
Il existe dans la nature deux types de fruits :

\_ Les fruits sont dits "climactériques" quand ils continuent de mûrir après avoir été récoltés en dégageant naturellement de l'éthylène accélérant ainsi la maturation. La maturation est associée à une augmentation de la respiration cellulaire de ses tissus.

L'éthylène  $C_2H_4$  est un gaz incolore que la plupart des fruits produisent en quantité variable. Cette molécule entraîne le mûrissement du fruit, même lorsque celui-ci est déjà cueilli.



\_ Les fruits non-climactériques sont des fruits dont la maturation est indépendante de l'éthylène et donc non associée à une augmentation de la respiration de leurs tissus. Ces fruits ne poursuivent plus leur maturation une fois cueillis ils pourrissent.



## Quelques exemples de fruits climactériques et non-climactériques:

Fruits climactériques	Fruits non- climactériques
Avocat	Ananas
Pomme	Cerise
Kiwi	Agrumes
Poire	Concombre
Banane	Figue
Abricot	Fraise
Pêche	Olive
Melon	Orange
Tomate	Raisin

## 2) La maturation

La maturation des fruits correspond à un ensemble de changements biochimiques et physiologiques qui conduisent le fruit à son état de maturité et qui lui confère ses caractéristiques organoleptiques: arôme, couleur, fermeté, jutosité.

### 2.1 .Les signes de la maturité des fruits

- La couleur

La couleur est une composante essentielle de ce que l'aliment offre à la vue et, par conséquent, elle va déterminer la première impression positive ou négative du consommateur. Elle est aussi un critère de qualité qui permet de segmenter les produits alimentaires en plusieurs catégories auxquelles les consommateurs peuvent facilement se raccrocher pour effectuer leur choix.

On distingue des pigments qui s'accumulent lors de la maturation du fruit et passe ainsi du vert au rouge par exemple.

- La fermeté

La perte de fermeté du fruit résulte de la synthèse chimique ou de l'activation, pendant la phase de maturation.

La fermeté est un critère de qualité contrôlé à réception des fruits. Pour cela, on peut utiliser un pénétromètre : il va mesurer la force nécessaire pour faire pénétrer un petit cylindre métallique dans la partie charnue du fruit.

- L'odeur

Lors de la maturation des fruits, des composés volatils spécifiques se produisent. Ils sont à l'origine de l'odeur des fruits. C'est pourquoi de nombreux fruits dégagent une odeur caractéristique à leur maturité.

Les arômes des fruits sont difficiles à mesurer car ils dépendent d'un grand nombre de facteurs. Ils constituent malgré tout un bon indice de maturité du fruit.

- La saveur

La saveur d'un fruit dépend en particulier de sa teneur en sucre. Au cours de la maturation, cette teneur en sucre va augmenter suite à la dégradation de l'amidon du fruit. En effet, l'amidon, par un effet d'hydrolyse, va alors se transformer en glucose, fructose, saccharose dits "sucres simples".

La teneur en sucre d'un fruit peut facilement se mesurer à l'aide d'un réfractomètre. Il utilise le fait qu'un faisceau de lumière est dévié différemment suivant la nature du milieu dans lequel il se propage. Ainsi, suivant la teneur en sucre du jus, la déviation de la lumière du jour par l'échantillon varie et indique le Brix de celui-ci.  
Unité de mesure = % (pourcentage de sucres dans le jus).

**La vie des fruits comportent quatre stades et trois périodes selon le tableau suivant :**

<b>Stades</b>	Naissance à partir de la fleur	Véraison (début du virage de la couleur)	Maturité	Mort
<b>Périodes</b>	[ ] Grande croissance	[ ] Maturation	[ ] Sénescence	

La maturation est une phase de développement génétiquement programmée avec la mise en œuvre de l'expression de gènes spécifiques.

Les principaux phénomènes biochimiques et physiologiques de la maturation des fruits sont:

- \_une augmentation de la production d'éthylène
- \_une augmentation de la respiration
- \_une émission organique volatile
- \_une hydrolyse de l'amidon
- \_un enrichissement en saccharose
- \_une diminution des acides organiques
- \_une synthèse protéique
- \_une synthèse de pigments
- \_une régression des chlorophylles
- \_ une solubilisation des composés pectiques

Les cellules sont donc très actives durant la maturation du fruit.

## **2.2. Les conditions de maîtrise de la maturation**

### **\* Les facteurs extérieurs**

Un progrès considérable a été réalisé dans la compréhension des mécanismes de la maturation des fruits par la découverte des gènes de la biosynthèse de l'éthylène. Aujourd'hui, Les

industriels recherchent donc à contrôler la production d'éthylènes des fruits dans le but d'en améliorer la qualité et d'en prolonger la conservation.

Il est aussi possible, pour faire mûrir un fruit climactérique plus vite, de le mettre en contact d'un autre fruit climactérique. Attention cependant car les fruits climactériques ne feront pas mûrir un fruit non climactériques mais les feront évoluer vers un stade de sénescence, donc vers la perte du fruit.

#### \* Les facteurs extérieurs

- La température

Le froid permet aux fruits de se conserver plus longtemps. Cela est dû aux enzymes présentes naturellement dans les fruits. Celles-ci deviennent peu actives, voire inactives, à des températures inférieures à 3 ou 4°C. Or, ces enzymes permettent la maturation du fruit. Ainsi, le froid ralentit le métabolisme de la maturation. Cependant, certains fruits ne doivent pas être conservés à des températures froides, comme par exemple la tomate ou la banane, car cela en altère la saveur.

- L'oxygène et le dioxyde de carbone

L'oxygène : Lorsqu'un fruit est maintenu sous vide, c'est-à-dire non exposé à l'effet de l'oxygène, son processus de maturation est ralenti. Il existe donc une corrélation inverse entre l'activité respiratoire et la durée de conservation des fruits de sorte que les faibles taux d'oxygène permettent de ralentir la maturation et ainsi prolonger leur durée de vie.

Le dioxyde de carbone : Lorsque le taux de CO<sub>2</sub> est élevé, il inhibe la production de l'éthylène. Il est donc capable de ralentir la maturation des fruits.

C'est la raison pour laquelle certains fruits sont emballés. Les industriels contrôlent ainsi le taux de CO<sub>2</sub> à l'aide d'un analyseur d'O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>.

## II. La récolte

### 1- La manutention

La manutention se présente diversement selon qu'il s'agit de matières premières, de produits en cours de transformation ou de produits finis.. La manutention mécanique fait appel à des chariots automoteurs pour le transport à l'intérieur de l'usine.

### 2- Le stockage

Le stockage des matières premières est très important dans l'industrie à caractère saisonnier. Il se fait généralement en silos, citernes, caves, bacs ou chambres froides. Le stockage des produits finis dépend de leur nature (solide ou liquide), de la méthode de conservation et du mode de conditionnement (vrac, sacs gros ou géants —, paquets, boîtes ou bouteilles);

Les locaux correspondants doivent être conçus pour répondre aux conditions de manutention et de conservation (couloirs de circulation, facilité d'accès, température et hygrométrie adaptées aux produits, installations frigorifiques). Les denrées peuvent être soumises à une

atmosphère pauvre en oxygène ou à une fumigation (est l'opération consistant à introduire un gaz comme le CO<sub>2</sub> ou une substance donnant naissance à un gaz dans l'atmosphère) pendant leur stockage ou juste avant leur chargement.

**\* La durée de conservation dépend du produit stocké**

Les produits agricoles ne peuvent être stockés indéfiniment. Leur durée maximum de conservation varie de quelques jours pour certains fruits et légumes à plus d'un an pour les céréales sèches ou d'autres graines.

S'il est impossible de stocker les produits et qu'ils risquent d'être abîmés avant leur consommation, la meilleure solution consiste souvent à les mettre en conserve. Autrement dit, il faudra les transformer de façon à modifier leurs propriétés et à pouvoir ainsi les conserver plus longtemps.

**Pour quelle raison la qualité et la quantité des produits agricoles stockés diminue-t-elle?**

**• Facteurs internes**

Après leur récolte, les produits agricoles sont toujours vivants et leurs processus vitaux continuent. Ils **respirent** tous et se servent de l'oxygène de l'air pour brûler leurs réserves. Leur volume diminue et ils produisent du dioxyde de carbone et de la chaleur. Le processus de **maturation** se poursuit également. Les fruits changent souvent de couleur en mûrissant et leur chair s'attendrit et perd de l'eau.

**• Facteurs externes**

Les facteurs externes, qui jouent également un rôle important dans la perte de qualité et de quantité des produits sont notamment :

**a - Dégâts mécaniques**

Une manutention sans soin, un emballage mal adapté et un mauvais conditionnement pendant le transport provoquent des meurtrissures, des coupures, des cassures ou endommagent des produits alimentaires.

**b - Champignons et bactéries**

Après la récolte, les mécanismes naturels de défense des produits agricoles déclinent rapidement. Les produits sont alors facilement infectés par les bactéries et les champignons qu'on appelle aussi des moisissures. Ces deux types de microorganismes se développent dans des produits qui contiennent suffisamment d'humidité et les font pourrir.

**c - Insectes, rongeurs et autres animaux**

Tous ces ravageurs se nourrissent de produits agricoles stockés et sont à l'origine de pertes importantes.

**2.1. Les conditions optimales de stockage varient selon le produit.**

- La température joue toujours un rôle important. En général, plus elle est basse, plus les produits pourront être stockés longtemps.

La plupart supportent bien la réfrigération, mais pour des raisons économiques, on l'applique uniquement à des produits coûteux en volumes réduits.

- Il faut éviter de stocker de façon hermétique les produits qui respirent dans du plastique, des récipients fermés ou des entrepôts sans aération. Par contre on peut stocker les produits qui ne respirent pas (les graines sèches) dans un récipient ou un lieu hermétique.

- Les produits contenant un taux élevé d'humidité seront stockés de préférence dans des conditions relativement humides, ce qui sera malheureusement aussi favorable à la croissance des champignons et des bactéries. Il faudra donc faire très attention à stocker uniquement des produits exempts de ces micro-organismes.

- Il vaut mieux éviter de stocker des fruits qui produisent de l'éthylène pendant leur maturation parce que ce gaz provoque le vieillissement.

- Il est indispensable d'examiner les produits régulièrement, de préférence chaque jour, afin de repérer le plus rapidement possible les marques de détérioration et de morsures de rongeurs ou d'insectes.

### **3. Les traitements de conservation**

Les traitements de conservation appliqués aux aliments visent à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives en empêchant le développement des bactéries, champignons et microorganismes qu'ils renferment et qui peuvent dans certains cas entraîner une intoxication alimentaire.

Il existe plusieurs méthodes fondamentales de conservation des aliments:

1. la stérilisation par la chaleur pasteurisation, stérilisation
2. la stérilisation par irradiation;
3. la stérilisation par addition d'antibiotiques;
4. l'action chimique;
5. la déshydratation et séchage;
6. la conservation par le froid.
7. Le froid : surgélation, congélation, réfrigération, lyophilisation,
8. Autres : conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée, fermentation, salage, saumurage, fumage ou fumaison, ionisation, etc.

#### **3.1. Conservation par le froid :**

Le froid est une technique de conservation des aliments la plus répandue. Les basses températures retardent le développement des microorganismes, les réactions chimiques et enzymatiques qui entraînent la détérioration des aliments.

L'intensité de ces processus étant proportionnelle à la température.

##### **3.1.1. Réfrigération :**

La réfrigération fait appel à l'abaissement de la température pour prolonger la durée de conservation des aliments.

Le refroidissement est l'abaissement de la température à la valeur souhaitée. Il devra être rapide, surtout s'il suit une cuisson (sinon le produit se trouve à des températures favorables à

la prolifération des microorganismes). La température des aliments réfrigérés est comprise entre 0 et 4°C.

### **3.1.2. Congélation et surcongélation :**

La congélation est une conservation à une température inférieure à -18°C. L'activité métabolique de la plupart des germes pathogènes et des germes d'altération est inhibée aux températures inférieures au point de congélation. Il faut néanmoins descendre à -18 °C pour stopper le développement des levures et les moisissures et donc stabiliser la flore microbienne.

### **3.1.3. Cryodessiccation ou lyophilisation :**

L'aliment est d'abord congelé (il résulte une formation de glace qui est sublimée déshydratée par sublimation à basse température). Ce procédé présente l'avantage de bien préserver la structure de l'aliment.

**Sublimation** : Passage d'un corps de l'état solide à l'état gazeux.

**Ex** : les vaccins, les vaccins, les antibiotiques, café en poudre, .....

## **3.2. Conservation par la chaleur :**

Le traitement des aliments par la chaleur est la technique la plus utilisée pour la conservation de longue durée. Elle vise à détruire les microorganismes (altérants ou pathogènes) et /ou pour inactiver les enzymes endogènes responsables des altérations).

De manière générale, plus la température est élevée, plus la durée de conservation est longue, plus l'effet sera important. La résistance thermique des microorganismes et des enzymes est cependant très variable. On peut distinguer plusieurs types de traitements thermiques :

### **3.2.1. Pasteurisation :**

C'est un traitement thermique qui a pour effet de détruire les microorganismes pathogènes et d'améliorer la conservation du produit en réduisant les microorganismes non pathogènes capables de provoquer des altérations.

Pasteurisation :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Basse } T^{\circ} \text{ 63 pendant 20 à 30 mn (solide) ;} \\ \text{Haute } T^{\circ} \text{ 72 pendant 15 secondes (liquide).} \end{array} \right.$

Le terme est réservé à des liquides tels que les jus de fruit, la bière, le lait et la crème

### **3.2.2. Stérilisation :**

#### **a/ Stérilisation classique :**

C'est un traitement qui a lieu après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes pathogènes et non pathogènes et non pathogènes et les enzymes indésirables (destinée surtout aux produits solide).

La  $T^{\circ} = 115^{\circ}\text{C}$  à  $120^{\circ}\text{C}$  pendant 10 à 30 min

DLC = 150j (05 mois).

#### **b/ Stérilisation UHT :**

C'est un traitement thermique qui vise à détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes et non pathogènes (destinée surtout aux produits liquides).

La  $T^{\circ} = 135^{\circ}\text{C}$  à  $150^{\circ}\text{C}$  pendant 2 à 5 min

DLC = 90j (03 mois).

### **3.3. Déshydratation (séchage).**

C'est un procédé qui permet d'enlever par vaporisation ou sublimation la majeure partie d'eau d'un aliment liquide ou solide.

Les Procédés de séchage sont les suivants :

#### **3.3.1. Séchage par l'air à la pression atmosphérique :**

Dans ce cas la chaleur est apportée à l'aliment soit par l'air chaud ou bien par une surface chaude (procédé Spray)

#### **3.3.2. Séchage sous vide :**

L'eau ou la vapeur d'eau est enlevée par aspiration en utilisant des pompes sous vide.

#### **3.3. Lyophilisation ou cryodessiccation :**

L'aliment est d'abord congelé, il en résulte la formation de glace qui est sublime (déshydratation par sublimation à basse température). Ce procédé présente l'avantage de bien préserver la structure de l'aliment (ANTB, vaccin, café).

#### 4. Irradiation.

Ce principe repose sur l'exposition des denrées alimentaires à l'action de rayonnements ionisants électromagnétiques qui a pour but d'augmenter la durée de conservation des aliments en éliminant les microorganismes.

Les radiations ionisantes sont des rayons à très haute énergie capables de déplacer les électrons des atomes et molécules et de les convertir en particules chargées électriquement, appelées **ions**.

##### 4.1. Objectif de l'irradiation.

On peut distinguer deux objectifs principaux :

- Ralentir la dégradation du produit en empêchant la germination des bulbes et tubercules ou en réduisant les populations d'insectes et de microorganismes (bactéries, levures et moisissures) responsables de la dégradation naturelle de l'aliment.
- Augmenter les qualités hygiéniques de l'aliment :
  - En réduisant les microorganismes et les insectes présents dans les fruits secs, les céréales et les légumes ;
  - En éliminant les bactéries pathogènes présentes dans les épices et les volailles ainsi que les vers parasites de certaines viandes : bactéries comme les Salmonella spp ou Listeria monocytogènes, ou vers de type trichinella spiris ou Taenia solium.

##### 4.2. Effets nocifs ou indésirables de l'irradiation.

En traversant l'aliment, le rayonnement va arracher des électrons aux atomes, casser des molécules et provoquer la formation de **radicaux libres très réactifs**. Les recombinaisons chimiques vont donner naissance à **des molécules qui n'existaient pas initialement dans l'aliment**.

L'irradiation provoque également :

- La destruction d'acides aminés et de vitamines (selon la dose appliquée) ;
- La rupture des équilibres naturels : or tous les microorganismes contenus dans la nourriture ne sont pas nuisibles : certains ont des fonctions utiles ;
- L'induction de mutation notamment chez les bactéries et les insectes les plus pathogènes qui sont généralement les plus résistants au traitement (création de lignée plus résistantes).

Il faut savoir que l'irradiation à forte dose détruit les bactéries mais qu'elle n'a pas d'incidence sur **les toxines** qu'ont produites ces bactéries. Or, bien souvent, ce sont les toxines qui sont responsables des intoxications alimentaires.

## **5/ Les autres techniques de conservation**

### **5.1/ Modification de l'atmosphère :**

- Conditionnement sous vide :

La mise sous vide réduit la quantité d'air autour de la denrée alimentaire et donc l'action de l'oxygène sur celle-ci. Cela permet d'inhiber la flore aérobie d'altération et les réactions d'oxydation.

- Conditionnement sous atmosphère modifiée :

Lors du conditionnement dans un emballage étanche, l'air qui entoure la denrée alimentaire est remplacé par un gaz ou un mélange gazeux, qui dépend du type de produit, et permet de prolonger la durée de vie de celui-ci. Cette technique de conservation est associée à un stockage à basse température. Une mention inscrite sur l'étiquetage indique : "conditionné sous atmosphère protectrice".

### **5.2. Salage ou Saumurage:**

On soumet une denrée alimentaire à l'action du sel soit en le répandant directement à la surface de l'aliment (salage à sec) soit en immergeant le produit dans une solution d'eau salée (saumurage). Cette technique est essentiellement utilisée en fromagerie, en charcuterie et pour la conservation de certaines espèces de poissons (harengs, saumon, etc.) ou denrées alimentaires végétales (condiments).

### **5.3/ Conservation par acidification ou Fermentation :**

La fermentation est la transformation naturelle d'un ou plusieurs ingrédients alimentaires sous l'action de levures, bactéries. Les plus importantes transformations de denrées alimentaires par la fermentation sont au nombre de 3 : la fermentation alcoolique (vin), la fermentation lactique (cornichons, fromages) et la fermentation acétique (vinaigre).

## 6. Conditionnement des produits alimentaires

C'est une opération par laquelle un produit est placé dans contenant pour assurer sa conservation, son transport et sa commercialisation.

Emballage peut signifier : l'opération de conditionnement ;

Le contenant lui-même.

Les emballages peuvent être en : métal, verre, plastique, aluminium, carton, papier ou bois.

### 6.1. Les propriétés des emballages :

a) **L'étanchéité** : l'emballage doit être étanche vis-à-vis de l'eau, des gaz et des microorganismes ;

b) **Résistance mécanique** : l'emballage doit résister à l'augmentation du volume de l'aliment provoquée par la congélation ;

c) **Résistance à la chaleur** : le métal est le plus résistant que les autres matériaux ....

d) **Protection contre la lumière** : l'emballage doit jouer le rôle de protecteur contre la lumière. Certaines réactions de dégradation sont accélérées par la lumière.

e) **Stabilité et neutralité** : l'emballage doit être totalement inerte vis-à-vis des aliments et ne représente pas de toxicités.

### 6.2. Quelques types d'emballage.

a) **Le plastique** : les matières plastiques utilisées pour la préparation des emballages sont généralement les : hauts polymères. Ex : polyéthylène, polystyrène.

Avantages	Inconvénients
Bas prix	La non stabilité
Pratique à utiliser	Non résistant à la chaleur (choc thermique)
Légereté	
Transparence	

### **b) Le métal :**

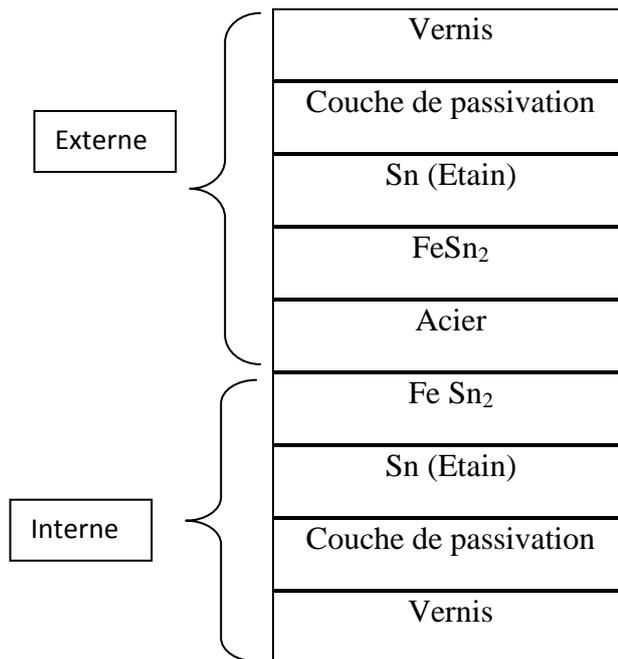
Il existe deux types :

- métal ferreux (fer blanc et noir) ;
- métal non ferreux (étain et aluminium).

L'étain joue un double rôle dans la boîte de conserve :

- empêche ou limite la migration du fer vers l'aliment ;

- évite les effets de corrosion



**b.1) problème de cet emballage (métal) :**

**b.1.1) Bombage chimique :**

Lorsqu'il y a passage d'étain vers l'aliment, il y a modification des caractères organoleptiques de l'aliment suivi de la corrosion interne.

**b.1.2) bombage biologique :**

Du à la pression des microorganismes producteurs de gaz Co<sub>2</sub> qui ont résisté à la stérilisation, donc c'est le Co<sub>2</sub> qui est responsable du bombage.

**c) Le verre :**

C'est un mélange de : Silice SiO<sub>2</sub> : 80%

Oxyde de Na : 10 à 15%

Oxyde de calcium Cao : 10%.

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Stabilité et l'inertie	Transparence
Transparence	Le cout
Recyclage	Faible résistance au choc mécanique
	Le poids

