

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**



**Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen-**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Département de Biologie**

**Mémoire En vu de l'obtention du diplôme de Master**

**Option : Science des Aliments**

**Thème**

**Contribution à l'élaboration d'un Plan de Contrôle  
des emballages plastiques en contact avec les denrées  
alimentaires**

Présentée par :

M<sup>ME</sup> BENSLIMANE Naziha

Devant le jury :

Président : Mr LAZZOUNI H.A.	M.C.A	Université Tlemcen
Examineur: Mr BELYAGOUBI L.	M.A.A	Université Tlemcen
Examinatrice: Mme LOUKIDI B.	M.C.B	Université Tlemcen
Promoteur: Mr BELLOUT B.	M.A.A	Université Tlemcen

**Année universitaire : 2013-2014**

## Remerciement

*Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant qui m'a donnée le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.*

*Au terme de cet étude, il m'est agréable de remercier vivement tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail et particulièrement :*

*A Mr BELLOUT.B, Maitre assistant au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et de la terre et de l'univers, université de Tlemcen pour avoir proposé et dirigé ce travail, ses conseils, ses orientations et qui a été la source généreuse de l'aide tout au long de ce travail. Je le remercie vivement pour sa gentillesse.*

*J'exprime ma gratitude :*

*A Mr LAZZOUNI.H.A , Maitre de conférence au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et de la terre et de l'univers, université de Tlemcen, de m'avoir fais l'honneur de présider ce jury.*

*A Mr BELYAGOUBI.L, Maitre assistant au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et de la terre et de l'univers, université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*A Mme LOUKIDI.B, Maitre de conférence au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et de la terre et de l'univers, université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.*



## Conclusion

Cette étude a fait le point sur l'emballage en plastique, son usage très fréquent dans notre quotidien, son processus de fabrication, et les transformations qui peuvent avoir à partir de la matière première, son valorisation énergétique et son impact sur l'environnement et la santé, enfin les essais de contrôle de cet emballage.

Les plastiques sont utilisés dans beaucoup de domaines et ont permis d'améliorer notre quotidien. Cependant, comme nous l'avons vu, le plastique est réalisé à partir de pétrole qui, comme nous le savons, est une matière première non renouvelable. Il va donc falloir trouver des solutions comme recycler les plastiques réalisés.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour obtenir les molécules indispensables à la réalisation des plastiques (monomères). Ensuite, ceux-ci sont combinés, par l'intermédiaire de réactions chimiques (polymérisations), afin de fabriquer les polymères.

On constate alors que les plastiques se scindent en trois familles : les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères qui ont des propriétés différentes et sur lesquelles vont jouer les fabricants pour obtenir des objets techniques.

Les plastiques sont omniprésents dans notre vie. Au-delà de leurs atouts, une fois consommés, ils génèrent des déchets volumineux par rapport à leur poids. Ces déchets occupent un volume important dans l'environnement.

Bien sûr, pour que nos déchets d'emballages soient traités, il faut les collecter et les trier.

En effectuant un dépôt volontaire des déchets d'emballages dans des centres de tri, on réduira les quantités de déchets destinées à l'enfouissement. Les campagnes de sensibilisation et d'information peuvent jouer un rôle très important en matière d'influence sur les comportements des consommateurs.

En effet, la prévention, la valorisation et le recyclage des déchets présentent à la fois un intérêt économique et environnemental. Cela permet de diminuer la consommation de ressources en matières premières et en énergie, mais aussi de limiter les pollutions et, dans de nombreux cas, de réaliser des économies financières.

La valorisation énergétique permet, grâce à l'incinération des déchets, de récupérer l'énergie qui sera utilisée pour le chauffage urbain, la production d'électricité, etc. L'enfouissement est réservé aux déchets ultimes.

La sécurité de ces matériaux doit être évaluée dans la mesure où des substances chimiques peuvent migrer de ces matériaux dans les aliments. Ils doivent être fabriqués conformément aux réglementations de l'UE – y compris les bonnes pratiques de fabrication – de façon à ce qu'un transfert potentiel vers les aliments n'entraîne pas de problème en termes de sécurité, ne modifie pas la composition des aliments de façon inacceptable ou n'engendre pas d'effet indésirable sur la qualité organoleptiques des aliments.

## 1. Généralité sur l'emballage

### 1.1 Définition

Emballage : étymologiquement vient du préfixe « en » et de « balle » lequel dérive lui-même de l'ancien allemand « balla » dont le sens était de serrer avec une idée de pelotonner ; emballer c'est donc mettre en balle et , par extension ,un emballage est donc un assemblage de matériaux destinés à protéger un produit qui doit être transporté.

Conditionner dérive du latin « condere » qui veut dire établir , stabiliser. Un conditionnement permet donc une présentation définitive et stable.(1)

### 1.2 Les différents types d'emballages

Il y a trois types d'emballages :

L'emballage de vente ou **emballage primaire**, c'est-à-dire l'emballage conçu de manière à constituer, au point de vente, un article destiné à l'utilisateur final ou au consommateur.

L'emballage groupé ou **emballage secondaire**, c'est-à-dire l'emballage conçu de manière à réunir, au point de vente, un groupe d'un certain nombre d'articles, qu'il soit vendu à l'utilisateur final ou au consommateur (par exemple trois sachets de purée dans une boîte), ou qu'il serve seulement à garnir les présentoirs aux points de vente (par exemple, pack de 6 bouteilles d'eau). Il peut être séparé des marchandises qu'il contient ou protège sans en modifier les caractéristiques de conservation.

L'emballage de transport ou **emballage tertiaire**, c'est-à-dire l'emballage conçu de manière à faciliter la manutention et le transport d'un certain nombre d'articles ou d'emballages secondaires, en vue d'éviter leur manipulation physique et les dommages liés au transport. Le plus souvent, c'est une palette avec une housse plastique qui regroupe plusieurs colis.

L'emballage de transport ne comprend pas les conteneurs de transport routier, ferroviaire, fluvial, maritime ou aérien.

### 1.3 Les fonctions de l'emballage

Tous les emballages répondent à des fonctions précises qui n'ont guère varié dans leur principe, mais qui connaissent une importance croissante dans notre vie quotidienne :

- ❖ une fonction de contenant : l'emballage est avant tout un récipient, associé à des servitudes métrologiques réglementaires (obligation de l'indication exacte de la masse ou du volume contenu) ;
- ❖ une fonction de présentation , visant à retenir l'attention et à séduire l'acheteur dans le linéaire de distribution(c'est la fonction qui intéresse les services « marketing »).
- ❖ Une fonction d'information, par l'étiquetage ,de plus en plus importante, associée à des servitudes réglementaires quant au types d'informations et à la loyauté des renseignements donnés .
- ❖ Une fonction de service, dans la mesure où l'emballage apporte un service spécifique : flacon pulvérisateur ,flacon saupoudreur ,boite auto –chauffante ,etc. la notion de service s'étend également à la commodité d'emploi ,notamment à la facilité d'ouverture sans outils particulier .on pourrait inclure dans cette fonction de service une fonction de réutilisation , de nombreux emballages connaissant un second usage ,parfois imprévu ;réutilisation parfois utilisée comme argument de vente (on pense au verre à moutarde ,par exemple).
- ❖ Une fonction de sécurité alimentaire : protection vis-à-vis d'une contamination ou d'une population délictueuse (fraude , vol par substitutions , malveillance, etc.).
- ❖ Une fonction de protection physique vis-à-vis des chocs mécaniques (manutention, palettisation, transport), des variations de température (emballages isothermes),de la lumière(matériaux filtrant les UV par exemple).
- ❖ Enfin , la fonction principale : celle d'auxiliaire technologique de conservation et de protection de la qualité du produit alimentaire contre les agents extérieurs d'altération physico-chimique et biochimique des aliments associée à une obligation d'innocuité toxicologique et d'inertie chimique des matériaux constituant l'emballage vis –à-vis de son contenu (problème des transferts) (1).

### 1.3.1 Conservation des aliments

Un procédé de conservation a pour but soit de bloquer ou de ralentir l'évolution des flores microbiennes de l'aliment soit de les détruire.

Deux objectifs peuvent être recherchés :

- La stabilisation de l'aliment assurée par un traitement qui bloque ou freine le développement microbien. s'il s'agit d'un procédé différent de la conservation au froid , on obtient des semi-conserves qui doivent être transportées et stockées à base température ;
- la stérilisation de l'aliment qui consiste à détruire les micro-organismes et les enzymes de l'aliment. Elle débouche sur des conserves qui peuvent être transportées et stockées à température ambiante (2) .

L'emballage peut assurer simultanément la protection passive et/ou active des aliments On parle d'une protection passive lorsque l'emballage constitue pour l'aliment une barrière physique contre les facteurs d'altération (O<sub>2</sub>, humidité, ...).

Quant à la protection active, elle est présente lorsque l'emballage peut réagir avec l'environnement où est exposé le produit ; c'est le cas par exemple des emballages contenant des absorbeurs de rayons UV conçus pour protéger les aliments sensibles à ce type de rayonnement (1).

#### **a-Dimensions qualitatives d'une denrée alimentaire :**

Si l'AFNOR définit globalement la qualité comme étant « l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs » (AFNOR, norme NF-X-50-109), il faut, dans le cas des produits alimentaires, distinguer dans ce concept global plusieurs volets qui toutes correspondent à des caractéristiques altérables dans le temps et sont donc toutes étroitement liées aux conditions de conservation :

**1. La qualité hygiénique :** la salubrité de l'aliment dans ses conditions normales d'emploi est une exigence absolue. L'aliment ne doit comporter aucun élément toxique à des doses dangereuses pour le consommateur, doses dont l'évaluation intègre les fréquences de consommation, les quantités ingérées et la notion de « dose journalière admissible ».

Cette qualité hygiénique peut être compromise par des facteurs biologiques, chimiques ou physiques.

**2. La qualité nutritionnelle** est l'aptitude de l'aliment à bien nourrir. Elle comporte : d'une part, un aspect quantitatif : énergie accumulée sous forme chimique (amidon, lipides), mesurables par calorimétrie, ou la perte par consommation compétitive par d'autres être vivants : moisissures, insectes, rongeurs ; d'autre part, un aspect qualitatif (équilibre nutritionnel de l'aliment au regard des besoins du consommateur : acides aminés, vitamines, minéraux, ...).

**3. la qualité sensorielle ou organoleptique** : Cette composante hédonique de la qualité est très importante, mais subjective et variable dans le temps et dans l'espace, selon les individus et leurs références culturelles. Cette qualité englobe les sensations gustatives, olfactives, tactiles, visuelles, voire auditives (par exemple, craquement du pain) bien déterminées. Ce volet est extrêmement sensible aux conditions de conservation et donc d'emballage.

En effet, un stockage mal conduit, un emballage inadéquat peuvent amener l'apparition de goûts désagréables (goût de moisi, chôme, fermenté goût de rance, ...), d'odeurs (odeur de moisi), ou de modifications de consistance (durcissement, liquéfaction, ...) (1)

#### **b -Les facteurs du milieu extérieur ou facteurs d'environnement :**

Du niveau qualitatif et quantitatif des facteurs d'environnement dépendent la ou les causes d'altération qui peuvent s'exprimer et qui seront prédominantes dans un processus de conservation donné, et la vitesse des réactions d'altération qu'elles entraînent.

Les différents facteurs qui jouent un rôle dans l'altération sont les suivants :

**1. Le facteur « temps »** introduit la notion de vitesse de réaction, dont la connaissance est indispensable, afin de déterminer la durée maximale probable de conservation. Ce facteur temps se traduit concrètement par la date limite ou conseillée de consommation ou de vente portée sur l'emballage des produits alimentaires.

**2. Les facteurs « température » et « quantité de chaleur »** (énergie disponible) ont bien sûr une extrême importance : un accroissement de la température, qui est une mesure de l'augmentation de l'agitation moléculaire, traduit un accroissement de l'énergie cinétique et de la probabilité des chocs entre molécules. Lorsque l'agitation et l'énergie disponible deviennent



suffisantes pour que certaines liaisons soient rompues (notamment les liaisons hydrogène), il se produit des bouleversements dans les structures macromoléculaires. **(1)**

La température est par ailleurs le paramètre essentiel de stabilité ou d'évolution des équilibres thermodynamiques. Ainsi, la stabilité des états physiques (émulsions, gels, états liquides/solides, état cristallin, état amorphe) dépend essentiellement de la température, et dans une moindre mesure des facteurs pH,  $a_w$ , etc. Les températures de bonne conservation sont indiquées sur les emballages et doivent être respectées par tous les acteurs de la chaîne alimentaire.

**3. L'hygroscopicité** se mesure notamment par la « courbe de sorption » qui exprime, à l'équilibre thermodynamique, la relation qui existe entre, d'une part, la teneur en eau de la substance, et d'autre part, l'activité de l'eau ( $a_w$ ) de la dite substance. Les échanges hygroscopiques sont bien entendu favorisés par l'état de division du système air/aliment dont dépendent les surfaces d'échanges, et donc les vitesses de transfert.

**4. Le facteur « pH »** influence considérablement les activités enzymatiques et les développements microbiens ; les milieux acides étant en général favorables à une bonne conservation.

**5. Le facteur « teneur en oxygène et en gaz carbonique »** (composition de l'atmosphère en équilibre avec l'aliment) intervient sur la nature du métabolisme (aérobie ou anaérobie) des microorganismes et des entités vivantes, et sur l'intensité des oxydations non enzymatiques et de certaines réactions d'oxydation enzymatiques.

**6. Le facteur « contrainte mécanique »** (pression, chocs, contraintes diverses) peut être responsable de déformation, d'écrasement et/ou de cassure qui confèrent un aspect rédhibitoire au produit.

Considérant ces différents facteurs d'environnement et leur rôle dans la révélation ou la répression des causes d'altération, on conçoit le rôle primordial que joue l'emballage qui est avant tout une barrière entre un milieu intérieur (le produit alimentaire et ses causes intrinsèques d'altération) et le milieu extérieur porteur des « facteurs d'environnement » **(3)**.

De ce fait, le conditionnement et l'emballage des produits alimentaires font partie intégrante de la panoplie des techniques utilisées pour allonger la durée de vie des produits (stérilisation,

froid, séchage, fumage, salage, additifs, ...) et sont souvent étroitement associés à l'une de ces techniques dont ils sont le complément indispensable (par exemple, la conservation sous gaz neutre à l'abri de l'oxygène est associée au choix d'un emballage de porosité déterminée à ces gaz) (1).

## 1.4 Rôles de l'emballage alimentaire

### 1.4.1 Rôle technique de l'emballage

Les emballages ont pour rôle de contenir le produit, de le préserver de toute contamination, de permettre son transport, sa distribution, son stockage, son étalage, son utilisation et enfin sa disposition finale. Le tableau 1 résume les différents rôles et intervenants en emballage alimentaire.

**Tableau 1** : rôles de l'emballage

Rôle technique	Rôle marketing	intervenants
Contenir	Vendre	fabricants
Préserver	Communiquer	Transformateurs
Transporter	Motiver	Détaillants/grossiste
Utiliser	Informé	Consommateurs

Il est cependant rare de trouver un seul emballage qui répond à tous ces rôles, d'où la nécessité d'un ensemble de matériaux qui forment un système d'emballage parfaitement adapté au produit. L'emballage est donc un système de formes interdépendantes qui nécessite une approche globale afin de composer un système efficace.

L'approche système intègre plusieurs facteurs pour le design de l'emballage : le design du produit, sa fabrication, son entreposage, sa distribution, la vente au détail et la consommation en tenant compte de l'image de marque et de l'environnement législatif.

Les matériaux d'emballage les plus fréquemment utilisés dans l'industrie alimentaire sont : les plastiques (flexibles ou rigides), les papiers, les cartons, le verre et les métaux. Les utilisateurs finaux sont les institutions, les grossistes, les détaillants et les consommateurs.

### **1.4.2 Rôle marketing de l'emballage (création)**

Dans un marché de plus en plus compétitif où les nouveaux produits se multiplient à un rythme accéléré, l'emballage est devenu l'outil de communication le plus stratégique pour tous les produits de consommation courante. Premier contact avec le consommateur, voire souvent le seul, le design d'emballage dépasse l'exercice esthétique : il est un véritable défi de communication.

Un mauvais design d'emballage constitue d'ailleurs l'une des principales sources d'échec des nouveaux produits lancés, cette ultime étape de réalisation (et première étape de commercialisation) étant souvent trop rapidement (ou mal) pensée, créée et réalisée.

En emballage, tout a un sens. Prenons les couleurs, par exemple. Leur sens peut varier d'une catégorie de produits à l'autre : un vert trop vif évoquera des saveurs artificielles, alors qu'un vert doux suggèrera plutôt un produit nature. Aussi, l'angle et le positionnement des différents éléments de communication peuvent transmettre une multitude de messages pouvant être positifs ou contraires à l'image souhaitée (4).

## **2. Le plastique**

### **2.1 Généralités**

Le plastique est le terme populaire désignant les matières synthétiques de toutes sortes. Son étymologie vient du grec ancien et signifiait à l'origine « forme produite ».

La première matière plastique, appelée Bakélite, fut créée par Léo Beakeland en 1909 à partir de macromolécules artificielles. Les matières plastiques sont issues de matières premières telles que le charbon, le pétrole ou le bois. Au fil des années, plusieurs adjuvants chimiques furent découverts et ainsi, il fut possible d'augmenter les caractéristiques multiples du plastique.

Bon marché, aux utilisations multiples, le plastique est omniprésent dans notre vie actuelle (5).

Ces emballages offrent une variété infinie de solutions, ils s'adaptent au sur mesure et à une infinité de contenus. Grâce à leur légèreté, à leur capacité de valorisation, que ce soit par recyclage ou valorisation énergétique, les emballages après usage répondent aux exigences environnementales.

L'emballage plastique est résistant, il évite ainsi des pertes de produit, des risques de dommages pour l'aliment qu'il protège. Il s'est adapté aux cadences de conditionnement de l'industrie agroalimentaire et aux modes de distribution des produits.

Les différents matériaux les plus utilisés sont : PET, PEhd, PEbd, PS, PVC, PP (6).

## 2.2 Définition

On entend par « matière plastique » le composé macromoléculaire organique obtenu par polymérisation ,polycondensation , polyaddition ou autre procédé similaire à Partir de molécules de poids moléculaires inférieurs ou par modifications chimiques de macromolécules naturelle, sont considérées également comme matières plastiques les silicones et autres composés macromoléculaire linéaires . (2)

L'agroalimentaire absorbe 65 % des emballages plastiques (réciproquement, 50 % des aliments sont emballés dans du plastique).

Viennent ensuite :

- les produits d'entretien 13 %
- hygiène, santé, beauté 12 %
- l'industrie et le transport 10 %










**Exemple** :Emballage plastique destinée au denrées alimentaires

Les matières plastiques employées sont indiquées à l'aide de codes visuels (un chiffre entouré d'un triangle fléché). Selon ce chiffre, on peut savoir de quel plastique est fait l'emballage :

- 1 : poly téréphtalate d'éthylène (PET ou PETE) ;
- 2 : polyéthylène haute densité (HDPE) ;
- 3 : polychlorure de vinyle (PVC) ;
- 4 : polyéthylène basse densité (LDPE) ;
- 5 : polypropylène (PP) ;
- 6 : polystyrène (PS) ;
- 7 : tout plastique autre que ceux nommés de 1 à 6.(6)

Le tableau N°2 offre un bon résumé des différents plastiques et de leurs utilisations les plus fréquentes dans l'industrie alimentaire. (4)

Tableau 2 - Nomenclature et champ d'application des plastiques (4)

 <p><b>PET</b></p>	<p>Polyéthylène téréphtalate (PETE) : Souvent utilisé pour les bouteilles de boisson gazeuse, d'huile de cuisine, etc. En film, il est surtout utilisé pour ses propriétés de scellage à n'importe quel autre matériau d'emballage, et comme film moulant. C'est actuellement le plastique le plus recyclé. Pour les micro-ondes et les fours, l'industrie utilise le PET qui résiste à des températures plus élevées.</p>
 <p><b>PE-HD</b></p>	<p>Polyéthylène haute densité : Souvent utilisé pour les bouteilles de détergent, jus de fruits, contenants pour congélation, chaudières, barils et bouchons. Il représente 50 % du marché des bouteilles en plastique. En film, il est souvent utilisé pour des doublures pour baril et boîtes en industrie alimentaire. Coût bas et bonne barrière à l'oxygène.</p>
 <p><b>PVC</b></p>	<p>Polychlorure de vinyle (PVC) : C'est le 2e plastique le plus utilisé dans le monde (20 % de l'ensemble des plastiques) après les polyéthylènes (32 %). Utilisé pour des bouteilles et pots de miel, confiture et mayonnaise avec une excellente transparence. En film, il est utilisé aussi pour les manchons thermo rétractables et sceaux de sécurité. N. B. : Peut susciter la controverse à cause de sa teneur en chlore.</p>
 <p><b>LDPE</b></p>	<p>Polyéthylène basse densité : Généralement utilisé pour certains sacs ou emballages plastiques (bouteilles comprimables, bouchons ou capsules). En film, il est utilisé pour stabiliser les caisses ou palettes (étirable, ou thermorétractable). Coût bas et barrière moyenne à l'oxygène.</p>
 <p><b>PP</b></p>	<p>Polypropylène (PP): Utilisé pour certaines tasses pour enfants, gourdes souples réutilisables pour sportifs, récipients alimentaires réutilisables, pots de yogourt, de lait et de margarine. Il est surtout le plus utilisé pour le remplissage à chaud et les couvercles. Coût bas et barrière à l'humidité.</p>
 <p><b>PS</b></p>	<p>Polystyrène (PS) : Utilisé principalement pour les gobelets et contenants thermoformés ou par injection. En alimentaire, surtout présent dans les barquettes et contenants en styromousse pour les produits frais et emballage de protection. Le PS expansé est surtout utilisé comme support pour rouleau d'étiquettes. Ne jamais chauffer les aliments dans des récipients en polystyrène (peut représenter des risques pour la santé).</p>
 <p><b>7</b> 0</p>	<p>Autres plastiques, comme le Polycarbonate : Utilisé pour les biberons Et certaines tasses pour bébé en polycarbonate translucide et rigide, tout comme les bonbonnes d'eau de 20 litres et certaines de 3,5 litres.</p>

## 2.3 Les différentes familles de plastique

Il existe trois grandes familles de plastique :

Les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères. Elles ont toutes trois des propriétés Différentes.

### 2.3.1 Les thermoplastiques :

Ils ont la propriété d'être malléables lorsqu'on les chauffe, Une fois refroidis, ce sont des plastiques durs.

Les thermoplastiques conservent leurs propriétés. Ils sont réversibles et facilement recyclables.

Dans les thermoplastiques, il existe entre autre : Polycarbonate (utilisé pour les fours à micro-ondes), PVC (utilisé pour l'isolation, et les contours de fenêtres), Polyéthylène (utilisé pour les sacs plastiques).

### 2.3.2 Le thermodurcissable :

C'est un polymère ne pouvant être mis en œuvre qu'une seule fois. Il est insoluble et une fois durci, on ne peut pas changer sa forme.

C'est une résine utilisée dans l'industrie, qui, après polymérisation (montée en chaleur) ne reviendra pas à son état initial (liquide ou pâteux).

Quelques exemples : le polyimide (circuits imprimés), le Polyester insaturé (fibres textiles).

### 2.3.3 Les élastomères :

Ils ont les mêmes qualités élastiques que le caoutchouc c'est-à-dire qu'ils supportent de très grandes déformations avant rupture. Ils ont une contrainte : ils peuvent se déformer.

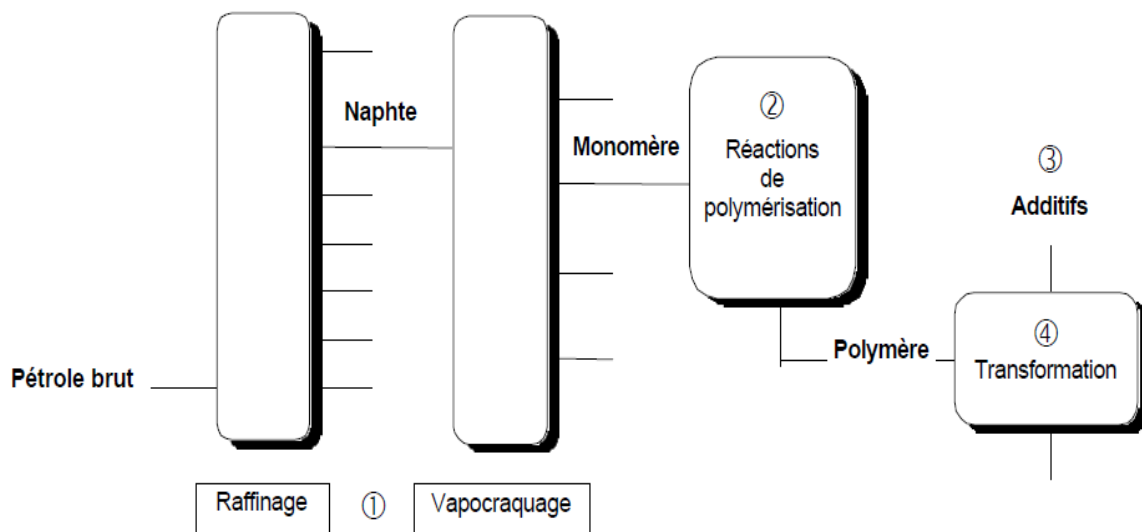
Ils ont une bonne élasticité, grâce à la vulcanisation qui consiste à cuire avec différents agents chimiques les molécules pour les rendre flexibles.

Les élastomères les plus utilisés sont :

- le caoutchouc naturel issu du latex.
- le poly isoprène synthétique
- le polybutadiène
- le styrène-butadiène

Grâce aux propriétés des différents plastiques, la diversité des demandes de l'utilisateur est satisfaite. Ces trois grandes familles regroupent donc une multitude de plastiques différents selon les caractéristiques attendues (7).

## 2.4 Fabrication du plastique



**Figure1 :** Les étapes de fabrications du plastique

Le pétrole est à l'origine de la fabrication du plastique lorsqu'il est élevé à une forte température. Une fois que le pétrole brut a été extrait, il est envoyé dans une raffinerie. En raffinant le pétrole, on obtient du fioul pour le chauffage des logements et des usines mais aussi du gazole pour les camions et les voitures diesel. Nous avons aussi du kérosène, le carburant des avions et du naphta, une sorte d'essence qui est transformée dans les usines chimiques.

La première étape du **raffinage** consiste à chauffer le pétrole brut dans un immense four à 385°C pour séparer ses différents constituants.

Une fois qu'il a atteint la bonne température, il est envoyé dans une immense tour de distillation de 60 mètres de haut. Dans cette tour, les différentes familles d'hydrocarbures, qui sont présentes dans le pétrole brut, vont se séparer les unes des autres. En effet sous l'action de la chaleur, les molécules se transforment en gaz et s'élèvent dans la tour de distillation. Plus elles s'élèvent et moins il fait chaud. Elles vont donc progressivement se condenser comme la vapeur d'eau sur une vitre froide.

Toutes les molécules ne se condensent pas à la même température, tout dépend des atomes qui les composent.

Les molécules qui se condensent entre 180°C et 40°C, forment un liquide, le naphta avec lequel on peut fabriquer de nombreux produits tels des lessives, des colorants, des engrais, des insecticides, des produits de beauté, des médicaments et des plastiques.



Le naphta doit être ensuite transformé avant d'être utilisé pour réaliser différentes matières plastiques.

Dans une première étape, on mélange le naphta avec de la vapeur d'eau et on passe le tout au four à 800°C, puis on le refroidit rapidement. Sous l'effet de la chaleur, les molécules se cassent et emportent avec elles plus ou moins d'atomes de carbone. Ce sont ces petites molécules qui sont les produits chimiques de base, que l'on appelle "**monomères**". Ce sont des gaz ou des liquides.

Pour fabriquer des matières plastiques, on met en réaction les petites molécules, afin de former un "polymère" ou enchaînement de monomères. C'est une sorte de chaîne constituée de trombones attachés les uns aux autres comme une construction de "Lego". Cette deuxième étape s'appelle la "polymérisation". Les matières plastiques sont alors sous une forme solide. Les molécules peuvent être assemblées dans des ordres différents en autant de sortes qu'il y a de matières plastiques différentes. **(les emballages plastiques CNR,1999) (8)**  
A partir du travail de la matière première, c'est-à-dire le pétrole, nous obtenons des polymères sous forme de granulés qui sont ensuite fondus pour être transformés en produits finis. **(figure2)**



**Figure 2** : les granulés de matière première

### 2.4.1 La polymérisation

Elle comporte trois étapes :

#### a) la polycondensation

Lors d'une polycondensation, de nombreuses petites molécules de type A, ou en général de deux types : A et B, appelées monomères, se lient les unes aux autres, alternativement, un très grand nombre de fois, pour donner des molécules géantes appelées macromolécules. On utilise alors un catalyseur pour augmenter la vitesse à laquelle se fait la réaction. La polycondensation s'accompagne de la libération d'une espèce chimique comme l'eau par exemple.

#### b) La polyaddition

La réaction chimique consiste à additionner un grand nombre de fois « n » un ou plusieurs monomères pour obtenir un polymère. Pendant cette réaction, une liaison parmi la double liaison entre les deux carbones se casse.

#### c) La polymérisation radicalaire

La polymérisation radicalaire est une polymérisation en chaîne qui comme son nom l'indique fait intervenir comme espèce active des radicaux.

Elle est constituée de trois étapes simultanées :

- *L'amorçage.* Cette étape consiste à séparer l'amorceur (molécule chimique) qui va faire apparaître un radical sur chaque molécule. Ceux-ci vont amorcer la réaction.
- La propagation. Elle est la principale étape de la polymérisation radicalaire. C'est au cours de cette étape que la chaîne macromoléculaire se forme par addition successive d'unités monomères sur le « macro-radical » en Croissance.
- La terminaison. Elle est la dernière étape qui consiste à associer de deux chaînes macromoléculaires entre elles (9).

### 2.5 Les Additifs utilisés pour la fabrication du plastique

Pour la fabrication de produits plastiques, les additifs couramment commercialisés sont des Stabilisants (moins de 3% en volume total de matières), des Lubrifiants (moins de 1%), des Plastifiants (20% à 30%), des Modificateurs de choc (20% à 30%), des Colorants (entre 0,1% et 0,2%), du Dioxyde de titane (pour accroître la blancheur de certains produits), ainsi que des substances destinées à lutter contre le vieillissement dû à l'exposition aux rayons ultra-violets. (8)

### 3. Les matériaux et leurs applications

#### 3.1 Le choix des matériaux

L'emballage rigide primaire, donc en contact avec les denrées alimentaires doit répondre à un ensemble de contraintes ; il faut que le matériau se prête à la technique de transformation nécessaire à l'obtention de la bouteille, de la barquette ou du pot, mais aussi offrir les propriétés requises :

- Résistance aux chocs, au froid (congélateur) et à la température (ex. stérilisation, micro-onde)
- Attractivité en rayon de magasins (forme, couleur, aspect, transparence, pouvoir de séduction)
- Praticité pour le consommateur : ouverture/fermeture facile (bouchon vissable, bouchon charnière et clipsable, opercule couvercle pelable), distributeur de doses ;
- Durée de conservation : emballage barrière à la vapeur d'eau, à l'oxygène et aux odeurs. Utilisable pour le conditionnement sous atmosphère modifiée ;
- Sécurité du consommateur : témoin d'inviolabilité sur les ouvertures, étanchéité. (6)

Cependant la fonction première d'un emballage alimentaire est sans conteste de garantir la protection de l'aliment contre les risques de contamination chimique et microbiologique externe pendant la durée de conservation prévue. Toutes les matières plastiques offrent de ce point de vue, des propriétés d'imperméabilité et d'innocuité qui souvent s'avèrent satisfaisantes même dans une structure d'emballage monocouche (ces polymères sont dits « *matériaux de structure* »).

Dans le cas où l'aliment par nature est sensible à l'oxygène de l'air ou aux odeurs, il faut faire appel à des matériaux dits « *barrière* ». Ces derniers sont alors utilisés systématiquement dans des emballages multicouches en association avec des matériaux de structure. (1)

### 3.1.1 Les matériaux dits « barrière »

Ces matériaux présentent une très faible perméabilité à l'oxygène et au gaz carbonique, mais aussi à des molécules plus lourdes comme les arômes des aliments. La tendance actuelle à l'augmentation de la durée limite de consommation favorise de plus en plus leur utilisation. Cependant leurs autres caractéristiques, et notamment leur prix, ne leur permettent pas une utilisation large.

#### *Copolymère d'éthylène alcool vinylique (EVOH)*

C'est un matériau très utilisé dans l'emballage rigide alimentaire car il prête bien à la coextrusion de feuilles ou de corps creux en combinaison avec des matériaux de structure comme les polyéthylènes, polypropylène, ou polystyrène.

Le caractère cristallin et polaire de l'EVOH nécessite cependant l'utilisation de liants qui assurent l'adhésion avec les matériaux de structure.

Ce copolymère présente une excellente imperméabilité à l'oxygène, au gaz carbonique et aux arômes mais à condition de le protéger de l'influence de l'humidité qui fait chuter fortement ses performances. Pour pallier à cet inconvénient il est souvent pris en sandwich dans des structures multicouches à base de polyoléfines PE ou PP peu sensibles à l'humidité.(6)

- *Chlorure de polyvinylidène (PVDC)*

Il s'agit de la famille de matériaux « barrières » la plus couramment utilisée dans les films souples. Elle est en fait constituée de copolymères de chlorure de vinylidène.

- *Absorbeurs UV (Tinuvin 326)*

Parmi les absorbeurs UV, vient le tinuvin 326 qui a été démontré efficace pour retarder l'absorption des rayonnements UV.

Ce composé, approuvé par le FDA (Food and Drug Administration) comme additif d'emballage alimentaire en avril 1981, s'est avéré efficace contre la photooxydation de l'huile de soja (10) et protège la vitamine A contre la photooxydation (11).

### 3.1.2 Les matériaux de structure et leurs associations

- *Polyéthylène basse densité (PEbd)*

Ce Matériau domine très largement les emballages souples car il assure une excellente imperméabilité à l'humidité et une soudabilité thermique à haute cadence. Il peut être utilisé pour les produits alimentaires liquides.

- *Polyéthylène haute densité (PEhd)*

Le PEhd a fait une percée remarquable dans deux secteurs où le brique carton a des positions dominantes : le lait et les jus de fruits. En effet la liberté des formes, des couleurs et la praticité des bouteilles plastiques ont renouvelé le marketing de ces produits.

Le lait longue conservation est conditionné dans des bouteilles multicouches pour éviter l'altération du lait par photooxydation.

On note que pour les jus de fruits frais, ayant une DLC de quelques jours en bouteilles PEhd translucides monocouche, on peut atteindre, grâce à des emballages multicouches constitués de PEhd-liant-matériau barrière-liant-PEhd, peut augmenter la DLC des jus jusqu'à 9 mois.

Une partie des huiles de table est conditionnée en bouteilles PEhd opaques surtout celles de tournesol dont la présence des cires peut influencer le comportement du consommateur en leur conférant une apparence turbide non appréciée.

- *Polypropylène (PP)*

Il fait partie de la famille des polyoléfines, constitués essentiellement à partir de propène. Il entre principalement dans la fabrication de films d'emballage de paquets de cigarettes, de fleurs, bonneterie et produits alimentaires secs. (6)

C'est un matériau qui offre plusieurs avantages :

1. Un bon rapport qualité/prix.
2. Une rigidité et transparence adéquates à la production alimentaire.

Le PP est utilisé pour le conditionnement des mayonnaises et du ketchup en flacons souples, mais pour parfaire l'opération il faut intégrer une barrière à l'oxygène comme l'EVOH dans une structure multicouche de type PP-liant-EVOH-liant-PP.

Le thermoformage du polypropylène a permis à ce matériau de conquérir d'autres parts de marché comme celui des desserts lactés, fromage frais aux fruits, les biscuits en boîtes familiales, ...

- *Polystyrènes compacts (PS)*

Le polystyrène (PS) : ce polymère du styrène est surtout utilisé dans les emballages de produits laitiers (yaourts, crème fraîche, desserts lactés) et les gobelets pour distributeurs automatiques. Le polystyrène est le matériau par excellence adapté au thermoformage à grande cadence ; le PS domine encore largement dans le conditionnement des produits laitiers frais, comme les yoghourts, desserts lactés, fromages blancs.

Il est d'ailleurs le seul matériau utilisé dans la technique dite de « FORM FILL SEAL (FFS) » qui consiste à enchaîner sur une même ligne de production, le thermoformage, le remplissage et la fermeture par scellage.

Les pots de yoghourts PS fabriqués par FFS sont ensuite vendus en linéaire par lots de 4, 6, ou 8 pots non découpés. Le consommateur peut facilement séparer les pots par pliage.

Pour les produits sensibles à l'oxygène ou pour de longue durée de conservation on doit mettre en œuvre des structures multicouches du type PS/EVOH/PE. C'est le cas de la viande ou de la charcuterie conditionnée en atmosphère modifiée et aussi des compotes de fruits.

- *Polyéthylène téréphtalate (PET)*

Ce plastique de la famille des polyesters a contrairement au PVC, une très faible perméabilité au CO<sub>2</sub>. Il est donc employé dans la fabrication des bouteilles de boissons gazeuses ; il intervient aussi dans la fabrication de flacons de produits cosmétiques.

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est devenu le matériel de choix pour le conditionnement des huiles de table car il offre une meilleure protection contre l'oxygène et une résistance élevée aux chocs. La minimisation de la photo oxydation altérative dans les emballages transparents peut être assurée par l'utilisation des stabilisants UV ou des composants incolores qui absorbent les rayonnements UV (12).

#### 4. Les transformations de plastique

Les techniques de transformation des plastiques dépendent de la nature des polymères et de la destination des produits finis. Quelques méthodes sont régulièrement utilisées pour la fabrication des pièces et des objets en polymère. Les principaux procédés de fabrication industrielle sont : l'injection, l'injection-soufflage, l'extrusion, le calandrage...

##### a) L'extrusion

L'extrusion associée au soufflage permet d'obtenir en « continu » la majorité des films plastiques utilisés pour l'emballage, l'agriculture, etc.

L'extrusion occupe une place importante (40% du tonnage des thermoplastiques utilisés).

On dispose pour cette technique d'une machine comportant essentiellement un fourneau cylindrique chauffé dans lequel tourne une vis qui pousse de façon continue la « pâte » a travers l'orifice de sortie qui constitue la filière ; un peu comme la machine à fabriquer des pâtes alimentaires. Les corps creux sont obtenus par un procédé hérité des verriers : le soufflage.

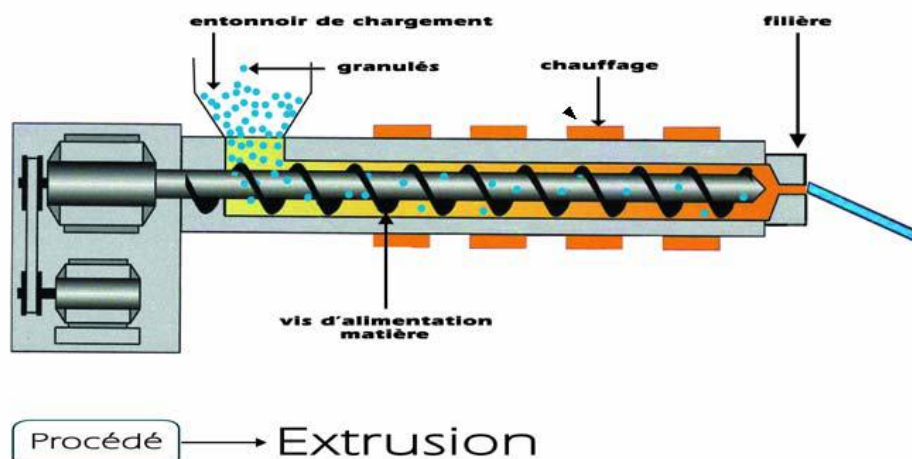


Figure3 : Le procédé d'extrusion

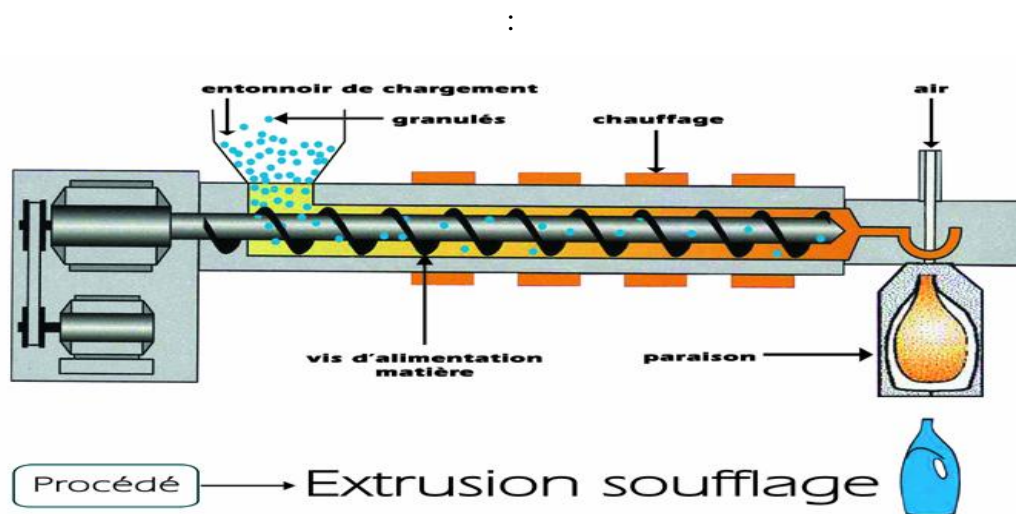
### b) Le soufflage

Dans le secteur de la transformation du plastique, le soufflage est la technique qui permet de fabriquer des corps creux, de formes simples, comme des flacons ou de formes plus complexes. Les utilisations des produits issus du soufflage sont multiples et concernent de nombreux secteurs d'activité, tels que la parfumerie, la pharmacie, l'automobile, l'alimentaire, etc.

On distingue deux techniques de soufflage dans le secteur de la transformation du plastique. Le soufflage par injection ou extrusion, techniques qui combinent les processus d'extrusion, ou d'injection à celui du soufflage, pour obtenir différents types de produits finis.

Dans les 2 cas, la forme obtenue par injection ou par extrusion est dilatée par un jet d'air comprimé à l'intérieur d'un moule, puis refroidie.

Comme toute technique de transformation du plastique, le soufflage n'est qu'une petite partie du processus.



**Figure4** : Procédé Extrusion soufflage

### c) L'injection

La matière plastique sous forme de granulés, est versée dans une trémie pour alimenter une vis sans fin logée dans un tube chauffé. Elle y est comprimée, malaxée et chauffée. Ce traitement mécanique et thermique fournit une pâte fondante et homogène sans bulle qui est poussée par la vis en rotation vers un orifice. La matière expulsée sous pression



par la vis d'injection à travers ce trou vient remplir un moule fermé et refroidi. Au contact des parois froides, elle prend la forme du moule et se solidifie. Le moule s'ouvre ensuite pour faire sortir la pièce. Pour changer la forme de la pièce, il suffit de changer de moule.

Ce procédé permet une transformation des thermoplastiques.

On obtient après démoulage des produits finis ou semi-finis de formes complexes en une seule opération. C'est une méthode de production très rapide pour produire des objets en très grande quantité. La technique de fabrication est fréquente pour fabriquer des objets moulés de qualité, parfois de forme compliquée dans le domaine de l'automobile du jouet ou de l'électronique.

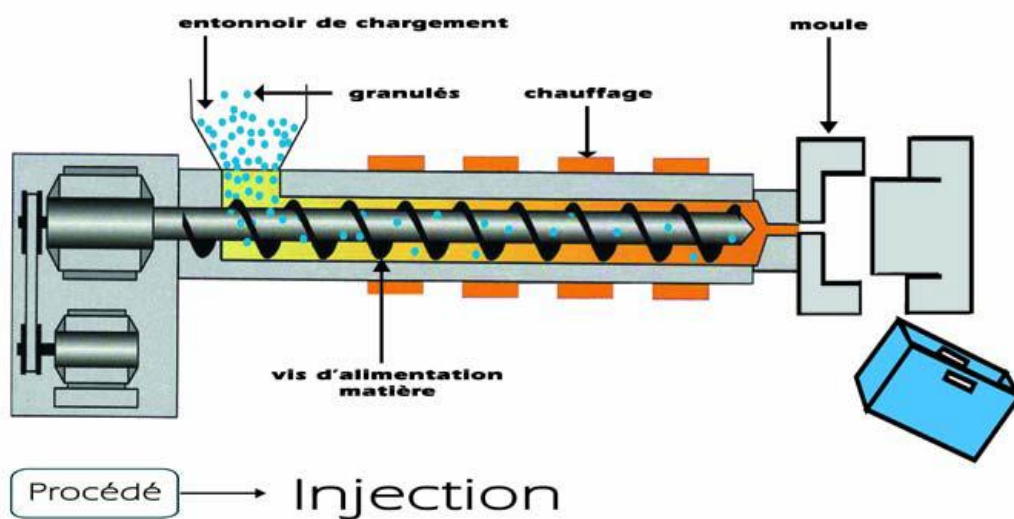
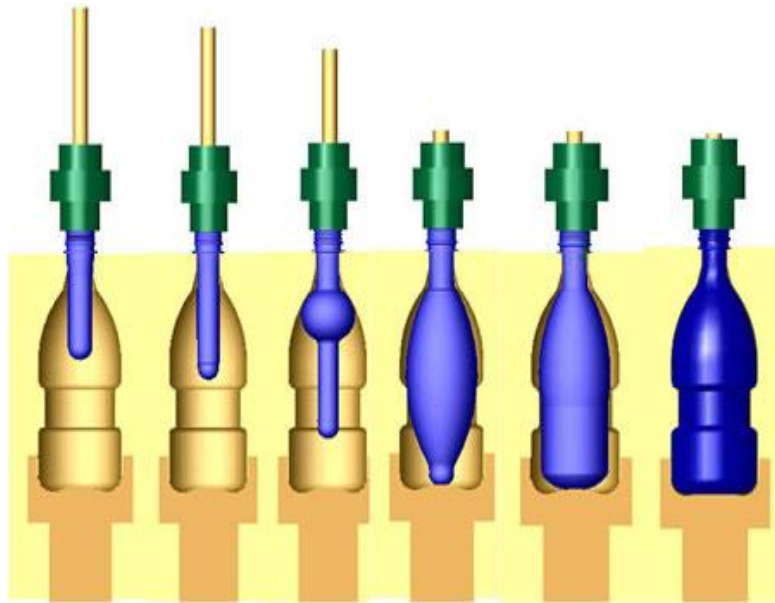


Figure 5 : Procédé Injection

#### d) L'injection soufflage

L'injection soufflage est un procédé utilisé pour fabriquer la plupart des bouteilles et des flacons. On utilise des pièces semi-finies obtenues par injection, Le corps de la préforme est chauffé puis une tige étire la préforme jusqu'au fond du moule.

Enfin, un très puissant jet d'air plaque la matière contre les parois du moule, La préforme prend alors la forme et le moule est refroidi puis ouvert pour faire sortir la bouteille. Comme pour l'injection, pour changer la forme de la bouteille, il suffit de changer de moule.



**Figure 6 :** Procédé d'injection soufflage

### **e) Le calandrage du plastique**

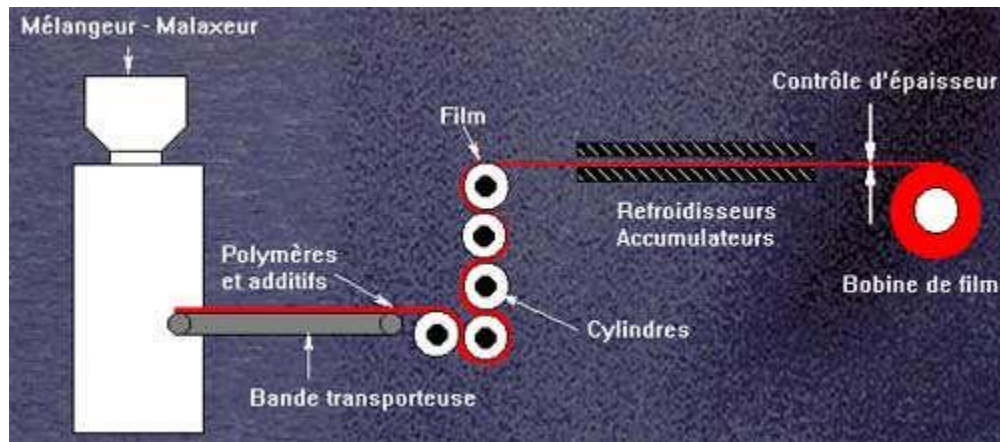
Des produits plats de plus grande largeur (feuilles, plaques) sont obtenus par calandrage d'un matériau thermoplastique ou élastique entre des cylindres éventuellement chauffants.

Il suffit de faire passer la matière plastique à l'état pâteux sur la bande transporteuse. Celle-ci l'amène ensuite entre les cylindres chauffants.

La matière passe ensuite dans les refroidisseurs, ou accumulateurs dans lesquels l'épaisseur du plastique sera contrôlée.

Pour finir, elle est enroulée sur une bobine de film.

Cette opération est par exemple utilisée pour fabriquer des revêtements de sols et de murs, des nappes, de l'ameublement, de la maroquinerie et des articles gonflables.



**Figure 7** : Procédé de calandrage

## f) L'enduction

L'enduction est un traitement de surface qui consiste à appliquer un Revêtement généralement liquide (laque, peinture, huile) sur un substrat (papier, textile, film plastique, acier).

Généralement, l'enduction est suivie d'un séchage.

C'est une opération de dépôt d'une matière spécifique sur une surface. Celle-ci réalisée sur un support textile, permet de lui conférer des caractéristiques particulières. L'objectif de l'enduction est d'apporter aux textiles un renfort, une imperméabilisation, une ignifugation, une occultation, une protection de surface, une couleur, une base d'impression pour sérigraphie ou toutes autres propriétés **(13)**.

## 5. Législation alimentaire de l'emballage

Les emballages doivent respecter la réglementation en vigueur relative aux matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires.

- Décret exécutif n°91-104 du 19 janvier 1991 relatif aux matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires et les produits de nettoyage de ces matériaux.
- Décret exécutif n°04-210 du 10 Joummada Ethania 1425 correspondant au

28 juillet 2004 définissant les modalités de détermination des caractéristiques techniques des emballages destinés à contenir directement des produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés par les enfants.

- Directive 2002/72/CE de la commission du 6 août 2002, concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires (14).

La réglementation actuelle doit garantir une protection de la santé publique et assurer les intérêts du consommateur en ce qui concerne la mise sur le marché des matériaux et objets destinés à entrer en contact avec les aliments.

L'aptitude des matériaux à entrer en contact avec les aliments est régie par le règlement CE N°1935/2004. L'article 3 de cette réglementation impose un principe d'inertie pour tous les matériaux destinés à entrer en contact avec les aliments. Les matériaux et objets doivent être fabriqués conformément aux bonnes pratiques de fabrication afin que dans les conditions normales ou prévisibles de leur emploi, ils ne puissent pas

- céder des constituants dans une quantité dangereuse pour la santé humaine
- entraîner une modification inacceptable de la composition de la denrée
- entraîner une altération des caractères organoleptiques de la denrée alimentaire

Complétant ce règlement, il existe des directives spécifiques en fonction du matériau considéré. Ces directives établissent :

- Des listes de substances autorisées «listes positives» pour la fabrication
- Des critères de pureté
- Des conditions particulières d'emploi des substances ou du matériau fini
- Des limites migration spécifiques à certains composés
- Des limites de migration globale
- Des spécifications quant aux moyens d'analyse
- Des dispositions sur la traçabilité
- Des dispositions particulières sur l'étiquetage

Le but est d'évaluer la conformité du matériau vis-à-vis du contact avec les denrées alimentaires et c'est à la charge de l'industriel de démontrer la conformité.

Dans les cas des matières plastiques utilisées comme emballage alimentaire, la directive 2002/72/ CE établissait les dispositions qui doivent s'appliquer à ces types des matériaux ; complétée par la directive 82/711/CEE sur le contrôles de la migration et par la directive 85/572/CEE sur les simulants.

Le règlement UE n°10/2011 concernant les matières plastiques destinées au contact des aliments est paru au Journal Officiel le 15/01/2011. Ce règlement a abrogé la directive n°2002/72/CE ainsi que les directives n° 80/766/CEE et 81/432/CEE **(15)**.

## **6. Le recyclage du plastique**

### **6.1 Généralité**

La production de déchets solides en Algérie a connu une augmentation durant ces dernières années, dont le ratio par habitant dans une zone urbaine est de 0.7kg/j/h, soit près de 9 millions de tonnes par an. La plupart de ces déchets sont acheminés vers des décharges ou des centres d'enfouissement. Plus de 10% de déchets éliminés sont de plastique .

À cette situation, le recyclage de matières utilisées ou des emballages est le mode préconisé dans les pays développés.

En Algérie, cette option reste très peu développée et le secteur informel est l'acteur important en matière de récupération.

En 2001, le gouvernement algérien a adopté une nouvelle politique en matière de gestion des déchets municipaux à travers le programme de la gestion intégrée des déchets municipaux(PROGDEM).

### **6.2 Les objectifs de recyclage**

Parmi ces actions, la promotion des activités de recyclage et de valorisation des déchets. Cependant, le recyclage a d'autres objectifs :

- il économise l'espace dans les centres d'enfouissement des déchets ;
- il baisse les dépenses de traitement des déchets solides municipaux (DSM) ;
- il améliore la qualité de l'environnement en réduisant les quantités des déchets ; ainsi
- il minimise l'utilisation de ressources.

La composition des déchets solides produits en Algérie se caractérise par une part très significative des produits organiques avec un taux moyen de 72%. Quant au plastique, il ne représente que 10% de ces déchets et 9.3 % pour le papier/carton, 4.14% pour le chiffon et autres, 3.2% pour les métaux et 1.36% pour le verre.

Le passage des entreprises productrices des boissons et d'eau minérale à l'utilisation des bouteilles en plastique au lieu des bouteilles en verre a augmenté le taux des matériaux a recyclé. (Voir tableau 3) **(16)**.

**Tableau 3 : Capacité de recyclage**

<b>Nature des déchets</b>	<b>Quantité en tonne/ an</b>
Papier	385.000
Plastique	130.000
Métaux	100.000
Verre	50.000
Matières diverses	95.000
<b>Total</b>	<b>760.000</b>

Le plastique est l'un des matériaux qui a le privilège d'être recyclé. En comparaison au verre, à l'aluminium et quelques autres matières qui sont recyclables à l'infini, le plastique, lui, perd de sa valeur au cours de sa revalorisation et n'est de ce fait pas recyclable indéfiniment.

### **6.3 Les facteurs influençant le recyclage du plastique**

Les plastiques recyclés ne peuvent pas être utilisés pour faire des emballages alimentaires. Ceci pour éviter la migration possible de substances toxiques sur les aliments.(5) Il existe deux facteurs qui freinent l'utilisation des polymères issus du recyclage, ce sont :

- Le fait que la matière obtenue du recyclage de moins bonne qualité que la matière première, et le coût élevé du transport, de la collecte et du tri des plastiques qui rendent le plastique recyclé relativement cher.
- On peut aussi noter les additifs ajoutés aux plastiques qui, lors de la revalorisation de la matière altèrent les propriétés des polymères recyclés il existe d'autres facteurs qui restreignent le recyclage comme par exemple les plastiques mélangés. En recyclant de telles matières, les polymères perdent leurs caractéristiques et peuvent être potentiellement dangereux pour la santé ou dans les cas des emballages contenant des produits chimiques.

La meilleure façon de traiter ces déchets est de les valoriser en les utilisant par exemple comme catalyseur pour brûler d'autres déchets.

Il n'est pas possible de recycler les plastiques souillés. En recyclant ces derniers, il est possible que la souillure présente sur l'objet recyclé contamine l'objet créé et altère celui-ci voire même le rende toxique. (5)

- **Définition du (re)valorisation :**

Il existe deux types de revalorisation. Elles consistent toutes 2 à redonner de la valeur marchande aux déchets. Il y a la valorisation énergétique qui consiste à utiliser l'énergie dans un produit lors de son incinération et la valorisation de la matière ou recyclage.

- **Définition du recyclage :**

C'est le fait de réintroduire un produit directement dans le cycle de production dans laquelle il a été issu, en remplacement d'une matière première neuve.

- **Définition de l'élimination :**

L'élimination est le dernier recours pour faire disparaître un déchet quand il n'est pas ou plus possible de le recycler ou de le revaloriser. (**Voir figure 7**)

## **6.4 Matières plastiques biodégradables**

Elles sont constituées de polymères de synthèse associés à des produits d'origine végétale (dérivant par exemple de l'amidon) ; elles peuvent également être constituées de polymères obtenus à partir de produits naturels (betterave, maïs, pomme de terre ,etc.).des développements sont en cours chez les producteurs en matières plastiques.

Des normes sont également en développement pour caractériser le degré de biodégradabilité des plastiques (**17**).

La biodégradation dépend de différents paramètres :

-le milieu de dégradation (température, humidité, écosystème...)

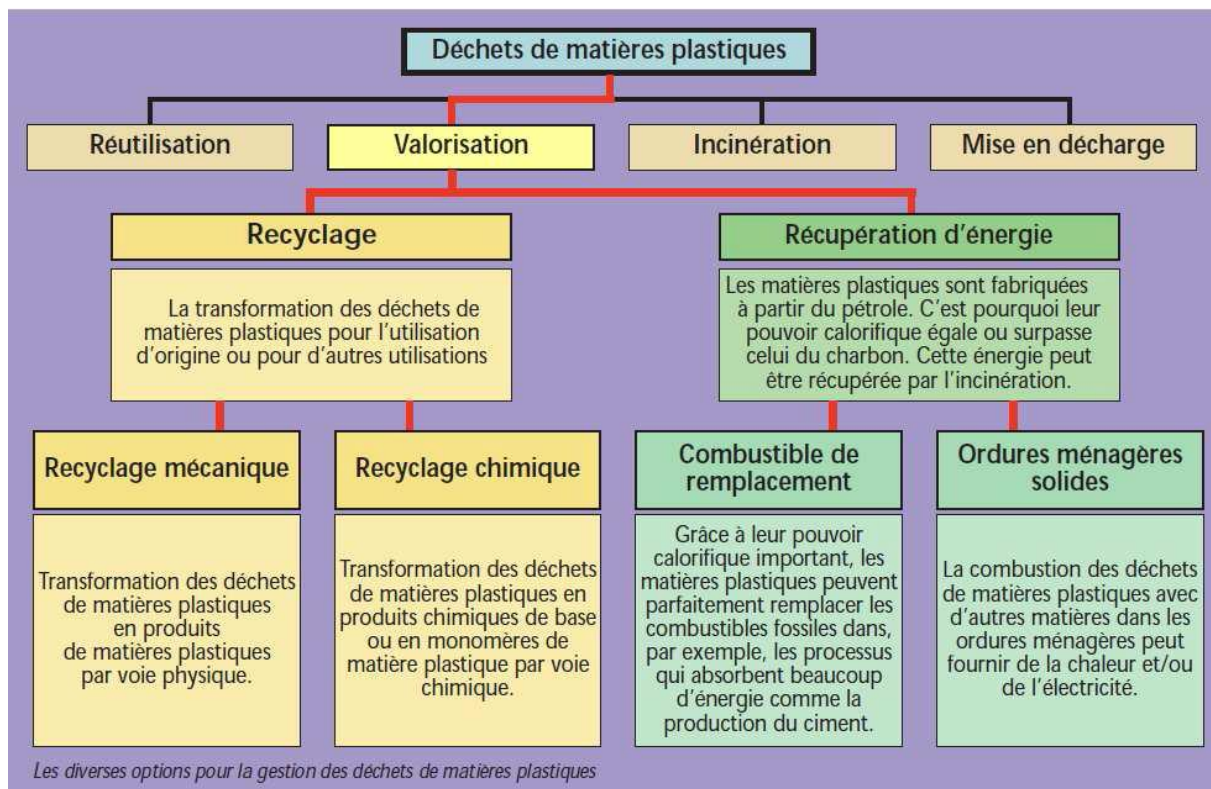
-la structure des polymères composant le matériau et le procédé de fabrication du matériau.

Les déchets plastiques biodégradables, intégrés dans une filière de traitement organique, peuvent permettre d'améliorer la valorisation de ces déchets (qualité du compost ou augmentation de la production de biogaz dans une installation de méthanisation). En particulier lorsque le déchet plastique biodégradable est constitué de plastiques végétaux, il peut améliorer, en se dégradant, le rendement et la qualité du compost (amélioration du ratio contenu carbone/contenu azote).

Des solutions techniques doivent toutefois être mises en place pour permettre cette valorisation.



Enfin, les plastiques biodégradables ne doivent en aucun cas être abandonnés dans la nature. D'une part, car la biodégradation se fait dans certaines conditions bien précises qui ne sont pas nécessairement réunies en milieu naturel. D'autre part, même si le plastique se biodégrade, les effets de l'accumulation, à long terme, des résidus et de la nouvelle biomasse dans le sol sont encore mal connus (18).



**Figure 8 :** les différents procédés de recyclage des matières plastiques



## 1. Essais de contrôle de qualité de l’emballage plastique

### 1.1 Contrôle de la qualité microbienne de l’emballage alimentaire

L’évaluation de la qualité microbiologique des matériaux mis au contact des aliments demeure un problème complexe car il convient d’une part, de connaître sa signification dans l’ensemble emballage –produit et d’autre part de déterminer son origine ainsi que les moyens éventuels de décontamination à mettre en œuvre.(1)

Les emballages peuvent être responsables de contaminations chimiques, physiques, mais aussi microbiologiques des denrées alimentaires.

A ce jour, il n’existe aucun texte réglementaire fixant des critères microbiologiques pour les emballages, et la réglementation des matériaux pour contact alimentaire ne statue que sur les contaminations chimiques par migrations.

Certains industriels du secteur agroalimentaire établissent des cahiers des charges fixant des limites de contamination de leurs productions via l’emballage, et imposent des critères microbiologiques à respecter par leurs fournisseurs.

Afin d’évaluer la contamination de leurs produits, les industriels de l’emballages ont à leur disposition les différentes techniques classiques de contrôle de l’hygiène.

Les méthodes d’analyse microbiologique utilisées en contrôle de surface dans les industries alimentaires sont principalement : les boîtes contact, les écouvillons, les lames gélosées, et les pétrifilms (19).

La signification de la charge microbienne portée par l’emballage doit être prise en considération lorsque le produit est lui-même très pauvre en germes ,ou lorsque des contaminants s’avèrent capables de coloniser certaines parties de l’aliment (exemple de moisissures se développant en surface sous les opercules de fromages frais ou yaourts).dans ce cas le conditionnement aseptique ou ultra-propre offrira une solution intéressante.

En conséquence la décontamination des emballages devient nécessaire avec toute une série de solutions possibles, mais aussi de niveaux de résultats qui s'inscriront :

- Le dépoussiérage par jet d'air filtré
- La stérilisation par la chaleur ou les traitements chimiques
- Réalisation de films plastiques dans des conditions ambiantes propres (air sec dépoussiéré, aucun contact manuel, élimination des zones de bobines présentant un risque) chez le transformateur
- Utilisation des films pour la préparation des emballages dans les mêmes conditions « propres » avec surveillance microbiologique
- traitement final antimicrobien calculé pour une détermination approfondie.
- Il devient donc important à ce stade, de pouvoir quantifier, identifier la microflore associée aux matériaux, mais aussi de pouvoir la localiser géographiquement sur un emballage : le contrôle microbiologique de retrouve ainsi confronté aux problèmes de récupération et numération des contaminants de surfaces. (1)

Toutes les techniques classiques à partir de :

- Gélose nutritive pour empreinte ou coulage à la surface
- Liquides (tryptone-sel, bouillons) pour aspersion-inspiration ou contact –incubation donnent des résultats géographiques mais peu quantifiables (presence ou absence) pour la gélose.

En dehors des problèmes posés par les évidentes altérations de l'emballage entraînant des fuites ou microfuites, la question de la « porosité » ou « perméabilité » des plastiques aux bactéries se trouve périodiquement posé. le tableau 4 présente des résultats résumés sur cette perméabilité

film	Grammage	Pénétration bactérienne
PE	11.5	40
PE	16	25
PE	20	10
PE	22	5
PE	43	0
PVDC	7 à21	95 à100
PVDC	45	0
PVDC+PE	16 à 17	0

**Tableau 4** : Perméabilité de films PE (polyéthylène) PVDC(chlorure de polyvinylidene)et PVDC-PE D'après (R.CERVI,1987) (20)

Il apparait plus que le grammage est faible ,plus la pénétration bactérienne est importante ;plus le film est mince plus le risque de microperforation sera élevé ,en outre l'association de 2 films minces (PVDC+PE) qui bloque tout passage.les aliments étudiés dans ce travail :lait, fromage, viande ,poisson et poulet ,sont loin d'être stériles .leur charge microbienne se trouve bien supérieure à celle qui pourrait pénétrer à travers les films selon (ROSE et all. ,1995) (21)

## 2. Interaction physico- chimiques Emballage/ Aliment

Les emballages alimentaires sont rarement inertes. L'interaction entre le contenant et le contenu peut aboutir à des transferts de matière. Ces phénomènes sont susceptibles d'altérer la qualité de l'aliment, de détériorer les propriétés mécaniques de l'emballage et de causer des problèmes toxicologiques (22).

Trois types d'interactions sont possibles entre l'emballage et l'aliment : la perméation, la sorption et la migration.

### 2.1 La perméation

La perméation se caractérise par le transfert de gaz à travers l'emballage, notamment l'O<sub>2</sub> vers l'aliment, le CO<sub>2</sub> vers l'extérieur de l'emballage et le passage des composés volatils de l'extérieur vers l'aliment.

Ce phénomène doit être réduit afin d'éviter la prolifération des bactéries dans l'aliment, les pertes de carbonatation dans les boissons gazeuses, la perte des arômes ou de flaveur dans le produit fini. En effet, les propriétés organoleptiques des aliments résultent d'un équilibre entre les composés volatils qui sont susceptibles de se transférer du produit vers l'extérieur (perte d'arômes) et les substances susceptibles de passer de l'extérieur vers l'aliment (contamination de produit) (23).

## 2.2 La sorption

La sorption est l'assimilation des constituants de l'aliment par la paroi l'emballage plastique suivie de leur pénétration dans le polymère. Le processus de sorption peut induire une perte des arômes de l'aliment et entraîner une modification structurale du polymère.(23).

En effet, le vieillissement irréversible du polymère peut être induit par des modifications de la structure chimique des chaînes macromoléculaires et de son état physique.

Les phénomènes de sorption sont plus fréquents avec des composés lipophiles, cela est dû à la grande affinité pour la plupart des emballages qui sont aussi peu ou pas polaires (PE, PET, PS, PP) (24).

De plus, si le matériau plastique est recyclé ou réutilisé comme emballage destiné au contact alimentaire, les composés étrangers absorbés dans le polymère sont des éventuels migrants (25).

## 2.3 La migration

La migration des constituants de l'emballage (monomères résiduels, additifs, néoformés, etc.) vers le produit conditionné est un autre type d'échange de matière qui constitue un problème de sécurité alimentaire.

La migration peut se définir comme le transfert de matière d'une source externe vers l'aliment. De façon générale, ce transfert de matière peut se produire pendant la production, le transport, le stockage, la cuisson ou même pendant la consommation de l'aliment (26).

Le processus de migration de l'emballage polymérique vers le produit fini peut être décrit en trois étapes étroitement liées entre elles. Ces étapes sont les suivantes :

- La diffusion du migrant à travers le polymère gouvernée par le coefficient de diffusion ( $D$ ).
- La solvatation de l'interface polymère/aliment contrôlée par le coefficient de partage ( $K$ ).
- La dispersion de la molécule diffusante dans l'aliment qui dépend de la solubilité et du coefficient de diffusion (27).

### 2.3.1 LES FACTEURS D'INFLUENCE SUR LA MIGRATION

Il existe des facteurs internes et des facteurs externes qui ont un effet direct sur la diffusivité des molécules présentes dans l'emballage.

Les facteurs internes font référence à des propriétés inhérentes des molécules diffusantes et aux matériaux tels que la nature chimique des substances (monomères, additifs, néoformés) présentes dans les matières plastiques ainsi que l'état structural et la morphologie du polymère.

Le contact avec l'aliment (composition et propriétés chimiques) et les conditions d'exposition ou d'usage du matériau sont des éléments externes influençant la diffusivité.

### **1. La nature des constituants du polymère**

De façon générale, toutes les substances entrant dans la composition (monomères, catalyseurs, additifs, etc.) des matières plastiques sont susceptibles de migrer. Les additifs (stabilisants et adjuvants technologiques), utilisés pour donner des propriétés spécifiques au produit final, ne sont pas liés à la chaîne polymérique par des liaisons fortes et leur risque de migration est plus élevé.

De plus, des substances ajoutées involontairement dans les matières plastiques, non listées dans le règlement N°10/2011, telles que des impuretés des monomères, des produits de dégradation des additifs et des polluants du PET recyclé, peuvent être aussi présentes dans le polymère. Ces composés sont aussi d'éventuels migrants et beaucoup d'entre eux restent encore à identifier (28).

la nature des migrants potentiels est un des paramètres à prendre en compte pour prédire la diffusion de ces molécules. (Feigenbaum *et al*;1993) ont rapporté que le poids moléculaire et la structure chimique des migrants sont deux paramètres qui ont une influence directe sur le coefficient de diffusion. Naturellement, le coefficient de diffusion diminue si la masse moléculaire augmente.

### **2 .Les conditions de contact et de conservation**

La migration augmente avec la durée et la température de stockage. Elle est aussi fonction de la surface et de l'épaisseur du matériau au contact de l'aliment, mais (il existe aussi des matériaux très fins susceptibles de transférer des additifs).

### **3. La nature de l'aliment emballé**

Il existe des phénomènes d'affinité entre le migrant et le produit emballé ; comme la plupart des monomères et des adjuvants sont lipophiles, le migrant migrera mieux dans un milieu gras que dans un milieu aqueux.

#### 4. La nature du matériau d'emballage

Certains additifs ont plus ou moins d'affinité pour le milieu de contact. Prenons l'exemple du polystyrène : pour améliorer sa souplesse, les fabricants lui ajoutent généralement des huiles minérales (hydrocarbures d'origine minérale).

Plus la concentration d'huile augmente, plus la migration n'est importante.

La directive 2002/72/ CE contient la liste de substances autorisées (liste positive) pouvant entrer dans la composition des matières plastiques avec leurs restrictions et/ou spécifications (LMS, QM, QMA et R) évaluées au regard de leur migration ou leurs potentiel toxique.

##### a- Les limites de migration globale (LMG)

La migration globale est le premier critère pour évaluer l'inertie de l'emballage alimentaire.

Elle est définie comme la masse totale cédée par l'emballage à l'aliment à son contact, appelé *migrat*. La LMG est fixée à 60 mg/kg d'aliment ou 10 mg/dm<sup>2</sup> de matériau pour des contenants de taille moyenne et elle est indépendante de la toxicité des migrants.

##### b- Les limites de migration spécifique (LMS)

La migration spécifique est la masse totale d'un constituant connu et bien identifié qui migre de l'emballage vers l'aliment, on parle de *migrant*.

La LMS est basée sur des critères toxicologiques et peut s'exprimer en mg de migrant / kg d'aliment ou bien en mg de migrant /dm<sup>2</sup> de matériau. Cette limite est liée à la dose journalière tolérable (DJT) calculée selon la relation:

$LMS \text{ (mg/kg aliment)} = 60 \times DJT \text{ (mg/kg poids corporel/jour)}$  ou

$LMS \text{ (mg/kg)} = 6 \times LMS \text{ (mg/dm}^2\text{)}$  ou  $LMS \text{ (mg/dm}^2\text{)} = 10 DJT$

##### c- La concentration maximale dans le matériau d'emballage (QM)

C'est la quantité maximale autorisée de substance (dose maximale d'emploi) dans le matériau pour lequel on ne tolère aucune migration détectable dans l'aliment.

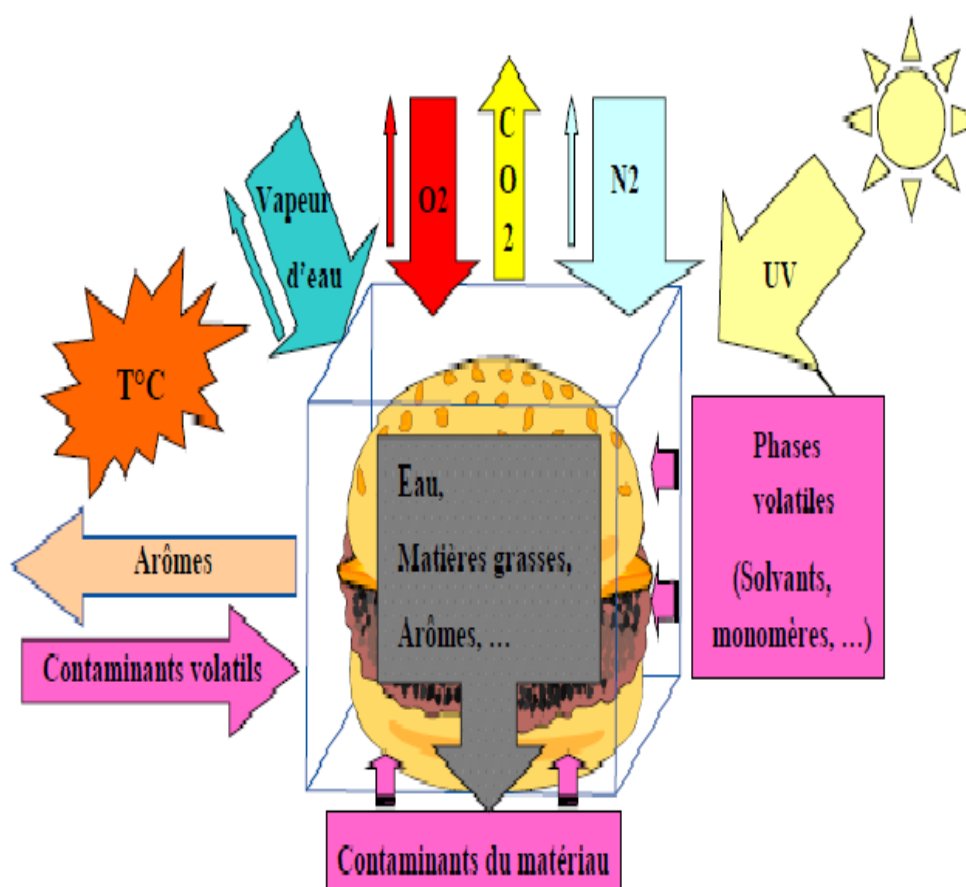
Cette restriction est employée pour des substances avec des doses tolérables très basses. C'est résultat d'une combinaison entre des impératifs sanitaires, des critères toxicologiques et des limites analytiques.

**d- La concentration maximale par unité d'emballage (QMA)**

Cette restriction est la quantité maximale par unité d'aire d'emballage, employée lorsque la migration est inférieure à 0,05 mg/kg. C'est le cas des substances employées en très faibles quantités, dont la migration est faible et lorsque la migration totale reste acceptable.

**e- La restriction R**

C'est une restriction de la migration, pour les substances dont la migration est très faible et dont le dossier est acceptable sur la base d'un dossier toxicologique restreint, sans connaissance de la dose journalière tolérable (DJT).(28)



**Figure 9** : interactions physico-chimiques entre aliment/matériau/environnement

### 3. Les essais instrumentaux de contrôle de l'emballage alimentaire

Les tests d'emballage alimentaires comprennent essentiellement :

- Test de perméabilité,
- Test de Coefficient de frottement,
- Test de la résistance à la traction et de l'indice d'allongation,
- Test de la résistance au pelage,
- Test de la qualité de scellage à chaud,
- Test d'étanchéité et de fuite,
- Test de la résistance à l'impact,
- Test de Mesure d'épaisseur,
- Test de la qualité d'impression (29).

#### 3.1. Les instruments de test d'emballage alimentaire pour la perméabilité

La perméabilité est définie comme la perméabilité des matériaux d'emballage aux gaz (par exemple, à l'oxygène), vapeur (par exemple, à vapeur d'eau) et d'autres infiltrations.

La propriété de barrière est le facteur plus important influant sur la durée de vie du produit.

L'appareil est utilisable pour mesurer la transmission de gaz, le taux de solubilité, de diffusion et de perméabilité pour les feuilles de plastique, feuilles stratifiées, plaques minces en matière plastique, aussi pour les bouteilles, sacs, bidons, boîtes, récipient d'emballage en Plastique, caoutchouc, papier, verre, métal etc. Double modèles de test (manométrique et pression égale) avec la même chambre, (contrôle automatique de la température, des courbes d'ajustement pour obtenir les résultats de test à différentes températures.



**Photo 1** : Testeur de perméabilité aux gaz



### 3.2 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour la force

Tests de la force incluent test de traction, test de pelage pour les films stratifiés, test de scellage à chaud, test de déchirement, test de poncture etc. Résistance à la traction est la valeur de force maximale juste avant le matériel soit cassé.



**Photo 2 :** Bâti manuel pour une mesure de force précise

### 3.3 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour la propriété d'étanchéité

Grâce à l'essai de propriété d'étanchéité peut garantir l'étanchéité d'emballage et éviter la fuite et la détérioration de produit dans l'emballage à cause de la fuite :



**Photo 3 :** Cuve de test d'étanchéité : vide et pression

### 3.4 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour analyser gaz d'espace de tête

HGA-01 analyseur gaz d'espace de tête est utilisable pour mesurer la dose de l'oxygène, de dioxyde de carbone et la proportion de mélange dans les sacs, bouteilles, canettes et autres emballages. S'adapte évaluer la composante, la dose et la proportion de mélange du gaz d'emballage, dans les lignes de production, les entrepôts, les laboratoires et les autres occasions. Rapide et précision.



**Photo 4 :** Machine analyseur de gaz

### 3.5 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour la résistance au choc

Test de la résistance au choc pour les matériaux d'emballage peut garantir l'efficacité de la protection du contenu. Test de la résistance au choc incluent l'impact de pendule et l'impact en chute libre.

C'est un appareil de contrôle nécessaire pour l'entreprise d'emballage (alimentation, médicament, produit de beauté ), Organisme de recherche scientifique et technique.



**Photo 5 :** Testeur de résistance au choc

### 3.6 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour la propriété de déchirement

L'endommagement de produit existe dans le stockage et le transport parce que il est exposé à des forces extérieures. La force suffisante pour la résistance à la déchirure peut réduire la déchirure et éviter les fuites.



**Photo 6 :** Testeur de déchirement

### 3.7 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour Coefficient de frottement

Une bonne fluidité des deux côtés de la matière peut garantir la facilité de bonne ouverture, ainsi que le transport lisse de l'emballage dans la ligne d'assemblage.



**Photo 7 :** Machine de test de frottement

### 3.8 Les instruments de test d'emballage alimentaire pour mesure d'épaisseur

L'épaisseur est l'indice de base pour test des films. Épaisseur inégale influence de la résistance à la traction et la propriété de barrière ainsi que l'après de processing.



**Photo 8 :**Machine de test de mesure d'épaisseur

### **3.9 Les instruments de test d'emballage alimentaires pour la détection de la qualité d'impression**

La détection de la solidité et l'adhérence de l'encre : ils sont applicables pour le test liaison de couche de film plastique et Cellophane imprimée de décoration (y compris fiche des stratifiés film) qui se forme par technologie d'impression en creux .Il est également applicable à tester le lien entre les couches de métallisation sous vide, les revêtements et les feuillets de processus.



**Photo 9 :** Machine de testeur d'adhérence -encre

## Conclusion

Cette étude a fait le point sur l'emballage en plastique, son usage très fréquent dans notre quotidien, son processus de fabrication, et les transformations qui peuvent avoir à partir de la matière première, son valorisation énergétique et son impact sur l'environnement et la santé, enfin les essais de contrôle de cet emballage.

Les plastiques sont utilisés dans beaucoup de domaines et ont permis d'améliorer notre quotidien. Cependant, comme nous l'avons vu, le plastique est réalisé à partir de pétrole qui, comme nous le savons, est une matière première non renouvelable. Il va donc falloir trouver des solutions comme recycler les plastiques réalisés.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour obtenir les molécules indispensables à la réalisation des plastiques (monomères). Ensuite, ceux-ci sont combinés, par l'intermédiaire de réactions chimiques (polymérisations), afin de fabriquer les polymères.

On constate alors que les plastiques se scindent en trois familles : les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères qui ont des propriétés différentes et sur lesquelles vont jouer les fabricants pour obtenir des objets techniques.

Les plastiques sont omniprésents dans notre vie. Au-delà de leurs atouts, une fois consommés, ils génèrent des déchets volumineux par rapport à leur poids. Ces déchets occupent un volume important dans l'environnement.

Bien sûr, pour que nos déchets d'emballages soient traités, il faut les collecter et les trier.

En effectuant un dépôt volontaire des déchets d'emballages dans des centres de tri, on réduira les quantités de déchets destinées à l'enfouissement. Les campagnes de sensibilisation et d'information peuvent jouer un rôle très important en matière d'influence sur les comportements des consommateurs.

En effet, la prévention, la valorisation et le recyclage des déchets présentent à la fois un intérêt économique et environnemental. Cela permet de diminuer la consommation de ressources en matières premières et en énergie, mais aussi de limiter les pollutions et, dans de nombreux cas, de réaliser des économies financières.

La valorisation énergétique permet, grâce à l'incinération des déchets, de récupérer l'énergie qui sera utilisée pour le chauffage urbain, la production d'électricité, etc. L'enfouissement est réservé aux déchets ultimes.

La sécurité de ces matériaux doit être évaluée dans la mesure où des substances chimiques peuvent migrer de ces matériaux dans les aliments. Ils doivent être fabriqués conformément aux réglementations de l'UE – y compris les bonnes pratiques de fabrication – de façon à ce qu'un transfert potentiel vers les aliments n'entraîne pas de problème en termes de sécurité, ne modifie pas la composition des aliments de façon inacceptable ou n'engendre pas d'effet indésirable sur la qualité organoleptiques des aliments.

## **Liste des tableaux**

**Tableau 1 :** Rôles de l'emballage

**Tableau 2 :** Nomenclature et champ d'application des plastiques

**Tableau 3 :** Capacité de recyclage

**Tableau 4 :** Perméabilité de film PE (polyéthylène) PVDC(chlorure de polyvinylidène) et PE-PVDC.

## **LISTES DES FIGURES**

**Figure 1 :** Les étapes de fabrication de plastique.

**Figure 2 :** Les granulés de matière première.

**Figure 3 :** Procédé extrusion.

**Figure 4 :** Procédé extrusion soufflage.

**Figure 5 :** Procédé injection.

**Figure 6 :** Procédé injection soufflage.

**Figure 7 :** Procédé de calendrage.

**Figure 8 :** les différents procédés de recyclage des matières plastiques.

**Figure 9 :** interactions physico-chimiques entre aliment/matériau/environnement



## Références bibliographiques

**1. Aboutayeb R., 2011. (6)**

Emballages alimentaires, sciences et techniques des industries agroalimentaires.

**2. Anonyme LNE ,2009 . (19)**

Mieux mesurer les contaminations microbiologiques des aliments, LNE laboratoire national de métrologie et d'essais.

**3. Bacha Campa C., 2011 (28)**

Evaluation de la migration des constituants de l'emballage en poly (éthylène téréphtalate) (PET) vers l'eau ,des facteurs d'influences et du potentiel toxique des migrats, thèse de doctorat, institut national polytechnique de lorraine.

**4. Coulebeau et al., 2012 (4)**

Quel avenir pour le plastique ?

Www. les plastiques en débat.com/wp-content/up loads/2012.

**5. Conseil TAC, 2010 (4)**

Le guide de l'emballage alimentaire, conseil TAC.

**6. Chrystelle I. et al., 2013. (5)**

Fin de vie des emballages plastiques alimentaires. Dossier, 2013.

**7. Dumaine E. et al, 2011. (7)**

Les plastiques en débat, 2011.

**8. Dexter ,1984. (12)**

UV stablizers; Incyclopedy of chemical technology, 3ème edition, Interscience publication, New york; 1984.

**9. Fiches techniques ADEME, 2013.(18)**

Les fiches techniques de l'ADEME, les plastiques biodégradables, agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie.

**10. Feigenbaum, A., Riquet, A.-M., Ducruet, V. et Scholler, D., 1993. (24)**

Safety and quality of foodstuffs in contact with plastic materials: A structural approach. Journal of Chemical Education.

**11. Ferhi H. 2013. (16)**

Le recyclage des déchets en algérie, une filière de gestation,2013  
[www.maghrebmergen.com/algérie](http://www.maghrebmergen.com/algérie)

**12. Guide de bonnes pratiques d'hygiènes ,2011 (14)**

Guides des bonnes pratiques d'hygiènes, industrie algériennes des jus de fruits, nectars et produits dérivés, dec 2011.

**13. Kenkol l., 2004 (22)**

Contaminants levels in recycled PET plastic, Swinburne University of Technology, Victoria (Australia).

**14. Les emballages plastiques CNR ,1999. (8)**

Les emballages plastiques : de la fabrication à la valorisation, cercle national de recyclage, dossier .avril 1999.

**15. Lau, O.W. ET Wong, S.K., 2000. (27)**

Contamination in food from packaging material. Journal of Chromatography A 882, 255-270.

**16. Leyral G.et Vierling E., 1996. (15)**

Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire. édition doin.

**17. Multon j.l. ;Davenas J., 1994. (3)**

Qu'est ce que la qualité d'un produit alimentaire et quels en sont les opérateurs ?,in Multon J.L. : la qualité des produits alimentaires, Tec et Doc,Apria.

**18. Multon j.l., Bruneau G., 1998. (1)**

L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation, 2eme édition, Tec et Doc 1998.

**19. Nurhani E., 2006. (13)**

Les transformations des plastiques, voyage en industrie, Cap sciences.

**20. Pascal et al., 1995. (11)**

Decreasing lipid oxidation in soybean oil by UV absorber in the packaging material; 1995.

**21. Patrick S.,2009. (15)**

Exigences règlementaires des matériaux et objets en contact des aliments, LNE laboratoire national de métrologie et d'essais.

**22. Prud'homme V., Caont J.M., 2012.(17)**

Guide d'ecoconception à l'usage des professionnels de l'emballage et conditionnement.

**23. R.Cervi ,1987. (20)**

Imballaggio , 36.

**24. Rose D.et al., 1995 (21)**

Campden and choreley wood food research association.

**25. Sax l., 2010. (25)**

Polyethylene terephthalate May yield endocrine disruptors. Environmental Health Perspectives 118(4), 445-448.

**26. Simoneau, C., 2008.(26)**

Chapter 21 Food Contact Materials, pp. 733-773

**27. Shipe et al., 1983. (10)**

Use of pigments in plastic containers to reduce light induced changes of milk nutrients and flavor. J. Dairy science ; 1983.

**28. Severain et al., 2011. (23)**

Evaluation et gestion des risques-Matériaux d'emballage à contact alimentaire. Cahiers de Nutrition et de Diététique 46(2), 59-66

**29. Adsanco. 2013.**

Tests d'emballage alimentaire, conditionnement

[www.Adsanco./divers/conditionnement / tests d'emballage alimentaire](http://www.Adsanco./divers/conditionnement / tests d'emballage alimentaire)

## Résumé

Malgré ses applications positives dans divers domaines, les matières plastiques peuvent poser des sérieux problèmes vis-à-vis de l'environnement et de la santé. En effet, la contenance des adjuvants et des monomères, en quantité plus au moins grandes, dans les polymères présente le risque de réactions chimiques nocives pendant la fabrication et l'usage de ces matières.

Cependant, les déchets plastiques ainsi produits sont néfastes pour l'environnement (faune et flore). Il faut donc trouver des solutions comme le recyclage, l'utilisation de plastiques recyclés et développer des solutions pour remplacer le plastique.

Bien sûr, pour que nos déchets d'emballages soient traités, il faut les collecter et les trier au préalable pour faciliter leur recyclage, Cela permet de diminuer la consommation de ressources en matières premières et en énergie, mais aussi de limiter les pollutions.

### Mots clés :

Matériaux en contact des denrées alimentaires, L'emballage en plastique, Essais de contrôle, Migration, Recyclage, Réglementation.

## Summary

Despite its positive applications in various fields, plastics can cause serious problems towards the environment and health. Indeed, the content of monomers and additives, in more or less large quantity, the polymers present in the risk of deleterious chemical reactions during manufacture and use thereof.

However, plastic wastes thus produced are harmful to the environment (flora and fauna). We must find solutions such as recycling, use of recycled plastics and develop alternatives to plastic.

Of course, for our packaging waste to be treated they must collect and sort them in advance to facilitate recycling; This reduces resource consumption of raw materials and energy, but also to limit pollution.

**Keywords:** Materials in contact with foodstuffs, Packaging plastic, Control testing, Migration, Recycling regulations.

## ملخص

على الرغم من التطبيقات الإيجابية في مختلف المجالات، المواد البلاستيكية يمكن أن تسبب لنا مشاكل خطيرة فيما يخص البيئة والصحة.

في الواقع فإنها تحتوي على مواد أولية (مونومرات) ومواد مضافة بكميات متباينة، هذه المواد تشكل خطورة على الصحة بسبب التفاعلات الكيميائية التي تحدث بينها وبين المواد الغذائية أثناء استخدام مواد التغليف. أما بالنسبة للنفايات الناتجة عن استعمال مواد التغليف فهي مضرّة بالبيئة (النباتات و الحيوانات)

إذن يجب علينا أن نجد الحلول مثل إعادة التدوير (الرسكلة) و محاولة إيجاد بدائل للمواد البلاستيكية،

و يجب توعية المستهلك بالقيام بفرز و جمع هذه النفايات لتسهيل عملية الرسكلة في مراكز مخصصة لها و ذلك حفظا للطبيعة.

كما يساعد هذا على التقليل من إستهلاك الموارد من المادة الخام (البترو) و الطاقة، و التقليل من نسبة التلوث.

### الكلمات الرئيسية:

مواد في اتصال مع المواد الغذائية، التعبئة والتغليف البلاستيكية، واختبار السيطرة، والهجرة، وأنظمة إعادة التدوير.

## **Résumé**

Malgré ses applications positives dans divers domaines, les matières plastiques peuvent poser des sérieux problèmes vis-à-vis de l'environnement et de la santé. En effet, la contenance des adjuvants et des monomères, en quantité plus au moins grandes, dans les polymères présente le risque de réactions chimiques nocives pendant la fabrication et l'usage de ces matières.

Cependant, les déchets plastiques ainsi produits sont néfastes pour l'environnement (faune et flore). Il faut donc trouver des solutions comme le recyclage, l'utilisation de plastiques recyclés et développer des solutions pour remplacer le plastique.

Bien sûr, pour que nos déchets d'emballages soient traités, il faut les collecter et les trier au préalable pour faciliter leur recyclage ,Cela permet de diminuer la consommation de ressources en matières premières et en énergie, mais aussi de limiter les pollutions.

### **Mots clés :**

Matériaux en contact des denrées alimentaires, L'emballage en plastique , Essais de contrôle ,Migration, Recyclage ,Réglementation.

## Summary

Despite its positive applications in various fields, plastics can cause serious problems towards the environment and health. Indeed, the content of monomers and additives, in more or less large quantity, the polymers present in the risk of deleterious chemical reactions during manufacture and use thereof.

However, plastic waste thus produced are harmful to the environment (flora and fauna). We must find solutions such as recycling, use of recycled plastics and develop alternatives to plastic.

Of course, for our packaging waste to be treated, they must collect and sort them in advance to facilitate recycling, This reduces resource consumption of raw materials and energy, but also to limit pollution.

**Keywords:** Materials in contact with foodstuffs, Packaging plastic, Control testing, Migration, Recycling regulations.

## ملخص

على الرغم من التطبيقات الإيجابية في مختلف المجالات، المواد البلاستيكية يمكن أن تسبب لنا مشاكل خطيرة فيما يخص البيئة والصحة.

في الواقع فإنها تحتوي على مواد اولية(مونومرات) ومواد مضافة بكميات متباينة، هذه المواد تشكل خطورة على الصحة بسبب التفاعلات الكيميائية التي تحدث بينها وبين المواد الغذائية أثناء استخدام مواد التغليف. أما بالنسبة للنفايات الناتجة عن استعمال مواد التغليف فهي مضرّة بالبيئة(النباتات و الحيوانات)

إن يجب علينا أن نجد الحلول مثل إعادة التدوير (الرسكلة) و محاولة إيجاد بدائل للمواد البلاستيكية،

و يجب توعية المستهلك بالقيام بفرز و جمع هذه النفايات لتسهيل عملية الرسكلة في مراكز مخصصة لها و ذلك حفاظا للطبيعة.

كما يساعد هذا على التقليل من إستهلاك الموارد من المادة الخام(البترول) و الطاقة، و التقليل من نسبة التلوث.

### الكلمات الرئيسية:

مواد في اتصال مع المواد الغذائية، التعبئة والتغليف البلاستيكية، واختبار السيطرة، والهجرة، وأنظمة إعادة التدوير.



# Sommaire

Introduction .....	1
<b>Chapitre 1 Etude bibliographique</b>	
1 Généralité .....	3
1.1 Définition .....	3
1.2 les différents types d'emballages .....	3
1.3 les fonctions de l'emballage .....	4
1.3.1 conservation des aliments .....	5
1.4 Rôles de l'emballage alimentaire .....	8
1.4.1 rôle technique de l'emballage .....	8
1.4.2 Rôle marketing de l'emballage .....	9
2. le plastique .....	9
2.1 Généralité .....	9
2.2 Définition .....	10
2.3 Les différentes familles de plastique .....	13
2.3. Les thermoplastiques .....	13
2.3.2 Les thermodurcissable .....	13
2.3.3 Les élastomères .....	13
2.4 Fabrication du plastique.....	14
2.4.1 La polymérisation .....	16
2.5 Les additifs utilisés pour la fabrication du plastique.....	16
3. Les matériaux et leurs applications .....	17
3.1 Choix des matériaux .....	17
3.1.1 les matériaux dits « barrière » .....	18
3.1.2 les matériaux de structure et leurs associations .....	19
4. Les transformations de plastique .....	21
5. législation alimentaire de l'emballage.....	25
6. le recyclage de plastique .....	27
6.1 généralité .....	27
6.2 les objectifs de recyclage .....	27
6.3 Les facteurs influençant le recyclage de plastique .....	28
6.4 Matières plastiques biodégradables .....	29

## Chapitre2 Matériels et méthodes

1. Essais de contrôle de qualité de l’emballage plastique .....	31
1.1 contrôle de la qualité microbienne de l’emballage alimentaire .....	31
2. Interaction physico-chimiques emballage /aliment .....	33
2.1 La perméation ... ..	33
2.2 La sorption .....	34
2.3 la migration .....	34
2.3.1 les facteurs d’influence sur la migration .....	35
3. les essais instrumentaux de contrôle de l’emballage alimentaire .....	38
3.1 les instruments de test d’emballage alimentaire pour la perméabilité .....	38
3.2 les instruments de test d’emballage alimentaire pour la force .....	39
3.3 les instruments de test d’emballage alimentaire pour la propriété d’étanchéité .....	39
3.4 les instruments de test d’emballage alimentaire pour analyser gaz d’espace de tête .....	39
3.5 les instruments de test d’emballage alimentaire pour la résistance au choc .....	40
3.6 les instruments de test d’emballage alimentaire pour la propriété de déchirement .....	41
3.7 les instruments de test d’emballage alimentaire pour coefficient de frottement .....	41
3.8 les instruments de test d’emballage alimentaire pour mesure d’épaisseur .....	41
3.9 les instruments de test d’emballage alimentaire pour la détection de la qualité d’impression ...	42
Conclusion Générale ... ..	43
Références bibliographiques ... ..	45