

Matière : Choix et conception des emballages

Chapitre I : Critères de choix des matériaux d'emballages

L'emballage a aujourd'hui non seulement un impact économique sur le secteur agroalimentaire, mais aussi sur le consommateur et sur la société. Il existe une grande variété de matériaux d'emballage couramment utilisés pour les produits alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques, etc. Il s'agit notamment des matériaux dits traditionnels (bois, verre, papier, métal) et des matériaux « nouveaux » (biopolymères, matériaux d'origine biologique encore appelés matériaux biosourcés, comestibles, actifs, etc). La sélection d'un emballage approprié est d'une grande importance pour les fabricants de produits alimentaires qui doivent prendre en compte les aspects économique, marketing, logistique, les exigences techniques et fonctionnelles, la sécurité des consommateurs et l'impact environnemental.

1. Définition

La définition du terme « emballage » dans la directive européenne 94/62/CE (European Commission 1994) est présentée comme :

« Tout produit constitué de matériaux de toute nature, destiné à contenir et à protéger des marchandises données, allant des matières premières aux produits finis, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation. Tous les articles à jeter (usage unique) utilisés aux mêmes fins doivent être considérés comme des emballages. »

2. Niveaux d'emballage

2.1. Emballage primaire

Un emballage primaire est celui qui est le plus important car il est en contact direct avec le produit (une boîte métallique, une bouteille en verre, un sachet ou une pochette en plastique). Il constitue la principale barrière de protection. L'emballage primaire est celui que le consommateur achètera généralement dans les supermarchés.

2.2. Emballage secondaire

L'emballage secondaire contient un nombre plus ou moins important d'emballages primaires selon son type et sa taille. Par exemple, une pochette en plastique peut contenir des bonbons ou des biscuits emballés en dose unique.

2.3. Emballage tertiaire

Un emballage tertiaire, également appelé emballage de transport, est composé d'un certain nombre d'emballages secondaires qui facilitent le commerce national et international (palette, sangles, etc.). En d'autres termes, il représente le nombre exact d'emballages secondaires mis sur une palette pour remplir l'espace de la manière la plus économique.

2.4. Emballage quaternaire

Un emballage quaternaire facilite la manutention des emballages tertiaires et est généralement un grand conteneur métallique (jusqu'à 40 m de long) qui peut contenir de nombreuses palettes lors du transport par bateau ou par train. Si nécessaire, les conditions à l'intérieur du conteneur (température, humidité, composition du gaz et lumière) peuvent être régulées.

3. Fonctions d'emballage

L'emballage, en tant qu'élément essentiel du couple produit-emballage, remplit diverses fonctions. Il permet notamment de mettre un produit à la disposition des utilisateurs et des consommateurs, de le conserver, de le protéger et de le transporter que ce produit soit consommé par les ménages, les artisans ou les fabricants.

Quatre fonctions principales de l'emballage sont ainsi mises en avant : la contenance, la protection, la praticité (ou commodité) et l'information, qui sont interdépendantes et doivent toutes être prises en compte dans le processus de conception de l'emballage.

3.1. Contenir

Contenir Afin de remplir sa fonction de base correctement, l'emballage doit contenir le produit avant son transport d'un endroit à un autre. Tout manquement à cette obligation (par exemple en raison d'un endommagement de l'emballage) peut entraîner l'élimination du contenu, des pertes économiques et, dans certains cas, de graves dommages environnementaux.

3.2. Protéger

La protection du produit est la principale fonction de l'emballage. L'emballage doit protéger le produit contre toute agression extérieure susceptible de causer des dommages (mécaniques, mauvaises conditions environnementales, contamination et infestation) pendant la manipulation, la distribution et le stockage.

Ainsi, l'emballage est conçu pour garantir que le produit parvienne au consommateur en bon état tout au long de son trajet, du fabricant jusqu'au consommateur final.

3.3. Informer

L'expression « un emballage doit protéger ce qu'il vend et vendre ce qu'il protège » s'applique à tous les niveaux d'emballage, de l'emballage primaire à l'emballage quaternaire. Il aide ainsi tous les acteurs concernés de la supply chain à accomplir leurs tâches. Les informations sur les emballages aident les consommateurs à choisir un produit parmi un certain nombre de produits similaires et à obtenir toutes les informations pertinentes. C'est un outil de marketing et de vente important qui influence souvent le choix d'achat du consommateur. Cela permet également de s'assurer que les entrepôts et les centres de distribution sont efficaces dans le transport et le stockage des emballages secondaires et tertiaires grâce aux informations figurant sur les étiquettes jointes. Lorsqu'il s'agit de commerce international et que différentes langues sont parlées, l'utilisation de symboles adéquats et clairs sur les emballages de distribution est essentielle.

3.4. Faciliter l'usage

Parmi les caractéristiques d'usage les plus appréciées par les consommateurs, on trouve celles qui permettent un accès facile aux produits, simplifient l'utilisation ou la consommation, facilitent la manipulation, telle que l'ouverture et la fermeture. Des niveaux d'emballage appropriés (secondaire, tertiaire et quaternaire) facilitent le transport des marchandises emballées dans le cadre du commerce intérieur et international.

.....

FONCTIONS DES EMBALLAGES ALIMENTAIRES

Les produits doivent être conservés dans des conditions nécessitant généralement l'usage d'un emballage qui assurera les 7 fonctions que sont :

- préserver la qualité de l'aliment ;
- prévenir le risque microbiologique ;
- préserver l'intégrité de l'emballage et de son contenu ;
- prévenir le risque chimique ;
- préserver l'environnement ;
- répondre aux exigences techniques et économiques du fabricant et de l'utilisateur de l'emballage ;
- interagir et communiquer avec le consommateur.

4. **Caractéristiques des emballages et comportement des consommateurs**

Pour attirer l'attention du consommateur, le retenir et lui faire prendre le produit en main, l'emballage utilise plusieurs techniques, parmi lesquelles la couleur, les images, la typographie, la marque, le design et la finition.

4.1. La couleur noire est associée aux produits de luxe, le blanc aux produits ménagers, le vert aux produits biologiques ou naturels et le bleu ciel presque transparent aux bouteilles d'eau. Il peut être intéressant de briser ces codes pour surprendre le consommateur. L'eau gazeuse se trouve ainsi dans des bouteilles rouges, et ne passe pas inaperçue dans un rayon habituellement rempli de bouteilles bleues.

4.2. Les images transmettent facilement un message. Elles n'ont pas besoin d'être traduites. Des dents d'un blanc éclatant sur un tube de dentifrice parlent immédiatement au consommateur. C'est également la technique la plus utilisée pour les produits destinés aux enfants. C'est la raison pour laquelle les marques investissent autant dans les mascottes, afin que les jeunes puissent s'associer spontanément à un produit.

4.3. La typographie joue également un rôle essentiel. Par exemple, une typographie élégante contribue à renforcer visuellement le caractère luxueux du produit qu'elle décrit. Une typographie qui ressemble à une écriture manuscrite lui donne, en revanche, un aspect authentique. Les étiquettes de certains pots de confiture sont basées sur ces caractéristiques.

4.4. La marque et son logo sont des signes qui sont immédiatement reconnus par le consommateur lorsqu'ils ont été intensivement publicisés. C'est pourquoi ils sont mis en évidence sur les emballages. Ils sont tout aussi représentatifs pour les consommateurs que les images.

4.5. Le design, c'est-à-dire la forme du produit présenté aux consommateurs, est fondamental pour la perception qu'ils peuvent en avoir, notamment en ce qui concerne son aspect pratique ou ludique.

4.6. La finition renforce l'impression donnée par le produit. Un emballage verni et brillant est interprété comme allant de pair avec un produit de qualité. L'utilisation d'un emballage d'apparence bon marché doit donc être clairement expliquée au consommateur si le produit qu'il contient est d'une qualité exceptionnelle.

5. Les étapes à suivre pour le choix des matériaux

Le choix des matériaux est au cœur de la relation « Produit-Matériaux-Procédé ».

Le produit demande certaines performances de la part du matériau et le procédé impose des contraintes de fabrication ou de construction.

- 1. Etudier l'information autour du nouveau produit.
 - 2. Définir les caractéristiques/exigences de conception de produit.
 - 3. Faire le choix des matériaux viables.
 - 4. Evaluer les procédés possibles.
 - 5. Prioriser et tirer des conclusions.
-
- Dans la plupart des cas, le processus de conception innovante commence par l'identification et la formulation du concept, à partir d'une idée, d'un besoin particulier ou d'un changement dans le contexte d'utilisation. Ensuite, nous cherchons à visualiser le produit, c'est-à-dire à préciser ses caractéristiques à travers l'utilisation de représentations graphiques, de la construction de modèles ou grâce à l'utilisation d'outils issus de la conception assistée par ordinateur. Ceci nous permet alors de préciser la configuration, la taille, la fonctionnalité ou la personnalité du produit. Enfin, la matérialisation à travers un prototype vous confronte aux choix de matériaux et des procédés qui vous permettront de valider ou d'affiner le concept initial.

Un produit est défini par l'interaction de six domaines d'information intercorrélés, qui doivent être pris en compte tout au long du processus de conception :

- Les produits : c'est l'objet d'étude, l'information le décrivant contient des données factuelles comme les attributs du produit par exemple : le nom, le fabricant, le prix et les performances.
- Les matériaux : la nature de la matière constituant le produit et ses performances.
- Les procédés : la description des étapes de transformation nécessaires de cette matière.
- L'esthétique : les aspects visuels, tactiles, acoustiques ou olfactifs. • La perception : les attributs sur lesquels le produit va être jugés (culture, goût ou mode)
- L'intention : ce que le produit doit être dans l'esprit du concepteur (quelles sont ses priorités).

- **Critères à prendre en compte pour le choix des matériaux d'emballage**

Le choix des matériaux d'emballage est une étape cruciale dans la création d'un packaging efficace. Pour garantir la protection des produits tout en répondant aux besoins des consommateurs, aux exigences fonctionnelles et aux critères environnementaux, il est essentiel de prendre en compte différents éléments pour sélectionner les matériaux les plus adaptés.

Le choix des **matériaux d'emballage** repose sur divers critères techniques et économiques. Il est essentiel de considérer plusieurs aspects pour garantir l'efficacité et la durabilité des solutions d'emballage.

6.1. Les matériaux d'emballage doivent être choisis en fonction de leur **résistance**. Les produits fragiles nécessitent des matériaux plus robustes comme le carton ondulé ou les solutions en mousse. De plus, les produits alimentaires imposent des exigences strictes en termes de sécurité et d'hygiène, souvent satisfaites par des matériaux comme le plastique alimentaire ou le papier laminé.

6.2. Ensuite, la **durabilité** est un facteur clé. Les matériaux doivent résister aux conditions de transport et de stockage, en particulier pour les expéditions internationales. Les emballages doivent également être conçus pour supporter des variations de température et d'humidité.

6.3. Un autre critère important est la **facilité de recyclage**. Les consommateurs et les entreprises recherchent désormais des solutions d'emballage respectueuses de l'environnement. Les matériaux comme le carton recyclé, le bioplastique et le papier sont souvent privilégiés en raison de leur faible impact environnemental.

6.4. Le **coût** est également un facteur déterminant dans le choix des matériaux d'emballage. Les entreprises doivent trouver un équilibre entre la qualité du matériau et son coût, en tenant compte des contraintes budgétaires tout en maintenant un haut niveau de protection pour le produit. Une analyse coûts-avantages, peut être réalisée pour évaluer les différentes options disponibles.

- Coût initial des matériaux
- Coût de production
- Coût de transport
- Coût de recyclage ou d'élimination

6.5. L'**effet sur la santé humaine** ne doit pas être négligé. Les matériaux doivent être non toxiques et ne pas contenir de substances dangereuses, garantissant ainsi la sécurité des consommateurs.

6.6. Un critère important est la **protection du produit**. Les matériaux d'emballage doivent fournir une barrière adéquate contre les éléments tels que l'humidité, la lumière, les bactéries et les chocs physiques.

6.7. La **compatibilité avec le produit** doit être vérifiée. Le matériau d'emballage choisi doit être adapté au type de produit qu'il contient. Par exemple, les produits alimentaires nécessitent des matériaux spécifiques pour éviter toute contamination.

6.8. La **conformité réglementaire** est également primordiale. Les matériaux utilisés pour l'emballage doivent répondre aux normes et réglementations locales et internationales, assurant ainsi la sécurité et l'acceptabilité de l'emballage sur différents marchés.

En ce qui concerne l'impact environnemental, voici quelques points clés à prendre en compte:

- **Recyclabilité** : Les matériaux utilisés doivent être facilement recyclables pour minimiser la quantité de déchets non recyclables.
- **Biodégradabilité** : Opter pour des matériaux qui se décomposent naturellement sans nuire à l'environnement.
- **Production écologique** : Privilégier les processus de fabrication qui consomment moins de ressources naturelles et génèrent moins de pollution.
-

En optant pour des matériaux d'emballage respectueux de l'environnement, les entreprises peuvent non seulement contribuer à la préservation de l'environnement, mais aussi répondre à la sensibilisation accrue des consommateurs pour des pratiques durables.

En conclusion, le choix des matériaux d'emballage repose sur une évaluation minutieuse de divers critères incluant la protection, la durabilité, la conformité et la compatibilité avec le produit, tout en gardant un œil attentif sur les coûts impliqués.

- **Quels sont les matériaux d'emballage les plus couramment utilisés ?**

Les matériaux d'emballage couramment utilisés incluent le plastique, le carton, le bois, le métal, le verre et le papier. Chaque matériau présente des avantages et des inconvénients en fonction des besoins spécifiques de l'emballage.

a. Le carton

Il s'agit d'un matériau en papier résistant et léger, composé d'une ou plusieurs feuilles de papier ondulé collées entre elles. Il est souvent utilisé pour les boîtes d'expédition, certaines enveloppes, les étuis, les intercalaires.. etc

Recyclage : il peut être entièrement fabriqué à partir de carton recyclé (comme plus de 80% de nos caisses carton) ou à partir de matière vierge. Si d'autres matières ne sont pas imprégnées sur le carton, alors il est 100% recyclable.

b. Le papier kraft

Le papier kraft est un matériau léger et résistant qui est souvent utilisé pour les emballages de denrées alimentaires, mais aussi pour le transport, par exemple les sacs en papier, les enveloppes,.. etc.

Recyclage : il peut être entièrement fabriqué à partir de papier recyclé ou à partir de matière vierge. Si d'autres matières ne sont pas imprégnées sur le papier, alors il est 100% recyclable.

c. Les plastiques

Les emballages en plastique tels que les films à bulles, les films étirables ou les pochettes d'expédition, sont souvent utilisés pour protéger les produits fragiles lors du transport. Il existe de nombreux types de plastique qui sont utilisés dans les emballages, chacun ayant des propriétés spécifiques. Voici les principaux types de plastique que l'on retrouve dans les emballages d'expédition :

Le polypropylène (PP)

C'est un plastique connu pour être résistant à la chaleur et aux chocs, souvent utilisé pour les pochettes plastiques transparentes, les feuillets ou les rubans adhésifs.

Recyclage : les emballages en polypropylène peuvent être issus de matière recyclée et sont totalement recyclables.

Le polyéthylène (PE)

C'est un plastique transparent et léger, souvent utilisé pour produire des enveloppes bulles, du film étirable, ou encore du papier bulle.

Recyclage : Le plastique composé à 100% de polyéthylène permet un traitement et une recyclabilité complète de la matière.

Le polyéthylène Basse Densité (PEBD)

Le polyéthylène basse densité est un type de plastique qui se caractérise par sa faible densité, sa résistance à la déchirure et à l'humidité ainsi qu'à sa flexibilité. Il est utilisé pour fabriquer les sacs poubelles, les sachets zip ou encore les pochettes plastiques opaques.

Recyclage : déposé dans le bac de tri approprié, le PEBD est 100% recyclable

Le polyéthylène Haute Densité (PEHD)

Le polyéthylène haute densité est quant à lui un type de plastique résistant et opaque. Il est utilisé pour fabriquer certains papiers bulles.

Recyclage : déposé dans le bac de tri approprié, le PEHD est 100% recyclable

Le polystyrène (PS)

C'est un plastique rigide et transparent, souvent utilisé pour réaliser des particules de calage.

Recyclage : les emballages en polystyrène sont des emballages difficiles à recycler en raison de leur structure complexe. Nous vous conseillons d'opter pour une alternative plus éco-responsable.

d. Le bois

Les emballages en bois sont couramment utilisés pour le transport de produits tels que les fruits & légumes, les produits pharmaceutiques ou les produits industriels. Cependant, son utilisation la plus fréquente reste dans le secteur de l'industrie du transport et de la logistique, en le transformant en palettes et caisses en bois.

Recyclage : le bois est biodégradable et peut être recyclé ou composté.

.....

Il existe différents matériaux d'emballage pour l'industrie alimentaire, nous détaillerons :

- Le verre
- Les matériaux métalliques
- Les plastiques
- les matériaux cellulosiques

e. Le verre

Le verre est un matériau minéral à base de silicium, fabriqué à partir du sable siliceux. Il est utilisé comme emballage alimentaire et **présente plusieurs avantages importants** : Transparent ; Inerte ; Réutilisable ; Recyclable.

Cependant, il renferme **certains inconvénients** majeurs qu'on peut énumérer comme suit :

- Fragile ; Dangereux ; Faible conductibilité thermique.

Utilisations :

L'utilisation du verre comme matériau d'emballage dans le domaine alimentaire remonte à plusieurs siècles. Le verre d'emballage comprend les flacons, les pots, les bocaux, les gobelets, etc.

Les produits alimentaires emballés dans le verre sont nombreux :

- liquides : Eaux, eaux, jus, huiles et boissons rafraîchissantes, lait, huiles, vinaigres, ...
- conserves : légumes, fruits, pâtés, viandes, ...
 - confitures, miel, pâtes à tartiner, ...
 - condiments, moutardes, assaisonnements, ...
 - aliments infantiles.
 - produits à base de lait : yaourts, ...
 - café soluble, épices, ...
 - plats cuisinés, etc.
-

Qualité intrinsèques des emballages en verre :

La très large utilisation du verre dans le domaine alimentaire n'est pas le fruit du hasard mais est pleinement justifié par un ensemble de qualités propres au verre dont les plus importantes sont énumérées ci-dessous :

- Le verre est imperméable aux gaz, vapeurs et liquides. C'est un matériau à barrière exceptionnel.
- Le verre est chimiquement inerte vis-à-vis des liquides et produits alimentaires et ne pose pas de problème de compatibilité ; il peut être utilisé pour tous les produits alimentaires liquides, solides, pâteux ou pulvérulents.
- Le verre est un matériau hygiénique et inerte sur le plan bactériologique ; il ne fixe pas et ne favorise pas le développement de bactéries ou microorganismes à sa surface.

- Facile à laver et à stériliser.
- Le verre n'a pas d'odeur et ne transmet pas les goûts et ne les modifie pas ; il est le garant des propriétés organoleptiques et de la saveur de l'aliment.
- Le verre est transparent et permet de contrôler visuellement le produit.
- Il peut être coloré et apporter ainsi une protection contre les rayons ultraviolets pouvant nuire au produit contenu.
- Le verre résiste aux pressions internes élevées que lui font subir certains liquides.
- Le verre a une résistance mécanique suffisante pour supporter les chocs sur les chaînes de conditionnement qui travaillent à cadence élevée et pour supporter des empilements verticaux importants pendant le stockage.
- Il est recyclable.
- Laisse passer les microondes et permet le réchauffage de l'aliment.

f. Les matériaux métalliques

1- Matériaux à base d'acier : Fer blanc et fer chromé

Le principal matériau pour les boîtes à conserve est le fer blanc ; mince feuille d'acier doux revêtu électrolytiquement d'une couche d'étain pur sur ses deux faces.

Un produit dérivé, le fer chromé, a pris une place importante, représentant 30 % du tonnage global.

a) Fer blanc

Le fer blanc est constitué de l'acier, alliage du fer et d'autres matériaux, et une couche d'étain.

- **L'acier de base**

La composition chimique de l'acier de base influence également les caractéristiques mécaniques de l'emballage et peut jouer un rôle sur la résistance à la corrosion.

- **L'étamage**

Réalisé par voie électrolytique, l'étamage permet de déposer en continu une quantité précise d'étain sur chaque face du métal qui a été préalablement décapé et dégraissé. Ce dépôt est ensuite refondu pour obtenir un alliage avec le support et l'aspect brillant caractéristique. Enfin, la surface reçoit un traitement électrochimique de passivation pour parvenir à une couche superficielle contenant des oxydes d'étain, des oxydes de chrome et du chrome métallique. En dernier, il reçoit un très léger huilage facilitant son glissement et sa protection avant vernissage. En pratique, les taux d'étain, exprimés en g/m², sont choisis en fonction du type de boîte, du contenu et des conditions de mise en œuvre. La normalisation recommande les valeurs nominales suivantes : 1,0 - 2,0 - 2,8 - 5,6 - 8,4 et 11,2 g/m² par face. Toutefois, les taux inférieurs à 2,8 g/m² ne sont pas utilisables pour les produits appertisés.

b) Le fer chromé

C'est un matériau composé d'acier et d'une couche de chrome, l'opération d'addition de ladite couche est dite « chromage ».

Mise au point au Japon vers 1965, cette famille de revêtement s'est imposée aux USA puis en Europe comme le complément indispensable du fer blanc.

L'appellation internationale du fer chromé est ECCS (ELECTROLITIC CHROMIUM COATED STEEL) mais la désignation usuelle TFS (TIN FREE STEEL) est encore couramment employée.

2- Aluminium

C'est un matériau très utilisé dans l'agroalimentaire, il présente des caractéristiques suivantes :

- Légèreté.
- Etanchéité contre les gaz.
- Recyclable.
- Flexible.
- Stable.

Cependant, ce matériau présente certains inconvénients :

- Relativement cher.
- Fermeture difficile.
- Fonctions marketing limité (formes limitées).

3- Les vernis de protection de l'emballage métallique

Certains matériaux métalliques comme l'aluminium ou le fer chromé sont souvent vernis sur les deux faces intérieure et extérieure.

La fonction essentielle des vernis est de **minimiser les interactions des métaux de l'emballage avec les produits conditionnés** et le milieu extérieur. A l'extérieur, les revêtements organiques assurent simultanément la fonction de protection et de décoration.

Les vernis sont des produits susceptibles de former un film adhérent au métal, continu et inerte de point de vue physico chimique, c'est-à-dire que la migration qui peut avoir lieu lors du contact contenant-contenu ne compromettra pas la salubrité de la denrée alimentaire.

Leurs **constituants principaux des vernis** sont :

- matières filmogènes (polymères organiques) ;
- solvants nécessaires à la fabrication et à la mise en œuvre des vernis mais éliminés lors du séchage ;
- pigments éventuels et additifs divers.

Les vernis non pigmentés sont transparents ou incolores ; les pigments opacifient le film et le colorent, on peut citer par exemple l'oxyde de titane qui permet de faire des revêtements blancs, ce vernis commence à devenir le composant essentiel des encres pour décoration extérieure vue la teinte et l'attractivité que confère à l'emballage.

III- Les Plastiques

Les emballages plastiques constituent une bonne part des emballages utilisés dans le domaine agroalimentaire.

L'aspect pratique de l'emballage en plastique joue un rôle très important pour le consommateur des produits de grande consommation. Les produits qui ont leur approbation ont par exemple un bec verseur permettant une réutilisation facile et pratique ; ils offrent par conséquent un autre service au consommateur.

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.

Toutes les exigences précitées du produit agroalimentaire à emballer, qu'elles soient d'ordre technique, sécurité, hygiène, compatibilité contenant-contenu, praticité consommateur, information, marketing, expliquent que grâce à leur diversité, tant en termes de matériaux que de modes de transformation, les matières plastiques sont présentes dans un nombre de plus en plus vaste d'applications.

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

3.1- Le choix des matériaux plastiques

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.

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 dit encore « 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.

3.2- Les matériaux « 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.

a) 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** (voir Figure ci contre) à base de polyoléfinés PE ou PP peu sensibles à l'humidité.

Cette optimisation de la structure peut également être trouvée en ajustant le taux d'éthylène dans l'EVOH qui, dans la pratique, varie de 29% à 44% en poids. La facilité de mise en œuvre et la moindre sensibilité à l'humidité croît avec le taux d'éthylène. En revanche, les propriétés « barrière » augmentent avec la teneur en alcool vinylique.

b) 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

c) Synthèse sur les matériaux « barrière »

3.3- Les matériaux de « structure » et leur association

a) 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.

Le polyéthylène basse densité est surtout utilisé dans la fabrication des films rétractables ou étirables pour la palettisation.

b) Polyéthylène haute densité (PEhd)

Ses propriétés sont :

- température maximale d'emploi : 105 °C ;
- température de fragilisation : -50 °C ;

- aptitude au micro-onde : oui ;
 - flexibilité : bonne ;
 - très bonne résistance aux acides, aux alcools aliphatiques, aux aldéhydes, aux hydrocarbures aliphatiques et aromatiques ;
 - faible résistance aux agents oxydants.
- Il est régénéré et recyclé sous forme de granulés

Utilisations :

le PEhd est très utilisé dans :

- des bouteilles de lait,
- des bouchons de boissons gazeuses,
 - les emballages de produits détergents,
 - des tubes pour le transport du gaz ou de l'eau (tube noir avec une bande bleu pour l'eau et tube noir avec une bande jaune pour le gaz en France).

Le PEhd a fait une percée remarquable dans deux secteurs où les **bouteilles semi-rigides, et opaques**, sont utilisées :

- les bouteilles de lait et
- les flacons de produits liquides d'entretien.

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**, à l'instar de la structure représenté dans la figure ci dessus (dans cette structure le PEhd constitue le matériau de structure à l'intérieur duquel on a intégré un matériau barrière permettant d'augmenter le « shelf life » du produit). Une telle structure 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.

c) 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.

C'est un matériau qui offre plusieurs avantages :

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

Utilisations :

- gobelets et assiettes jetables
- barquettes transparentes micro-ondables (mais pas pour la cuisson)

En

multicouches :

Le PP est aussi 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, ...

d) 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 conditionnées en atmosphère modifiée et aussi des compotes de fruits.

e) Polyéthylènetéréphtalate (PET)

Ce plastique de la famille des polyesters a, contrairement au PVC, une très faible perméabilité au CO₂.

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 photooxydation altérative dans les emballages transparents peut être assurée par l'utilisation des stabilisants UV ou des composants incolores qui absorbent les rayonnements UV (Dexter,1984).

Comme le polypropylène, le PET connaît une forte croissance dans l'emballage et tout particulièrement dans le conditionnement des **boissons**

f) Le PVC

Il représente une part très faible des emballages plastiques.

Utilisations :

- films et feuilles (blisters, supports dans les boîtes de biscuits, boîtes d'œufs,...),

- bouteilles et flacons (eaux minérales plates et légèrement gazeuses, vinaigres, huiles, cosmétiques, droguerie,...),
 - tissus enduits,
 - films souples,...
- le PVC est aussi utilisé pour faire des conduites d'alimentation d'eau, médical (poches à sang).

Si le même polymère de base entre dans la fabrication de ces bouteilles, la nature des additifs, elle, est différente. En effet, si on remplissait d'huile une bouteille d'eau, la bouteille se ramollirait car une grande quantité d'additifs spécifiques à la formulation passerait dans l'huile, mais surtout parce que la formulation de la bouteille d'eau ne présente pas la même perméabilité à l'huile que la formulation de la bouteille d'huile. En conséquence, l'huile peut pénétrer dans la paroi de la bouteille d'eau et jouer le rôle du plastifiant.

g) Synthèse sur les matériaux de structure

IV- Les matériaux cellulosiques

Les matériaux cellulosiques au service de l'emballage alimentaire

a) Types de matériaux cellulosiques

Les matériaux cellulosiques (bois, papier, carton) constituent une part importante dans le secteur de l'emballage, surtout pour l'alimentaire non liquide où l'emploi peut atteindre jusqu'à 40% selon le comité français de l'emballage papier-carton (en 1992).

b) Utilisations des matières cellulosiques

- Le bois pour emballer les fruits secs et frais (Pommes, mangues, Dattes, raisins secs ...), il offre l'avantage d'une manipulation et gerbage facile.
- Les bouchons de bouteilles en verre fabriqué du liège du chêne-liège.
- Carton et papier utilisés pour emballer les fruits et légumes,