

UNIVERSITE ABDERAHMANE MIRA DE BEJAIA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BILOGIQUES DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

Option: ENVIRONNEMENT ET SECURITE ALIMENTAIRE

THÈME:

LA BRIQUE ALIMENTAIRE, UN ENJEU
ENVIRONNEMENTAL : ETUDE DE CAS D'IMPACT DES
BRIQUES ALIMENTAIRES SUR L'ENVIRONNEMENT.

Réalisé par :

M^r: TALEB Malek
M^r: ISSAOUN Karim

Devant le jury compose de:

M ^r : BENHAMICHE.N	Président
M ^{lle} : DJOUAD.S	Examinatrice
M ^{me} : MANKOU.N	Examinatrice
M ^r : MADANI.K	Promoteur

Promotion 2012

Remerciement

Ce travail a été effectué au laboratoire des BBBS de l'université Abderrahmane MIRA de Bejaia, dirigé par Mr Khodir MADANI. Nous le remercions sincèrement pour nous avoir accueilli au sein de son laboratoire, Il a su nous guider au cours de ce travail tout en nous laissant souvent une belle autonomie. nous tenons à lui exprimer toute notre gratitude pour l'intérêt avec lequel il a suivi notre travail et les nombreux conseils qu'il n'a jamais cessé de nous donner au long de cette étude.

nous tenons également à remercier les membres de notre jury pour l'intérêt qu'ils ont porté a ce travail Mr N.BENHAMICHE qui nous a fait l'honneur de présider ce jury, Mlle DJOUAD et Mme MANKOU qui ont bien voulu mobiliser leur temps et leurs compétences pour être les examinatrices de ce travail. Un grand merci a toutes personnes ayant, de près ou de loin, contribué a ce mémoire en particulier les techniciens et les ingénieurs et tous les membres du laboratoire BBBS.

Nous exprimons nos plus vifs remerciements a Mr. BOUAZOUNI Farid de nous avoir guidé et qu'il nous a permet d'avoir un nombre important de l'échantillon pour nos expérience au laboratoire.

Un grand merci à vous tous

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes parents pour m'avoir donné goût aux études et m'avoir apporté un grand support moral tout au long de mes études.

A ma sœur Fahima et son mari Mestafa et ses deux fils Rania et Rayan.

A mes frères Abd-Nour, Djamel et Elhadi, qui m'ont soutenu durant toute la période d'élaboration.

A mon collègue Karim avec qui j'ai travaillé tout au long de cette année.

A toute la famille TALEB et BOUKERROU.

A tous les étudiants de ma promotion biologie.

A tous mes amis de l'association scientifique « GLIESE »

A tous(es) les amis(es) de la résidence universitaire Aamriw de Bejaia

A tous mes amis(es) de l'université A. M de Bejaia

TALEB Malek

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes parents pour m'avoir donné goût aux études et m'avoir apporté un grand support moral tout au long de mes études.

A mes frères et sœurs et aussi à ma Grand-Mère qui m'ont soutenu durant toute la période d'élaboration.

A mon collègue Malek avec qui j'ai travaillé tout au long de cette année.

A toute la famille ISSAOUNE.

A tous les étudiants de ma promotion biologie.

A tous(es) les amis(es) de la résidence universitaire Aamriw de Bejaia

A tous mes amis(es) de l'université A. M de Bejaia

ISSAOUNE Karim

Table des matières

Partie bibliographique

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I Généralités sur l'Emballage

I.1. Définition de l'emballage	2
I.1.1. Emballage	2
I.1.2. Conditionnement	2
I.1.3. Les type des emballages	2
I.2. Histoire de l'emballage	3
I.3. Importance de l'emballage	5
I.4. Les fonctions des emballages	5
I.5. Les différents types d'emballages selon la matière de fabrication	7
I.5.1. Emballage en verre et en métal	7
I.5.2. Emballage aluminium	8
I.5.3. Emballage plastique	8
I.5.4. Emballage papier et carton	8
I.5.5. Emballages composites et multicouches	9

Chapitre II Emballage Tetra pak

II.1. Définition	10
II.2. Historique	10
II.3. Les matériaux de l'emballage Tetra pak.....	11
II.3.1. Carton	11
II.3.2. Polyéthylène	11
II.3.3. Aluminium	12
II.4. Le rôle de la brique alimentaire	12

II.5. Les avantages de la brique alimentaire	13
II.5.1. Emballage vide occupant un volume minimal	13
II.5.2. Emballage léger	13
II.5.3. Matériaux de conditionnement facilement stérilisable	13
II.6. Les types des emballages Tetra pak	13
II.6.1. Tétra pak Aseptic	14
II.6.2. Tétra Brik Aseptique	14
II.6.3. Tétra Gemina Aseptique	14
II.6.4. Tétra Top	15
II.6.5. Tétra Rex	15

Chapitre III Le processus de fabrication de Tetra pak

III.1 Processus de fabrication du matériau d'emballage Tétra Pak	16
III.1.1. Impression du carton	16
III.1.2. Techniques d'impression du carton utilisé dans les matériaux Tetra pak.....	16
III.1.2.1. Héliographie	16
III.1.2.2. Flexographie	17
III.1.3. Encre utilisées pour l'impression du papier carton	17
III.1.4. Assemblage des différents composants des matériaux d'emballage (Extrusion)	18
III.1.5. Découpe et palettisation	19
III.2. Les adhésifs utilisés dans les emballages multicouches	20
III.3. Colle et adhésifs	20
III.3.1. Colle de peaux et d'os	20
III.3.2. Colle de poisson	21
III.3.3. Caséine	21
III.3.4. Adhésif époxyde.....	22
III.3.4.1. Résine époxyde	22
III.3.4.2. Résine époxyde classique	22

III.3.4.3. Durcissement	22
III.3.4.4. Agents catalytiques lents et latents	22
III.3.5. Dextrine	22
III.3.5.1. Dextrine blanche	22
III.3.5.2. Dextrine jaune	23

Chapitre IV La brique alimentaire et la politique environnemental

IV.1. L'emballage Tétra pak et la politique environnemental	24
IV.1.1. La politique environnement	24
IV.2. Analyse de cycle de vie de la brique alimentaire	24
IV.2.1. Définition	24
IV.2.2. Les étapes de l'analyse de cycle de vie de brique alimentaire	24
IV.2.3. Les indicateurs d'impacts environnementaux	25
IV.2.4. Le réchauffement climatique	25
IV.2.5. La consommation d'énergie d'origine non renouvelable	25
IV.2.6. La consommation de ressources non renouvelables	25
IV.2.7. L'acidification de l'air	25
IV.2.8. L'eutrophisation	26
IV.3. Engagement pour une meilleure valorisation de la brique alimentaire.....	26
IV.4. L'impact environnemental de la brique alimentaire	27
IV.5.1. Définition de recyclage	27
IV.6. Les chiffres clés de la brique alimentaire.....	28

Partie Pratique

Chapitre V Matériels et Méthodes

Présentation de l'échantillon	29
Nombre des échantillons	30

I. Protocole suivi	31
I.1. Le découpage de l'échantillon	31
I.2. Préparation des solutions	31
II. Protocole expérimental	31
Chapitre VI Résultats et discussions	
Résultats obtenus	32
Discutions des résultats	41
Conclusion	
Bibliographie.....	
Annexes.....	

TABLE DES FIGURES

Figure N°1- Structure du matériau d'emballage TETRA PAK	11
Figure N°2- Représentation schématique de l'impression Héliographique.....	16
Figure N°3- Représentation schématique de l'impression Flexographique.....	17
Figure N°4- Représentation schématique de la technique: Extrusion/Laminage.....	18
Figure N°5- Diagramme de fabrication du matériau d'emballage Tétra Pak.....	19
Figure N°6- Teste d'adhésion.....	20
Figure N°7- Analyse de cycle de vie.....	25
Figure N°8- Histogrammes de la différence du poids en fonction de pH à une température 4°	35
Figure N°9- Histogrammes de la différence du poids en fonction de pH à une température 6°	36
Figure N°10- Histogrammes de la différence du poids en fonction de pH à une température 8°.....	37
Figure N°11- Courbe de la différence du poids en fonction de la température à pH= 3.....	38
Figure N°12- Courbe de la différence du poids en fonction de la température à pH= 7.....	39
Figure N°13- Courbe de la différence du poids en fonction de la température à pH= 10.....	39
Figure N°14- Courbes de la différence du poids en fonction de pH à des températures 4°,6°et 8°.....	40
Figure N°15- Photographie de l'échantillon de carton de l'emballage Tetra pak... ..	30
Figure N°16- Photographie d'un coupeau de carton de l'emballage Tetra pak.....	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. I : Tableau de la différence du poids de l'échantillon étudié30

Tableau. II : Suivi de décollage de feuillets30

Liste des abréviations

CFC : Chlorofluorocarbones

UHT : Ultra Haute Température / Upérisation à Haute Température

ACV : Analyse du Cycle de Vie

A C N : Alliance Carton Nature

DGEBA : Di-glycidyl Ether du Bis-phénol A

PE : Polyéthylène

PETE : Polyéthylène Téréphtalate

PP : Polypropylène

PVC : Polychlorure de Vinyle

CPET : Polyéthylène Téréphtalate Cristallin

ISO : International Organisation for Standardisation

**« INTRODUCTION
GENERALE »**

Introduction

L'emballage, bien qu'il remonte pratiquement à l'origine de l'humanité qui progresse dans son organisation et son économie finit vite par occuper une place très importante dans la vie moderne (**BOTREL, 1991**).

En voulant simplifier ses conditions de vie, l'être humain s'est imposé certaines modalités sur tous les plans notamment sur le plan nutritionnel (**KADI, 1999**). Malgré ces efforts, l'homme a prouvé ses déficits, car il n'a pas pris en compte les règles et les étapes du conditionnement et des contaminations des produits alimentaires, ce qui mène à des situations pathogènes chez l'être vivant. Dans ce cas, l'homme a pensé comment faire pour s'en sortir de cette situation critique et pour s'imposer avec une technologie innovante pour satisfaire la demande du marché. Cette dernière a incité les industriels à créer de nouvelles formes d'emballage qui véhiculent un exceptionnel pouvoir de séduction pour le consommateur et qui présente, par ailleurs, des avantages et ce, tant en termes de coût que d'impact sur l'environnement. Contrairement aux autres emballages (verres, plastiques) qui présentent des insuffisances telles que leur incompatibilité aux produits conditionnés ainsi que la résistance aux chocs. Ce qui a conduit, durant les années cinquante, une entreprise suédoise à faire appel à une nouvelle technologie de l'emballage qui répond à toutes les normes industrielles et environnementales (**ISO**) : le Tetra pak. Il s'agit là d'une nouvelle forme d'emballage carton complexe qui apporte facilité d'usage (**COGNARD, 2005**).

Le Tetra pak est constitué de trois couches principales : le carton, le polyéthylène et l'aluminium à la surface interne de la brique alimentaire (**METHWIL, 2005**). Notre travail, donc comporte deux parties : une synthèse bibliographique sur les emballages en carton Tetra pak (la brique alimentaire)

La deuxième partie traite la séparation des couches de la brique alimentaire vis-à-vis des paramètres chimiques le potentiel d'hydrogène (pH) et la température(T).

CHAPITRE I

« GENERALITES SUR L'EMBALLAGE »

I.1. Définition de l'emballage

I.1.1. Emballage

L'emballage est l'ensemble des matériaux utilisés pour contenir, protéger et conserver les produits pendant leur distribution, leur stockage et leur manutention ainsi que pour leur identification, connaître leur mode d'emploi (la durée et la température de conservation) et assurer leur promotion. L'emballage est conçu aujourd'hui comme un élément du système de distribution des produits, il doit répondre à des exigences précises, la fonction de son contenu et des manipulations auxquelles il pourra être soumis. Sa première est de protéger son contenu et de maintenir longtemps son intégrité (KADI, 1999).

Tout ce qui sert à emballer (papier, carton, caisse). En logistique et transport, ce qui permet de rendre le produit manutentionné et transportable, par différence avec le conditionnement.

Les emballages sont des objets destinés à contenir les produits ou marchandises et les livrés à la clientèle en même temps que leur contenu. D'une manière générale, les emballages représentent tous les objets employés dans le conditionnement de ce qui est livré.

L'emballage est l'action d'emballer, ou ce qui sert à emballer. Étymologiquement, c'est mettre en, balle opération effectuée par des emballeurs chargés de grouper les marchandises, les bagages, les biens dans des balles. Aujourd'hui, il n'y a que les fibres qui soient livrées en balles, par exemple la paille du champ à l'étable, le coton déchargé des cargos (BARAKAT, 2009).

I.1.2. Conditionnement

Mise sous emballage d'un produit alimentaire (après ou en cours de fabrication) qui permettra sa conservation (BARAKAT, 2009).

I.1.3. types de l'emballage

- L'emballage de vente ou l'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 l'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, douze bouteilles d'huile dans un colis). 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 (**LUNDQVIST, 2008**).

L'emballage est donc surtout ce qui sert à emballer : la matière ou le dispositif qui permet d'isoler un produit de son environnement pour le protéger, le conserver, le transporter ou pour le mettre en valeur à des fins commerciales ou esthétiques (**BARAKAT, 2009**).

I.2. Histoire de l'emballage

En effet, l'emballage n'est pas de nos jours. Sa fabrication remonte au début du 19^{ème} siècle. Depuis cette période, la fabrication de l'emballage en question a connu une évolution, et ce, dans le sens d'une amélioration de sa qualité comme suit :

- ❖ **1809** : Nicolas APPERT (France) découvre le procédé de conservation par la chaleur des denrées alimentaires contenues dans des bocaux en verre.
- ❖ **1810** : Peter DURANT (Royaume-Unis) applique le procédé à des boîtes en fer blanc.
- ❖ **1850** : LEFRANC (France) invente le tube de peinture souple.
- ❖ **1858** : MASON (Etats-Unis) crée le couvercle métallique à vis pour les pots de verre.
LUSTRÖM (suède) invente la boîte d'allumettes de sécurité.
- ❖ **1871** : JONES (E.U.) invente le carton ondulé. « corned-beef ».
- ❖ **1875** : WILSON (E.U.) produit les premières boîtes à section rectangulaire pour le
- ❖ **1883** : STILLWELL (E.U.) commercialise les premiers sacs en papier.
- ❖ **1885** : PAINTER (E.U.) dépose le brevet de la première capsule de bouteille jetable.
- ❖ **1895** : Création aux Etats-Unis de la caisse en carton pliable à rabat.
- ❖ **1901** : BEBEOR (E.U.) brevète l'atomiseur haute pression au CO₂.
- ❖ **1908** : BRANDENBERGER (suisse) brevète la cellophane.

- ❖ **1926** : REYNOLDS fabrique des feuilles d'aluminium ménager.
- ❖ **1930** : DREW (E.U.) commercialise un ruban adhésif en cellophane, sous la marque **SCOTCH**.
- ❖ **1931** : ROTHEIM (E.U.) invente l'atomiseur au C.F.C. (basse pression).
- ❖ **1934** : L'American Can Compagnie commercialise les premières boîtes-boissons pour la bière (Canettes).
- ❖ **1935** : LOEVY R. (E.U.) théorise l'image de marque. (définition de ce que doit être une image de marque pour qu'elle ait un impact réel dans la vie du consommateur)
- ❖ **1939** : WALKERS CHALMERS (E.U.) conçoit les premières boîtes de cigarettes à couvercle rabattant.
- ❖ **1951** : RAUSING (Suède) invente l'emballage tétraédrique jetable en papier plastifié.
- ❖ **1954** : COORS (E.U.) fabrique la première boîte-boisson en aluminium pour la bière.
- ❖ **1960** : Lesieur commercialise son huile en bouteille P.V.C. (polychlorure de vinyle).
- ❖ **1961** : Sealed Air Corporation invente le film plastique à bulle. Celloplast (Suède) produit les premiers sacs en plastique à anse.
- ❖ **1962** : Alcoa Aluminium Company crée le couvercle de boîte-boisson arrachable par languette.
- ❖ **1969** : Vittel (France) commercialise ses premières maxi-bouteilles rondes en P.V.C.
- ❖ **1970** : Alcoa Aluminium Company commercialise les premières boîtes-boissons dont la languette reste collée au couvercle arrachable.
- ❖ **1976** : Vittel commercialise les maxi-bouteilles plastiques carrées.

L'histoire de l'emballage est une histoire liée aux échanges et déplacement entre les hommes. L'élargissement du périmètre tribal et le besoin de conserver les aliments conduisent à « l'invention » des premiers emballages, modes de regroupements, de transport, de protection et de conservation.

La gibecière du chasseur, la gourde, le pot de terre où l'on conserve le grain ou la viande en saumure, l'amphore où l'on laisse vieillir le vin, où l'on conserve l'huile, les vanneries où l'on suspend les légumes, le vase de terre glaise hermétique dans lequel on accroche une grappe de raisin fraîche qui durera jusqu'à l'hiver : voilà nos premiers emballages.

Les hommes ont toujours protégé les denrées alimentaires dans des récipients de peau, dans des feuilles ou des calebasses, puis dans des tissus, des paniers, des poteries et, à partir de 1500 avant J.C., dans des récipients en verre.

L'emballage des produits a été longtemps un véritable casse-tête. Par exemple, les explorateurs du quinzième et seizième siècles ont connu des traversées pénibles pour se rendre en Amérique: La nourriture fraîche et l'eau potable venaient inévitablement à manquer. Aujourd'hui, c'est tout autre chose. L'emballage sous vide, la congélation des aliments et les emballages résistants et sécuritaires sont quelques moyens qui rendent désormais faciles les plus longs voyage, du moins au niveau de l'alimentation.

Au carrefour des pistes et des voies navigables - là où se développent les foires – naissent de nouveaux emballages: couvertures, ballots, cages d'osier pour enfermer les volailles, paniers de raphia plein de paille pour protéger les œufs, bouteilles remplaçant les amphores transporter le vin, les emballages pour les produits alimentaires tel que les jus et le lait .

Maintenant, le problème est d'un autre ordre. Nous emballons trop. En conséquence, les résidus d'emballage représentent une part très importante des matières résiduelles et des déchets éliminés. **(BARAKAT, 2009).**

I.3. L'importance des emballages

L'emballage joue un rôle incontournable dans la chaîne de fabrication qui relie le produit brut au consommateur final. Derrière la notion d'emballage, on sous-entend souvent l'étiquetage, le packaging et le conditionnement. Destiné à protéger et informer le consommateur sur le contenu, l'emballage remplit d'autres fonctions comme le marketing, la logistique et la traçabilité. La demande d'information toujours plus forte de la part des consommateurs a poussé le secteur à évoluer vers la création d'emballages actifs et intelligents **(BARAKAT, 2009).**

I.4. Les fonctions des emballages

L'emballage est connu pour assurer trois fonctions traditionnelles : protéger, transporter et informer.

➤ **Protections**

- ❖ Protéger le produit contre les agressions externes auxquelles il sera sensible selon sa nature, afin d'assurer la conservation de ce produit en parfait état.
- ❖ Dangers physiques : les chocs, la chaleur, le froid, les rayons solaires, les poussières...
- ❖ Dangers chimiques : l'humidité, la corrosion, les projections de détergent, de carburant ou de tout polluant
- ❖ Dangers microbiologiques : levures, moisissures, germes pathogènes pour des aliments

➤ **Avantages**

- Des stockages simplifiés pour le grossiste. L'emballage, souvent conçu comme un élément du circuit de distribution, s'adapte par une forme appropriée à l'espace disponible sur une palette ou dans un conteneur.
- Une mise en rayon rapide pour le détaillant.
- Une manipulation facile pour le client.

➤ **Information**

Informé le client est devenu très important. L'emballage véhicule des éléments réglementaires et d'information sur son emploi. Comment transporter, utiliser ou jeter le produit peut être détaillé sur l'emballage, sur une notice qu'il contient ou sur l'étiquette. L'emballage supporte la traçabilité qui permet de vérifier la fraîcheur d'une denrée (date limite de consommation (DLC), date limite d'utilisation optimale (DLUO)). Les informations légales sont nombreuses et parfois illustrées par des pictogrammes. Certaines informations sont obligatoires en braille pour les malvoyants (médicaments pour la santé humaine).

- Promouvoir le produit par son emballage pour inciter les clients à acheter. Le design doit servir à définir l'univers du produit pour qu'il n'y ait pas de confusion possible sur la nature du contenu ; impossible par exemple de confondre une bouteille de vin de Bordeaux avec celle de Bourgogne.

- Faciliter l'usage du produit, car l'emballage doit rendre service. La boîte a un bec verseur, le bouchon devient doseur, le bidon offre une poignée, la barquette passe au four micro-ondes et devient une assiette... C'est l'emballage évolutif.

- Défendre d'une part le consommateur : l'emballage doit garantir l'inviolabilité avant achat (« Tamper evidence » en anglais), pour éviter les fraudes, afin d'interdire à quiconque d'introduire une substance étrangère dans le produit, ou pour empêcher le consommateur de le goûter ou de le sentir. Les moyens de déceler une altération quelconque sont les pattes de fermeture, les scellés des conteneurs, à l'ouverture des bouchons qui signale la rupture de vide ou la bague qui se brise en dévissant le bouchon des bouteilles d'eau. L'emballage permet d'éviter que les enfants accèdent aux produits dangereux, chimiques ou pharmaceutiques, tout en restant facilement utilisables par les personnes âgées ou handicapées. On parle d'ergo-conception des emballages.

D'autre part, il doit protéger le fournisseur : certains emballages sont volontairement agrandis pour ne pas disparaître dans les poches des voleurs. Par exemple, un logiciel qui tient sur un disque est vendu dans une boîte qui pourrait en contenir des dizaines. Enfin, par des astuces de façonnage, il peut permettre d'éviter la contrefaçon (parfums, médicaments).

- Préserver l'environnement : le déchet d'emballage, après utilisation, doit être valorisable pour minimiser son impact sur l'environnement. On parle d'éco-conception des emballages (ANONYME¹, 2009).

I.5. Les différents types d'emballage selon les matières utilisées

I.5.1 Emballage en verre et en métal

Les emballages en verre et en métal figurent auparavant parmi ceux qui étaient les plus utilisés dans l'industrie alimentaire, mais ils coûtent chers et sont plus lourds à transporter.

Dès leur conception, les emballages en verre sont prévus pour résister à l'écrasement vertical, aux chocs sur les lignes de conditionnement (physique ou thermique), au transport, ainsi qu'à la pression interne à l'intérieur du contenant.

De plus, ces emballages sont recyclables à l'infini. Les emballages en verre et en métal sont souvent utilisés pour les boissons. On retrouve généralement le verre pour les boissons alcooliques, comme le vin par exemple. (ANONYME², 2008).

I.5.2. Emballage en aluminium

L'aluminium est extrêmement fonctionnel en tant que matière d'emballage alimentaire, car il tolère des températures extrêmes. Par conséquent, il convient bien aux aliments qui ont besoin d'être surgelés, grillés, cuits ou simplement conservés au frais. Certains récipients sont suffisamment robustes pour contenir des quantités importantes d'aliments, tout en conservant la légèreté qui caractérise l'aluminium. L'inconvénient le plus important des emballages alimentaires en métal et aluminium est leur incompatibilité avec le réchauffement par micro-ondes. Tout comme l'acier et le verre, l'aluminium présente un caractère indéfiniment et entièrement recyclable, sans altération de ses propriétés intrinsèques. Sa valorisation permet de limiter la consommation énergétique. L'aluminium est principalement utilisé comme emballage de boissons sucrées comme les sodas, les boissons énergétiques. (ANONYME², 2008).

I.5.3. Emballage en plastique

Pour les plastiques, ce sont des polymères souvent dérivés du pétrole et leur prix varié relativement avec ce dernier. La plupart des plastiques utilisés en emballage sont des thermoplastiques commerciaux. Parmi les matériaux utilisés pour l'emballage alimentaire, nous retrouvons : le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, le polyamide, chlorure de polyvinyle, l'acétate de polyvinyle et le polyéthylène téréphtalate.

Chaque plastique a ses propriétés et caractéristiques de perméabilité aux gaz et à l'humidité. Chaque matériau a un symbole utilisé communément dans l'industrie (PP, PETE, PVC, CPET, etc.). L'industrie du plastique a développé un sigle de recyclage avec un numéro pour les six plastiques les plus utilisés. (ANONYME², 2008).

I.5.4. Emballage papier : carton

Cet emballage est un dérivé de l'industrie du bois. Les fibres de cellulose sont recyclables jusqu'à sept fois, ce qui rend ce produit intéressant au point de vue environnemental mais également au plan des coûts. Dans l'industrie alimentaire, nous utilisons habituellement une pâte à sulfure blanchie hautement collée.

Généralement, un matériau mesurant moins de 300micromètres d'épaisseur est appelé papier, alors qu'un matériau qui mesure plus de 300 micromètres est appelé carton. Les cartons sont sensibles à l'humidité et changent de propriétés physiques en fonction de l'environnement externe. Il est à noter que les emballages en carton destinés à la réfrigération sont souvent cirés, ce qui les rend non recyclables au Canada. Notre industrie utilise essentiellement le carton pour des boîtes pliantes (tubes, plateaux, paniers, etc. Au secteur biscuits), des contenants de liquide (Tétra Brik, Gable Top, etc. au secteur laitier) ou des boîtes ondulées pour la manutention et le transport. (ANONYME², 2008).

Exemples

On retrouve le papier dans les emballages consacrés aux fromages, beurres, biscuits, charcuteries, etc. Les cartons ondulés sont plus couramment utilisés pour les fruits et légumes, tandis que les cartons plats vont trouver leur utilisation la plus fréquente dans l'emballage de céréales, de biscuits, de nourriture congelée.

1.5.5. Emballages composites et multicouches

Ce sont des emballages qui permettent de combiner les avantages de différents matériaux. En raison de la diversité des avantages et inconvénients propres à chaque emballage, on va chercher à conjuguer les propriétés complémentaires de chaque matériau afin de concevoir un emballage efficace.

Par exemple, en utilisant du carton, on se sert d'une ressource renouvelable, mais le manque d'étanchéité pose problème. Donc associé au carton du plastique qui lui, possède des propriétés d'étanchéité intéressantes. Les développeurs de Tetra Pak ont été parmi les premiers à créer des emballages composites en combinant le carton, le plastique et d'autres matériaux pour leurs fameuses briques de boisson (ANONYME², 2008).

CHAPITRE II:
« EMBALLAGE
TETRA PAK »

II.1. Définition de l’emballage Tetra pak

L’emballage Tetra pak constitue trois couches principales qui sont le Carton à 75%, le Polyéthylène 20% et l’Aluminium 5% à la surface interne de la brique alimentaire. (MUTHWILL, 2005).

Le polyéthylène permet le scellage et protège le décor, le carton assure la rigidité et supporte le décor, la deuxième couche de polyéthylène permet une séparation facile des composants au cours des opérations de recyclage, l’aluminium est une barrière aux gaz et à la lumière et la troisième couche de polyéthylène permet le scellage et est au contact de l’aliment. L’association du carton, du polyéthylène et de l’aluminium est à la base de l’emballage des liquides alimentaires, ces 3 matériaux apportant l’ensemble des qualités requises pour ces types de produits.

Les emballages Tetra Pack apportent des avantages aux industriels, aux distributeurs et aux consommateurs sur le plan de la technicité, de la productivité, de la qualité, et de la santé. Ils sont utilisés pour l’emballage du lait UHT, du beurre, des yaourts, des soupes, des feta (MULTON, BUREAU *et al*, 1998)

II.2. Historique

En 1944, des travaux ont été initiés pour créer un emballage destinés aux produits laitiers ne demandant qu’un minimum de matériaux et garantissant un maximum d’hygiène.

Le résultat, en sera le principe sur lequel s’appuie l’emballage tétraédrique qui a été présenté à la presse en Suède, le 18 mai 1951 (MUTHWILL *et al*, 1998).

En 1952, la première machine Tetra Pak conditionne commercialement de la crème. Quatre ans après, les travaux pour le développement du système de remplissage aseptique sont lancés (MUTHWIL *et al*, 1998).

En 1963, l’emballage Tetra Brik parallélépipédique encore non aseptique est lancé. Six ans plus tard, les premières machines Tetra brik aseptique sont livrées. Et depuis, les machines et l’emballage n’ont cessé de bénéficier d’avancées technologiques (MUTHWIL *et al*, 1998).

En 2010 l’entreprise Tetra pak a créé une nouvelle bouteille d’eau en papier cette bouteille s’appelle l’Aquapax réalisée en Tetra Prisma, un des emballages écolo proposés par Tetra pak (SYLVAIN, 2010).

II.3. Structure du matériau d'emballage Tetra Pak

Le matériau d'emballage Tetra Pak est un complexe à six couches (figure 1), il est constitué de carton revêtu des deux côtés d'un film de polyéthylène (PE) et d'une feuille d'aluminium prise en sandwich entre deux couches de polyéthylène (COGNARD, 2005).

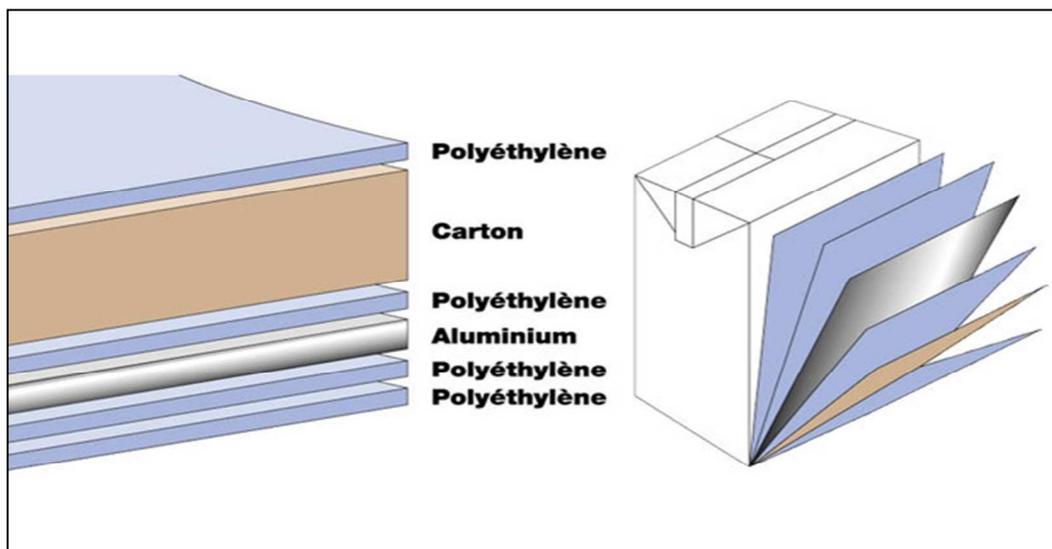


Figure.1: Structure du matériau d'emballage Tetra Pak (MUTHWILL *et al*, 1998).

II.3.1. Le carton

Le carton représente 75 % du poids total de l'emballage, 75 % de la totalité du papier carton utilisé provient du bois, matière première renouvelable et biodégradable. Le papier carton doit être à la fois rigide (fonction de soutien) et souple (aptitude à être formé). Quoique n'étant pas en contact avec le produit puisqu'il en est séparé par une feuille d'aluminium et trois couches de polyéthylène, le papier doit :

- Ne pas affecter le produit conditionné (odeurs, etc.).
- Ne contenir aucune impureté (la moindre présence de papier recyclé est évidemment proscrite).
- Présenter toutes les caractéristiques nécessaires aux opérations qu'il subira jusqu'à la table du consommateur (impression, pré-pliage, etc.) (MUTHWILL *et al*, 1998).

II.3.2. Le polyéthylène

Le polyéthylène ou polythène (PE) est un des polymères les plus simples et les moins chers. C'est un plastique inerte. Il appartient à la famille des polyols fine.

Son nom vient du fait qu'il est obtenu par polymérisation des monomère d'éthylène (CH₂=CH₂) en une structure de formule générique : (CH₂-CH₂)_n (CARREG *et al*, 2007).

Le polyéthylène utilisé représente 20 % du poids total de l'emballage (04 couches), ce polymère est d'abord extrudé dans un laminoir avant d'être utilisé.

Le polyéthylène est le constituant qui est en contact direct avec le produit alimentaire emballé, grâce à sa très grande stabilité chimique le polyéthylène est apte à contenir de nombreux produits alimentaires, et cela en conformité bien évidemment avec la législation (MUTHWIL *et al*, 1998).

Un double rôle est attribué à ce constituant : d'une part, le polyéthylène externe assure l'étanchéité de l'emballage vis-à-vis l'environnement (l'eau, bactéries, abrasion, etc.) d'une autre part, le polyéthylène sandwich sert d'un liant en assurant l'adhésion de la feuille d'aluminium sur le carton (MUTHWIL *et al*, 1998).

II.3.3. L'aluminium

L'aluminium utilisé représente 5 % du poids total de l'emballage, il est utilisé sous forme d'une feuille obtenue par laminage. Cette feuille métallique est précieuse, pour la qualité de ses propriétés d'imperméabilité absolue au gaz (notamment l'oxygène) et à la lumière. L'aluminium est également un constituant fondamental pour l'obtention de soudures étanches du fait de ces caractéristiques de conductibilités thermiques et électriques. L'emballage Tetra Brick Aseptique d'un litre contient une feuille d'aluminium qui économise plus d'énergie que sa fabrication n'en exige car elle permet le transport et l'entreposage sans réfrigération des produits conditionnés (MUTHWILL *et al*, 1998).

II.4. Le rôle de la brique alimentaire

Un rôle essentiel de la brique alimentaire est d'assurer une bonne protection du produit contenu. Cependant si l'emballage évite les pollutions, les contaminations extérieurs que pourraient subir les aliments, s'il permet de contribuer au maintien de la qualité, et de la sécurité, il faut également que le matériau utilisé, soit lui-même inerte, c'est-à-dire ne risque pas de perturber le produit venant au contacte dans les même termes de sécurité comme de qualité sensorielle (BUREAU, 1996).

Ce si fait l'objet de dispositions réglementaire qui sont devenus de plus en plus précises au cours des toutes dernières années. Rappelons que les matériaux utilisés dans l'emballage peuvent cause une contamination (Bactérienne, virales, et le passage de la chaleur).

(BUREAU, 1996).

II.5. Avantages de la brique alimentaire (Tetra paks)

II.5.1. Emballage vide occupant un volume minimal

Le matériau d'emballage en rouleau constitue, en quelque, sorte son propre emballage ce qui lui permet, malgré sa forme cylindrique, d'occuper 41% de place de moins au sol que des emballages préformés (une palette de quatre bobines correspond à un semi-remorque de bouteilles vides) **(MUTHWILL *et al*, 1998).**

II.5.2. Emballage léger

L'emballage Tetra Pak présente un coefficient massique de 2,5% comparé par exemple aux bouteilles plastiques qui présentent un coefficient massique de 3,9 %. On définit le coefficient massique par la formule suivante :

$$\text{coefficient massique} = \frac{\text{poids de l'emballage}}{\text{poids du produit}} * 100$$

II.5.3. Matériau de conditionnement facilement stérilisable

Une surface plane est beaucoup plus facile à stériliser qu'une surface comportant des recoins difficilement accessibles, cela constitue une sécurité **(MUTHWILL *et al*, 1998).**

- Matériau protégeant le produit vis-à-vis des agents extérieurs :
- Il doit isoler le produit de la lumière, de l'air, des gaz des odeurs et de l'ambiance extérieure **(MUTHWILL *Et al*, 1998).**
- le matériau doit être facile à détruire sans former de composés toxiques mais aussi ne pas réclamer, pour sa fabrication de techniques polluantes **(MUTHWILL *et al*, 1998).**

II.6. Types d'emballages alimentaires Tetra Pak

La majorité des emballages Tetra Pak sont utilisés pour conditionner les produits alimentaires liquides, ces emballages se différencient par leurs formes, volumes, système d'ouverture (bouchons, déchirure, etc.)

Tetra Pak proposait initialement des systèmes d'ouverture qui ne permettaient pas de refermer les emballages (découpe ou paille). Depuis quelques années, des bouchons à vis en plastique sont posés et scellés sur les emballages au moment de la formation des briques alimentaires (COGNARD, 2005).

En 2003, Tetra Pak a développé un emballage destiné au conditionnement des produits alimentaires solides et à morceaux. L'emballage en question est le Tetra Rencart, ce dernier représente une innovation majeure, puisqu'il est le premier emballage alimentaire en carton au monde qui est stérilisable en autoclave. (ANONYME³, 2012)

II.6.1. L'emballage Tetra Prisma Aseptic

C'est un emballage idéal pour de multiples applications : les jus de fruit de haute qualité, les laits enrichis, aromatisés ou fermentés, les thés glacés, les produits bios.

L'emballage Tetra Prisma Aseptic offre une solution de conditionnement de très haute qualité, à la forme exclusive, réellement attractive pour le consommateur. Il offre un versement facile et une excellente prise en main.

Disponible dans toute une gamme de volumes, des petits formats de 125 ml aux emballages familiaux d'un Litre. (ANONYME³, 2012)

➤ Avantages

Facile à verser, facile à boire

- huit (8) faces pour jouer au mieux sur le design du décor
- De nouvelles options d'impression
- Un contenu valorisé
- Une matière à effet métallisé. (ANONYME³, 2012)

II.6.2. Emballage Tetra Brik Aseptic

Tetra Brik Aseptic représente la gamme d'emballages en carton pour aliments liquides la mieux vendue qui soit. Lorsqu'il a été introduit, cet emballage a révolutionné le secteur des aliments liquides à tout jamais, non seulement en raison de sa forme, la plus efficace à empiler et à stocker, mais également parce qu'il représentait le premier emballage permettant

de distribuer du lait et du jus sans avoir besoin de réfrigération, d'additifs ou de conservateurs, tout en protégeant les valeurs nutritives du produit conditionné.

Il est disponible dans les formats Baseline, Slimline/Midline et Squareline de 80 à 2000 ml. Il convient à toute une variété de produits à base de lait et de jus, à tout type de boissons et produits alimentaires liquides. (ANONYME³, 2012)

II.6.3. Emballage Tetra Gemina Aseptic

L'emballage Tetra Gemina Aseptic est le premier conditionnement carton au monde à toit pointu à être formé en continu par le système de conditionnement aseptique spécifique à Tetra Pak.

Ils sont disponibles en version 500 ml, 750 ml et 1 L.

➤ Avantages

- Une exceptionnelle fonctionnalité à l'ouverture et au versement.
- Une forme au caractère original.
- Une distribution non réfrigérée. (ANONYME³, 2012)

II.6.4. Emballage Tetra Top

Tetra Top est spécialement conçu pour les produits frais : des produits élaborés, jusqu'aux laits et jus de fruits frais, en passant par les yaourts à boire, ou à consommer à la cuiller.

La gamme Tetra Top Carton est également disponible avec une ouverture en un seul geste pour encore plus de fonctionnalité. (ANONYME³, 2012)

II.6.5. Emballage Tetra Rex

L'emballage Tetra Rex est le choix idéal pour conditionner le lait pasteurisé et les produits à base de jus pour la distribution réfrigérée.

➤ Avantages

- Un côté pratique qui plaît aux consommateurs
- Flexible
- Facile d'emploi
- Des volumes pouvant aller jusqu'à 2 L (ANONYME³, 2012)

CHAPITRE III :
« PROCESSUS DE
FABRICATION DU
MATERIAU
EMBALLAGE TETRA
PAK »

III.1 Processus de fabrication du matériau d'emballage Tétra Pak :

III.1.1. Impression du carton

Le carton est d'abord imprimé selon une méthode flexo-graphique ou héliographique. Puis il est rainuré (pré-plier) avant de recevoir les différentes autres couches ; dans l'ordre polyéthylène externe et quatre couches internes. Le découpage est la dernière étape fondamentale (MUTHWILL *et al*, 1998).

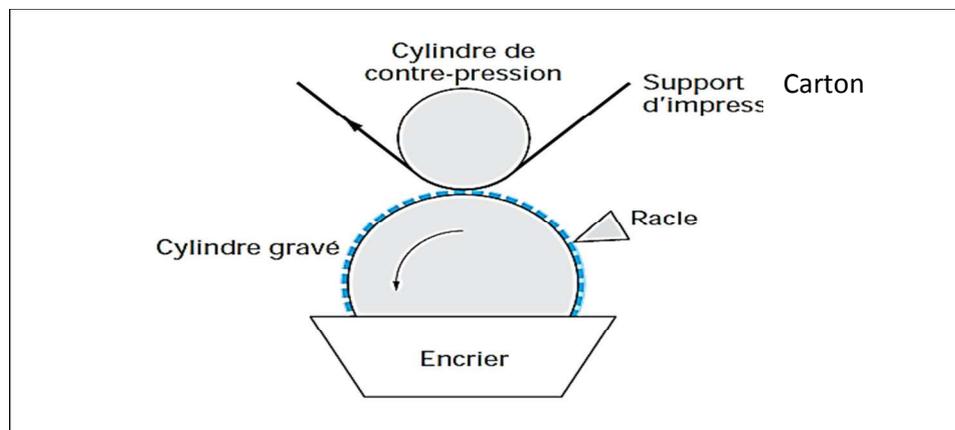
III.1.2. Technique d'impression du carton utilisé dans le matériau Tétra Pak

Le but de l'impression est de fixer, sur un support, un décor (un signe, un texte, un logo, une image, etc.). Les encres d'imprimerie vont donc nécessairement se composer d'une matière colorée et d'un véhicule de transit (le vernis), ayant pour fonction le dépôt et la fixation de cette couleur sur un papier, etc. (PETIT, 2011).

III.1.2.1. Héliographie

L'héliographie est le procédé particulièrement bien adapté aux très longs tirages, où une haute qualité de reproduction est exigée. C'est un procédé en creux dans lequel l'encre est transférée depuis un cylindre de cuivre gravé, directement sur le support (carton) (BLAYO, 2007).

Une encre à séchage rapide est déposée dans les creux, une fine lame métallique, appelée « racle », supprime l'encre de la zone non-imprimante, et l'image est imprimée directement sur le support sous l'effet de la forte pression exercée par un cylindre recouvert de caoutchouc (figure III.1) (PETIT, 2011).



Figures.2 : Représentation schématique de l'impression Héliographique (BLAYO, 2007).

III.1.2.2. Flexographie

La flexographie est un procédé d'impression en relief dans lequel les zones imprimantes, situées sur le cliché polymère flexible, sont en relief par rapport aux zones non imprimantes. Un cylindre céramique (Anilox) encre les surfaces imprimantes du cliché, lequel entre ensuite en contact avec le support (carton) pour y déposer l'encre. La faible pression exercée sur le support permet l'impression du matériau (Figure 3) (PETIT, 2011).

Ce procédé a trouvé une application très importante dans le domaine de l'emballage, grâce à ses clichés polymères souples, parfaitement adaptés aux surfaces irrégulières (possibilité d'imprimer des supports ayant des états de surface de qualité moyenne)(BLAYO, 2007).

La flexographie n'a cessé d'évoluer et de se perfectionner, produisant aujourd'hui des résultats de qualité supérieure faisant d'elle une technologie de référence dans l'industrie de l'emballage (Figure 3) (PETIT, 2011).

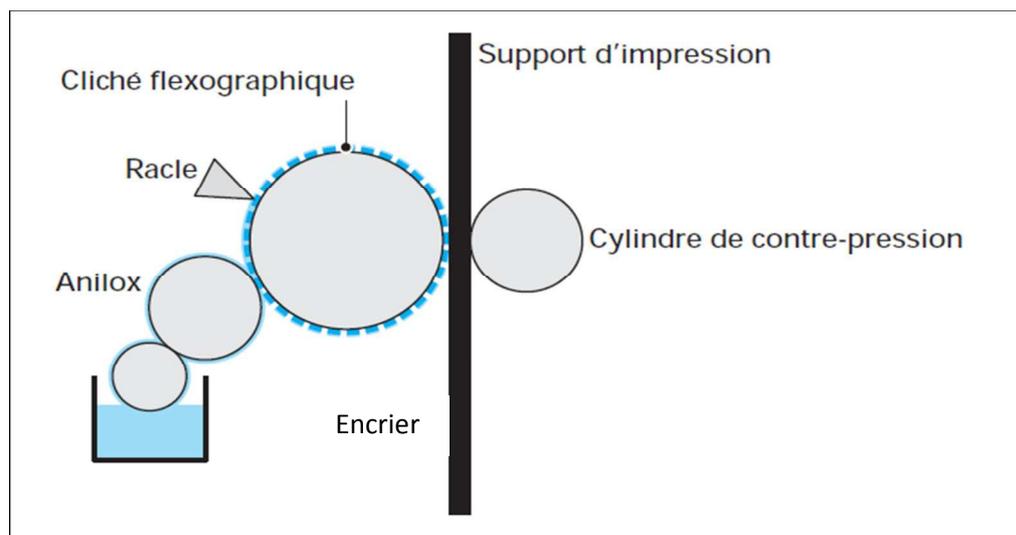


Figure. 3 : Représentation schématique de l'impression Flexo-graphique(BLAYO, 2007).

III.1.3. Encres utilisés pour l'impression du papier carton

Pour les deux techniques d'impression utilisées (Flexographie et Héliographie), une encre de faible viscosité et au séchage très rapide est requise. L'évaporation spontanée ou forcée (par chauffage) de solvants ou d'eau est donc la méthode de séchage la plus rapide et la plus économique dans ce contexte. Il faut noter par ailleurs que ces encres liquides sont livrées sous forme concentrée et c'est l'imprimeur qui, avant chaque tirage, adapte la viscosité de l'encre, en l'a diluant (BLAYO, 2007).

Environ 80% des emballages Tetra Pak sont imprimés en flexographie avec des encres à l'eau comportant un minimum de solvants et n'utilisant pas de métaux lourds. De plus, les encres à l'eau et sans métaux lourds sont favorables à la gestion des déchets axée sur le recyclage (MUTHWILL *et al*, 1998).

III.1.4. Assemblage des différents composants du matériau d'emballage (Extrusion/Laminage)

Les bobines de papier prêtes à l'emploi (imprimées et rainurées) sont enduites de couches de plastique et d'une feuille d'aluminium. La technologie utilisée pour cet assemblage est l'extrusion, qui permet de contre-coller deux matériaux ou de réaliser un couchage de matière plastique sur un matériau. On extrude de la matière plastique comme du polyéthylène (sous température de 300 °C), puis on la dépose via une filière sur les matériaux à assembler. L'adhésion se crée thermiquement ou chimiquement grâce au refroidissement de la structure par un passage sur un cylindre dans lequel circule un fluide frigorigène (COULON, 2008). La figure suivante illustre la technique Extrusion /Laminage pour l'assemblage des matériaux (Figure 4).

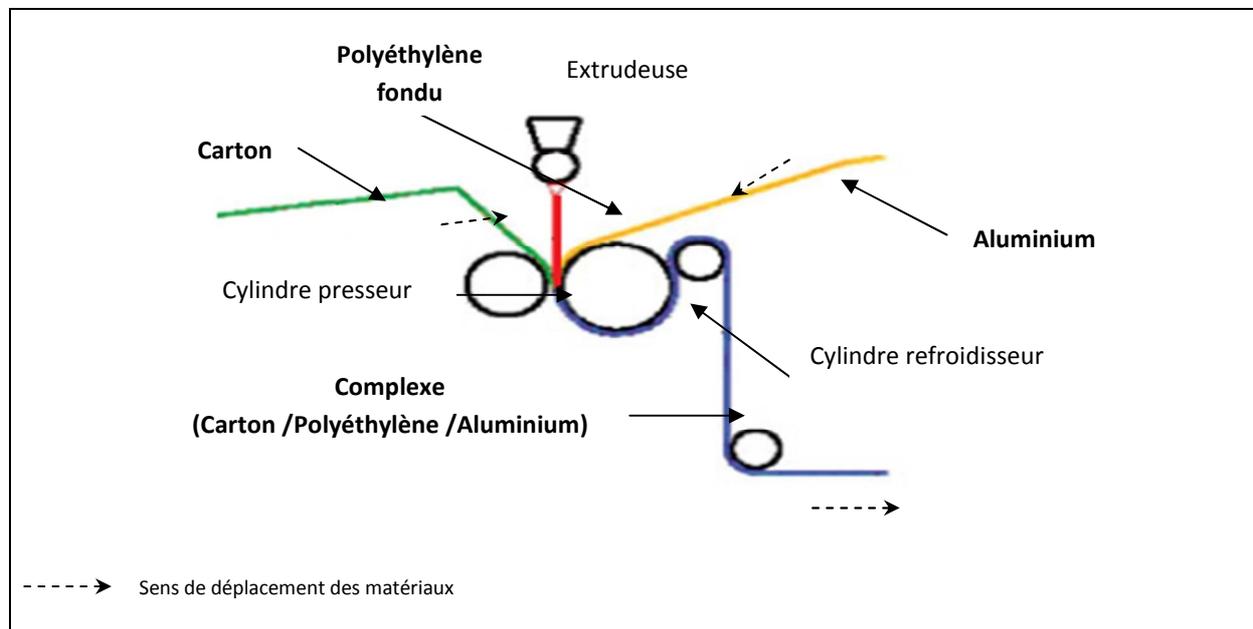


Figure.4 : Représentation schématique de la technique: Extrusion/Laminage (COULON, 2008).

III.1.5. Découpe et palettisation :

Les grosses bobines sont découpées en petits rouleaux, qui sont mis sur palette puis houssés et étiquetés. La figure ci-dessous résume les différentes étapes de fabrication du matériau de l'emballage Tetra Pak (Figure III.4):

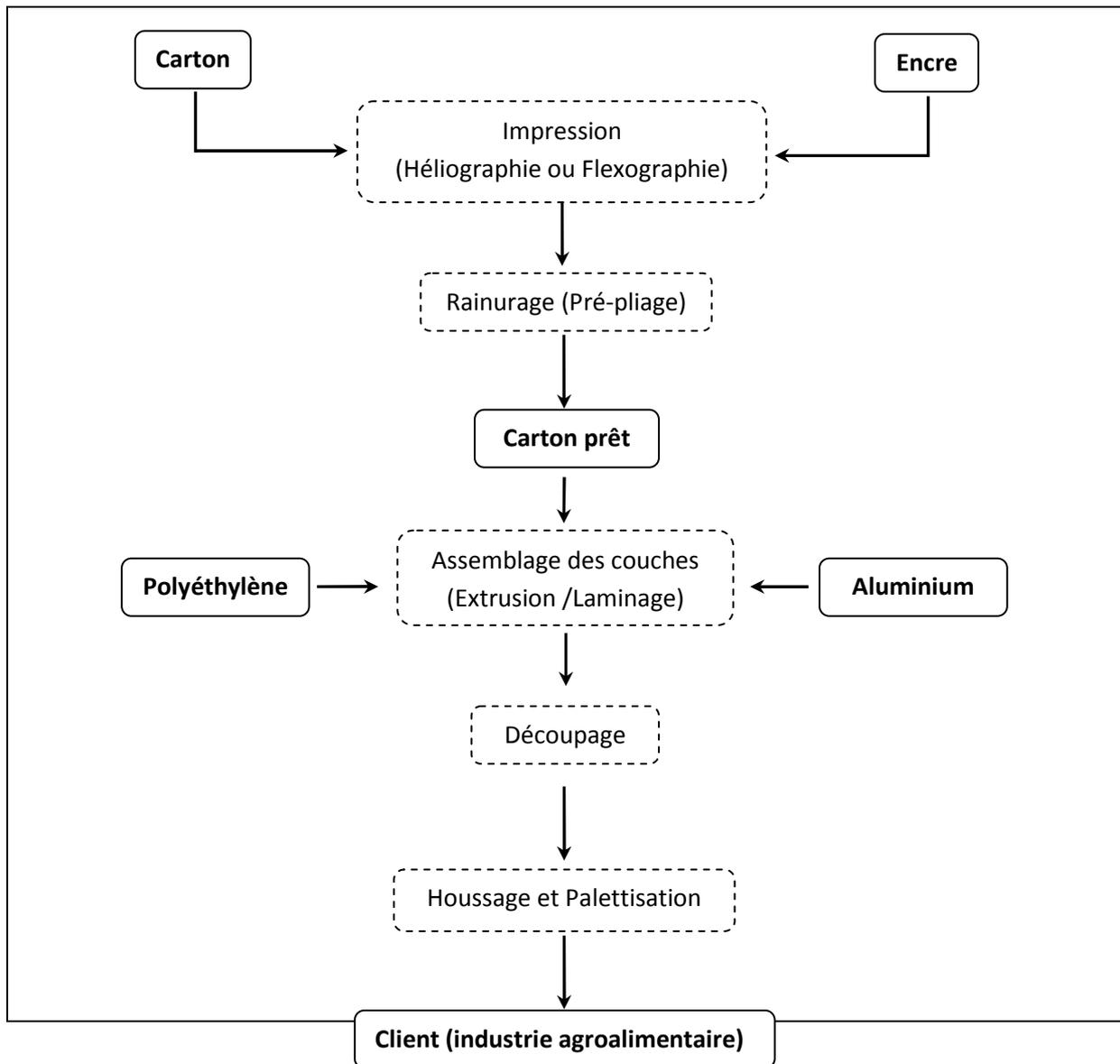


Figure.5 : Diagramme de fabrication du matériau d'emballage Tetra Pak (MUTHWILL et al, 1998).

III.2. Les adhésifs utilisés dans les emballages multicouches

- **Adhésion**

Ensemble des phénomènes physiques et/ou chimiques qui prennent naissance lorsque deux surfaces mises en contact. Adhésion liée à adhésivité (aptitude à créer des forces d'interactions entre deux surfaces), état de surface des deux constituants (surface spécifique, porosité, sites actifs, pollution) et mouillabilité (aptitude à créer un contact entre deux surfaces). (LAMURE, *sd*)

- **Adhérence**

Force ou travail qu'il faut fournir au système adhérent pour séparer les deux.

- **Force d'adhésion**

C'est une forces de cohésion des matériaux : liaisons interatomiques (Liaisons chimiques fortes) ou intermoléculaires (liaisons "physiques" faibles). Energie potentielle d'interaction.

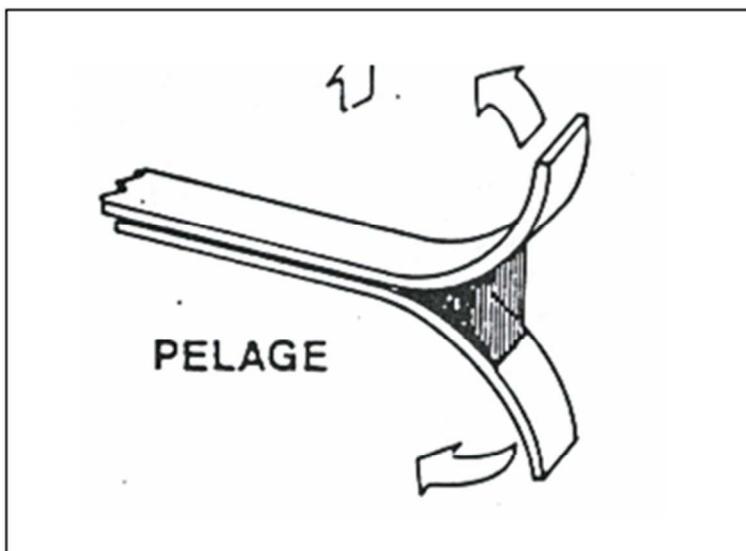


Figure .6: teste d'adhésion (LAMURE, *sd*)

III.3. Colles et adhésifs

Colles animales est une protéine issues du **collagène** (principale protéine des tissus Mous et durs) ou de la **caséine** (principale protéine du lait).

III.3.1. Colle de peaux et d'os

Obtenues en faisant bouillir peaux, os → gélatine

III.3.2. Colle de poisson

Obtenues à partir poissons (principalement morue). Hydrolyse **collagène** → **gélatine** en deux (2) étapes : perte conformation spatiale hélicoïdale sous effet T (chaleur casse liaisons intermoléculaires, Vander Waals impliquées dans stabilisation structure en triple hélice) puis cassure.

Certaines liaisons peptidiques NH-CO par hydrolyse. Colles de peaux et d'os Présentées sous forme "sèche" (poudre, perles, tablettes, flocons) doivent être Gonflées dans l' eau froide puis chauffées au bain marie à 40 – 70°C.

✓ **Avantage**

Solubilité totale dans l' eau (collage temporaire),

Excellente rugosité, insolubilité dans nombreux solvants.

✓ **Inconvénients**

Mauvaise résistance en T et gonflement en atmosphère humide.

Colles modernes contiennent additifs qui les protègent contre les attaques bactériennes et agents anti-moussants. Certains additifs tels que sulfates et chromates peuvent être ajoutés pour les rendre insoluble à l' eau. (LAMURE, *sd*)

III.3.3.Caséine

La caséine est un produit de condensation acide aminée, isolée par précipitation du lait de vache avec acide chlorhydrique, sulfurique ou lactique. Meilleure résistance à humidité qu'autres colles naturelles animales ou végétales. Protéine sèche le plus souvent en poudre ou fins granulés, soluble dans eau froide à pH alcalin par ajout de produits alcalins tels que soude caustique, borax, urée

Ou ammoniacque, carbonate de chaux (colle réversible avec NaOH, irréversible avec CaCO₃). Ajout de sels de calcium meilleure résistance à humidité ; silicate ou fluorure calcium meilleure fluidité ; glycérine ou latex de caoutchouc = plastifiants. Principale application= assemblage charpentes de bois (lamellées-collées) à l'intérieur des bâtiments (séjour prolongé en environnement humide hydrolyse chimique). Colles caséine + latex (résistance à humidité et chaleur) utilisées pour fabriquer complexes d'emballage alimentaire café (papier/aluminium, cellophane/carton).

✓ **Inconvénients**

Temps de séchage long (10 à 40 min), alcalins (peuvent tacher bois fortement chargés en tanins, tissus, cuir), faible tenue à l'eau. (LAMURE, *sd*)

III.3.4. Adhésifs époxydes

Polymères caractérisés par groupements époxy en bout de chaînes qui peuvent réagir avec différents durcisseurs. Résines époxydes = adhésifs les plus utilisés pour collages structuraux, sous forme liquide (Araldite), en pâte ou en films.

III.3.4.1. Résines époxydes

Est une matrice définie par groupes fonctionnels oxiranes. Durcissement résine provoqué par réaction chimique entre un équivalent époxyde et un équivalent durcisseur.

III.3.4.2. Résine époxyde classique

Contient de l'éther diglycidyle du bisphénol A obtenue par condensation bisphénol A avec épichlorhydrine du glycérol milieu basique. Suivant valeur du degré n de polymérisation résines liquides, pâteuses ou solides.

III.3.4.3. Durcisseurs

Constitués de Polyamines aliphatiques primaires, aminescyclo-aliphatiques et PA (moulage à froid au contact et par projection), diamines aromatiques DDS (Diamino-Diphényl-Sulfone dans prépegs) ou anhydrides MNA (Anhydride Méthyl Nadique et accélérateurs pour enroulement filamentaire, imprégnation sous vide et stratification par voie humide).

III.3.4.4. Agents catalytiques lents et latents

Amines tertiaires, complexes tri-fluorure de bore également utilisés pour favoriser en post-cuisson réactions époxyde-hydroxyle et réaction continue formation structure stable étherifiée. Utilisation de diluants réactifs (composés mono-époxydes tels qu'éthers butyl-glycidyle et crésyl-glycidyle) pour adapter viscosité résines époxydes.

III.3.5. Dextrine

Formée par une gamme de produits de dépolymérisation de l'amidon obtenus par grillage par voie sèche en présence d'acide.

III.3.5.1. Dextrines blanches

Hydrolysées avec quantité acide relativement élevée cuisson à T assez basse (90 à 140 °C). Compte tenu de l'attaque brutale par acide et le temps de cuisson relativement court, produits ont tendance à "rétrograder" sous forme de gel. Assez peu solubles dans l'eau

froide, dextrines blanches donnent à chaud des colles très fluides qui gélifient rapidement au refroidissement.

III.3.5.2. Dextrines jaunes

Obtenues par attaque plus profonde, avec concentration acide moins élevée. Coloration vient de T cuisson (160 à 180°C) et temps de grillage + long. Cuisson à cœur produits plus stables et concentration →70%. De solubilité pratiquement totale, dextrines jaunes gonflent dans l'eau froide et deviennent fluides à chaud.

- **Avantages** coût et tack élevés
- **Inconvénients** : faible résistance, mauvaise tenue à l'eau (avantage étiquettes bouteilles).
- **Principales applications** : industrie du papier (fabrication étiquettes, papiers gommés, cartonnages, enveloppes, sachets, pochettes). (LAMURE, *sd*)

CHAPITRE IV :

**« LA BRIQUE
ALIMENTAIRE ET LA
POLITIQUE
ENVIRONNEMENTALE »**

IV.1. L’emballage Tétra pak et la politique environnementale

IV.1.1. La politique environnementale

La démarche de Tetra-Pak est fondée sur l'idée très simple qu'un emballage doit économiser plus qu'il ne coûte. Cette devise n'a cessé d'inspirer la société depuis son origine, y compris dans le domaine de l'environnement.

L'objectif affirmé de Tetra Pak est de minimiser l'impact environnemental de ses produits tout au long de leur cycle de vie par une utilisation rationnelle des ressources lors du développement et de la conception des produits, dans les processus de fabrication et dans les opérations.

Ce programme comporte deux volets : améliorer les performances environnementales globales et améliorer la compréhension et la conscience des questions d'environnement liées à Tetra Pak.(MULLER, *et al*,2011)

IV.2. Analyse de cycle de vie de l’emballage Tetra pak :

IV.2.1. Définition

L'Analyse de Cycle de Vie vise à évaluer les impacts environnementaux d'un produit à toutes les étapes de son cycle de vie, en recensant l'ensemble des consommations d'intrants, des émissions de polluants et des déchets générés à chaque étape(MALTER, *et al*,2011).

IV.2.2. Les étapes de l'analyse de cycle de vie de l'emballage Tetra pak

- **La fabrication des emballages**, comprenant l'extraction, la production et le transport des matières premières constitutives des emballages,
- **Le remplissage et le conditionnement des emballages**
- **La distribution** des produits emballés aux différents points de vente
- **La fin de vie**, qui couvre la collecte de l'ensemble des déchets générés sur le cycle de vie des emballages et leur traitement (recyclage, incinération ou enfouissement).voire dans la figure suivante (MALTER *et al*, 2011).

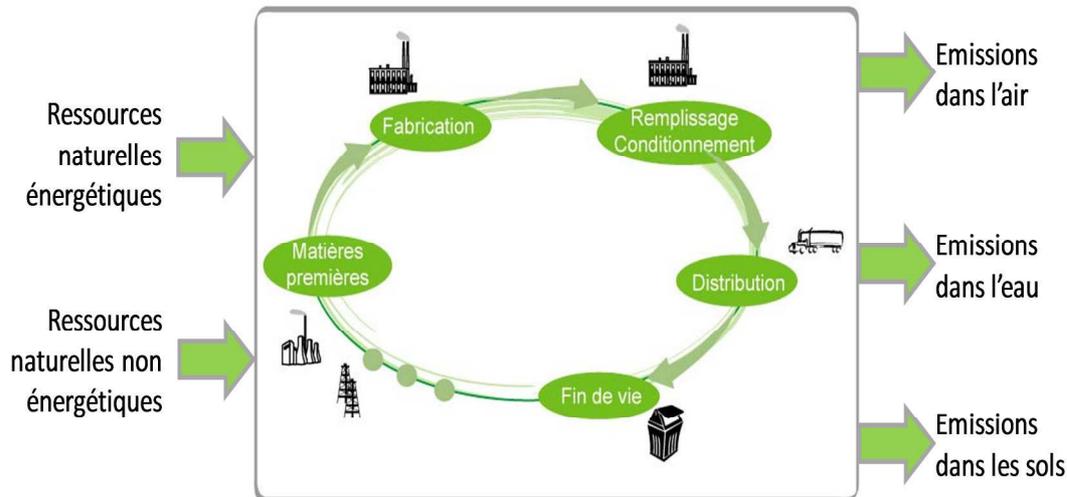


Figure .7 : Analyse de cycle de vie (Malter, Duhamed, Mariot ,2011).

IV.2.3. Les indicateurs d'impacts environnementaux

Ces indicateurs présentent le bilan environnemental du cycle de vie de l'emballage.

IV.2.3.1. Le réchauffement climatique

Qui représente l'augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre en raison de l'augmentation de l'effet de serre, auquel les émissions d'origine humaine contribuent fortement.

IV.2.3.2. La consommation d'énergie d'origine non renouvelable

Qui représente la somme des consommations de toutes les sources d'énergie qui sont directement puisées dans les réserves naturelles fossiles (gaz naturel, pétrole, charbon, énergie nucléaire).

IV.2.3.3. La consommation de ressources non renouvelables :

Telles les ressources fossiles et minérales. Ne sont pas incluses dans cet indicateur les ressources de la biomasse et leurs impacts associés comme l'extinction des espèces et la perte de biodiversité.

IV.2.3.4. L'acidification de l'air :

Qui symbolise l'augmentation de la teneur en substances acidifiantes dans la basse atmosphère, à l'origine des « pluies acides » et notamment du dépérissement de certaines forêts.

IV.2.3.5. L'eutrophisation :

Qui est l'introduction de nutriments sous forme de composés phosphatés ou azotés perturbant les écosystèmes en favorisant la prolifération de certaines espèces (micro-algues, plancton...).

IV.3. Engagement pour une meilleure valorisation de la brique alimentaire

Composée en moyenne de carton à 74 %, de polyéthylène à 22 % et d'aluminium à 4%, la brique alimentaire est techniquement 100% recyclable.

Depuis les années 90, le taux de recyclage des briques alimentaires est en permanente évolution. Si la brique bénéficie d'un éco-profil très satisfaisant, il existe néanmoins des axes d'amélioration auxquels ce type d'emballage doit répondre, notamment en matière de recyclage. Pour diminuer encore l'impact de l'emballage brique sur l'environnement, et augmenter le taux de recyclage, ACN développe et optimise la collecte, le tri et le recyclage des briques alimentaires en France, en travaillant étroitement avec les collectivités locales, les centres de tri, les recycleurs et les industriels.

Inscrite dans une démarche globale de développement durable, ACN s'est donné notamment pour mission d'informer le grand public sur les atouts des emballages brique. Pour aider les consommateurs à adopter une attitude responsable, Alliance Carton Nature a réalisé des pictogrammes à insérer sur les emballages de type brique. L'objectif d'Alliance Carton Nature est de toucher un maximum de consommateurs, par l'apposition de ce type de logo ci-dessous sur tous les produits des marques des sociétés membres.

Alliance Carton Nature se félicite de l'objectif défini par le Grenelle de l'environnement concernant le recyclage soit 75 % des déchets d'emballages ménagers recyclés en 2012. Pour atteindre cet objectif, instaurer une prise de conscience globale et une évolution des comportements, l'association développe notamment des outils de communication grand public permettant à chaque consommateur d'avoir les clés pour devenir un véritable «éco-citoyen(ANONYME⁴,2011).

IV.4. L'impact environnemental de la brique alimentaire

La brique alimentaire est un emballage respectueux de l'environnement :

- ✓ Elle est composée à 75% de fibres de bois, ce qui permet de limiter le recours aux énergies fossiles dont les ressources s'épuisent.
- ✓ De nombreuses analyses du cycle de vie, dont l'étude BIO Intelligence Service 2008, ont également démontré que l'empreinte carbone de la brique alimentaire restait faible sur l'ensemble de son cycle de vie, en raison de l'utilisation de ressources renouvelables et d'un procédé de fabrication économe en énergie (voir détail p. 9).
- ✓ Enfin, la brique est recyclable à 100%, et ACN est engagé depuis 20 ans dans la recherche & développement pour optimiser la gestion des emballages en fin de vie. (ANONYME⁴, 2011).

IV.5. Les méthodes efficaces pour le recyclage de la brique alimentaire

IV.5.1. Définition de recyclage

Le recyclage couvre une vaste gamme de procédés, comprenant la réduction en pâte des déchets de papier pour faire du papier à nouveau, l'utilisation du verre cassé dans la production de nouvelles bouteilles, et l'incinération pour récupérer de l'énergie. (THOMAS, 1974)

ACN soutient les objectifs de recyclage fixés par le Grenelle de l'Environnement qui visent 75% de taux de recyclage en 2012 et participe à des projets visant d'une part à augmenter la capacité de recyclage en France via un nouvel opérateur et d'autre part à développer un nouveau matériau densifié issu des résidus aluminium et polyéthylène et à lui trouver des débouchés. Les emballages carton pour liquides alimentaires sont adaptés au recyclage puisqu'ils sont essentiellement constitués de carton composé de fibres naturelles issues du bois. Les fibres longues utilisées pour les briques sont des fibres vierges. De ce fait, elles sont très appréciées des papetiers recycleurs puisqu'elles confèrent d'excellentes propriétés techniques aux nouveaux produits fabriqués. <http://www.alliance-carton-nature.org/ACN/Emballagesbrique.aspx>

Les fibres de bois qui composent les briques alimentaires peuvent être recyclées jusqu'à six fois. Elles se prêtent à une grande variété de nouvelles utilisations : cartons d'emballage, papier toilette et papier d'essuyage industriel. Les briques alimentaires

collectées en France sont recyclées dans trois usines (deux pour les déchets d'emballages ménagers, une pour les déchets industriels) situées en France, mais aussi en Espagne et en Allemagne.

ACN travaille en étroite collaboration avec les autorités locales pour encourager la collecte des briques alimentaires. L'association promeut également le geste de tri via des programmes destinés aux informelles consommateurs de ce qu'il convient de faire des briques vides, notamment via ses opérations. Ecole Nature et le Trophée de la Brique d'Or et ses outils de communication.

En plus de tous les travaux qui ont été réalisés sur la récupération du carton et de l'aluminium par les industriels spécialisés dans le domaine de recyclage en trouve plusieurs méthodes pour étudier les possibilités de recyclage des déchets du polyéthylène.

Que se soit par une valorisation matière (recyclage mécanique) ou bien par un recyclage chimique pour récupérer la matière première, par plusieurs procédés tels que le craquage thermique (VICENTE *et al*, 2009), il existe d'autres méthodes comme le craquage thermo catalytique (MISKOLCZIA *et al*, 2004), ainsi que la pyrolyse à lit fluidisé (MASTELLONE, 2002).

En plus pour remédier à ces problèmes de dégradation des déchets et réduire leurs impacts sur l'environnement les auteurs proposent d'ajouter un stabilisant. (CHOUDHURY *et al*, 2005).

Pour le recyclage et la récupération de l'aluminium, une association de Royaume-Uni qui s'appelle Aluminium Can Recycling Association (ACRA) coordonne un programme. Le nombre de points de collectes de l'aluminium était supérieur à 1150. Dans le cadre de recyclage de l'aluminium British Alcan a dépensé 28 million de livre sterling pour construire une usine de recyclage. (GOODING, 1992).

IV.6. Les chiffres clés de la brique alimentaire

- Environ 100 000 tonnes de briques sont mises sur le marché en France chaque année.
- La brique alimentaire est composée à 75% de matière renouvelable.
- 100% « chaîne de traçabilité » FSC.
- 98% du carton utilisé par les membres d'ACN est produit en Europe du nord (Finlande et Suède).

- Les forêts gérées de façon durable sont en croissance en Europe. 10 arbres sont plantés pour 6 récoltés chaque année en Finlande.
 - Une brique alimentaire vide et sans bouchon pèse seulement 26g.
 - un seul camion peut transporter 600 000 briques à plat et 946 000 briques en rouleaux.
 - Un camion rempli de briques alimentaires est constitué de 95% de produit et seulement 5% d'emballage (palette et emballage secondaire inclus).
 - Les fibres de carton de la brique alimentaire sont de très haute qualité et peuvent être recyclées 6 fois.
 - Le taux de recyclage de la brique augmente chaque année. Il est passé de 8% en 2000 à 43% en 2010.
- Tous les fournisseurs du carton destiné pour l'entreprise Tetra pak suivent la gestion durable des forêts.

Le nombre de l'emballage Tetra pak livrés en 2010 par million est de 158001. (ANONYME⁵)

IV.7. Les produits recyclés

Les entreprises industrielles qui recyclent des briques alimentaires ont développé des productions spécifiques :

- A Rouen : produits d'essuyage à base de ouate de cellulose
- En Espagne : différents papiers d'emballage,
- En Allemagne : papiers type « Testliner » avec une couche brune et blanche pour impression,

Dans les usines de fabrication du complexe alimentaire, les chutes d'usine peuvent être utilisées pour fabriquer du TECTAN, matière qui résulte du broyage de ces résidus et qui utilise la capacité de plasticité et de liant du polyéthylène chauffé puis refroidi pour former des plaques de différentes épaisseurs. Les utilisations du TECTAN sont nombreuses : petits objets de bureau, mobiliers scolaires ou de bureau ou encore revêtement de sol (ANONYME⁶, 2010).

CHAPITRE V

**« MATERIELS ET
METHODES »**

Le but du travail mené dans cette partie est d'étudier la possibilité de la séparation des feuillets de l'emballage Tetra Pak. Comme première étape, nous allons tout d'abord préparer et couper l'emballage Tetra Pak sous forme rectangulaire. Ensuite, nous allons procéder à la préparation des solutions avec l'eau distillée à différents pH. Et enfin on terminera par émerger l'échantillons dans des solutions à différents pH et les mettre dans un frigo à températures différentes pour un temps bien définis.

La présentation de l'échantillon

Notre étude est réalisée sur l'emballage Tetra Pak récupéré au niveau de l'entreprise DANONE de la wilaya de Bejaia.

L'obtention des échantillons a été fait le mois d'avril 2012.

La figure ci-dessous représente une photographie de l'échantillon de carton de l'emballage Tetra Pak de type Tetra Top, (DANA) étudié durant notre étude.



Figure.8 : une photographie de l'échantillon de carton de l'emballage Tetra Pak

Nombre des échantillons

L'entreprise DANONE nous a fournis 20 échantillons de l'emballage Tetra Pak de type Tetra Top, qui est un emballage spécialement conçu pour les produits frais : des produits élaborés, jusqu'aux laits et jus de fruits frais, en passant par les yaourts à boire, ou à consommer à la cuiller.

V.I. Protocole suivi

V.I.1. Le découpage de l'échantillon

En découpe le carton de l'emballage Tetra Pak sous forme triangulaire à l'aide de ciseaux. Au total, nous avons 18 échantillons à analyser.



Figure .9 : une photographie d'un coupeau de carton de l'emballage Tetra Pak.

V. I .2.2. La préparation des solutions

La préparation des solutions à pH différents, consiste à préparer 3 buchers remplis d'eau distillée d'un volume de 200 ml, mesurés à l'aide d'une éprouvette.

En étalons les solutions à l'aide des produit chimique tels que l'HCl et Na OH pour obtenir a l'aide d'un pH mètre trois solutions de différents pH.

- 3 solutions pour pH 3
- 3 solutions pour pH 7
- 3 solutions pour pH 10

PH : potentielle hydrogène.

HCL: acide Chlorhydrique ;

Na OH : Hydroxyde de sodium

V.II. Protocole expérimental

Après le découpage du carton Tetra Pak en petit copeaux, nous allons procéder à émerger les copeaux dans des buchers contenant des solutions à pH différents, acide, neutre et basique, les mélanges obtenus sont ensuite apportés et mis dans un frigo à températures 4° C, 6° C et 8° C. pendant un temps bien défini égale à 18 heures.

A la fin de chaque manipulation, on récupère les copeaux dans des flacons pour voir le taux de séparation de différentes couches constitutives de l'emballage et les mesurer avec une balance électrique après le séchage dans une étuve à 50 ° C, pendant 4 heures.

Durant notre étude nous avons utilisé pour l'interprétation de nos résultats un test statistique (corrélation) qui vise à tester l'indépendance de deux caractères statistiques, on dit deux variables aléatoires sont indépendantes si elles sont non corrélées.

La corrélation sert à chercher et résumer la liaison qui existe entre les variables à l'aide d'une droite. On parle alors d'un ajustement linéaire. L'intervalle de corrélation r est selon le coefficient de corrélation qui est compris dans l'intervalle $[-1 ; 1]$.

- La corrélation est faible et négative si r varie de $-0,5$ à $0,0$.
- La corrélation est faible et positive si r varie de $0,0$ à $0,5$.
- La corrélation est forte et négative si r varie de $-1,0$ à $-0,5$.
- La corrélation est forte et positive si r varie de $0,5$ à $1,0$.

CHAPITRE VI

**« RESULTATS ET
DISCUSSION »**

Résultat obtenus

Le tableau ci-dessous représente les poids de l'emballage étudié, avant et après l'analyse, ainsi que la différence du poids obtenus dans des pH, acide, neutre et basique et à des températures 4° C et 6° C, 8° C après un temps égale à 18 heures.

Tableau I : La différence du poids des échantillons étudiés

Température	pH	Temps (min)	Poids 1 gramme (g)	Temps (min)	Poids 2 gramme (g)	Différence gramme(g)
4°	3	0	1,0624	1080	0,9804	0,0820
4°	7	0	0,9309	1080	0,8910	0,0399
4°	10	0	0,9741	1080	0,9687	0,0054
6°	3	0	1,0197	1080	0,9271	0,0926
6°	7	0	0,9685	1080	0,9657	0,0028
6°	10	0	1,0251	1080	0,9342	0,0909
8°	3	0	0,9935	1080	0,9632	0,0309
8°	7	0	0,9895	1080	0,9127	0,0768
8°	10	0	1,0226	1080	0,9191	0,1035

Le tableau suivant présente les mesures du poids des feuillets de l'emballage obtenues au laboratoire dans des pH acide, neutre et basique à des températures de 4°, 6° et 8° ainsi le suivi du décollage des feuillets du Tetra pak.

Tableau .II : suivi de décollage des feuillets du Tetra pak

Température et pH	La moyenne en(g)	Le poids des couches de l'échantillon	Observation
pH=3 T=4°C	Moyenne =0,2451	P1= 0,1893	Séparation difficile des feuillets
		P2=0,2613	
		P3=0,1855	
		P4=0,3443	
pH=3 T=6°C	Moyenne =0,2317	P1=0,2589	Séparation facile des feuillets
		P2=0,1851	
		P3=0,3242	
		P4=0,1589	

pH=3 T=8°C	Moyenne =0,3210	P1=0,2371	Séparation difficile des feuillets
		P2=0,3123	
		P3=0,4138	
pH=7 T=4°C	Moyenne =0,6308	P1=0,1815	Séparation moyenne des feuillets
		P2=0,1641	
		P3=0,2282	
		P4=0,2280	
pH=7 T=6°C	Moyenne =0,2414	P1=0,1866	Séparation très difficile des feuillets
		P2=0,2940	
		P3=0,1552	
		P4=0,3299	
pH=7 T=8°C	Moyenne =0,2531	P1=0,3055	Un déficit de séparation pour les couches externes Suivi d'une déchirure De la couche interne
		P2=0,3482	
		P3=0,1938	
		P4=0,1652	
pH=10 T=4°C	Moyenne =0,8264	P1=0,1690	Séparation difficile des feuillets
		P2=0,3692	
		P3=0,2141	
		P4=0,2964	
pH=10 T=6°C	Moyenne =0,2585	P1=0,1568	Séparation facile des feuillets
		P2=0,1301	

		P3=0,4335	
		P4=0,3138	
pH=10 T=8°C	Moyenne =0, 2297	P1=0,1421	Une bonne séparation des couches facilement
		P2=0,1400	
		P3=0,2542	
		P4=0,3827	

,

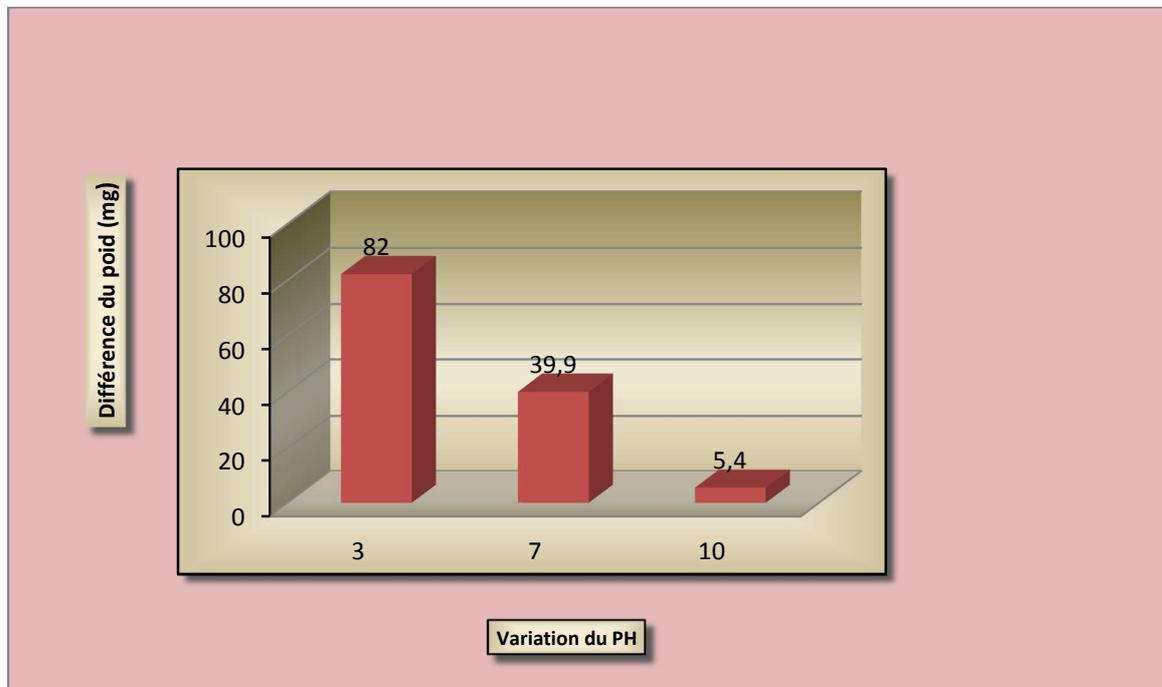


Figure.10 : les histogrammes de différence du poids en fonction du pH (température de 4°C)

La figure Ci-dessus représente les Histogrammes des différences du poids en fonction du pH à une température égale à 4° C.

On remarque d'après ces résultats qu'il y a une augmentation de différence du poids à pH 3 et pH 10. cette augmentation peut être expliquée par la perte du poids, due à la dissociation de la matière avec laquelle les couches de l'emballage sont assemblées.

Dans le cas du pH 7, on remarque une différence du poids très faible, ce que signifie que la perte du poids est pas influences par le couple pH 7 et à température 4° C.

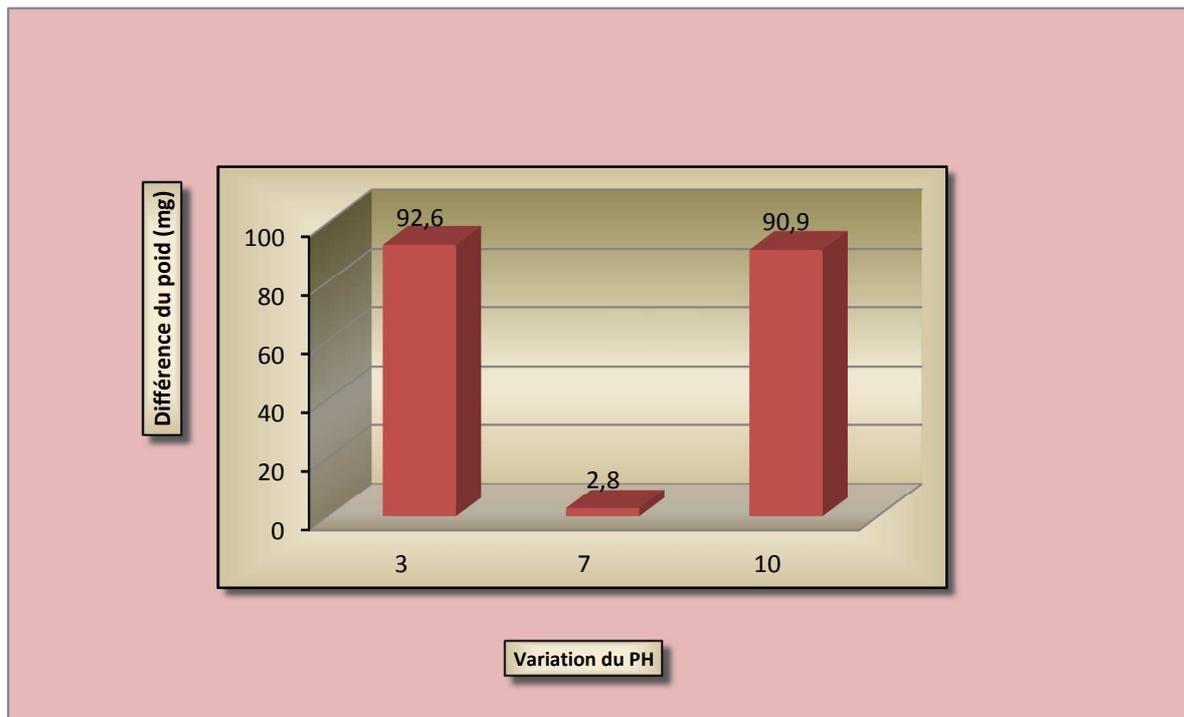


Figure. 11 : les histogrammes de différence du poids en fonction du pH (température de 6°C)

La figure ci-dessus représente les histogrammes des différences du poids en fonction du pH à une température égale à 6° C.

D'après les résultats obtenus, on remarque une différence du poids importante à pH 3, et une différence moyenne à pH 7. Cette différences peut être explique par la perte du poids, due a la dissociation de la matière avec laquelle les couches de l'emballage sont assemblées

Dans le cas du pH 10, on remarque une faible différence du poids, ce que signifie que la perte du poids est pas influences par le couple pH 7 et à température 6° C.

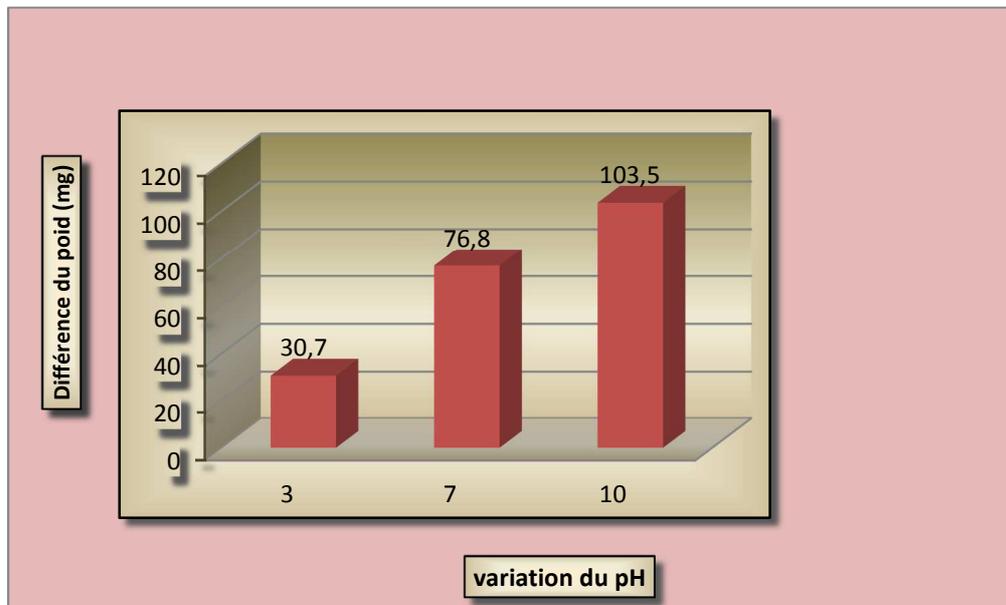


Figure .12 : les histogrammes de différence du poids en fonction du pH (température de 8°C)

La figure ci-dessus représente les histogrammes des différences du poids en fonction du pH à une température égale à 8° C.

Les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la différence du poids est influencée par augmentation du pH, à une température égale à 8° C.

- À température 8°C, la différence du poids la plus importante est observée à pH 10, ce qui prouve qu'il y a une relation positive entre les deux paramètres pH et température.

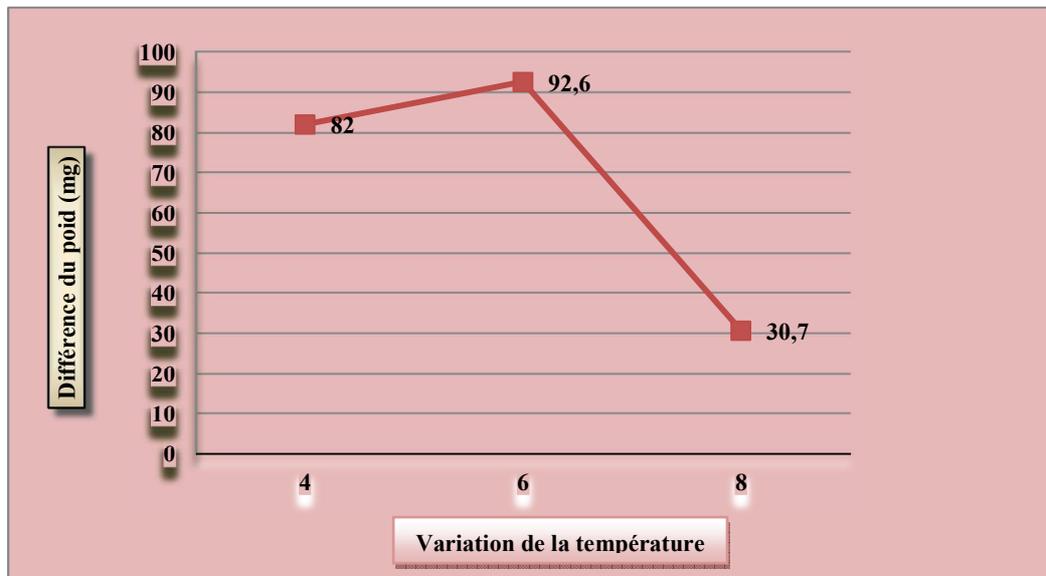


Figure .13 : Courbe de différence du poids en fonction de la température à pH=3

La courbe de la figure n°4 présente la différence du poids de l'échantillon étudié en fonction de la température à un pH=3

- A une température =4°, la différence importante du poids de l'échantillon étudié.
- On remarque une augmentation de la séparation des feuillets de l'échantillon en fonction de la température.
- A une température=6° la différence du poids atteint une valeur maximale de 92 mg.
- La variation de la température entre 6° et 8° influence faiblement sur la différence du poids de l'échantillon.
- A pH =3 la température idéale pour la séparation des feuillets de l'échantillon et varie entre 4° et 6°.

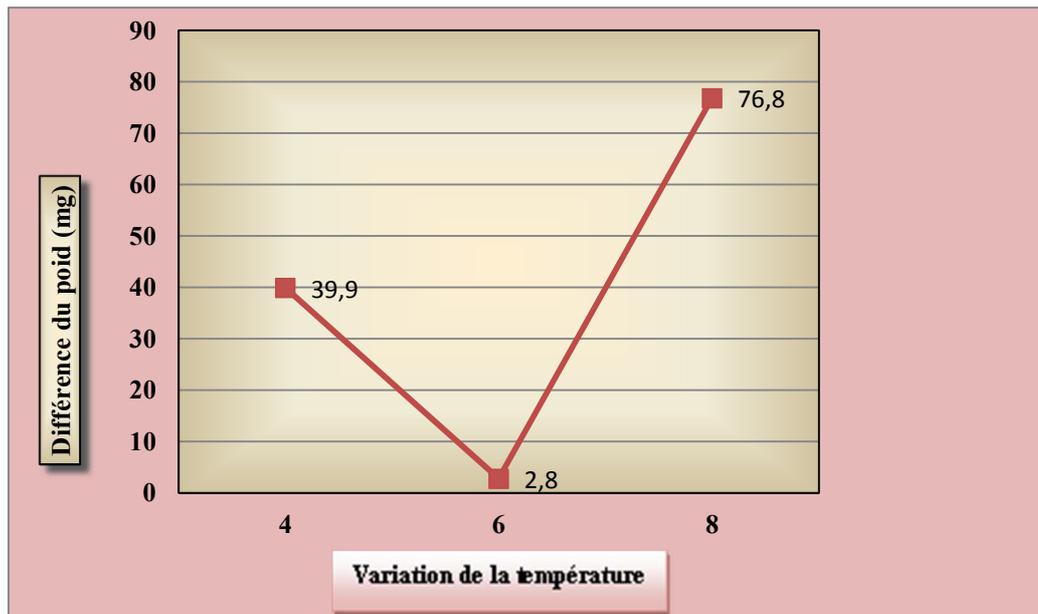


Figure. 14 : Courbe de différence du poids en fonction de la température à pH=7

La figure n°5 présente la différence du poids en fonction de la température à pH= 7.

- A la température de 4° la différence du poids est atteinte presque la moitié de séparation par apport a la différence maximale avec une valeur approximative de 80mg.
- A des températures entre 4°et 6° la différence du poids diminue contrairement a des températures supérieure à 6°.
- A T=6° la différence du poids atteint une valeur minimale de 2,8mg.
- A pH=7 la meilleure séparation est obtenue dans des températures varies entre l'intervalle de 6°à 8°.

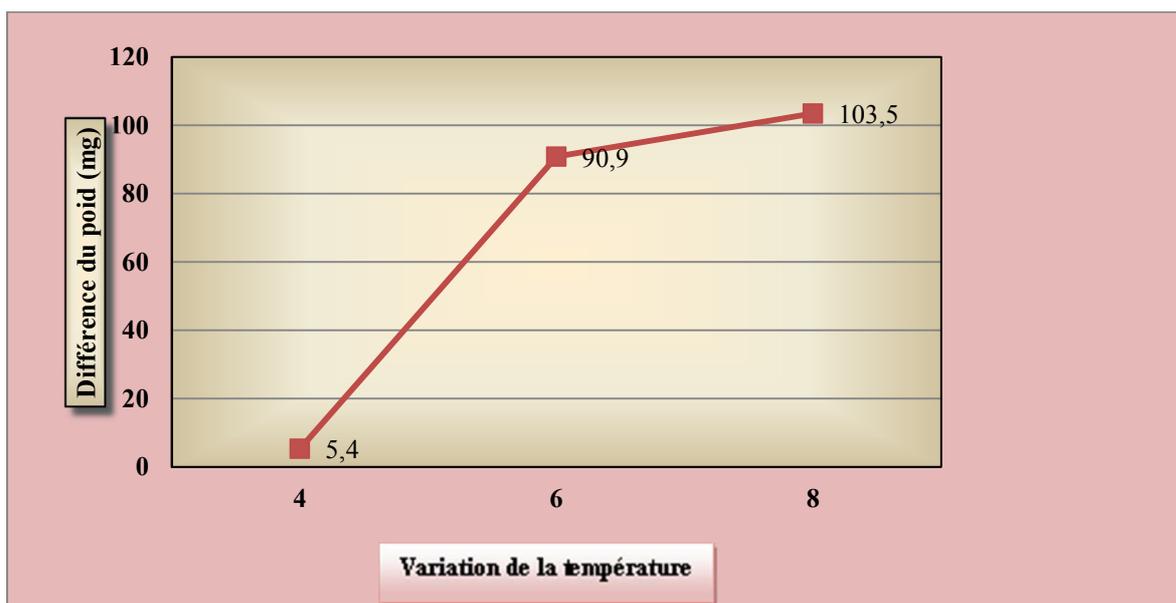


Figure. 15 : Courbe de différence du poids en fonction de la température à pH=10

La figure n°6 présente la différence du poids en fonction de la température a pH=10.

On remarque l'augmentation de la différence du poids en fonction de la température jusqu'à une température de 6° C avec une valeur de 92mg.

A des températures situées entre 6°et 8° on remarque que la différence du poids tend vers la stabilité en fonction de la température pour atteindre une valeur maximale de 103,5mg.

Donc à pH=10 le paramètre de la température aide fortement à la séparation des feuillets de l'échantillon étudié n comparant à d'autres pH (3et7).

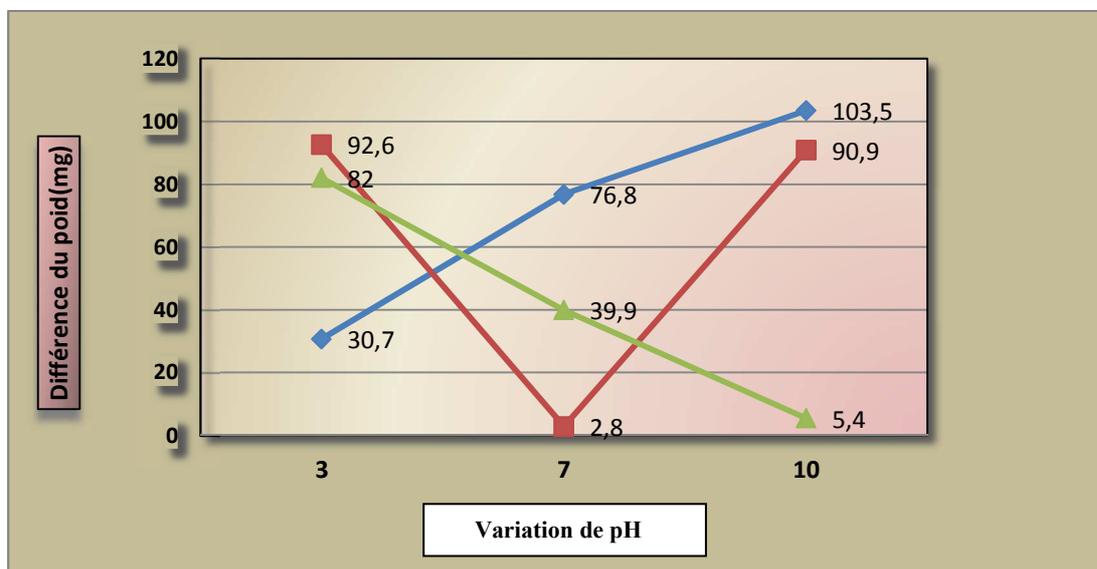


Figure. 16 : Courbes de la différence du poids de l'échantillon en fonction du pH

Les courbes de la figure présentent la différence du poids en fonction du pH à des températures 4°C, 6° C et 8° C.

- A T=4° C

A cette température on constate:

- Une diminution de la différence du poids en fonction du pH.
- Le pH acide influe fortement sur la différence du poids (PH : 3), c'est à ce pH et cette température qu'on observe l'effet recherché, c'est- à-dire le découlement des feuillets.

- Le pH neutre on observe une différence du poids moyenne, ce que signifie que le découlement des feuillets n'est pas important.
- À pH basique on observe l'effet le plus le plus faible.
- À T=6° C

A cette température on constate:

- À pH acide et pH basique, qu'on observe l'effet recherché, c'est-à-dire le décollement des feuillets
- À pH neutre l'influence est très faible sur tous les essais effectués.
- À T=8°

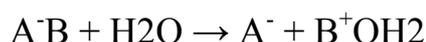
A cette température on constate :

- Une relation corrélation positive parfaitement entre la différence du poids (mg) et l'indice de pH.
- Le pH = 3, influence faiblement sur la séparation des couches de l'emballage.
- Le pH = 10 est fortement influant sur la différence du poids, ce qui donne une corrélation $r = 1$

Discutions des résultats

- D'après les résultats obtenus en mesurant la différence du poids on peut supposer que la colle utilisée dans l'emballage Tétra pak étudiée est vraisemblablement la caséine.
- La caséine possède un pH isoionique à 4,6.

Selon la loi de le Chatelier lorsqu'on ajoute une base on favorise dans la réaction ionique de l'adhésif la fabrication du sel soluble dans l'eau, elle possède deux pôles



- Quand on chauffe on améliore le décollage car on augmente la diffusion de l'eau entre le substrat et le l'adhésif.
- On remarque sur les résultats des courbes dans la figure 4 que la caséine se décolle avec l'effet de charge « pH »et de température « T ».
- À T=8°C, pH = 3 qui est inferieure au pHi = 4,6 la caséine se charge positivement (+) a la même température l'eau diffuse, augmente la perméabilité des molécules libres de

l'eau entre le substrat et la colle et influence sur sa concentration. Dans ce cas la colle est influencée par l'effet de la température plus que par l'effet de charge.

- A pH = 7 et a pH = 10, et telle que soit la température la colle est vraisemblablement chargée positivement

Le comportement de cette colle est fortement influencé par la température.

- Les conditions pH neutre, et température 6°C n'ont aucune influence sur le comportement de la colle. Alors que les conditions 4°C et 8°C l'effet est simple ou double.
- La condition optimale de séparation est obtenue à pH 10 et température 8°C indiquant ainsi que l'effet de charge pour le décollement est fortement influencé par la solvataion qui est maximale à 8°C.

**« CONCLUSION
GENERALE »**

Conclusion

Dans cette étude, nous avons décrit l'emballage et ses principales fonctions, les procédés de fabrication et les matériaux utilisés, ainsi que les processus de la réutilisation.

L'industrie a connue un développement dans la fabrication de l'emballage pour un meilleur conditionnement des aliments. Cette accélération a provoqué des crises qui affectent directement notre environnement, en plus de l'enjeu politique dû à l'épuisement des ressources naturelles et l'alternative de leurs remplacements.

Aujourd'hui, une nouvelle forme d'emballage faite par l'entreprise Tetra pak qui répond aux normes industrielles et environnementales(ISO). L'emballage de Tetra pak est classé parmi les emballages biodégradables, car il est fait à base du bois. En plus, Tetra pak a prouvé son respect pour l'environnement et les ressources naturelles. Elles les utilisent d'une manière raisonnable afin de contribuer au développement durable.

L'emballage est composé à 75 % de carton pour la rigidité, à 20%de plastique (polyéthylène) pour l'étanchéité et à 5 % d'Aluminium, qui sert de barrière à la lumière pour la conservation du produit.

Après l'étude entamée, nous avons constaté que la séparation des feuillets de l'emballage est influencée par les deux paramètres pH et température. Par ailleurs, et d'après les résultats obtenus au laboratoire, on a constaté que, dans le milieu acide, **pH= 3** et à des températures de **4°et 6°**, nous avons remarqué relativement une forte séparation de couches constitutives de l'emballage étudié. Alors qu'en milieu basique, **pH=10** et à des températures de **6° et 8°**, le décollement des feuillets de l'emballage Tetra pak est important. Contrairement à pH neutre ou nous avons obtenus des faibles séparations des feuilles de l'emballage Tetra pak malgré la variation de la température. Les meilleurs résultats de séparation des couches de l'emballage est obtenu au point de **pH=10** et a une température de **8°**, confirmé par la différence du poids obtenu à pH basique à une température de **8°**.

La séparation des couches de l'emballage Tetra pak représente une étape importante avant toute opération de recyclage.

Nous souhaitons que les résultats obtenus dans notre travail soient une initiation et un pré-acquis pour des travaux de recherches sur l'emballage Tetra Pak.

Références Bibliographiques

[A]

ANONYME¹, 2009. Prévention du gaspillage et de perte des produits de grandes consommations, A table for one, p10 http://www.conseil-emballage.org/Img/Publications/74_1.pdf. Consulté le 12/05/2012

ANONYME², 2008., Guide de l'emballage alimentaire, Canada packaging ., p.15-18. <http://www.bioalimentaire.ca/client/uploads/Librairies/Fichiers/Guide%20emballage%20alimentaire.pdf>. Consulté le 16/05/2012.

ANONYME³, 2012. TETRA PAK.

http://www.tetrapak.com/fr/emballages/emballages_aseptiques/tetra_brik_aseptic/pages/default.aspx.

<http://www.tetrapak.com/fr/emballages/tetrabrik/pages/default.aspx> Consulté le 01/05/2012.

ANONYME⁴, 2011. Alliance carton nature, triez les briques elles se recyclent.

<http://www.alliance-carton-nature.org/Accueil/ArboV/Lesatoutsdelabrique/Unemballagecyclable.aspx>

Consulté le 27/05/2012.

ANONYME⁵, www.tetrapak.com/fr/tetra_pak_france/groupe_tetra_pak/tetra_pak_en_chiffres/Pages/default. consulté le 03/06/2012.

Voir également :

www.tetrapak.com/fr/tetra_pak_france/groupe_tetra_pak/tetra_pak_enchiffres/Pages/default , consulté le 19/05/2012

ANONYME⁶, 2010. Alliance carton nature, La brique alimentaire, un emballage respectueux de la nature.

<http://www.alliance-carton-nature.org> , [ACN soutient les objectifs de recyclage fixés par de l' le Grenell](#) consulté le 13/06/2012.

ANGYAL, A., MISKOLOZI., BARTHA, L., et VALKAI, I., 2009., Catalytic cracking of polyethylene, Waste in horizontal tube reactor, polymer degradation and stability, 94, p. 1678-1683.

[B]

BLAYO, A., 2007., Formulation des encres pour l'impression, *Techniques de l'ingénieur*, , Editions T.I, France, : [En ligne] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/formulation-ti453/formulation-des-encres-pour-l-impression-j2290> , consulté le 27/02/2012.

BUREAU, G., 1996 ., *Rôle de l'emballage, Actualité Technique et Industrielle,*

BOTREL, J., *L'emballage : environnement socio -économique et juridique, Lavoisier-TEC et DOC, Paris 1991.*

BUREAU, G., POTHET, J.P., et CAMUS, P., 1986., *Industrie Alimentaire et Agricoles* n° 04, , pp. 173 -294.

BARAKAT, T., 2009., Les emballages, projet de fin de formation, spécialité : comptable et entreprise, Institut-libre-étude informatique et commerciale, Maroc.

[C].

CARIGA, M., 2007., *Mâtériaux polymère, Edition, Dunod, Paris..*

CHODHURYA, A., MUKHERJEEA, M., et ADHIKARI, B., 2005., Thermo stability and the degradation of the post –use reclaim milk pouche during multiple ext si on cycle, *Thermochimica acta* .430.pp. 87-94.

CHOMON, P., 2006., Les complexes souples ou rigides utilisés en emballage, *Techniques de l'ingénieur*, Editions T.I, France, [En ligne] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/plastiques-et-composites-ti100/les-complexes-souples-ou-rigides-utilises-en-emballage-am3577/> , consulté le 02/03/2012.

COGNARD, P., 2005., Machines d'emballage : liquides en bouteille, *Techniques de l'ingénieur*, Editions T.I, France, [En ligne] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/basedocumentaire/genie-industriel-th6/conception-d-emballage-42133210/machines-d-emballage-ag6600/> , consulté le 07/03/2012.

COULON, D., 2008., Matériaux d'emballage flexibles multicouches : modalités de choix et applications, *Techniques de l'ingénieur* , Editions T.I, France, , [En ligne] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/genie-industriel-th6/emballage-des-produits-alimentaires-et-autres-conditions-specifiques-42132210/materiaux-d-emballage-flexibles-multicouches-modalites-de-choix-et-applications-f1325/> , consulté le 17/03/2012.

[G]

GOODING, K., 1992., Aluminum recycling rate increase to 16 percent, financial time5.

LUNDQVIST, J., FRAITURE, C., MOLDEN, D., 2008., Prevention du gaspillage et de pertes des produits de Grande consommation ,Saving water:from field to fork-curbing losses and wastage in the food China, 6. [En ligne] ,http://www.conseil-emballage.org/Img/Publications/74_1.pdf, consulté le 09/06/2012

KADI,N., *Encyclopédie micro soft encarta*.1999.CD-ROM, voir Evolution de la qualité de l'huile safia au cour du stockage, mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

d'ingénieur d'Etat en chimie industrielle, option génie de l'environnement, Université de de Blida, 1999.

[L]

LAMUR, A., 2012. Adhésuon et edhérence,mecanisme d'adhesion. , p.5,25,26.

https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ast8bECglC8J:www.inp-toulouse.fr/resources/documents/TICE/Mat%2525C3%2525A9riaux%252520et%252520polym%2525C3%2525A8res/01Extrait_Adhesion_et_Adherence.pdf?download%3Dtrue+adhesif+caseine+colle+assemblage+force+d%27adhesion+Alaine+Lamure+pdf&hl=fr&gl=dz&pid=bl&srcid=ADGEESjiXmTTBJwi5qC0_DZa8kdFK7QF5x7JisnsmYFAqEC6bXp9SjcZQzzhsFnWIVOt3Avwqy6y_arieKo9g0xlQRZ2JwTvp-ARMoYPysQa99Dg_mbc7rH0gVyjZ4Q85p4fwgqVg_w&sig=AHIEtbR4z24btPLIVU2zZHeslubFc5jO2A

Consulté le 23 /05/2012

[M]

MUTHWIL, F., 2005., *La composition de l'emballage Tetra pak*, Oenlogue n° 117.

MUTHWILL, F., BERGER,J.F., et LECOQ, M., Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe de papier polyéthylène et aluminium (sd).

MULTON, J. L., et BUREAU, G., 1998., *L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation*, Lavoisier TEC et DOC, 2^{ème} Edition. Paris, 27, pp 597-614.

MASTELLON, M. L., PERUGINI, F., PONTE, M., et ARENAU., 2002., Fluized bed pyrolysis of a recycled polyethylene in the polymer degradation and stability, 76.pp. 479 - 487.

MESKOLOZIA, N., BARTHAA. L., DEAKA, G., JVERB, B., et KALLO, D., 2004., Thermal and thermo catalytic degradation of height.density polystyryreme .Waste Management, 24.pp. 173-181.

MULTOR, O., DUHAMEL, S., et MARIOT, C., 2011., *Analyse de cycle de vie du système d'emballage Tetra Brik pour le marché du Bio intelligence.*

[N]

NEVES, I.C., BOTELHO-MACHADO, A., REBELO, V., et. RAMUA, M., PREIERA, M.F.R., CATALYST, A., 2007., *Polymer degradation and stability*, 92.pp. 15-19.

[P]

PETIT, B., 2011., *Chaîne graphique du packaging : activité d'impression, Techniques de l'ingénieur*, Editions T.I, France, [En ligne] : <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/genie-industriel/th6/conception-d-emballage-42133210/chaine-graphique-du-packaging-ag6701/> ., consulté le 20/03/2012.

PASQUIER,S., 2010., *Emballages pourquoi la brique d'eau ne carton pas*, [En ligne] : <http://www.terra-economica.info/Tetra-Pak-s-emballe-pour-la-brique,9759.html>

Consulté le11/06/2012

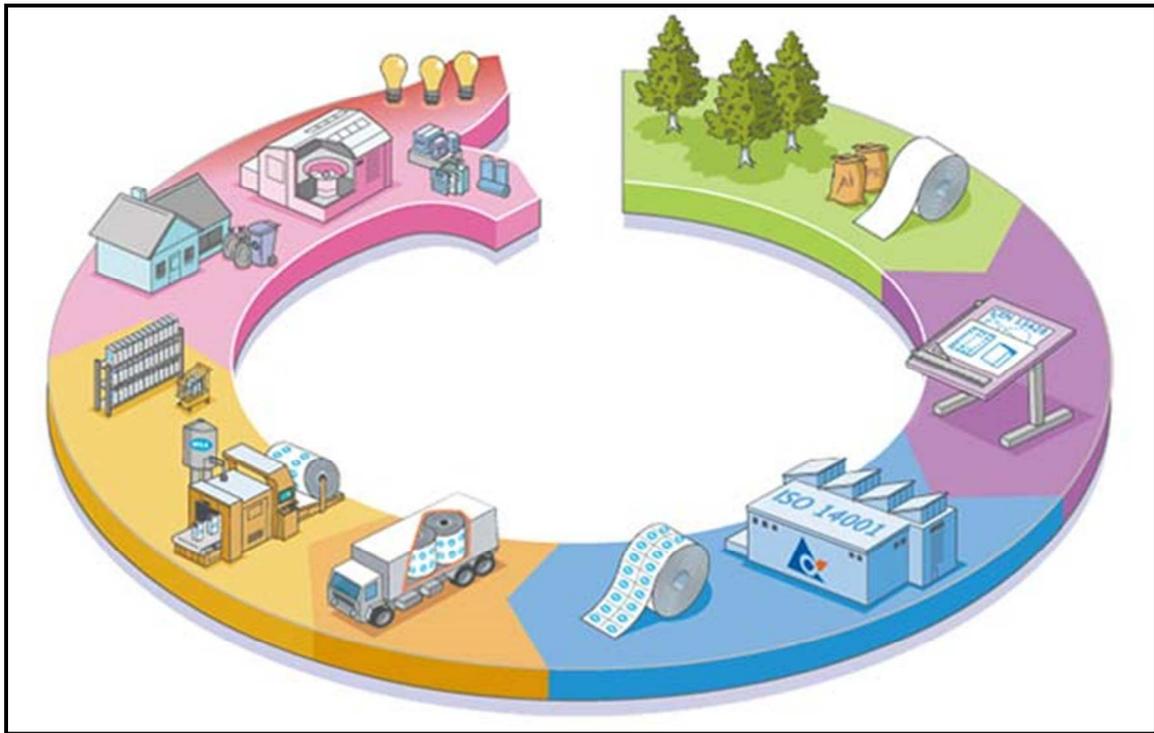
[T]

THOMAS, C., 1974., *Material gains-Reclamation, Recycling and reuse. Friends on the earth*, p. 2.

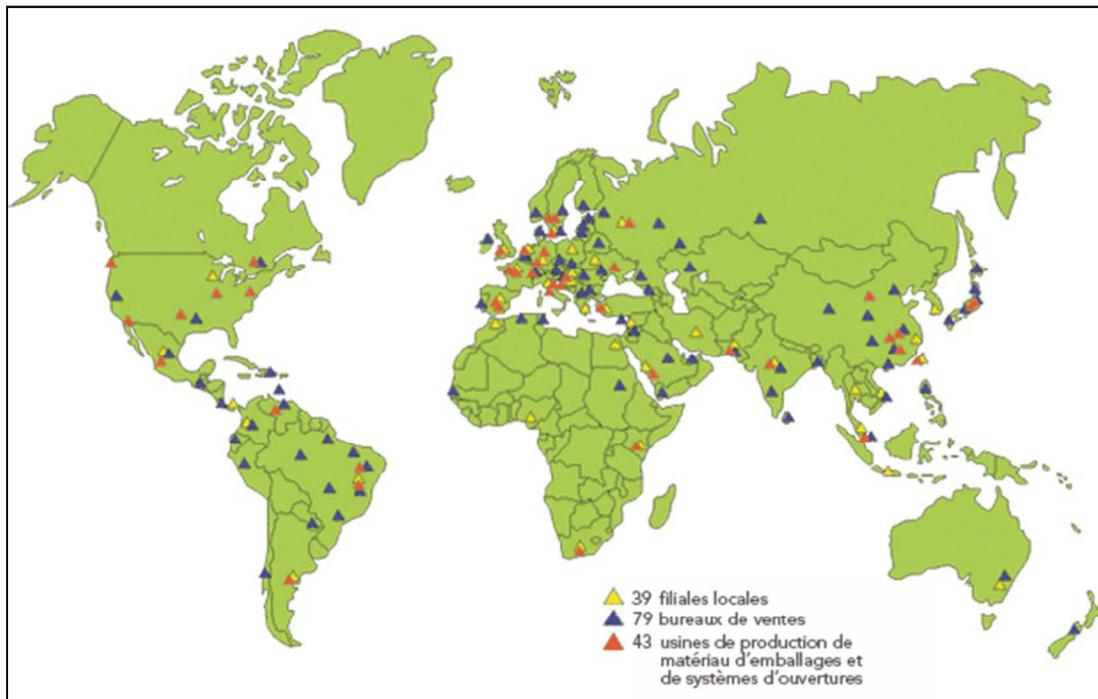
[V]

VICENT, G., AGUADO, J., SERRANO, D., SANCHEZ ,P., et HDPE, N., 2009., *Chemical recycling promoted by phenol solvent of analytical applied pyrolysis*, 85, pp. 366-371

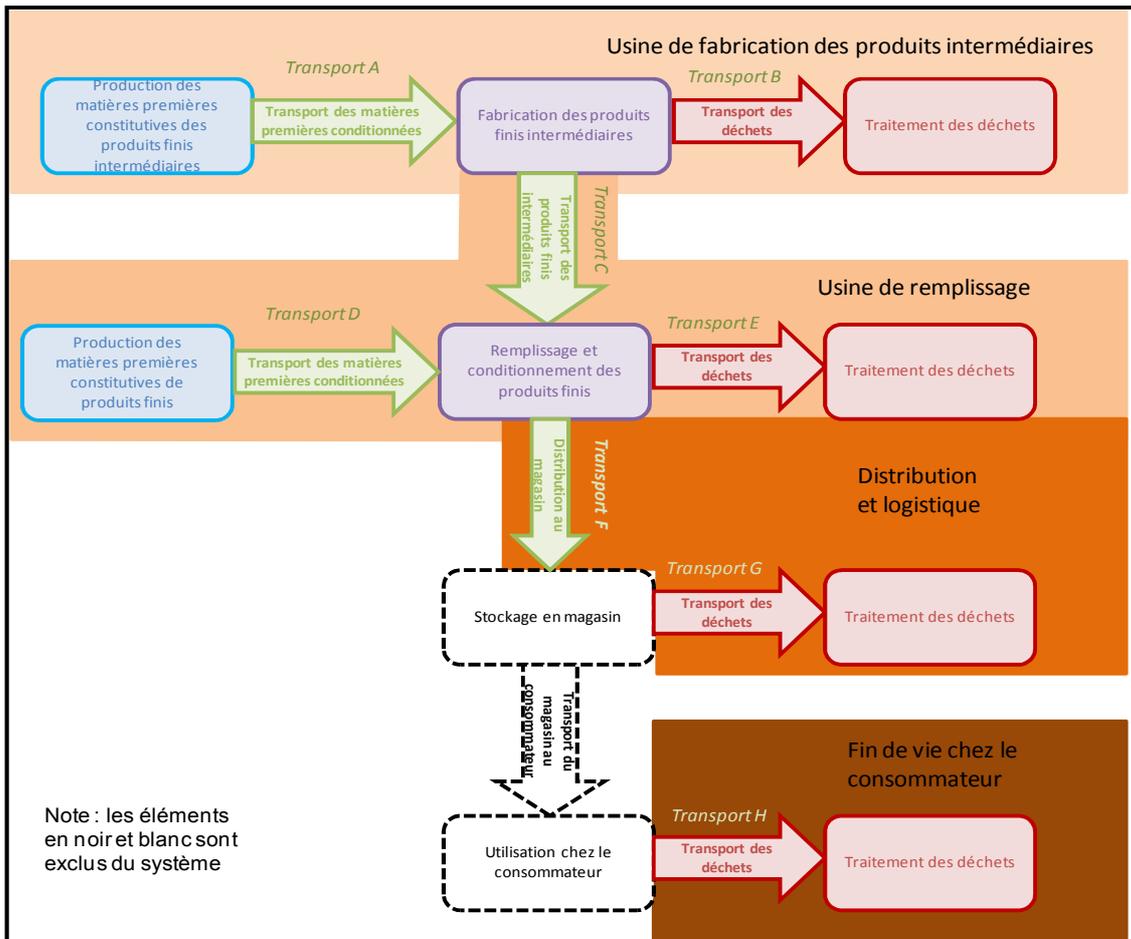
« ANNEXES »



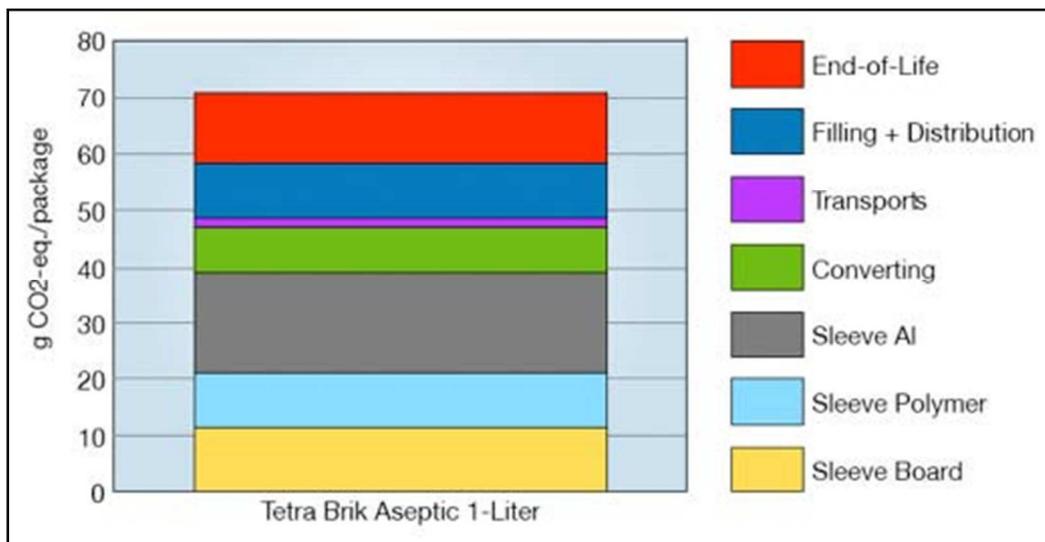
Life Cycle Assessments of Packaging



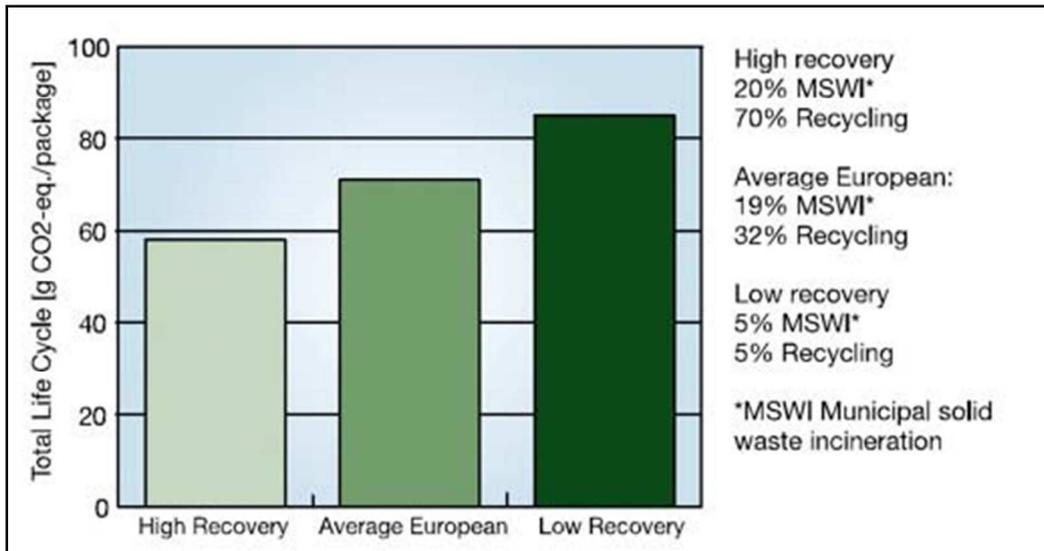
Tetra Pak en chiffres



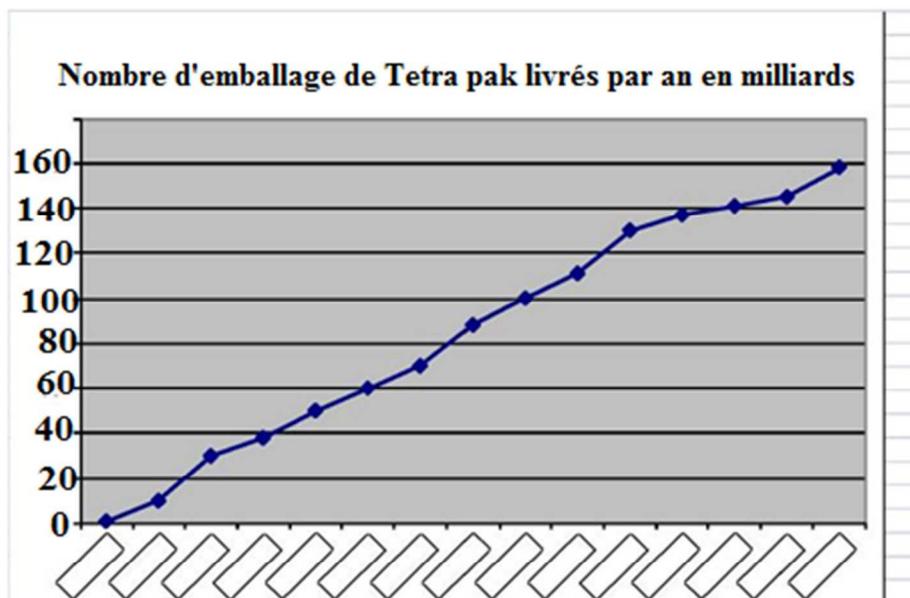
Périmètre de l'Analyse de Cycle de Vie



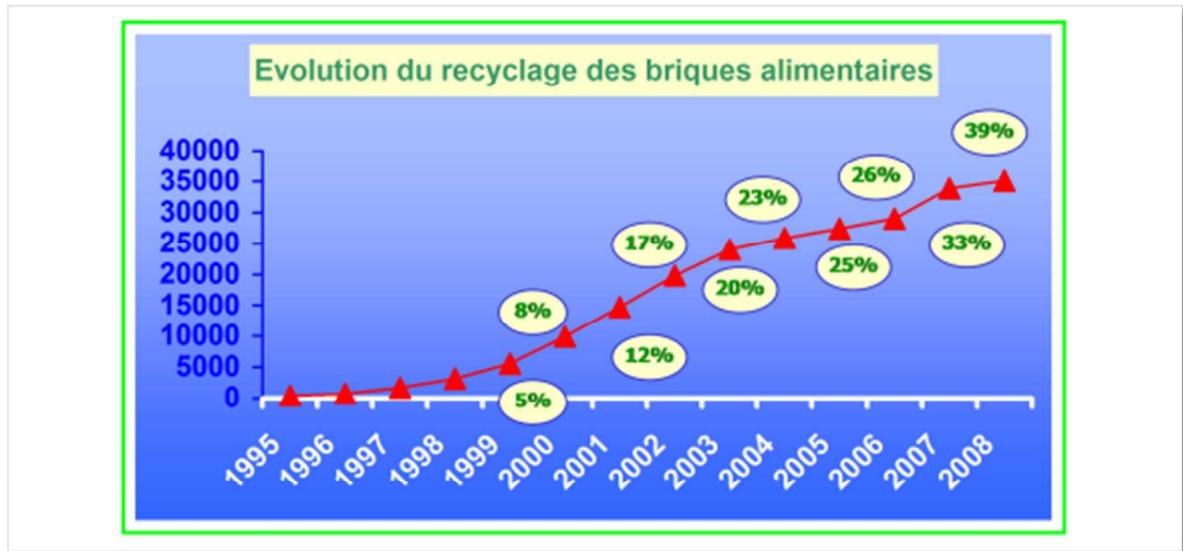
L'impact CO2 indicatif d'un emballage Tetra Brik Aseptic



Le schéma ci-dessous illustre comment le profil évolue en fonction de taux différents de valorisation énergétique et de recyclage.



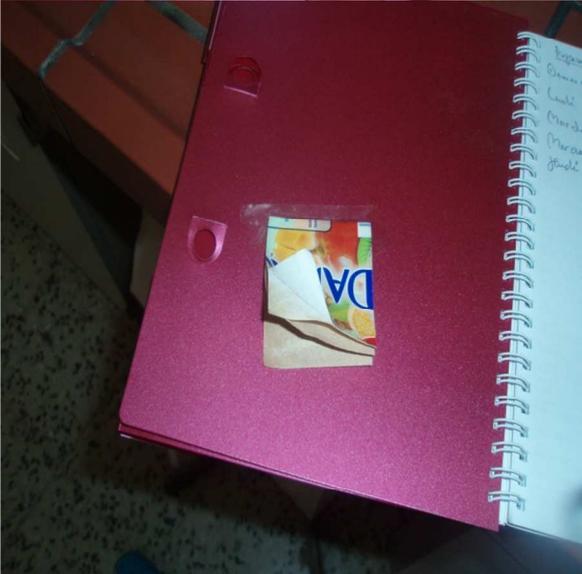
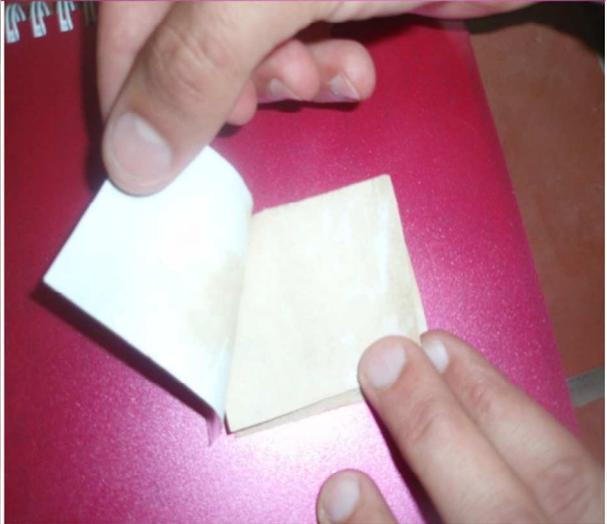
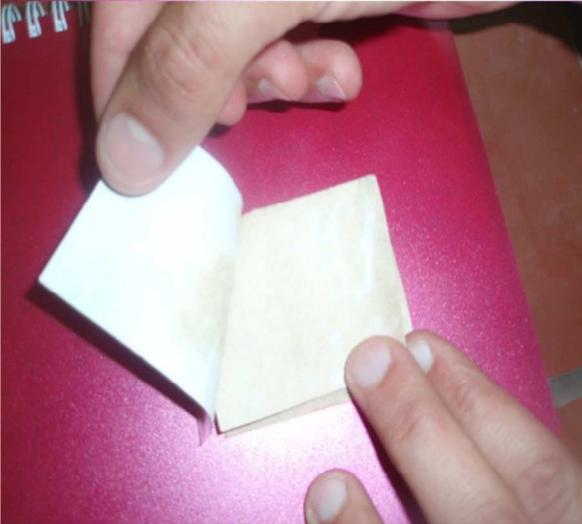
Tetra Pak France chiffres clés 2010

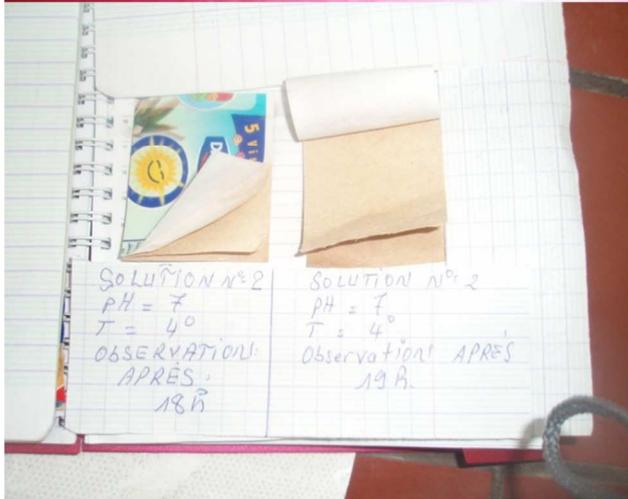


Le taux de recyclage de la brique alimentaire depuis 1995

Le pourcentage de traitement des matériaux en verre, plastique et en carton :

<i>Scénario de fin de vie</i>	<i>Verre</i>	<i>Plastique</i>	<i>Brique</i>
Recyclage	72%	51%	31%
Incinération	14%	24%	35%
Enfouissement	14%	25%	34%





Les images des résultats obtenus au laboratoire (Echantillons d'un emballage carton Tetra Pak) sous l'effet du pH et de la température.

RESUME

L'objectif de ce travail est d'étudier la possibilité de séparer les déchets de carton utilisés en emballage multicouches (Tetra pak) destiné pour les produits alimentaire jus et lait.

Comme première étape nous avons procédé pour le traitement des déchets de l'emballage Tetra pak en utilisant des paramètres chimiques pH et la température.

Notre étude consiste à étudier la possibilité de séparation de l'emballage Tetra pak à des pH

Acide, neutre et basique ainsi les températures basses de 4°, 6° et 8°. cette étude est mise sous l'effet de temps égale à 18h.

Les résultats obtenus au laboratoire indique que l'emballage Tetra pak est facilement influencer par l'effet de pH et de la température ces deux derniers paramètre ont l'effet sur la dissociation de la colle de l'emballage Tetra pak. les couches de l'emballage Tetra pak se sépare complètement dans des milieux basiques et dans le cas de notre étude est vérifié à pH égale à 10 dans une température de 8°C.

Mots clés : emballage, Tetra pak, brique alimentaire, impact, recyclage.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the possibility to separate the waste cardboard used in multilayer packaging (tetra pak) portion food products juice and milk.

As a first step we method for treatment of waste from the packaging tetra pak by using chemical parameters pH and the temperature.

Our study is to investigate the possibility to separate from the tetra pak packing to pH neutral and basic acid, low temperatures of 4°, 6° and 8°.

This study is put under the effect of time equal to 18h.

Results obtained in the laboratory indicate that the tetrapak packing is easily influenced by the effects of the pH and the temperature. These two latter parameters have the effect on the dissociation of the adhesive of the tetra pak packing.

Layers of tetra pak packing separates completely in basic media, and the case of our study is checked in pH equal to 10 in a temperature of 8°.

