

République Algérienne Démocratique et Populaire.

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

Université A. MIRA – BEJAIA.

Faculté de technologie.

Département de génie des procédés.

Option : génie alimentaire.

MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie Des Procédés.

THÈME

Contribution à l'étude d'un emballage biodégradable de l'entreprise
GENERAL EMBALLAGE destiné à la conservation des fruits.

Présenté par :

BENNACER Siham & BOUGUERMOUH Sabrina.

Devant le jury composé de :

Encadreur : Mr. BELHAMEL Kamel.

Co-encadreur : Mme. BOUZEMBOUA Melaaz.

Présidente : Mme. CHIBANI Nacera.

Examinatrice : Mme. HATTOU Aziza.

Année universitaire : 2020/2021.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos remerciement tout d'abord au « bon Dieu » pour la patience et la santé qui nous ont été utile tout au long de notre parcours.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre encadrant Mr BELHAMEL Kamel et Mme BOUZEMBOUA Melaaz pour leur aide dans les moments les plus difficile et leurs disponibilités et leurs suivis.

Aussi nous tenons à remercier les responsables de la SPA de GENERAL EMBALLAGE pour leur accueil chaleureux surtout le service forme découpe, service contrôle qualité et le service développement pour la qualité de stage et renseignement qui nous ont offert.

Merci pour tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

Particulièrement, à la mémoire de mon père, pour le gout a l'effort qu'il a suscité en moi.

A ma mère, ceci est ma profonde gratitude pour ton amour éternel.

A vous mes frères, KARIM et sa petite famille, NABIL, HAKIM ET MOHAND AMEZIANE, A mes sœurs KAHINA, SAMIRA, HADJILA, ISMAHANE, FATMA, TADJES et leurs petites familles ; qui m'avez toujours soutenu et encourager durant mes années d'études.

A Mes copines WISSAM, SHAM et MERIEM avec qui j'ai partagé tous ces années.

A toi RILES qui est toujours avec moi dans les moments difficiles.

A ma binôme et copine SABRINA et toute sa famille et a toute la promotion GENIE ALIMENTAIRE 2021.

S.BENNACER

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parent qui m'ont tout donné, ils sont toujours été là pour moi, me témoignant sans relâche d'un adorable modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils accepteront de considérer ce travail comme l'expression de toute ma reconnaissance et tout mon amour.

Mes frères IDIR et AMAR, a mes sœurs OUIERDIA et TADUS, a qui je souhaite une vie pleine de bonheur, des années de réussite

A Tous mes amies {WISSAM, SAMIA}; à tous ce qui m'aiment.

Toutes les personnes qui nous ont aidés pour accomplir ce travail.

A ma binôme et copine SIHAM et toute sa famille et a toute la promotion GENIE ALIMENTAIRE 2021.

S. BOUQUERMOUH

Liste des figures

Chapitre I : généralités sur les emballages alimentaires

Figure I.1 : Situation géographique de général emballage..... 3
Figure I.2 : Les différents emballages sur le marché 10
Figure I.3 : Le marché des différents matériaux d'emballage 11
Figure I.4 : Composition du carton ondulé 12
Figure I.5 : structure du carton ondulé 13
Figure I.6 : La longueur de papier cannelure 14
Figure I.7 : Descriptif du poste simple face 16
Figure I.8 : description des fonctions d'une onduleuse..... 17
Figure I.9 : La flexographie..... 19
Figure I.10 : Présentation de la nêfle..... 25

Chapitre II : interaction emballage /aliment

Figure II.1 : Les interactions possibles entre l'emballage et produit 27
Figure II.2 : La deuxième loi de FICK.29

Chapitre III : matériels et méthodes

Figure III.1 : Le papier utilisé dans la conception de l'emballage..... 40
Figure III.2 : Hygromètre 42
Figure III.3 : appareils de grammage. (Découpeuse et une balance) 43
Figure III.4 : Appareil de compression SCT 44
Figure III.5 : éclatomètre automatique 45
Figure III.6 : équipement de test COBB 46
Figure III.7 : équipement de CMT 47
Figure III.8 : Micromètre 48
Figure III.9 : Équipements de grammage 49
Figure III.10 : Découpeuse d'échantillon..... 50
Figure III.11 : Machine de compression 50
Figure III.12 : machine de la compression verticale 51
Figure III.13 : fruit avant et après conservation pour la mesure d'humidité..... 54
Figure III.14. : protocole de dissolution du carton 55
Figure III.15 : extraction du jus de fruit avant et après conservation..... 56
Figure III.16 : Spectrophotomètre UV-visible 58
Figure III.17 : Spectromètre à transformée de Fourier 59

Chapitre IV : discussions des résultats

Figure IV.1 : le graphe de la RCV 64

Figure IV.2 : Plateau en carton ondulé..... 65

Figure IV.3 : Les spectres d'absorbance UV-Visible de l'emballage avant et après
conservation 67

Figure IV.4 : Les spectres d'absorbance UV-Visible de la Nèfle avant et après
Conservation..... 68

Figure IV.5 : les spectres IR d'emballage avant et après conservation..... 69

Figure IV.6 : les spectres IR du fruit avant et après conservation 70

*Liste des
tableaux*

Chapitre I : généralités sur les emballages alimentaires

Tableau I.1 : Produits fabriqués à GE 5
Tableau I.2 : Epaisseur des cannelures..... 13
Tableau I.3 : les avantages les inconvénients des différentes solutions..... 22
Tableau I.4 : Composition du fruit de la nêfle du Japon..... 26

Chapitre II : interaction emballage /aliment

Tableau II. 1 : Critères de choix d'un matériau d'emballage à contact alimentaire 30

Chapitre III : matériels et méthodes

Tableau III.1 : les majorations des dimensions selon les profiles cannelures..... 52

Chapitre IV : discussions des résultats

Tableau IV.1 : valeurs d'humidité pour les papiers utilisés 60
Tableau IV.2 : valeurs de grammages pour les papiers utilisé..... 61
Tableau IV.3 : valeurs de SCT le papier cannelure et le papier de couche externe 61
Tableau IV.4 : valeurs d'éclatement pour la kraft écru et saikraf blanc 62
Tableau IV.5 : valeurs de Cobb 60 pour les papiers couches interne et externe 62
Tableau IV.6 : valeur de CMT pour le papier cannelures 63
Tableau IV.7 : les caractéristiques de plateau en carton ondulé 63
Tableau IV.8 : valeur d'humidité du fruit avant et après conservation..... 66

*Liste des
abréviations*

Liste des abréviations

BPF : Bonne pratique de fabrications.

C° : Degré Celsius.

Cb : Colombium.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

Cr : Chrome.

CMT :Cruch medium test .

Cm² : Centimètre carrée.

DD : Double double.

DF : Double face.

DZD : dinars Algérien.

ECT : edge crush testeur

FEFCO : Fédération européenne pour les fabricants du carton ondulé.

g : gramme.

GE : General emballage.

g/m² : Gramme par mètre carré.

Ha : Hectare.

HACCP : hasard analyse contrôle point critique.

H : Hauteur.

Hg : Mercure.

Hm : Hauteur majorée.

HR : Humidité relative.

HS : Hidrosaica.

IR : Infra rouge.

ISO : Organisation de standardisation internationale.

KBr : Bromure de potassium.

Liste des abréviations

KE : Kraft écru.

Kg : kilogramme.

Km : Kilomètre.

KN/m : kilo newton par mètre.

Kpa : Kilo pascalle.

L : Longueur.

l : Largeur.

Lz : La laize.

Lm : Longueur majoré.

lm :Largeur majoré.

m : mètre.

m² : mètre carré.

mg : milligramme.

mi : Masse initiale.

m_f : Masse finale.

mn : minute.

M : Molaire.

μg : micro gramme.

N : Newton.

nm : Nanomètre.

Nbr : Nombre.

O₂ ; Oxygène.

Pb : Plomb.

P : Patte

Liste des abréviations

PCP : Polychlorophenyle.

PCB : Pentachlorophénol.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

RCV : résistance à la compression verticale.

SCT : short crush test

SPA : Société par action.

SF : Simple face.

SKB : Saikraft.

S : Seconde.

T : Température.

UV : Ultra-violet.

UVC : Unité de vente consommateurs.

.

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale..... 1

Chapitre I : généralités sur les emballages alimentaire.

I.1.présentation de l'entreprise	2
I.1.1 Présentation de l'entreprise	2
I.1.2. Historique	2
I.1.3. Situation géographique.....	3
I.1.4. Activité de l'entreprise	4
I.1.5. Organigramme de l'entreprise.....	4
I.1.6. Nature de produit fabriqué	4
I.1.7. Présentation des services intervenants dans la réalisation du produit	6
I.2. Définition d'un emballage	8
I.3. Fonction de l'emballage	8
I.4. Type d'emballage	9
I.4.1. L'emballage primaire ou emballage de vente	9
I.4.2. L'emballage secondaire ou emballage de groupage	9
I.4.3. L'emballage tertiaire ou « packaging logistique ».....	9
I.5. Matériau d'emballage	10
I.6. Historique du carton ondulé.....	12
I.7. Compositions du carton ondulé	12
I.8. Processus de fabrication du carton ondulé.....	15
I.8.1. Le train onduleur (figure I.7)	15
I.8.2. Principe de fonctionnement d'une onduleuse	15
I.8.3. La transformation des plaques.....	18
I.8.4. Contrôle qualité de produits finis	20
I.9. Les avantages et les inconvénients du carton ondulé.....	20
I.9.1. Avantage du carton ondulé	20
I.9.2. Les inconvénients	21
I.10. Solution technique	22
I.11. Développement d'un emballage pour les fruits	23
I.12. Les fruits périssables	25

SOMMAIRE

Chapitre II : les interactions emballage/aliment

II.1. Les interactions emballage/aliment	27
II.2. Les types d'interaction.....	27
II.2.1. La migration.....	28
II.2.2. La perméabilité	28
II.2.3. La Sorption	28
II.3. Principe d'inertie et migration	29
II.4. Critères de choix d'un matériau d'emballage pour un produit alimentaire	29
II.4.1. Critères de composition	29
II.4.2. Critères de pureté	30
II.5. La réglementation, la qualité et contrôle des emballages.....	31
II.5.1. La réglementation algérienne	31
II.5.2. La réglementation européenne :.....	32
II.5.3. Opérateurs concernés par la réglementation «matériaux au contact».....	34

Chapitre III : matériels et méthodes

Partie 01: développement d'un emballage a fruits.....	39
III.1. Les exigences de client	40
III.2. Le choix de papier	40
III.2.1. Les tests appliqués sur le papier (matière première)	41
III.2.2. Tests appliqués sur le produit fini.....	48
III.3. La création du dossier produit	52
III.4. Définition des dimensions	52
III.5. Réalisation du tracé et du prototype.....	53
III.6. Réalisation de la maquette	53
III.7. Validation du prototype, de la maquette par le client et la création de produit	53
Partie 02 : étude de l'inertie d'un emballage en carton ondulé	54
III.1. Test d'humidité	54
III.2. Les techniques de caractérisation	55
III.2.1 Protocole expérimentale pour l'analyse du fruit et l'emballage	55

SOMMAIRE

III.2.2 La spectroscopie UV-Vis	57
III.2.3. Analyse IR : Spectroscopie infrarouge (FTIR).....	59
Chapitre IV : Résultats et discussion	
Partie 1 : développement d'un plateau en carton ondulé destinée à contenir des fruits et légumes frais	60
IV.1. Matière première	60
IV.1.1. Test d'humidité	60
IV.1.2. Test de grammage	61
IV.1.3. Test SCT : pour la cannelure et la couche externe	61
IV.1.4. Test d'éclatement	62
IV.1.5. Test Cobb 60 pour les papiers couverture	62
IV.1.6 Test de CMT	63
IV.2. Emballage fini	63
IV.2.1 Différents test fait sur l'emballage fini	63
IV.2.2. Calcul du nombre de gerbage	65
Partie 02 : étude de l'inertie d'un emballage en carton ondulé	66
IV.1. Test d'humidité	66
IV.2. Etude de l'inertie de l'emballage en carton ondulé mis en contact avec la nèfle	67
IV.2.1 Analyse par l'UV visible	67
IV.2.2 Analyse IR : Spectroscopie infrarouge (FTIR)	69
Conclusion générale	71

Introduction

Introduction générale

L'industrie mondiale de l'emballage réalise en moyenne un chiffre d'affaires dépassant les 500 milliards d'euros dont 60% concerne le secteur agroalimentaire. Toutefois les disparités restent très fortes entre les pays, puisque 75% de la production d'emballages est consommée par seulement 20% de la population mondiale.

Le papier carton possède la part du marché la plus importante dans les achats d'emballages. Les préoccupations environnementales, aujourd'hui au cœur de la société, portent les acteurs de la chaîne d'approvisionnement à découvrir ou redécouvrir que le carton ondulé est le plus authentique des biomatériaux. Fabriqués à partir de matériaux naturels (bois, amidon) dont la ressource est renouvelable à l'infini, la filière papier carton pratique une gestion particulièrement responsable et durable de ses matières premières de base, mais fait plus encore : elle a su mettre en place une infrastructure de récupération et recyclage particulièrement performante. En France, plus de 80% de la matière utilisée dans la boucle de production proviennent des emballages usagés. C'est le taux le plus élevé du monde, tous emballages confondus. L'industrie du carton ondulé propose toute une gamme de solutions d'emballages pour un très large spectre d'activités économiques : de l'emballage lourd industriel mono matériau aux emballages légers adaptés aux mécanisations de conditionnement ultra performantes de l'industrie alimentaire, jusqu'aux emballages pour produits de luxe qui privilégient notre matériau pour ses qualités esthétiques et d'impression.

De plus l'emballage en carton offre un bon rapport qualité/ prix et qui n'a pas d'effet négatif sur le produit à emballer, l'environnement, la logistique et le développement durable. Et pour l'élaboration d'un emballage en carton ondulé qui réponds à nos besoins, nous devons vérifier quelque paramètres tel que : nature de produit, son poids, sa destination

Le présent travail a pour objet de contribuer à l'étude d'un emballage pour fruit et de voir si cet emballage a un impact sur le fruit et il se décline en quatre (04) chapitres :

Le premier chapitre constitue une étude bibliographique sur les emballages alimentaire. Le second chapitre sera consacré à la présentation de l'interaction emballage:/aliment. Le troisième regroupe les différentes méthodes d'études, d'analyses et de caractérisations utilisées, ainsi que les conditions et les dispositifs expérimentaux employés dans ce travail. Les résultats expérimentaux et leur discussion sont présentés dans le chapitre quatre. Enfin une conclusion générale résumant l'essentiel des résultats et les perspectives à entreprendre pour approfondir cette étude.

Chapitre I

Chapitre I : généralités sur les emballages alimentaire.

I.1.présentation de l'entreprise

I.1.1Présentation de l'entreprise

Général Emballage est une entreprise algérienne spécialisée dans la fabrication et la transformation de carton ondulé. L'entreprise a été créée en 2000, par Ramdane Batouche qui assure aujourd'hui la présidence du Conseil d'administration de la SPA (société par actions). Général Emballage est le plus grand producteur de carton ondulé en Afrique.

Général Emballage compte aujourd'hui comme parmi ses clients la quasi-totalité des grandes entreprises algériennes dont Danone, Ifri, Soummam, Cevital, La Belle, Candia etc. Elle satisfait quelque 80% de la demande nationale en cartons ondulés. Et elle exporte présentement vers la Tunisie et la France. Et aussi vers le Maroc et certains pays d'Afrique subsaharienne.

I.1.2. Historique

- ✓ L'entreprise G.E a été créée en 2000 avec un capital de 32 millions DZD dans la zone Industrielle Taharacht (Akbou wilaya de Bejaia).
- ✓ Entré en production de l'usine d'AKBOU avec un effectif de 83 employés. (2002)
- ✓ La capitale est porté a 150 millions de dinars avec un effectif de 318 employés (2006)
- ✓ GE commence à s'élargir à partir de 2007 pat le lancement d'une autre unité à Sétif avec un effectif de 425 employés et sa rentrée en exploitation de l'unité d'Oran en 2008.
- ✓ La S.P.A est entrée au commerce international par son début d'exportation vers la Tunisie en2008 et en Lybie en 2014.GE a été certifiée I.S.O 9001 :2008 en 2013, ce qui prouve son excellence contribue à valoriser ses produits à l'échelle nationale et internationale. En 2015 son effectif atteint les 1100 employés et en 2016 1170 employés
- ✓ Certification ISO 9001 version 2015. (avril 2018)
- ✓ Distinguée comme entreprise « inspirante » pour l'Afrique dans le rapport « compagnies to inspire africa 2019 » du London Stock Exchange Group « bourse de Londres » et première expédition sur la Belgique (avril) et première exportation sur la France (juin).
- ✓ Certification ISO 14001 :2015 et ISO 45001 :2018 (en janvier 2020)(**général emballage**).

I.1.3. Situation géographique

La SPA Général Emballage est implantée au niveau de la zone d'activité de Taharacht, située à la commune d'Akbou. D'une superficie de 24 Ha. Cette zone est un véritable carrefour économique vu le nombre d'unités industrielles qui exercent dans différents domaines.

Les installations de la société occupent un espace foncier d'une superficie de 25 175 00m². Au Nord elle est bordée par un lot de terrain inoccupé, au Sud par une nouvelle unité industrielle. À l'Ouest par un chemin de servitude interne de la zone et à l'Est par l'Oued Tifrit. Le site est accessible à partir de la route nationale n° 26 pont d'Oued Tifrit sur une longueur de 1,5 Km, en empruntant le C.W 141, menant vers Seddouk comme l'indique la figure ci-dessous. (Saou A, Azib S, 2016).



FigureI.1: situation géographique de GE

I.1.4. Activité de l'entreprise

L'activité principale de Général Emballage est la fabrication et la transformation du carton ondulé. Sa mission est de satisfaire sa clientèle très exigeante en matière d'emballage et de plaque en carton ondulé. L'entreprise a adopté une démarche marketing et commerciale où toute est focalisée autour de la demande client, c'est-à-dire la satisfaction et la fidélisation de la clientèle en recherchant l'excellence de la qualité des produits. (**General emballage**)

I.1.5. Organigramme de l'entreprise

Les trois (03) unités de production sont reliées par une direction générale dont le siège est à Akbou et la structure de GE est organisée, suivant un organigramme voir (**annexe 01**).

I.1.6. Nature de produit fabriqué

La mission de GE est de satisfaire sa clientèle de plus en plus exigeante en matière de plaques en carton ondulé et des emballages imprimés selon la forme et le design souhaité et exigé par le client, parmi ces produits on trouve :

- ✓ Des plaques de carton ondulé.
- ✓ Caisse à fond magnétique.
- ✓ Caisse télescopique.
- ✓ Barquette à découpe spéciale et des boites à pizza.

Dans le tableau suivant nous avons cités quelques produits fabriqués à GE

Tableau I.1:Produits fabriqués à GE (<http://www.generalemballage.com>)

Produit	Image correspondante
Plaque de carton nodule	
Caisse télescopique	
Caisses à fruits et légumes (plateau)	
Caisses américaine	
Barquettes pour laitages	
Box et octogonaux	
Boites à pizza	
Display	

I.1.7. Présentation des services intervenants dans la réalisation du produit

I.1.7.1 Service développement

C'est le service qui est chargé du Contact direct avec les agents commerciaux pour l'étude des maquettes, du plan de découpe, de l'échantillon, du plan d'échantillon, l'élaboration des fiches technique et la création des produits sur voluPacket le lancement de la procédure de la création du cliché et du moule.

I.1.7.2. Service infographie

Le service infographie a été créé pour concevoir, reproduire et réaliser toute formes de maquettes destinées à l'impression sur les emballages en traitant des images numériques ou en réalisant des dessins, tout en respectant les mesures et les couleurs désirés par le client.

Ce service est doté des logiciels de pointe comme Adobe Illustrator et Adobe Photoshop. Il est composé de trois sections:

- ✓ Section infographie : Réalisation des maquettes.
- ✓ Atelier de clicherie : Réalisation des clichés.
- ✓ Magasin des clichés : Stockage des clichés.

I.1.7.3. Service forme de découpe

C'est un service complet qui commence de la conception de la forme jusqu'à la découpe laser, il assure la réalisation, modification, réparation des formes de découpes et étude de la forme de la maquette et pour cela la SPA General Emballage dispose d'un atelier forme de découpe bien équipé pour répondre au besoin de l'entreprise.

La mission du service est la réalisation des tracé et la fabrication des moules.

I.1.7.4. Service onduleuse

Dans ce service on verra comment peut-en avoir des plaques de carton ondulé à partir des bobines de papier, et cela se fait à l'aide d'un train de machines appelées onduleuses. La qualité de carton ondulé revient à plusieurs facteurs : type de papier utilisé, humidité, chauffage et collage.

General Emballage possède 2 onduleuses, le procédé technique est pratiquement le même pour chaque machine. Ce qui varie principalement entre chaque ligne de production, c'est la

vitesse, la longueur et le type de cannelure.

I.1.7.5. Service transformation

Les plaques du carton ondulé fabriquées à l'onduleuse seront transportée vers les différentes machine de transformation afin de les imprimées puis les transformées en caisses, barquettes selon la commande demandée, et les exigences client.

Pour transformer une plaque à un produit fini, il faut passer par plusieurs étapes :

- L'impression.
- La découpe.
- Le collage.
- Le pliage.
- La réception.

I.1.7.6 Service contrôle qualité

C'est un service qui appartient au département management et qualité son rôle est le contrôle et le suivi de toutes les étapes de fabrication du carton ondulé, commençant par la matière première en arrivant à un produit fini.

I.2. Définition d'un emballage

L'emballage est un assemblage de matériaux destinés à protéger le produit, le transporter, le stocker, le vendre et le consommer ainsi qu'un moyen de garantir la sécurité de la distribution du produit jusqu'au consommateur final dans de bonnes conditions et à un coût minimum. (Mathlouthi, 2008).

I.3. Fonction de l'emballage

Les sept (07) fonctions principales de l'emballage

Une fonction de contenant : l'emballage est avant tout un récipient, associé à des servitudes Métrologiques réglementaires (obligation de l'indication exacte de la masse ou de volume Contenu) ;

Une fonction de présentation : visant à retenir l'attention et à séduire l'acheteur dans le linéaire de distribution (c'est la fonction qui intéresse les services marketing).

Une fonction d'information : par l'étiquetage, de plus en plus importante, associée à des servitudes réglementaires quant aux types d'information et à la loyauté des renseignements donnés (fonction qui concerne les services juridiques).

Une fonction de service : dans la mesure où l'emballage apporte un service spécifique : flacon pulvérisateur, flacon saupoudreur, boîte auto-chauffante, etc. La notion de service s'étend également à la commodité d'emploi, notamment à la facilité d'ouverture sans outils Particuliers.

Une fonction de sécurité alimentaire : protection vis-à-vis d'une contamination ou d'une pollution délictueuse (fraude, vol par substitution, malveillance, etc.).

Une fonction de protection physique vis-à-vis des chocs mécaniques (manutentions, palettisation, transport), des variations de température (emballage isotherme), de la lumière (matériaux filtrant les UV par exemple).

Enfin, la fonction principale : Celle d'auxiliaire technologique de conservation et de protection de la qualité du produit alimentaire contre les agents extérieurs d'altération physico-chimique et biochimique des aliments, associée à une obligation d'innocuité toxicologique et d'inertie chimique des matériaux constituant l'emballage vis-à-vis de son contenu (problème de transferts) (Multon, 1998).

I.4. Type d'emballage

I.4.1. L'emballage primaire ou emballage de vente

C'est la plus petite unité de contenant destinée à la vente. Elle entre directement en contact avec le produit de consommation. C'est souvent l'unité de vente consommateur (UVC) (Virginillo, 2011; Ghali, 2017).

Il assure essentiellement la fonction de protection, bien que les autres fonctions. Par exemple dans le cas d'une pâte dentifrice, ce sera le tube souple. Ce tube contient et protège la pâte, mais il véhicule aussi des messages et participe au produit en facilitant son application sur la brosse à dents (Rocher, 2008).

I.4.2. L'emballage secondaire ou emballage de groupage

L'emballage secondaire est le rassemblement de plusieurs emballages primaires contenant des denrées. Il est aussi appelé suremballage (sur packaging) (Ghali, 2017).

I.4.3. L'emballage tertiaire ou « packaging logistique »

L'emballage tertiaire permet de transporter les produits en magasins ou chez le distributeur. Il permet une distribution efficace des produits, et en réduisant l'impact environnemental des déchets et la détérioration des produits (Virginillo, 2011).

I.5. Matériau d'emballage

Le monde de matériaux (**figure I.2**) d'emballage se développe avec la révolution technologique. Et le choix de ces matériaux se fait à base de la fonction du produit à conditionner, des technologies de conservation utilisées, de la durée de vie commerciale souhaitée, des conditions de stockage, de transport et de distribution.

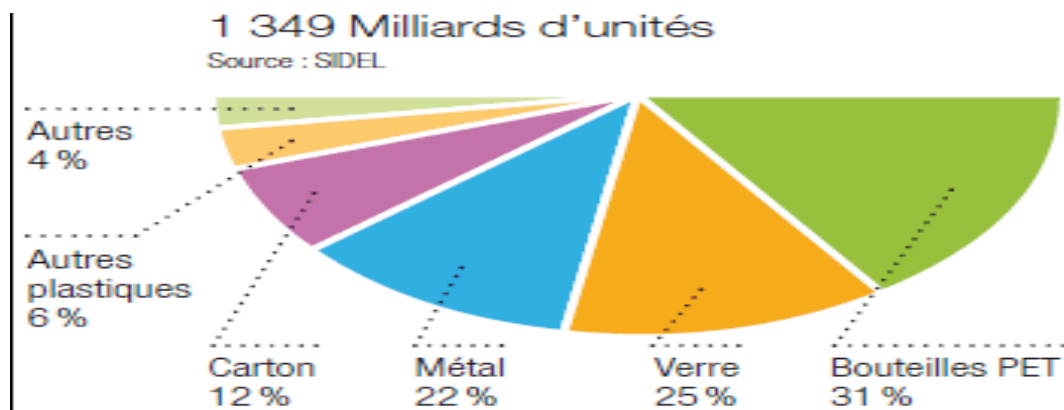
On peut classer les matériaux d'emballage en deux grandes catégories, à savoir les matériaux classiques et les matériaux nouveaux.

- ❖ **Emballages en verre**, tels que : bouteilles, flacons, bocaux, pots, bonbonnes;
- ❖ **Emballages en papier**, tels que : feuilles, sacs, sachets;
- ❖ **Emballages en carton compact ou carton plat**, tels que : boîtes pliantes, étuis ;
- ❖ **Emballages en carton ondulé**, tels que : caisses, boîtes, bacs, plateaux, cagettes, palettes, présentoirs ;
- ❖ **Emballages en acier**, tels que : boîtes-boissons, boîtes de conserve, boîtiers pour aérosols, seaux, bidons, pots, fûts, barils ;
- ❖ **Emballages en aluminium**, tels que : boîtes-boissons, boîtes de conserve, coupelles, tubes, capsules, aérosols, barquettes, bidons ;
- ❖ **Emballages en bois**, tels que : caisses, cageots, plateaux, tonneaux, palettes, caissettes, boîtes à fromage ;
- ❖ **Emballages en matières plastiques rigides**, tels que : bouteilles, flacons, boîtiers, barquettes, caisses, bidons, fûts, casiers, tubes ;
- ❖ **Emballages en matières plastiques souples**, tels que : sacs, sachets, films, poches ;
- ❖ **Emballages complexes ou multicouches souples ou rigides**, tels que : briques, flacons, pots .
- ❖ **Emballages associant des matériaux multiples**, tels que: caisses outres, boîtes composites
- ❖ **Emballages en matériaux divers (textiles, tissus, cuirs...).**



La figure I.2. Les différents emballages sur le marché.

La figure I.3 montre la part de marché des différents matériaux d'emballage. Les matériaux d'emballage les plus légers tels que le papier et le carton, le plastique et les composites représentent à l'heure actuelle le secteur le plus pertinent pour les emballages alimentaires. Outre, ce domaine des processus de production est celui où il est possible de reconnaître la variabilité la plus importante des types et des constituants (Piergiovanni et Limbo, 2016).



La figure I.3. Le marché des différents matériaux d'emballage. (Piergiovanni et Limbo, 2016).

I.6. Historique du carton ondulé

La nouvelle apparition de carton ondulé remonte à 1871, c'est un américain ALBERT L. JONES qui a déposé le brevet concernant la fabrication d'une feuille de papier ondulée. Et c'est en 1874 qu'un autre américain OLIVER LONG qui a eu l'idée de colle une feuille plane sur une feuille ondulée pour donner ce que l'on appelle aujourd'hui le carton ondulé simple face.

Le carton ondulé double face est apparu en 1888 ce qui permit l'apparition des premières caisses à rabat en 1895 d'où l'appellation caisses américaines. Le double apparaît en 1914 alors que le triple a dû attendre la fin de la deuxième guerre mondiale (Michael, 2011).

I.7. Compositions du carton ondulé

Le carton ondulé est composé de plusieurs couches de papiers (**Figure I.4**) :

a) **Couverture**: feuille plane extérieure.

Les couvertures participent à la résistance mécanique et climatique de l'emballage et servent de support de communication et/ou d'information. Elles peuvent être en kraft-liner, ou papier recyclé.

b) **Médiane** : feuille plane intérieure, qui sépare les différentes feuilles cannelées.

c) **Cannelure** : feuille cannelée qui accroît la rigidité, la flexion, l'élasticité à l'écrasement et la résistance à la compression.

Il existe plusieurs types de cannelure combinables, tout en restant parallèles entre elles, afin d'obtenir de meilleures caractéristiques mécaniques et un meilleur état de surface.

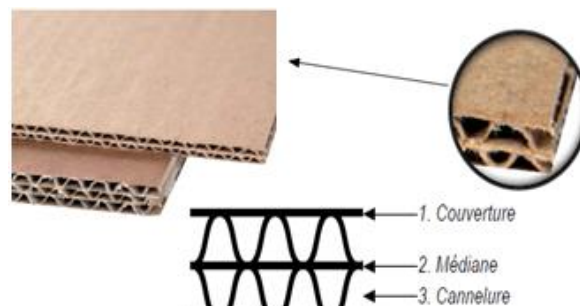

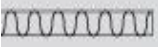
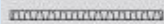


Figure I.4 : Composition du carton ondulé

❖ Types et profils des cannelures

La technologie de fabrication conduit à onduler le papier cannelure selon des profils de plusieurs types

Tableau I.2 : Epaisseur des cannelures

Cannelure	Epaisseur
Cannelure C 	4 mm
Cannelure B 	3 mm
Cannelure E 	1.7 mm

Pour offrir le maximum d'utilisations, le carton ondulé se décline sous de nombreuses formes dont les principales (**La figure I.5**) sont :

- ◆ **Simple face (SF)** : une cannelure + une couverture
- ◆ **Double face (DF) ou simple cannelure** : trois (03) feuilles de papier, une pour chaque face et une troisième au milieu qui est cannelée
- ◆ **Double cannelure ou double-double (DD)** : cinq (05) feuilles de papier, une pour chaque face extérieure, deux cannelées, et entre ces dernières, une feuille séparatrice. (**Benjelloun2007-2008**).

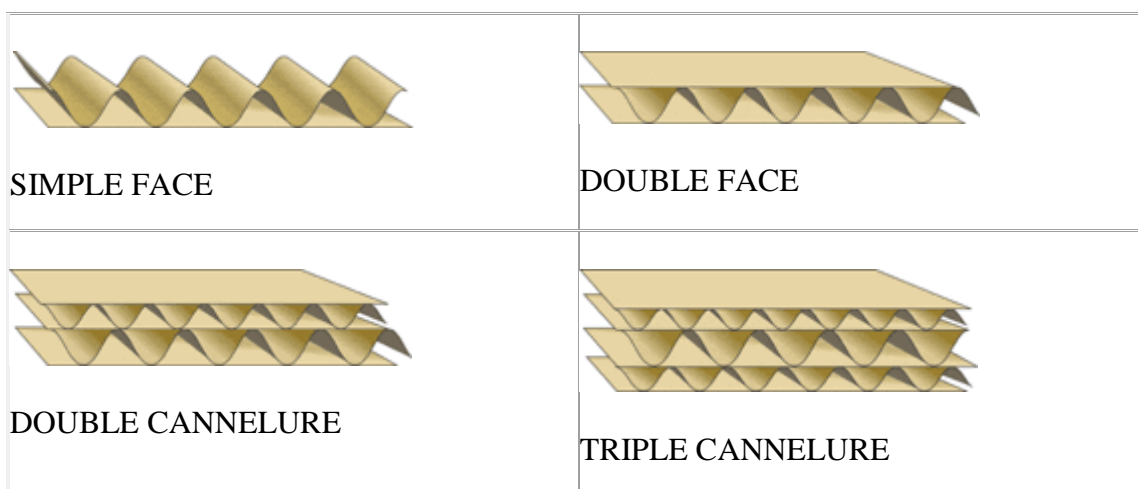


Figure I.5: structure du carton ondulé (**Michael, 2011**).

La formation de la cannelure engendre une plus grande consommation de papier cannelure que de papier couverture (**Figure I.6**)



Figure I.6 : La longueur de papier cannelure (**Michael, 2011**).

La formation de la cannelure se déroule en quatre étapes principales :

1. Préchauffage du papier par un cylindre pré chauffeur afin d'éliminer l'excès d'humidité.
2. Onduler le papier après son passage entre deux rouleaux aux cannelures.
3. Coller le papier ondulé avec la couverture, à l'aide d'encolleur comportant un rouleau qui transfère la colle sur les cannelures et un rouleau racleur qui règle l'épaisseur du film de colle sur l'encolleur.
4. Presser les deux papiers par une presse lisse qui permet un meilleur assemblage (**Michael, 2011**).

d) La colle :

La performance de la structure du carton ondulé dépend étroitement de la qualité du collage. Les colles utilisées pour le collage couvertures-cannelure sont à base d'amidon (Starck). Déposé sur les sommets de la cannelure, l'amidon se gélatinise sous l'effet de la chaleur et assure ainsi l'assemblage des papiers (**Taibi A ,2017**).

❖ **Composition de la colle :**

- 78 % d'eau : permet aux grains d'amidon de s'hydrater au moment de la gélatinisation sous l'action de la chaleur, développe aussi le pouvoir adhésif.
- 21 % d'amidon. : La viscosité est réglée par la quantité d'amidon
- 0.6 % de soude : elle prépare le support, mais abaisse la température de gélatinisation de l'amidon. Elle favorise aussi la pénétration dans le papier par son pouvoir mouillant.
- 0.4 % de borax : augmente la viscosité initiale et agit sur le collage au moment de la gélatinisation de l'amidon secondaire.
- Agent protecteur : tel le formol : il protège la colle de la fermentation.

I.8.Processus de fabrication du carton ondulé

I.8.1. Le train onduleur

Le train onduleur est un ensemble d'équipement qui permet différents types de carton (Benjelloun2007-2008).

C'est une machine, d'une centaine de mètres de longueur et d'une largeur de 2.6 m ; elle est formée d'une partie humide et d'une partie sèche. (Taibi A ,2017).

I.8.2. Principe de fonctionnement d'une onduleuse

a) Dérouleurs bobines

Permet le déroulage, la régulation de la tension, le freinage et alignement de la bande.

b) Raccorder de bonde (splicers)

Permet de raccorder automatiquement et en marche les papiers des deux bobines.

c) Préchauffeur

Permet de chauffer le papier de couverture pour le préparer au collage, il augmente ainsi son pouvoir absorption de la colle et de régler le tuilage.

d) Pré-conditionneur

Permet de chauffer et d'humidifier le papier de cannelure pour favoriser la formation des cannelures (Taibi A,2017).

e) Postes simple face (Figure I.7)

Le papier de cannelure est ondulé entre deux cylindres cannelés chauffés à environ 180°C. La cannelure ainsi formée est maintenue sur les cylindres cannelés par aspiration ou pression d'air, ou par des applicateurs métalliques (peignes), tandis que la colle est déposée sur les sommets des cannelures ; la couverture est appliquée sur la cannelure par un cylindre chauffé parallèle (presse-lisse) pour donner naissance à une nappe simple face.

(<http://www.cartononduledefrance.org>)

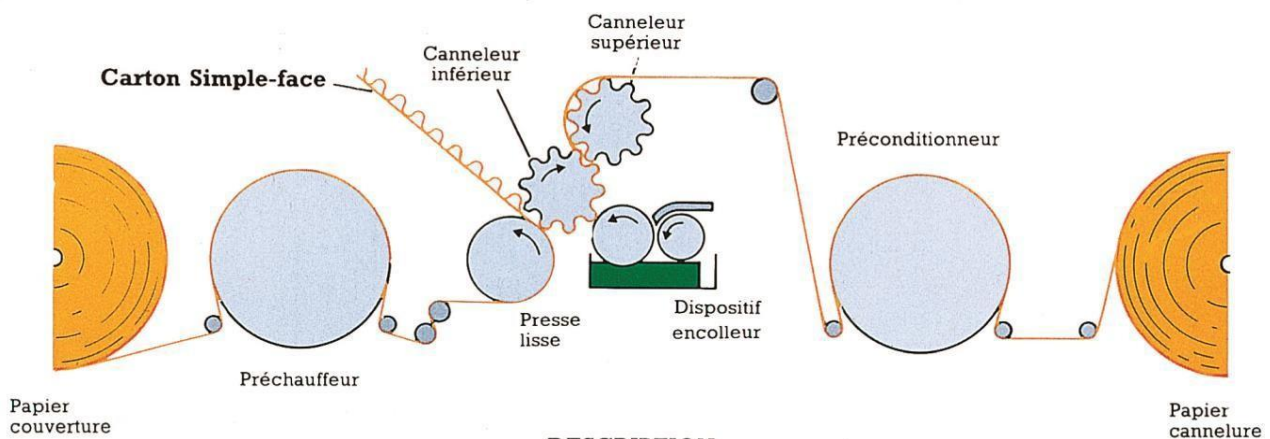


Figure I.7: Descriptif du poste simple face (Taibi A ,2017).

f) post double face

La nappe simple face est emmagasinée sur le pont pour être transférée à l'opération suivante soit pour former un carton double face par collage d'une couverture extérieure, soit pour former un carton double double par collage d'une autre simple face et d'une couverture extérieure. (Michael, 2011).

Les échanges thermiques qui sont rapides au poste simple face, nécessitent des temps beaucoup plus longs au poste double face où le carton ne peut être que faiblement pressé pour éviter d'écraser la cannelure. La nappe de carton ondulé sortant des tables chauffantes est rigide et ensuite découpée en plaques (Michael, 2011).

g) Une mitrailleuse

Assure la coupe du carton selon la largeur donnée et qui comporte plusieurs arbres sur lesquels sont positionnés des couteaux rotatifs circulaires et des outils rotatifs circulaires de rainage ou de refoulage :

- Découpent longitudinalement la nappe principale secondaire et évacuent les rognures de laize.
- Rainent longitudinalement les nappes secondaires pour permettre le pliage ultérieur des rabats lors de la formation de la caisse (Taibi A ,2017).

h) Sortie ou encore réception :

Permet le comptage et l'évacuation des piles de plaques selon les différents formats.

A la réception des plaques, un contrôle qualité s'effectue. Le produit fini doit respecter les paramètres suivants :

- La profondeur du rainage doit être respectée en fonction de la qualité du carton
- Un bon collage des supports : couverture, cannelure et couverture double face
- Le carton ne doit pas être tuilé
- L'épaisseur doit être respecté scrupuleusement : un écrasement 1/10 de mm correspond a une perte de résistance (RCV : Résistance à la compression vertical) de 25%.
- L'aspect de la plaque doit être sauvegardé (absence de pli, tâche... etc.)(Taibi A, 2017).

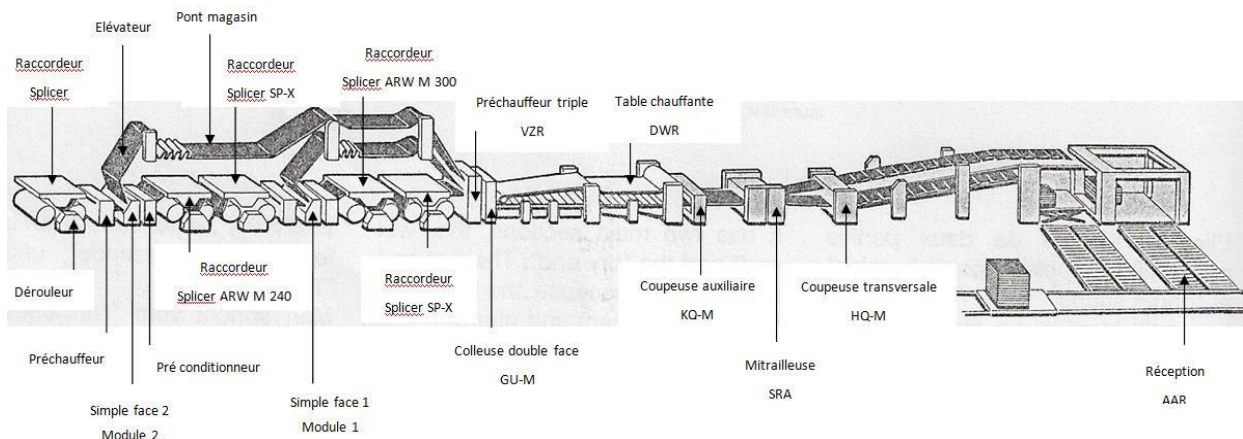


Figure I.8: Description des fonctions d'une onduleuse (Michael, 2011).

I.8.3. La transformation des plaques

A la sortie du train onduleur, nous disposons de plaques en carton semi-fini.

Afin de pouvoir avoir un emballage en carton, plusieurs machines participent à faire des plaques des produits tel que :

- Caisses américaines.
- Plateaux.
- Boîtes auto-fermables.
- Enveloppes.
- Barquettes.

I.8.3.1. Les différentes parties de cette machine sont

- ◆ **Margeur** : Sert à introduire les plaques une à une, à une vitesse donnée et a un moment donné.
- ◆ **Sections d'impression** : Imprime sur les plaques des motifs voulus en utilisant un cliché polymère le procédé s'appelle : impression flexographie (**Taibi A ,2017**).
- ◆ **Slotter**: Permet la découpe et le rainage des caisses.

I.8.3.2. Les découpes

Il existe deux types de découpe:

- **La découpe à plat**

Elle se caractérise par la forme plate et par des coupants qui sont fixés sur cette forme.

- **La découpe rotative**

La forme est cylindrique et les filets sont fixés sur une coquille en bois fixé sur un cylindre de découpe. Ce type de découpe se fait sur des machines appelées découpoir rotatif.

(**Multon et bureau ,1998**).

I.8.3.3. Procédés d'impression

La transformation des plaques commence par l'impression du cliché du client concerné. (Benjelloun2007-2008).

La flexographie (Figure I.9) : reproduction de textes ou d'illustrations avec des encres à l'eau.

La plaque est imprimée entre deux cylindres (porte-cliché et contrepartie). Le cliché est en relief avec l'encre sur les parties en saillie.

C'est le procédé d'impression le plus couramment utilisé pour les emballages en carton ondulé (Dardé, 2000). Ensuite l'encochage, la découpe, le pliage et la jonction des deux extrémités de la plaque pour qu'elle devienne prête à être utilisée par le client.

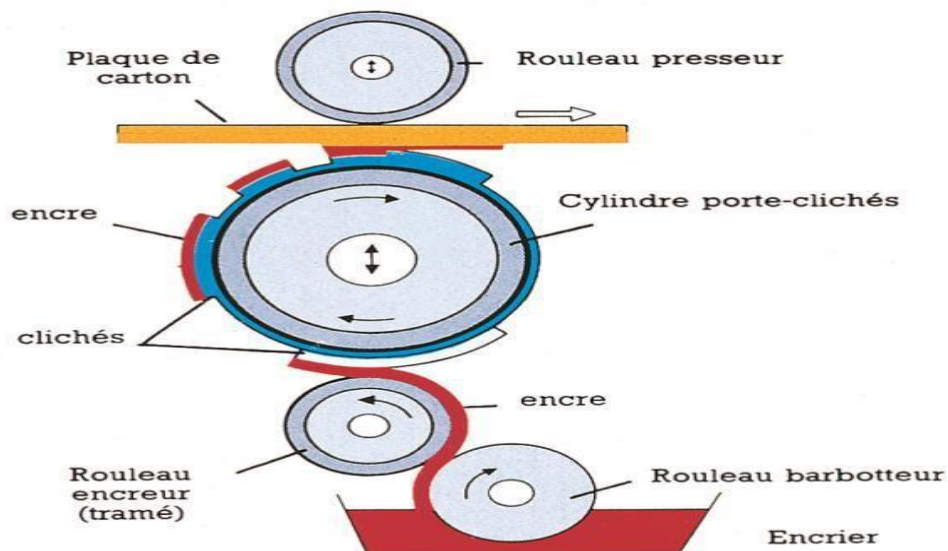


Figure I.9: La Flexographie.

I.8.4. Contrôle qualité de produits finis

A la sortie de la transformation, on contrôle la qualité du produit fini avant la livraison au client. A ce stade, on doit évaluer (**Delaunay, 1999**):

- La qualité de l'impression;
- La composition du carton;
- L'épaisseur;
- La résistance à la compression verticale ;
- Les dimensions des plaques;
- L'aspect général du carton.

Ce contrôle est réalisé par un responsable du laboratoire, mais auparavant une autocontrôle est effectué par l'opérateur de la machine et enregistre les résultats dans une fiche d'autocontrôle.

Le contrôle qualité détermine la conformité du produit fini pour pouvoir l'envoyer au magasin de stockage ensuite au service expédition pour la livraison.

I.9.les avantages et les inconvénients du carton ondulé

I.9.1. Avantage du carton ondulé

Grandes performances, lorsque le modèle type choisi est en parfait accord avec l'application transportée.

- Extrêmement légères.
- Polyvalentes, utilisées dans de nombreux secteurs.
- Livrées à plat, gain déplace.
- Solidité.
- Il offre de très bonnes résistances mécaniques par rapport à son poids.
- Présentation.
- Grace à son aptitude à l'impression qui lui confère une très bonne présentation et ainsi la valorisation du produit face au consommateur.

- Ecologique.
- Le carton ondulé et le matériau qui protège le mieux l'environnement car il est 100% biodégradable, facilement recyclable et ne dégage aucune substance toxique lors de sa combustion.
- Prix de revient (Cost) : Son rapport qualité/prix est excellent, son prix dépend essentiellement des qualités des papiers utilisées pour sa fabrication, puisque les matières premières constituent à peu près la moitié de son prix de revient.

I.9.2. Les inconvénients

- ✓ Ne peut s'adapter à toutes les formes.
- ✓ Non traité, il craint l'humidité et le feu aussi bien lors du stockage que de l'utilisation :

(HAOUES N ,2009)

Humidité

Le carton ondulé est exposé à deux formes d'humidité :

- La mouille
- L'humidité vapeur

Mouille

Elle peut avoir un caractère accidentel (exemple : condensation consécutive à des chocs thermiques) ou être fonction de la nature du contenu (produits conditionnés à chaud ou produits réfrigérés, par exemple.)

La mouille a une incidence sure :

- la structure fibreuse des zones exposées : (déformation, poinçonnement, déchirement, perforation...)
- la tenue du joint de colle (couverture - cannelure)
- la variation exceptionnelle de la rigidité de l'emballage.

Humidité vapeur

L'emballage est exposé en permanence à une humidité ambiante moyenne de l'ordre de 75% HR et parfois à celle que génèrent naturellement certains produits tels que des fruits, des légumes, des fromages.

L'humidité a une incidence sure :

- la rigidité de l'emballage.
- la tenue du joint de colle couverture - cannelure et en particulier la résistance à la compression.

- la tenue des bandes adhésives.
 - l'activation, dans certains cas, des phénomènes de corrosion des contenus.
 - la modification des propriétés originelles des contenus.
 - la valeur de la tare de l'emballage.
- ✓ Couverture plissée : tension incorrecte à la simple ou double face
 - ✓ Wash boarding: la couverture épouse le creux de la cannelure, excès de colle, viscosité inappropriée ou vitesse incorrecte entre rouleau encolleur et le papier.
 - ✓ Mauvaise coupe: selon l'état des couteaux. (TAIBI A, 2017)

I.10.Solution technique

Dans le **tableau I.3** les différentes solutions pour les problèmes (inconvenients) trouvé dans l'emballage en carton avec leurs avantages et inconvenients.

Tableau I.3: les avantages les inconvenients des différentes solutions (TAIBI A,2017)

	Avantages	Inconvenients
Papier paraffiné	Excellentes propriétés barrière à l'eau	Paraffine issue de la pétrochimie, peu recyclée
Papier siliconé	Excellentes propriétés barrière à l'eau	Silicone peu recyclé
Film de nanocristaux de cellulose	100 % cellulose Transparence possible	Production onéreuse
Papier greffé par chromatogénie	100 % cellulose Chimie propre, pas d'additif Recyclable Bonne imprimabilité des encres aqueuses	Aptitude au contact alimentaire nécessaire Pas encore industrialisé
Papier sulfurisé	100 % cellulose Recyclable Translucide	Résistance moyenne à l'eau
Film biosourcé	Biosourcé Transparent	Prix élevé Ce n'est pas de la cellulose

I.11. Développement d'un emballage pour les fruits

Dans le cadre de faciliter le transport et le stockage des légumes et fruits, contrôler la ventilation, la protection contre les traumatismes thermiques, la poussière, la lumière. Augmenter leur durée de conservation, en contribuant à la conservation de leur fraîcheur, de leur parfum, de leur apparence et de leur goût. ; les industries alimentaires utilisent les plateaux en carton ondulé, on trouve deux types de plateaux : plateaux à montage manuelle et a montage mécanisé. (Sakka B , 2013)

1) Plateaux à montage manuelle

C'est un emballage fabriqué et livré à plat et le montage se fait manuellement sur les lieux de conditionnement. (Sakka B, 2013)

a) Avantage

- Livraison à plat;
- Peu encombrant;
- Montage manuel au moment du besoin ;
- Pas d'investissement mécanique pour le montage.

b) Inconvénients

- Surface de carton important ;
- Impact sur le prix;
- Montage Manuel avec le risque d'imperfection de montage ;
- Risque d'affaissements;
- Nécessite une main d'œuvre importante pour préparer des plateaux prêts au remplissage afin de suivre les cadences demandées;
- Difficulté de gerbage de plateaux de différentes dimensions sur la même palette ;

2) Plateau a montage mécanisé (collé)

Les plateaux collés sur machines représentent un gain de temps important ainsi qu'un gain de main d'œuvre considérable par rapport à l'assemblage manuel, ce qui permet la possibilité de monter de gros volumes de caisses sur site, cela constitue un gain logistique et de productivité importants ;

Tous les plateaux collés sont conçus pour répondre aux exigences physiques de la chaîne d'approvisionnement pour garantir que les fruits et légumes arrivent à destination en parfait état. (SakkaB , 2013)

a) Avantage

- Economie de main d'œuvre considérable par rapport au montage manuel.
- Augmentation de la vitesse des lignes d'emballage selon besoins.
- Courts délais - fabriqué et fourni à la demande et selon les produits.
- Réduction des dommages de transit transport en raison de la résistance et de la stabilité.

3) Caractéristique

- Tailles et dimensions standards ;
- Large gamme de compositions selon les produits à emballer ;
- la durée et conditions de stockage ainsi que la durée de transport ;
- Possibilité d'impression haute qualité pour une présentation optimale ;
- Cartons résistant à l'eau et autres couches barrières disponibles grâce aux matériaux utilisés.

I.12. Les fruits périssables

Les fruits sont des denrées alimentaires qui pourrissent rapidement, qui peuvent devenir dangereux, notamment du fait de leurs instabilités microbiologiques, lorsque la température de conservation n'est pas maîtrisée. Parmi les fruits périssables nous notons la banane, la cerise, la fraise, la nêfle. Pour notre cas on a choisi la nêfle car c'était sa période de récolte.

La nêfle du Japon a été cultivée au Japon depuis plus de 2000 années (**Chen et all., 2003**). Elle a été présente en Chine dans des périodes antiques et sa culture a été décrite dans divers pays, y compris l'Algérie, Chypre, l'Egypte, la Grèce, Israël, Italie, Espagne, la Tunisie et la Turquie (**Morton, 1987**).

En Algérie, le néflier du Japon était cultivé antérieurement à l'arrivée des Français.

La nêfle est un fruit de néflier de couleur jaune a orang (**Figure I.10**) selon la variété et son temps de récolte, elles sont juteuse et acidulé pH entre et qui se conserve à froid a une durée courte.

Les fruits se récoltent a parfaite maturité entre avril et juin, elle contient des tanins et des mucilages qui les rendent comme un bon régulateur intestinal, elles sont riches en vitamine C et vitamine B.



Figure I.10.Présentation de la nêfle (jardinier-mmalin.fr).

Le **tableau I.4** présente le contenu de 100 grammes de la nêfle en nutriments (protéines, glucides, sucres, lipides, sodium, sels minéraux et vitamines) qui entrent dans sa composition.

Les quantités de nutriments indiquées sont des valeurs moyennes, ces valeurs peuvent varier pour différents types de nêfle.

Tableau I.4: Composition du fruit de la nêfle du Japon (Barreto et *all.*, 2009).

Constituant	Contenu (par fruit de 100 g)
Eau (g)	86.5-88.2
Calories (kcal)	47-168
Glucides (g)	9.6-43.3
Protéines diététique totales (g)	0.8-1.7
Lipides totaux (g)	0.2-0.7
Cendres (g)	0.4-0.5
Calcium (mg)	16-17
Fer (mg)	0.28-1.4
Magnésium (mg)	13
Phosphore (mg)	20-126
Potassium (mg)	266-1216
Sodium (mg)	1
Vitamine C (mg)	1.0-3.0
Vitamine A (unité internationale)	1528-2340
Caroténoïdes totaux (µg)	196-3020
Carotènes (µg)	559
Composés phénoliques totaux (mg)	33.6
Flavonoïdes totaux (mg)	24.3

Chapitre II

Chapitre II : les interactions emballage/aliment.

II.1. Les interactions emballage/aliment

La mise en contact d'un contenu (denrée alimentaire) et d'un contenant (emballage), dans des conditions définies : temps, de température, de surface relative, entraîne presque inéluctablement une éventualité de migration réciproque, aussi faible soit-elle, des produits en présence, c'est-à-dire passage de substances d'un milieu à l'autre. **(Tawfik et all, 1998).**

Lorsqu'on arrive à un état d'équilibre, le matériau est complètement pénétré, et les migrants se répartissent entre le matériau et le milieu au contact sur la base de leur affinité pour ces deux milieux. **(Hamdani et all ; 1996).**

L'inertie d'un emballage est rarement totale ce qui peut engendrer par exemple une altération des propriétés organoleptiques de l'aliment ou éventuellement un problème toxicologique **(Oussama, 2008).**

II.2. Les types d'interaction

Plusieurs types d'interactions existent entre un emballage (contenant) et le produit emballé (contenu).

- La Migration de substances présentes dans le matériau d'emballage vers le produit **(Nir et all ; 1996).**
- La permeation de gaz : O_2 vers l'aliment, CO_2 vers l'extérieur de l'emballage. **(Hernandez et all ; 1999).**
- La sorption (absorption) des constituants du produit par l'emballage (exemple : arômes) **(Auras R et all. ; 2006).**

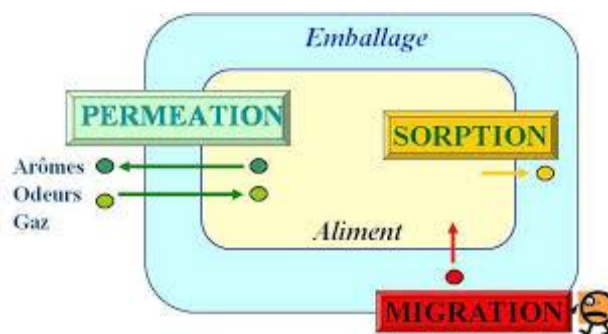


Figure II.1: Les interactions possibles entre l'emballage et produit ([science direct.com](http://science-direct.com)).

II.2.1. La migration

La migration est le transfert des produits constituant l'emballage vers le produit conditionné (**Lickly L. et al.1995**).

Ce phénomène de migration dépend de la composition de l'emballage (nature, volatilité, concentration des molécules) mais également de celle de l'aliment, puisque la migration est fonction des affinités entre le migrant et le produit emballé (**Boussoum M.o., 2012**).

Deux notions (**institut Belge de l'emballage**) de migrations :

- ✓ **La migration globale** qui n'évalue que la masse globale de migrants perdus par l'emballage, sans distinguer la nature et la spécificité de ces migrants. La migration globale donne un aperçu de l'inertie d'un matériau de contact.
- ✓ **Les migrants spécifiques** : Elle concerne des substances individuelles qui migrent du matériau de contact vers l'aliment.

II.2.2. La perméabilité

La demande croissante en matériaux barrières a engendré le besoin de mieux connaître leur comportement face à l'oxygène, à la vapeur d'eau, aux vapeurs organiques et aux composés aromatiques. Ce dernier point ne peut pas être négligé si l'on veut obtenir un matériau qui soit suffisamment imperméable pour protéger le produit fini des odeurs extérieures, préserver ses propriétés organoleptiques et lui assurer une bonne durée de vie. (**Mathlouthi M., 2008**)

La perméabilité consiste à mesurer au cours du temps la quantité d'une espèce qui traverse de part en part un film de polymère soumis à une différence d'activité de l'espèce considérée. (**Ullsten N. H et al.2003**).

II.2.3. La Sorption

Le terme de sorption, par opposition à celui de désorption, est généralement utilisé pour décrire tout processus intégrant la pénétration puis la dispersion du diffusant dans la matrice. (**Oussama, 2008**).

II.3. Principe d'inertie et perméabilité

Le matériau au contact de l'aliment doit assurer sa protection et sa conservation, sans modifier ses caractéristiques organoleptiques ou physico-chimiques : c'est le principe d'inertie qui dépend en particulier des interactions contenant/contenu. (BoussoumM.o., 2012)

II.4. Critères de choix d'un matériau d'emballage pour un produit alimentaire

II.4.1. Critères de compositions

D'un point de vue toxicologique, nous allons nous intéresser plus précisément à la migration (interaction contenu-contenant). Cette migration d'une substance dans un aliment peut être modélisée par la seconde loi de FICK (Figure II .2). La migration est en fonction de différents paramètres (Severin I , et all 2010)

$$\mathbf{J}_j = -\rho \mathcal{D}_{ij} \nabla c_j$$

avec

\mathbf{J}_j flux massique (en $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$),

ρ masse volumique (en kg m^{-3}),

\mathcal{D}_{ij} coefficient de diffusion binaire (en $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$),

c_j fraction massique.

Figure II .2. La deuxième loi de FICK .

- De l'aliment mis au contact.
- Du procédé de conditionnement.
- Du temps de contact.
- Des concentrations des substances.

II.4.2. Critères de pureté

Pour choisir un matériau d'emballage pour un produit alimentaire nous devons reprendre aux exigences de pureté et au contrôle systématique qui dépendent de la nature, de l'état physique ainsi que la composition de la denrée alimentaire (Severin I et all ,2010).

Tableau II.1 : Critères de choix d'un matériau d'emballage à contact alimentaire.

(Severin Iet all ,2010)

Exigences de pureté, contrôle systématique	Aliments			
	Aliments secs	Aliments humides Ou gras	Cuisson	Filtration à Chaud
Transfert des constituants antis microbiens	X	X	X	X
Inertie organoleptique	X	X	X	X
Teneur en PCP	X	X	X	X
Teneur en PCB	X	X	X	X
Teneur en matériaux extractibles (Pb, Cd, H g, Cr ^{VI})		X	X	X
Extraction à chaud				X

II.5. La réglementation, la qualité et contrôle des emballages

Dans la plupart des pays africains, il n'existe pratiquement pas de réglementation sur la qualité de l'emballage et de l'étiquetage, ni de structure spécialisée dans leur contrôle. Mais au niveau international, la Commission du Codex Alimentaire, créée en 1962, a adopté un code de déontologie du commerce international des denrées alimentaires. C'est la carte de visite du produit. L'emballage informe le consommateur sur la composition du produit, les précautions d'emploi, la marque et sa conformité à la réglementation. (**Bureau G et Multon J.L, 1989**)

II.5.1. La réglementation algérienne

La réglementation Algérienne concernant les matériaux destinés à être mis en contact des denrées alimentaires sont visés par la loi 09-03 du 29 safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et répression des fraudes.

L'étiquetage des denrées alimentaires, préemballées destinées au consommateur doivent comporter sur leurs emballages, toutes les informations édictées par les dispositions du présent décret. (**Article 9 du Journal.Officiel.n°58**).

Principales Mentions Obligatoires selon l'**article 12 du journal officiel n°58** pour la liste complète voir **Décret exécutif 13-378 modifié et complété** :

- ❖ La dénomination de vente.
- ❖ La date de durabilité minimale ou la date limite de consommation.
- ❖ Les coordonnées du fabricant, du conditionneur, du distributeur ou de l'importateur
- ❖ Le pays d'origine et/ou de provenance

Les conditions particulières de conservation Les mentions d'étiquetage doivent être rédigées en langue arabe et à titre accessoire et facultatif, dans une ou plusieurs autres langues accessibles aux consommateurs, de façon visible clairement lisibles et indélébiles.

(**Article 8 de la loi 09-03 ; article 7 du décret exécutif n° 90 367 du 10 novembre 1990**).

❖ A l'heure actuelle nous n'avons qu'une connaissance incomplète de la toxicologie des substances impliquées dans les matériaux destinés au contact alimentaire.

De plus, une réglementation fragmentaire et ponctuelle ajoutée aux exigences croissantes en matière de sécurité des aliments à des techniques de contrôle de plus en plus fines, rendent la fabrication des papiers et cartons aptes au contact très difficiles cependant pour assurer l'aptitude au contact alimentaire de leur produits, les industriels se réfèrent en

particulier aux législations européennes et françaises qui définissent le principe d'inertie du matériau et son contrôle.

II.5.2. La réglementation européenne

Le **règlement (CE) n°1935/2004** (ou « *règlement cadre* ») du Parlement européen et du Conseil du 27 octobre 2004 définit les **exigences générales** qui s'appliquent aux matériaux et objets destinés à entrer en contact directement ou indirectement avec les denrées, produits et boissons alimentaires mis sur le marché communautaire afin d'assurer un niveau élevé de protection du consommateur. Il prévoit que d'autres **exigences spécifiques** à certains matériaux pourront être adoptées.

Les matériaux et objets soumis aux dispositions du règlement sont :

- ❖ Les emballages et conditionnements de denrées alimentaires y compris les récipients, boîtes, bouteilles, films, papiers, etc. utilisés aux fins de protection ou de conservation des denrées alimentaires (dont l'emballage ménager) ;
- ❖ Les articles de table et vaisselle, ustensiles de cuisine et parties des appareils électroménagers destinés à entrer en contact direct avec les denrées alimentaires : bols, récipients divers (...)
- ❖ Les biberons et tétines de biberons, les tasses...
- ❖ Les matériels et équipements utilisés dans la production, la transformation, le stockage ou le transport de denrées alimentaires * : par exemple malaxeurs, broyeurs, pétrins, extrudeuses, équipements de cuisson ou de surgélation, doseurs, convoyeurs, pompes, outils de découpe, cuves fixes (stockage, fermentation, pasteurisation...), citernes de transport (camion, wagon-citerne...), tuyaux, tubes et raccords...

Les zones alimentaires de ces matériels et équipements doivent respecter les règles s'appliquant aux matériaux destinés au contact des denrées alimentaires. Les autres zones ne doivent pas contaminer ou altérer les aliments.

- ❖ Les matériaux actifs (exemples : absorbeurs d'humidité, de gaz : éthylène, oxygène..., matériaux qui libèrent délibérément des substances autorisées dans les denrées alimentaires...) et les matériaux intelligents (exemple : indicateurs de fraîcheur) ;

❖ Les objets divers tels que les étiquettes, les agrafes, les serviettes de table, l'essuie-tout ménager, corbeilles à fruits et les manchons utilisés pour la traite des animaux...

II.5.2.1. Obligations applicables aux matériaux

II.5.2.1.1. Exigences générales

Principe d'inertie (article 3 du règlement cadre)

Les matériaux et objets, y compris les matériaux et objets actifs et intelligents, sont fabriqués conformément aux bonnes pratiques de fabrication afin que dans des conditions normales ou prévisibles de leur emploi, ils ne cèdent pas aux denrées des constituants en une quantité susceptible :

- ❖ De présenter un danger pour la santé humaine.
- ❖ D'entraîner une modification inacceptable de la composition de la denrée.
- ❖ D'altérer les propriétés organoleptiques de la denrée alimentaire.

Les vérifications reposent sur l'application de méthodes d'analyses réglementaires, ou, si de telles méthodes n'existent pas, sur des méthodes reconnues sur le plan international ou à défaut d'autres méthodes appropriées au vu de l'objectif poursuivi.

Durée de validité des rapports d'essais : La durée de 5 ans maximum est proposée ; si des changements susceptibles d'entraîner une modification de l'inertie du matériau sont intervenus pendant cette période, les essais doivent être refaits.

II.5.2.1.2. Inertie organoleptique

En pratique, des essais sont réalisés en reproduisant les conditions réelles d'emploi avec les denrées alimentaires elles-mêmes. Toutefois, des essais pourront être réalisés à l'aide de stimulants, en s'inspirant des textes existants, tels que la norme ISO EN 13302 ou la norme EN 1230-2 pour les papiers et cartons, notamment dans le cas d'objets dont on ne connaît pas la destination finale.

II.5.2.1.3. Exigences spécifiques

Afin de tenir compte des caractéristiques technologiques spécifiques de chaque type de matériaux et objets soumis aux dispositions du règlement, les restrictions et les conditions d'utilisation et les substances employées pour leur fabrication peuvent être définies dans des mesures spécifiques de l'Union Européenne.

Ces mesures spécifiques peuvent comporter :

- ❖ Des listes positives de substances autorisées.
- ❖ Des critères de puretés applicables à certaines de ces substances.
- ❖ Des conditions particulières d'emploi.
- ❖ Des limites de migration spécifiques.
- ❖ D'une limite de migration globale.
- ❖ Des mesures concernant le contact buccal.

II.5.3. Opérateurs concernés par la réglementation « matériaux au contact »

II.5.3.1 Obligation de signalement

En application de l'article L. 423-3 du code de la consommation, les opérateurs professionnels (fabricants, importateurs, distributeurs...) doivent, dès qu'ils en ont connaissance, informer les autorités compétentes des risques présentés par les produits destinés au consommateur qu'ils ont mis sur le marché et des mesures qu'ils ont prises pour écarter ces risques. Cette obligation s'applique aussi aux matériaux destinés au contact des denrées alimentaires. (Voir Avis aux opérateurs économiques sur la mise en place de l'obligation de signalement des risques et des mesures prises (JORF n°0036 du 11 février 2012)).

II.5.3.2. Bonnes pratiques de fabrication des matériaux et objets

Le règlement (CE) n° 2023/2006 de la Commission du 22 décembre 2006 modifié par le règlement (CE) n° 282/2008 du 27 mars 2008 relatif aux bonnes pratiques de fabrication des matériaux et objets destinés à entrer au contact des denrées, pris en application du règlement n°1935/2004, a pour objectif d'établir des règles relatives aux bonnes pratiques de fabrication (BPF) pour les groupes de matériaux dont la liste figure à l'annexe I du règlement cadre précité et les combinaisons de ceux-ci. Ce règlement s'applique à tous les

secteurs et à tous les stades de la fabrication, de la transformation et de la distribution des matériaux et objets, jusqu'à la production de substances de départ, celles-ci non comprises.

De ce règlement, il ressort que les exploitants d'entreprises doivent assurer une gestion de la qualité de leur activité (**système d'assurance qualité et système de contrôle de la qualité**) adaptée à leur position dans la chaîne d'approvisionnement. L'assurance qualité comprend la **sélection de matières premières qui satisfont à des spécifications préétablies**, garantissant la conformité du matériau ou de l'objet avec les règles qui lui sont applicables.

Le règlement (CE) n°2023/2006 prévoit la création et le maintien d'une documentation appropriée, mise à la disposition des autorités compétentes à leur demande. Cette documentation peut contenir :

- ❖ Les informations de traçabilité, le cas échéant les registres de production ;
- ❖ Les informations relatives aux différentes opérations de fabrication effectuées présentant un intérêt du point de vue de la conformité ou de la sécurité du produit fini ;
- ❖ Les conditions d'entreposage et de manipulation, dans le but notamment d'éviter les contaminations par maculage ;
- ❖ Les résultats du système de contrôle de la qualité ;
- ❖ Les formules de fabrication, spécifications et critères de pureté des matières premières sélectionnées, les analyses de risque, les changements de fournisseurs (...)
- ❖ Les conditions et résultats des essais portant sur les produits finis ;
- ❖ Les déviations et actions correctives prises en cas de dérive de fabrication.

Des règles détaillées de bonnes pratiques de fabrication figurent en annexe du règlement (encres d'imprimerie, procédés de recyclage des matières plastiques).

Dans le cadre des bonnes pratiques de fabrication, il n'est pas recommandé de placer les surfaces imprimées (faces entrant au contact avec des denrées alimentaires) sur laquées ou non par un vernis d'impression, en contact direct avec des denrées alimentaires car cette pratique entraîne un risque important de contamination de ces denrées par les constituants de l'encre d'impression.

* Surfaces d'un matériau (papier et carton, matière plastique...) recouvertes par une encre d'imprimerie. Cela ne concerne pas les décors qui font structurellement partie des matériaux, ayant été liés/intégrés à ceux-ci (par exemple par un processus thermique de « cuisson ») de

manière à ne former qu'une seule et même couche, de même que les encres d'imprimerie lorsque les constituants de celles-ci sont des ingrédients de denrées alimentaires et sous réserve de l'absence de rôle technologique des constituants dans l'aliment emballé (voir règlement (CE) n°1333/2008 modifié et règlement (UE) n°231/2012 modifié).

II.5.3.3. Responsabilité des opérateurs dans la chaîne (inertie chimique)

Les opérateurs économiques (fabricants, transformateurs, utilisateurs) ont la responsabilité de la conformité des matériaux et objets à l'article 3 du règlement cadre, au vu des opérations menées sous leur contrôle (fabrication, stockage, transport) et selon les conditions de contact prévues ou, à défaut, raisonnablement prévisibles.

Un opérateur économique introduisant ou générant une substance dans un produit est responsable de la conformité pour cette substance. Cela inclut les impuretés de la substance ou les produits de dégradation et/ou de décomposition liés à l'utilisation prévue qui peuvent se former à ce stade ou à une étape ultérieure dans le cadre de l'usage prévu.

La conformité des matériaux et objets est démontrés le plus en amont possible dans la chaîne par les fabricants et transformateurs. Il appartient aux opérateurs de déclarer la conformité des matériaux et objets dans des conditions prédéfinies :

- ❖ Conditions de contact : durée, température, type de denrée alimentaire, type de contact (usage unique, usage répété) ;
- ❖ Le cas échéant : conditions de stockage et de transport des matériaux ;
- ❖ Le cas échéant : support, conditions d'application, fréquence d'utilisation et autres paramètres pertinents, etc.

Lorsqu'il n'est pas possible de déclarer la conformité, toutes les informations utiles doivent être fournies* au stade suivant (composition des matériaux, concentration et pureté des substances entrant dans la composition...) permettant à l'opérateur situé en aval de réaliser ce travail.

* si nécessaire, dans le cadre d'accords de confidentialité.

En ce qui concerne **les utilisateurs professionnels** de matériaux et objets destinés à entrer au contact des denrées, le paragraphe 1 de l'article 17 du règlement (CE) n°178/2002

impose à l'**exploitant du secteur alimentaire** de vérifier que les denrées alimentaires sont conformes aux règles qui leur sont applicables. Sous réserve d'une obligation de confidentialité, ces opérateurs doivent avoir accès aux informations pertinentes concernant les matériaux et objets destinés au conditionnement des denrées alimentaires et doivent détenir une documentation technique relative à la conformité et à la sécurité des matériaux et objets placés au contact des denrées alimentaires.

L'article 1 du règlement (CE) n°852/2004 rappelle que « la responsabilité première en matière de sécurité alimentaire incombe à l'exploitant du secteur alimentaire » et pose le principe selon lequel l'application généralisée de procédures fondées sur les principes HACCP, associées à la mise en œuvre de bonnes pratiques d'hygiène, devraient renforcer la responsabilité des exploitants du secteur alimentaire. Le premier principe de l'HACCP, tel que défini à l'article 5 de ce règlement est l'identification de « tout danger qu'il y a lieu de prévenir, d'éliminer ou de ramener à un niveau acceptable ».

Dans ce contexte, les exploitants du secteur alimentaire doivent mettre en œuvre des procédures d'analyse de risques afin de vérifier que les denrées mises sur le marché ne portent pas atteinte à la santé des personnes, notamment du fait de la migration de substances chimiques, assimilables à des dangers au sens du règlement (CE) n° 852/2004, à partir de ces matériaux.

Pour satisfaire à cette obligation, l'utilisateur professionnel veille à ne mettre au contact de denrées alimentaires que des matériaux destinés à cet usage par le responsable de leur mise sur le marché. Il devrait pour ce faire s'assurer que les matériaux utilisés disposent d'une déclaration de conformité aux textes réglementaires applicables lorsque la réglementation le prévoit ou à défaut s'assurer auprès de son fournisseur de la destination des matériaux et objets.

❖ L'utilisation par les opérateurs de l'agroalimentaire de matériaux et objets qui ne sont manifestement pas destinés à être placés au contact des denrées alimentaires constitue un manquement aux obligations de l'article 5 du règlement (CE) n°852/2004 combiné aux dispositions relatives aux équipements.

❖ L'utilisateur doit prendre connaissance de manière détaillée des informations contenues dans la déclaration de conformité.

❖ L'utilisateur doit par ailleurs veiller à utiliser ces matériaux dans les conditions de mise en contact prévues (durée, température, usage répété ou usage unique...) dans la déclaration de conformité ou, en son absence, selon les instructions d'usage de l'étiquetage ou encore, en l'absence d'instructions d'usage adéquates, selon des conditions normales ou raisonnablement prévisibles d'emploi. Il peut également s'assurer par lui-même, par la réalisation d'essais appropriés, de la conformité de ces matériaux et objets dans les conditions réelles de mise en contact avec les denrées (essais sur les matériaux ou sur les denrées alimentaires elles-mêmes).

Si l'utilisation des matériaux diffère de l'utilisation prédéfinie ou si l'entreprise agro-alimentaire effectue une ou plusieurs opérations assimilables à la fabrication de ceux-ci, un travail de vérification de leur conformité est effectué.

S'agissant des matériels et équipements, les utilisateurs de l'agroalimentaire veillent à leur entretien et à leur renouvellement dans un délai approprié.

L'information du consommateur final sur l'utilisation sûre et appropriée des denrées alimentaires préemballées est réalisée via l'étiquetage de la denrée alimentaire.

Chapitre III

Chapitre III : matériels et méthode

Dans cette partie, nous allons décrire les différents matériels et procédures expérimentales utilisées pour l'étude des emballages à base du carton ondulé. Pour cela, nous avons divisé notre travail en deux parties :

- ✓ La première est réalisée à l'entreprise General Emballage, et qui est consacré pour l'étude de processus de développement d'un plateau en fruit depuis la réception de la demande jusqu'à la réalisation et la production de produit fini.
- ✓ La deuxième partie, est réalisée au Laboratoire des Matériaux organiques à l'université de Bejaia, qui a pour but l'étude de l'inertie de cet emballage, plateau au fruit avant et après conservation de la nêfle pour une période de 10 jours.

Partie I : développement d'un d'emballage a fruit

Les résultats d'une mauvaise qualité de papier, d'un mauvais montage, d'une mauvaise palettisation ou d'un mauvais gerbage peuvent être très critiques sur la boîte, la caisse et les produits ainsi que des pertes logistiques et les dommages de transite transport en raison du manque de la résistance et de la stabilité.

Cette partie, est réalisé à GENERAL EMBALLAGE, nous avons suivi le processus de développement d'une maquette d'une boîte pour fruits depuis la réception de la demande de développement jusqu'à la phase finale où on obtient un produit fini, en passant par les étapes suivantes :

- ❖ Définition des exigences de client.
- ❖ L'étude de faisabilité.
- ❖ Définition de la qualité de papiers.
- ❖ Etablir la demande de réalisation du tracé.
- ❖ Réalisation de prototype.
- ❖ Etablir une demande de réalisation de maquette.

- ❖ Réalisation de la maquette.
- ❖ La création du produit.

III.1. Les exigences de client

- ❖ Le poids de fruit à mettre dans le plateau est 5 Kg.
- ❖ La résistance à la compression verticale.
- ❖ Transport de fruit et les exportés dans des chambres frigorifiques.
- ❖ Organiser ses plateaux dans le conteneur sans difficulté donc après avoir su le nombre de plateau à gerber et le nombre de Kg à supporter par les plateaux.
- ❖ Une bonne qualité de couche externe pour l'impression des étiquettes donc facilité l'étiquetage.

III.2. Le choix de papier

Le produit emballé est un produit alimentaire qui est en contact direct avec l'emballage (emballage primaire), c'est pour cela, il est important de choisir un papier qui est 100% alimentaire selon les certifications d'alimentarité (voir **annexe 02** et **annexe 03**) et de choisir une composition (voir **annexe 04**) qui donne une résistance mécanique importante pour ne pas éclater ou déchirer lors de transport ou stockage pour ne pas détruire la texture de l'aliment et dans notre cas on a utilisé après avoir étudié le dossier de notre exigence, on a abouti à ce choix : **saikraft blanc 170(SKB)** , **l'Hidrosaica 150 (HS)** , **kraft écu 200** , **Hidrosaica 190** et le **kraft écu 200 (KE)** paraffiné .donc on aura un carton ondulé double double :de cannelure type BC (**Figure III.1**).

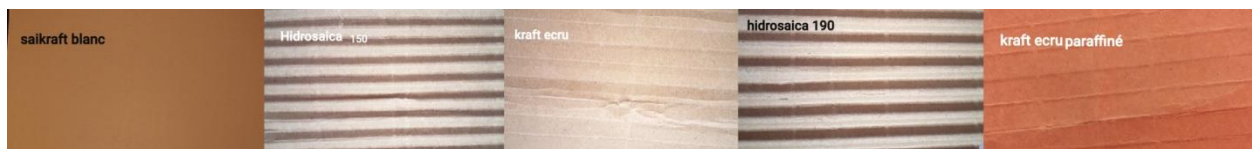


Figure III.1 : Le papier utilisé dans la conception de l'emballage.

✓ Le kraft

Papier résistant issu d'une pâte 100% fibre vierge idéal pour les produits alimentaires. Enduit de paraffine (qui peut être végétal pour un rendu 100% naturel), elle protège l'aliment des liquides. Le papier kraft paraffiné est donc recommandé pour emballer les denrées alimentaires adipeuses. Et dans le plateau, il est utilisé comme une couche interne et cette couche est paraffinée.

On l'a utilisé comme couche interne paraffiné et comme couche médian sans paraffine

✓ Paraffine

Elle est issue de la séparation de produits pétrolifères, l'ozokérite, ou autres cires fossiles. Elle est pour but d'éviter la sorption de l'eau par l'emballage et donc de bien conserver l'aliment.

✓ L'hidrosaica

C'est un type de papier ondulé semi-chimique à haut niveau de performance à la fois dans un environnement sec et humide.

C'est le papier idéal pour les compositions en carton qui nécessitent une rigidité élevée pour protéger le produit. Destiné aux plateaux à fruits et légumes et applications exigeantes dans l'industrie. Dans notre cas il est utilisé comme fluting (cannelure).

✓ Saikraft (SKB)

Blancheur et uniformité excellentes, destiné à des usages demandant de hautes performances et une qualité d'impression de haute gamme. Haut degré de collage. il est utilisé comme couche extérieure pour faciliter l'étiquetage de produit.

III.2.1. Les tests appliqués sur le papier (matière première)**III.2.1.1. Test microbiologique**

C'est Pour Vérifier l'alimentarité du papier.

Chez la SPA GE les tests microbiologiques sont remplacés par un certificat d'alimentarité (voir **annexe 02** pour le kraft écru et **annexe 03** pour la paraffine) délivrée par le producteur de papier SAICA, afin de prouvé que y'aura aucune interaction chimique ou microbiologique entre le papier qui est la couche interne de l'emballage et l'aliment donc y'aura pas une interaction

néfaste entre l'emballage et l'aliment. Nous avons le certificat d'alimentarité de kraft ainsi que la paraffine.

III.2.1.2. Les tests physiques

Dans ces tests, nous avons mesuré les paramètres de ces papiers depuis leurs arrivés au stock puis les comparer avec les données de la fiche techniques de chaque papier. Ils ont des tests selon leurs positions dans la plaques de cartons ondulé.

III.2.1.2.1. L'humidité

a) But

Vérifié la consistance de papier.

b) Matériels utilisé

hygromètre.



Figure III.2 : Hygromètre

c) Mode opératoire

Placer hygromètres sur la bobine et lire la valeur affichée en %.

III.2.1.2.2 Grammage**a) But**

Vérifier le poids du papier sur une surface de mètre carré (m^2). (ISO 536)

b) Matériels utilisé

- Découpeuse d'échantillon.
- Une balance électrique.



Figure III.3 : appareils de grammage. (Découpeuse et une balance)

c) Mode opératoire

À l'aide d'une découpeuse d'échantillon, couper une éprouvette 100 cm^2 de papier et le peser à l'aide d'une balance électrique et nous avons une tolérance de ± 3 .

Résultat en g/m^2 . Ce test est effectué pour tous les types de papier

III.2.1.2.3. Test de compression à balayage court (SCT)**a) But**

Vérifier la Résistance des fibres de papier a la compression (SCT) .(ISO 9895)

b) Matériel utilisé

Appareil de compression SCT.

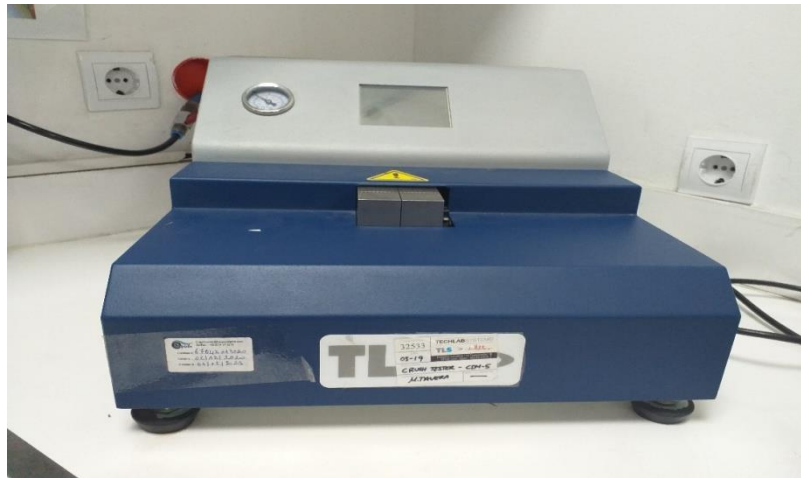


Figure III.4 : Appareil de compression

c) Mode opératoire

- Les répercussions de la machine sur l'éprouvette sont limitées au minimum, grâce à un dispositif de mesure très rigide.
- Les guidages et l'introduction des forces s'effectuent dans le même plan: l'éprouvette est chargée symétriquement et sans couple de flexion. Ce qui crée des résultats de pics précis pour la valeur SCT.
- Le dispositif de découpe des bandes permet un parallélisme optimal de l'éprouvette.
- Le résultat sera donné en kilo Newton par mètre (kN /m).

Ce test est effectué pour tous les papiers.

III.2.1.2.4. Test d'éclatement**a) But**

Détermination de la résistance à l'éclatement. (ISO 7258 /2759).

b) Matériel utilisé

Eclatomètre automatique relié à un logiciel.



Figure III.5 : Eclatomètre automatique.

c) Mode opératoire

- Placer le papier dans un éclatomètre.
- Une force sera exercée par l'action de l'appareil et le papier sera éclater.
- Lire la valeur indiquée en dans la courbe affichée par le logiciel.
- Résultat en Kilo Pascal (Kpas).

III.2.1.2.5. Test de COBB 60**a) But**

Tester le degré d'imperméabilité de l'échantillon et le contre collage du carton. (ISO 535)

(J.L MULTON , G bureau ,1998)

b) Matériel utilisé

- Découpeuse d'échantillons.
- Balance électrique.
- Rouleau en acier inoxydable.
- Récipient cylindrique.



Figure III.6 : équipement de test COBB.

c) Mode opératoire

- Pesé sur une balance un échantillon, avec une précision de 1 mg.
- Placer l'éprouvette sèche dans le récipient cylindrique serré sur une base métallique recouverte d'une feuille de matériau souple, pour réaliser une fermeture hermétique, une fois l'échantillon placé entre la base du récipient cylindrique et la feuille flexible de la plaque de base.
- Versés 100 ml \pm 5 ml d'eau distillée dans le récipient cylindrique qui contient l'échantillon humide, en enregistrant simultanément l'heure sur un chronomètre.
- Peser une autre fois l'éprouvette.
- Résultat en g/m².

(FEFCO ,1985).

Ce test est effectué pour les papiers utilisé comme couche interne et couche externe de papier.

III.2.1.2.6. Compression à plat de la cannelure (crush medium Test) (CMT)**a) But**

Vérifier la résistance des cannelures.

b) Matériel utilisé

Machine d'essai de compression.



Figure III.7 : équipement de CMT ;

c) Mode opératoire

- Placer le papier cannelure à essayer centralement sur le plateau intérieur de la machine d'essai de compression, dans la position prédéterminée.
- Mettre en marche la machine d'essai de compression et poursuivre la compression jusqu'à rupture totale de l'emballage.
- Noter la résistance maximale de l'emballage en Newton (N).

(FEFCO ,1985).

III.2.2. Tests appliqués sur le produit fini

Le produit semi fini consiste en un ensemble de plaques en carton ondulé à double cannelure BC à partir desquelles le produit fini est coupé.

III.2.2.1. Epaisseur

a) But

Vérifier l'épaisseur de carton ondulé. (NF Q03-030)

b) Matériel utilisé

Micromètre



Figure III.8 : Micromètre

c) Mode opératoire

Placer l'éprouvette dans le micromètre et lire la valeur indiquée.

III.2.2.2. Grammage :**a) But**

Vérifier le poids de papier sur une surface de mètre carré (m^2).

b) Matériels utilisés

- Découpeuse d'échantillon.
- Une balance électrique.



Figure III.9 : Équipements de grammage.

c) Mode opératoire

- À l'aide d'une découpeuse d'échantillon, couper une éprouvette de 100 cm^2 de papier et le peser à l'aide d'une balance électrique et on a une tolérance de ± 3 .
- Des éprouvettes de carton ondulé sont traitées de manière que leurs composants puissent se décoller. Ces éléments constitutifs sont ensuite séchés et conditionnés, et enfin utilisés pour déterminer leur grammage (**FEFCO ,1985**).
- Le résultat sera en gramme par mètre carré (g /m^2).

III.2.2.3. Le test ECT

C'est une méthode d'essai de la résistance à la compression sur le chant, il permet de mesurer l'aptitude d'un échantillon du carton verticalement, il est exprimé en Kilo newton par mètre (KN/m).

(ISO 3037)

a) But du test

- Cet essai permet d'estimer la valeur de la résistance à la compression verticale(RCV).
- Il donne ainsi une bonne idée de comportement de la caisse au gerbage.

b) Matériels utilisés

- Une machine d'essai de compression motorisée avec des plateaux horizontaux, conçus pour mesurer une force de compression. La vitesse de rapprochement des plateaux doit être de 12.5mm/min (± 0.5 mm/min).
- Equipement de découpe conçus pour donner des éprouvettes rectangulaires avec des tranches droites, parallèles de 25mm.
- Une des éprouvettes de carton de 100mm (± 0.5) de longueur et de 25mm (± 0.5) de largeur.

(FEFCO ,1985).



Figure III.10 : Découpeuse d'échantillon.



Figure III.11: Machine de compression.

c) Mode opératoire

- L'éprouvette doit être placée au centre de plateau.
- Par action de l'appareil d'essai, la charge est écrue jusqu'à ce que l'éprouvette s'effondre.
- Le résultat obtenu est exprimé en kilo Newton par mètre (KN/m). (FEFCO ,1985).

III.2.2.4. Le test de RCV

Détermination de la résistance à la compression des emballages en carton ondulé vides. (ISO 12048), (FEFCO ,1985).

a) But du test

Il permet de mesurer son comportement au gerbage dans divers cas d'utilisation.

b) Matériels utilisés

○ Machine d'essai de compression motorisée de type plateau, capable d'appliquer une force à partir du mouvement uniforme de l'un ou des deux plateaux à une vitesse relative 12.5mm/min (± 2.5 mm/min).

c) Mode opératoire

- Placer l'emballage à tester au centre sur le plateau inférieur de la machine d'essai de compression.
- Mettre la machine en marche et poursuivre la compression jusqu'à rupture totale de l'emballage.
- Les résultats sont exprimés en Newton (N).
- La formule théorique pour calculé la RCV :

RCV= poids *gravité*facteur de sécurité *nombre de gerbage.

Facteur de sécurité pour un plateau a fruits et légumes :4.

A l'aide de cette équation nous avons calculé le poids à gerber dans la palette de transport.



Figure.III.12 : machine de la compression verticale.

III.3. La création du dossier produit

Afin de concevoir un nouvel emballage pour un nouveau produit on doit définir les exigences du client en premier lieu et sa validation puis étudier la faisabilité et créer le dossier produit au niveau de service de développement par la création d'une demande de développement en introduisant les dimensions de la boîte et la caisse, la longueur de coupe ainsi que la laize.

III.4. Définition des dimensions

Les dimensions sont faites en prenant en considération la logistique afin d'assurer la stabilité des produits lors de leurs transports et la possibilité d'exportation du produit. Cela nous oblige à prendre en considération les dimensions des Euro-palettes pour qu'il n'y ait pas de pertes et de problèmes logistiques.

a) Calcul des dimensions majorées

Tableau III.1 : les majorations des dimensions selon les profiles cannelures.

Types de cannelure	Majoration		
	Longueur(L)	Largeur(l)	Hauteur(h)
BC	8	8	5

b) Calcul de L_m et l_m pour la cannelure BC :

$$L_m = L + 8 \dots \dots \dots (I)$$

$$l_m = l + 8 \dots \dots \dots (II)$$

$$h_m = h + 16 \dots \dots \dots (III)$$

III.5. Réalisation du tracé et du prototype

Après avoir créé la demande de développement, le service développement envoie une demande de réalisation d'un tracé et d'un prototype au service forme de découpe.

Après la réception de la demande réalisation tracé, le concepteur réalise un tracé (voir **annexe 04**) selon les dimensions données à l'aide d'un logiciel appelé ARTIO SCAD, ensuite il le transfère à un autre logiciel IMPACT qui est lié à un plotter pour nous couper des échantillons ou ce qu'on appelle des prototypes.

III.6. Réalisation de la maquette

Après avoir créé la demande de réalisation tracé au niveau de service développement on passe à la demande réalisation maquette qui se fait dans le même service et on l'envoie au service infographie, ce dernier réalise une maquette (**annexe 05**) selon les exigences de client ou selon le modèle donné par le client à l'aide d'un des deux logiciels ADOBE PHOTOSHOP ou ADOBE ILLUSTRATOR.

III.7. Validation du prototype, de la maquette par le client et la création de produit

Les agents de la forme de découpe et les infographes envoient le prototype et la maquette au service développement qu'ils les envoient à leur tour à l'agent commercial afin qu'il les transmette au client pour le but de les valider. Après avoir la validation de client, les agents de développement lancent la réalisation et la production de produit.

Partie II : étude de l'inertie d'un emballage en carton ondulé

Dans cette partie, nous avons procédé à un protocole expérimental pour vérifier l'inertie chimique de cet emballage en carton avant et après conservation de la nêfle dans un plateau à fruit pendant 10 jours.

III.1. Test d'humidité

Le test d'humidité est réalisé pour déterminer le taux d'humidité du fruit ainsi, pour savoir la fraîcheur du fruit avant et après conservation.

a) Matériels utilisé

- ✓ Nêfle avant conservation (témoin).
- ✓ Nêfle après conservation.
- ✓ Balance électrique.
- ✓ L'étuve.
- ✓ Un creuset.

b) Protocole expérimentale

Dans une étuve, on met 10g de nêfle avant conservation(témoin) et après conservation, à une température $T=60^{\circ}\text{C}$, jusqu'à la stabilisation de la masse (**Figure III.13**)



Figure III.13. Fruit avant et après conservation pour la mesure d'humidité.

Formule de calcul

$$\% \text{ d'humidité} = [(m_i - m_f) / m_i] * 100.$$

m_i : la masse initiale.

m_f : la masse final

III.2. Les techniques de caractérisation

Afin de mettre en évidence le phénomène de la stabilité de l'emballage ainsi le fruit conservé, nous avons utilisés comme méthode de caractérisation :

- ✓ La spectroscopie UV-visible.
- ✓ La spectroscopie infrarouge (IRTF) .

III.2.1 Protocole expérimentale pour l'analyse du fruit et l'emballage

➤ Pour l'emballage

Nous avons utilisé deux boîtes à fruits, fabriqué dans les mêmes mesures et mêmes conditions à GENERAL EMBALLAGE, l'une est utilisée comme un échantillon témoins (sans conservation du fruit à l'intérieur du la boîte), et l'autre est utilisée pour la conservation de nèfle pour une période de 10 jours, dans un réfrigérateur.

Pour l'analyse, nous avons coupé la boîte en petit morceau, ensuite, par agitation, pendant 24H nous avons dissout les petits morceaux dans le chloroforme (**figure III.14**), par la suite, la solution récupéré est filtrée, est analysée par la spectroscopie infrarouge.



Figure III.14 : protocole de dissolution du carton.

➤ **Pour le fruit**

Pour le fruit, nous avons utilisé une masse de nèfle avant conservation, et une autre après conservation, et les deux sont récolté du même arbre.

Pour le mode opératoire, nous avons fait une simple extraction du jus de fruit vu que la nèfle est riche en eau et juteuse (**figure III.15**), ensuite, Nous avons dilué le jus récupéré dans l'eau, Nous l'avons analysé par la suite par la spectroscopie l'UV visible et infrarouge.

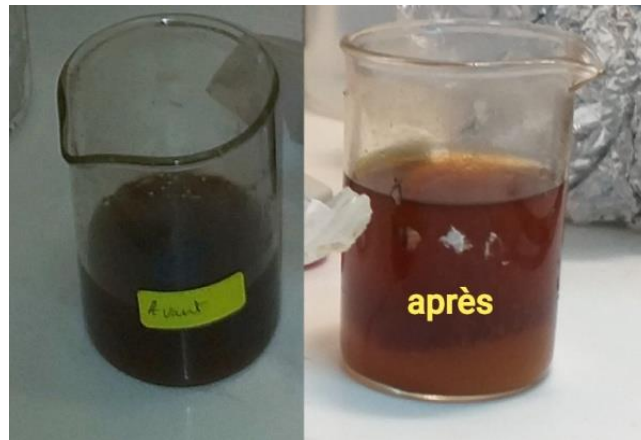


Figure III.15 : extraction du jus de fruit avant et après conservation.

III.2.2. La spectroscopie UV-Vis

La spectroscopie UV-Visible consiste à soumettre une solution à un rayonnement de photons dont les longueurs d'onde sont dans le domaine des ultraviolets (de 190 à 400 nm) et dans celui du visible (de 400 à 700 nm). Sous l'effet de ce rayonnement, les composés en solution sont susceptibles de subir l'excitation de certains de leurs électrons de valence. Il en résulte une absorption à une longueur d'onde donnée. Cette absorption peut être directement reliée à la concentration de l'espèce absorbante par la loi de Beer-Lambert (**Pellegrin, 2013**)

$$A_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} * c * e \text{ avec}$$

- ❖ λ : la longueur d'onde (nm).
- ❖ A_{λ} : l'absorbance.
- ❖ ϵ_{λ} : le coefficient d'absorption molaire (M-1 cm-1).
- ❖ C : La concentration molaire de l'espèce absorbante (M).
- ❖ e : L'épaisseur de la cuve de mesure (cm).

Dans notre cas, nous avons suivis les mêmes étapes que l'analyse FTIR pour préparer les échantillons, comme nous l'avons indiqué en dessus mais ça concerne juste le fruit nèfle, à savoir que, des dilutions été préparer a 50% pour avoir des spectres plus grands et plus clair.

Les mesures de spectroscopie UV-Visible ont été enregistrées sur un spectrophotomètre Thermo SCIENTIFIC (**figure III.17**) muni d'un logiciel de traitement « vision pro » selon les conditions opératoires suivantes :

- ❖ La cellule de mesures : cuve en quartz ;
- ❖ Mode d'analyse : Absorbance ;
- ❖ Vitesse de balayage : 1200 nm/min ;
- ❖ Bande passante : 1nm ;
- ❖ Étendue : 800 nm- 200 nm ;
- ❖ Temps d'intégration : 0.05 s ;
- ❖ Intervalle de mesure : 1,00 nm.



Figure III.16 : Spectrophotomètre UV-visible de marque Thermo SCIETIFIC.

III.2.3. Analyse IR : Spectroscopie infrarouge (FTIR)

La spectroscopie infrarouge est une méthode rapide permettant la caractérisation des groupements fonctionnels et des composants majeurs de différents échantillons. Cette technique analytique consiste à produire un rayonnement infrarouge et lorsque la molécule reçoit ce rayonnement à une fréquence où elle peut entrer en résonance, celle-ci absorbe cette énergie et l'amplitude de ses vibrations se trouve augmentée.

Les spectres FTIR des solutions préparés, emballages avant et après contact, fruit avant et après contact, ont été réalisés sur un spectromètre à transformée de Fourier de marque Affinity-1 SHIMADZU pilotée avec un ordinateur doté d'un logiciel IRsolution par l'intermédiaire du quel les différents traitements informatiques ont été réalisés. Les conditions opératoires sont :

- ❖ Résolution : 4 cm⁻¹.
- ❖ Nombre de scans : 120.
- ❖ Gamme de nombre d'ondes : 4000 cm⁻¹ à 400 cm⁻¹.



Figure III.17 : Spectromètre a transformée de Fourier de marque Affinity-1 SHMADZU.

Chapitre IV

Chapitre IV : Résultats et discussion.

Ce dernier chapitre est consacré dans un premier temps, dans le suivi de processus du développement d'un plateau en fruit, les différents caractères misent en places, jusqu'à la réalisation de la maquette, et dans un deuxième temps, la conservation et l'évaluation de l'inertie de ce plateau en fruit destiné à contenir la nêfle.

Partie 1 : développement d'un plateau en carton ondulé destinée à contenir des fruits et légumes frais

IV.1. Matière première

IV.1.1. Test d'humidité

Le **tableau IV.1** ci-dessous présente les valeurs d'humidité trouvée après les mesures pour chaque bobine de papiers et les valeurs d'humidité donnés par le fournisseur dans les fiches techniques. Nous constatons que les valeurs obtenues sont dans les normes.

Tableau IV.1 : valeurs d'humidité pour les papiers utilisés.

	SKB 170	HS 150	KE 200	HS 190
Valeur d'humidité(%)	8.5	8.1	7.23	8.8
Valeur d'humidité seuil(%)	8	9	5-9	9

IV.1.2. Test de grammage

Le **tableau IV.2** ci-dessous présente les valeurs de grammages fournis dans la première ligne, les valeurs trouvées après les mesures pour chaque bobine de papiers dans la deuxième et le taux de tolérance dans la troisième. Nous constatons que les valeurs trouvées sont acceptables.

Tableau IV.2 : valeurs de grammages pour les papiers utilisés.

	SKB 170	HS 150	KE 200	HS 190
Poids(g)	171.07	148.43	199.04	191.03
La tolérance(g)	±3	±3	±3	±3

IV.1.3. Test SCT : pour la cannelure et la couche externe

Le **tableau IV.3** présente les valeurs de test SCT pour chaque papier. La deuxième ligne du tableau montre les valeurs mesurées dans le laboratoire, et les valeurs sensées trouvées dans la troisième. Nous jugeons la tolérance des valeurs expérimentales.

Tableau IV.3 : valeurs de SCT le papier cannelure et le papier de couche externe.

	Skb170	HS150	HS190
valeurs expérimentales(KN /m)	3.14	3.03	4.83
Valeurs caractéristiques cible (KN /m)	2.9	3	4.8

IV.1.4. Test d'éclatement

Le **tableau IV.4** ci-dessous présente les valeurs d'éclatements trouvées après le test d'éclatement et les valeurs trouvées dans la fiche technique des deux papiers comme l'indique les colonnes du tableau, les valeurs sont un peu différentes mais comme ils les ont indiquées au laboratoire de l'entreprise, elles sont acceptables.

Tableau IV.4 : valeurs d'éclatement pour le kraft écru et saikraf blanc.

	Skb170	KE200
Valeurs expérimentales (kpas)	414.68	469.25
Valeurs caractéristiques cibles (kpas)	374	520

IV.1.5. Test Cobb 60 pour les papiers couverture

Ce **tableau IV.5** introduit les valeurs de Cobb 60, la deuxième ligne du tableau nous présente les valeurs mesurées dans le laboratoire et les valeurs de la troisième ligne nous présente les valeurs fournis dans les fiches techniques de chaque papier comme l'indique les colonnes, en comparant les valeurs, nous remarquons que les valeurs trouvées sont acceptables et dans les normes.

Tableau IV.5 : valeurs de Cobb 60 pour les papiers couvertures.

	SKB 170	KE 200
Valeurs expérimentales (g /m²)	26.33	29.7
Valeurs caractéristiques cibles (g /m²)	25	30

IV.1.6 Test de CMT

Le **tableau IV.6** suivant introduit la valeur mesuré de test CMT pour le papier Hidrosaica de grammage 150 dans la deuxième ligne et la valeur donnée par le fournisseur dans la troisième ; On constate une déférence de 30 N qui est jugée acceptable.

Tableau IV.6 : valeur de CMT pour le papier cannelures.

	HS 150
Valeurs théoriques(N)	330
Valeurs caractéristiques cibles(N)	364.8

IV.2. Emballage fini

IV.2.1 Différents test fait sur l’emballage fini

◆ Résultat des analyses dans les conditions suivantes :

Température égale à 23°C et l’humidité égale à 50%.

Le **tableau IV.7** présente les différentes analyses effectuées sur l’emballage en carton ondulé dans la deuxième ligne et les valeurs obtenues dans la troisième ; les valeurs obtenues sont jugées bonne et conforme ; surtout la valeur de la RCV présentée dans le graphe et la **figure IV.1** ; elle nous rassure que notre emballage est puissant. Et à partir de cette valeur on va trouver le nombre de plateau à gerber dans la palette de transport et le nombre de kg à gerber et ces calculs sont effectués dans la partie qui suit.

Tableau IV.7 : les caractéristiques du plateau en carton ondulé.

Caractéristiques	Composition	Type du support	Epaisseur (mm)	Grammage (g/m ²)	ECT (KN/m)	ECT moy	RCV (N)
Méthodes de mesure	ISO 3039	visuel	ISO 3034	ISO 50036	ISO 3037	ISO 3037	ISO 12048
Plateau fruits 5kg 500 *300* 70	SKB170*HS150* KE200*HS190* KE200	BC blanc	658.58	1057.1 ±3%	15.77- 16.40	16.14	5002

Le graphe de la RCV (**Figure IV.1**) obtenu à partir de box compression test est :

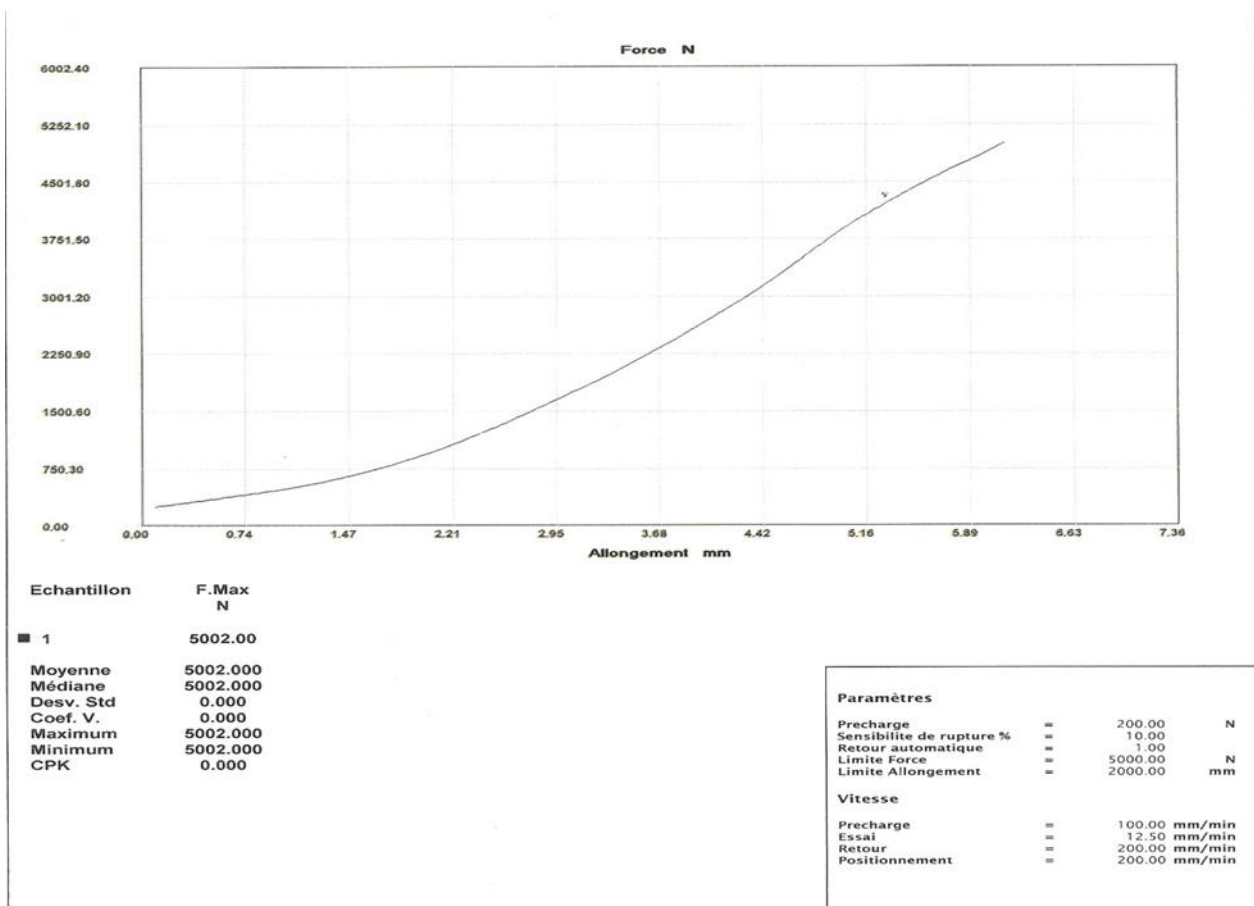


Figure IV.1 le graphe de la RCV.

IV.2.2. Calcul du nombre de gerbage

A partir de l'équation de la RCV on aura :

✓ Nbr de gerbage = $\text{RCV} / (\text{poids} * \text{gravité} * \text{facteur de sécurité})$.

Nbr de gerbage = $5002 / (5 * 10 * 4)$ \longrightarrow Nbr de gerbage = 15 rangs

✓ Le nombre de kg à gerber = nbr de gerbage * nbr de kg par plateau

Le nombre de kg à gerber = $15 * 5$

Le nombre de kg à gerber = 75 kg

❖ Calcul des démentions majorées :

$L_m = 492 + 8$ \longrightarrow $L_m = 500$ cm

$l_m = 292 + 8$ \longrightarrow $l_m = 300$ cm

$h_m = 65 + 5$ \longrightarrow $h_m = 70$ cm

Le plateau obtenu après les étapes précédentes :

Après le calcul on a abouti à un plateau qui est présenté dans la **(Figure IV.2)**.

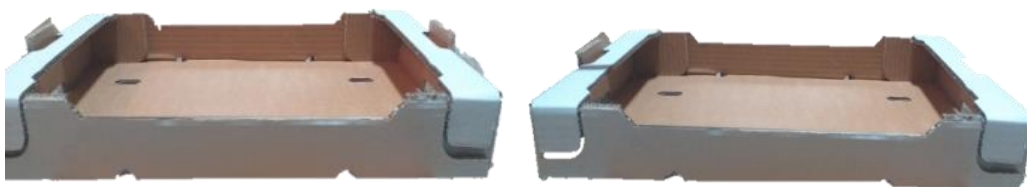


Figure IV.2. Plateau en carton ondulé.

Partie II : étude de l'inertie d'un emballage en carton ondulé

IV.1. L'humidité

L'humidité est l'un des paramètres qui indique l'état de la fraîcheur des fruits et légumes.

D'après les résultats du **tableau IV.8**, on constate une certaine augmentation d'humidité après une conservation de 10 jours de la nêfle dans le plateau en carton ondulé.

Lorsqu'un emballage renferme une certaine humidité, cela entraîne une accumulation d'éthylène, un gaz produit par les fruits, alors, ces derniers, ont tendance à pourrir plus vite.

Tableau IV.8 : valeur d'humidité du fruit avant et après conservation.

	Valeur d'humidité (%)
Avant conservation	83.695
Après conservation	84.356

IV.2. Etude de l'inertie de l'emballage en carton ondulé mis en contact avec la nèfle :

IV.2.1 Analyse par l'UV visible :

A. Pour l'emballage

Pour mettre en évidence l'éventuel changement dans la constitution de l'emballage avant et après conservation de la nèfle pendant 10 jours, nous avons analysé par l'UV-visible la solution dont on a dissous le carton avant et après contact.

Le spectre obtenu par UV-visible est présentés dans la figure suivante :

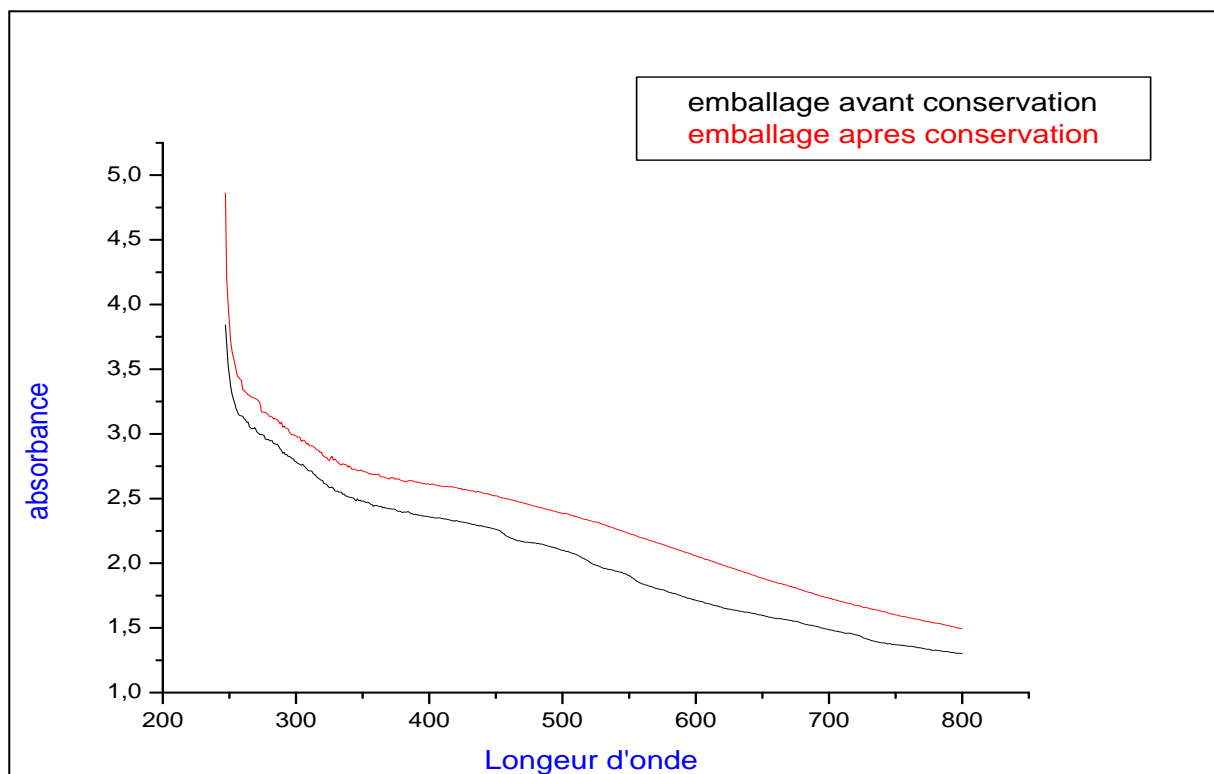


Figure IV.3 : Les spectres d'absorbance UV-Visible de l'emballage avant et après conservation.

D'après la **figure IV.3**. Obtenue, on remarque aucun changement n'est enregistré, Les deux spectres sont presque superposés.

Pendant toute la période de conservation, nous pouvons conclure que l'emballage en carton ondulé reste stable, aucune modification dans la composition de l'emballage même

après conservation de la Nèfle pendant 10 jours, vu qu'aucun absorbant n'a été apparu ou disparu sur le spectre après conservation.

B. Pour le fruit

Pour mettre en évidence l'éventuel changement dans la composition de la Nèfle avant et après conservation pendant 10 jours, nous avons analysé par l'UV-visible de la solution diluée du jus obtenue à partir de la Nèfle avant et après conservation.

Le spectre obtenu par UV-visible est présenté dans les figures suivantes :

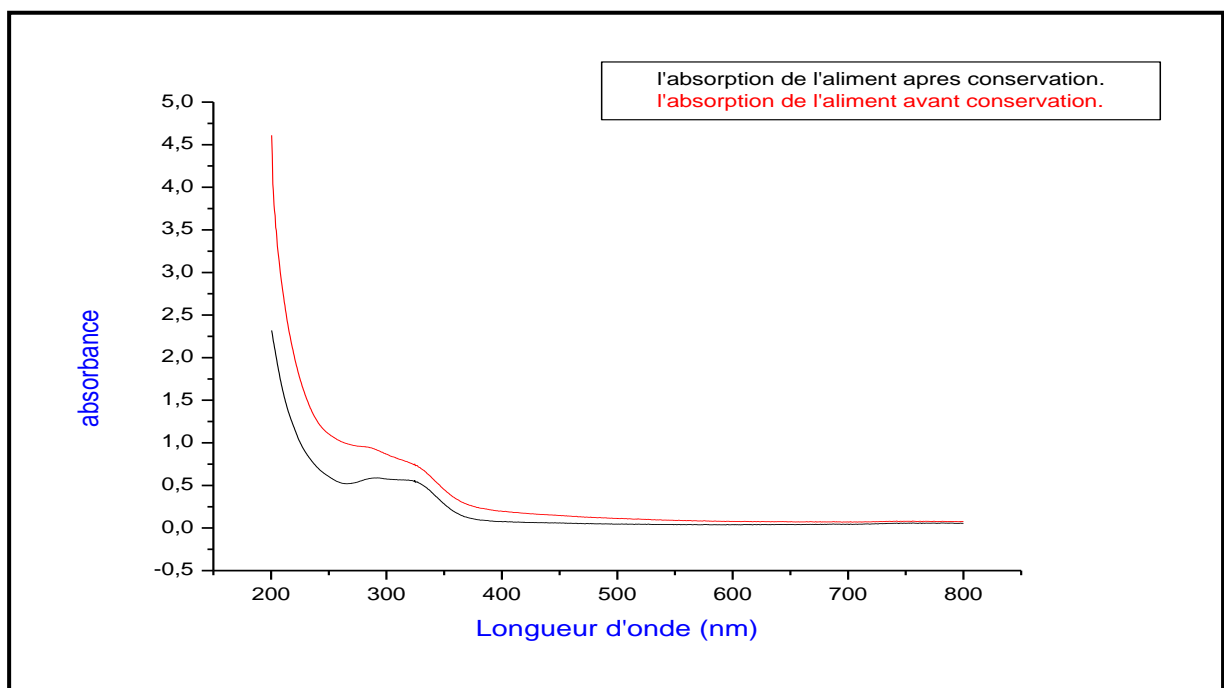


Figure IV.4 : Les spectres d'absorbance UV-Visible de la Nèfle avant et après conservation

D'après la **figure IV.4**, nous ne remarquons aucune apparition de la bande d'absorbance sur le spectre de la Nèfle après conservation pendant 10 jours.

Pendant toute la période de conservation, nous pouvons conclure que le fruit n'a pas subi une modification dans la composition provenant de l'emballage vu qu'aucun absorbant dans l'UV n'a été enregistré dans le spectre de la Nèfle après conservation dans un plateau en carton ondulé.

IV. 2.2 Analyse par l'infrarouge :

A. Pour l'emballage :

Les spectres d'emballage avant et après conservation, et qui sont analysés également par l'infrarouge, sont représentés dans la **Figure IV.5**.

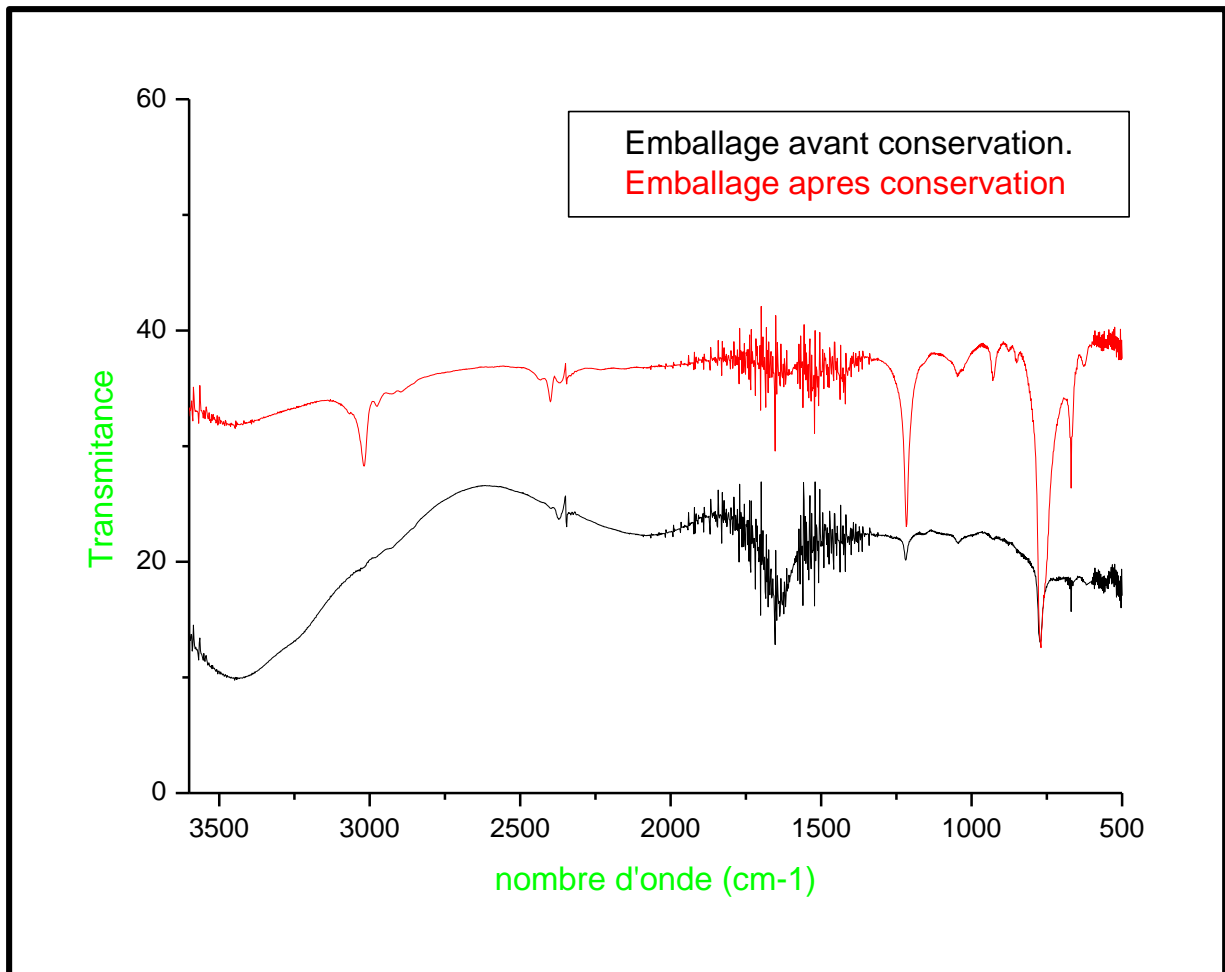
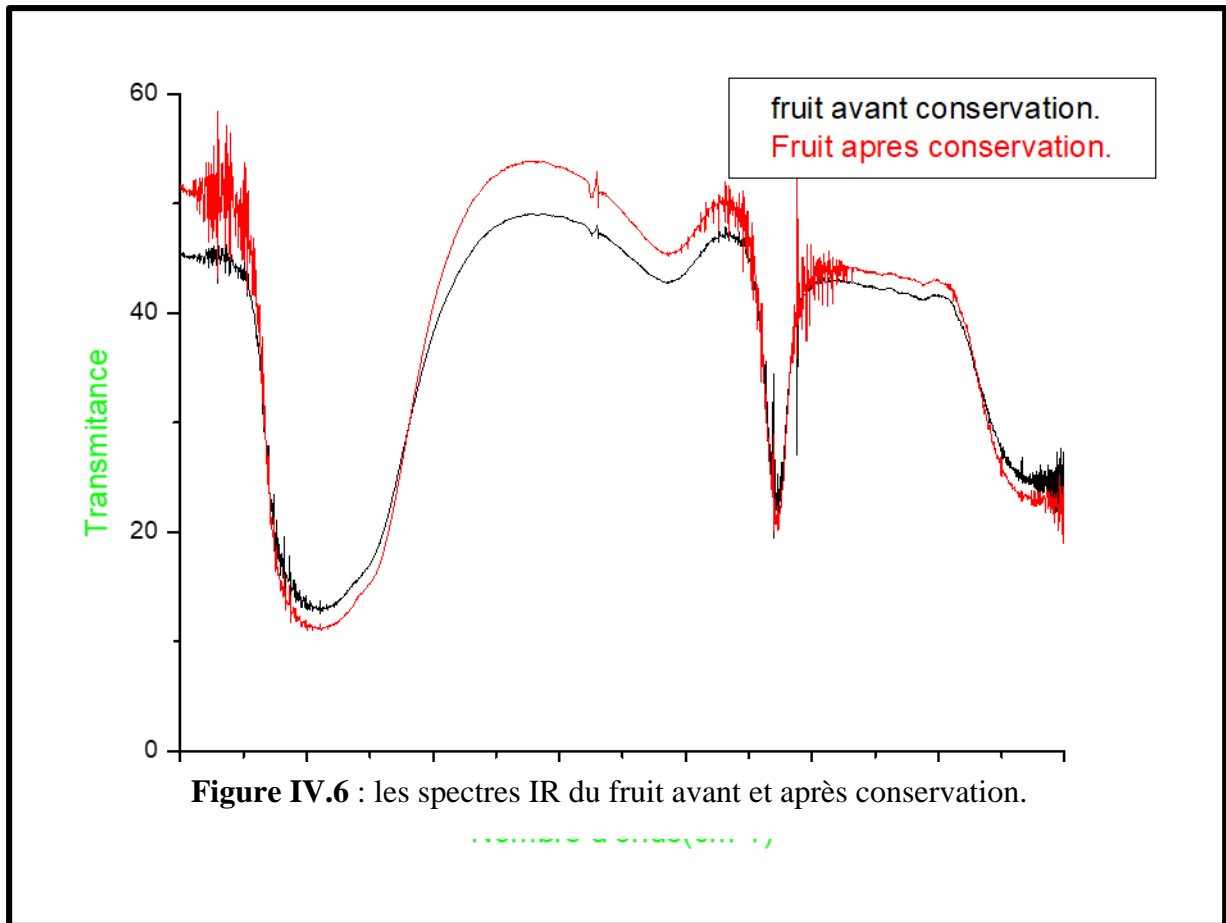


Figure IV.5 : Les spectres IR de l'emballage avant et après conservation

La superposition des spectres nous a permis de constater une apparition de deux (02) pics vers 1250 et 750, d'une intensité fine. Ces pics reviennent à la présence des constituants organiques après conservation voir que le spectre d'emballage avant contact (témoin) ne présente pas ces pics caractéristiques.

B. Le fruit

Nous remarquons, la superposition des spectres avant et après conservation, même avec variation du temps.

Cela indique que le fruit reste intact même après 10 jours de conservation, vu l'allure du spectre, la Nèfle avant conservation est identique à celui de la Nèfle après conservation. Ce résultat confirme également les résultats obtenus avec la spectroscopie UV-visible.

Conclusion

Conclusion générale

Notre travail est réalisé en deux parties, la première partie déroulée au sein de la SPA générale emballage est consacrée aux étapes de réalisation de l'emballage en carton ondulé qui est le plateau à fruit à base de kraft paraffiné, et les différents tests effectués ont permis de constater que ce soit pour la matière première qui est le papier ou le produit fini qui est le plateau.

D'après les résultats des tests sur les différents papiers (SKB200, HS150, KE 200, HS190, KE 200 paraffiné), nous concluons que le papier reçu satisfait les valeurs normales données par le fournisseur du papier.

Pour les tests faits sur l'emballage ou le plateau à fruit, ils nous ont donné une idée sur le nombre de plateau à gerber, le poids du fruit à supporter par le premier plateau, et le type de palette de transport à utiliser.

La deuxième partie déroulée au laboratoire LMO, elle est consacrée à l'évaluation du plateau à fruit réalisé à GE, et d'après les résultats obtenus, nous avons constaté qu'il n'y a aucun impact de l'emballage sur le fruit.

En conclusion, pour un fruit, un environnement sain et une santé saine nous optons à l'utilisation des emballages en carton car, ils sont bio-sourcés et inertes vis-à-vis de l'aliment.

Perspectives

En termes de perspectives au travail réalisé, nous proposons de :

- ✓ Augmenter le temps de contact pour bien cerner le phénomène d'humidité.
- ✓ Réaliser des tests et des protocoles expérimentaux pour mesurer le taux de paraffine et la perméabilité à la vapeur d'eau
- ✓ Effectuer des tests microbiologiques sur l'emballage et le fruit (avant et après la conservation).
- ✓ Caractérisation par la microscopie à balayage électronique la surface de contact de l'emballage avant et après conservation (pour justifier l'apparition des deux (O₂) pics sur le spectre de l'emballage après contact).
- ✓ Une analyse sensorielle pour le fruit avant et après conservation.
- ✓ Étude comparative pour un carton simple et double face (l'effet de nombre de cannelure sur le produit emballé).

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

-A-

Auras R et all, 2006. Sorption of ethylacetate and d-limonene in Polylactidepolymers. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 86, pp. 648–656.

-B-

Barreto et all, 2009. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. *J Braz Chem Soc* 20.

Benjelloun A, 2007-2008. La fabrication du carton ondulé.

Bhs corrugated (Bhs) Papier de la matière première au stockage correct.

Bureau G et Multon J.L, 1989. L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation, Edition Lavoisier, TEC & DOC, Paris.

Boussoum M.o, 2012. Etude de méthode de traitement pour diminuer la migration à partir des emballages en PVC .Thèse de doctorat.

-C-

Chen et all, 2003, Relation observées et modélisées entre les variables climatiques de l'arctique.

-D-

Dardé C, décembre 2000, Bulletin du réseau TPA.

Delaunay Y, 1999. Sécurité des aliments et emballage, technique de l'ingénieur traité génie des procédés.

-G-

Ghali S, 2017 ; Nanotechnologie et emballages alimentaires : enjeux, acteurs et impacts, mémoire de la maîtrise en science de l'environnement, Université du Québec, Canada.

-H-

Hamdani M et all, 1996. Le rôle de la sélectivité des interactions entre simulateur et migrants pour le choix d'un milieu simulateur d'aliment gras, *Ann.Fals.Exp.Chim.*, N° 936, Paris ,189-196p.

HAOUES N, 2009. Contribution à la modélisation des structures sandwich de type carton ondulé, mémoire de magister, université de Biskra.

Références bibliographiques

Hernandez P et al, 1999.Effect of Sorbed Oil on Food Aroma Loss through Packaging Materials. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 47, pp.4370-4374.

-L-

Lickly L et al.1995.Migration of styrene from polystyrene From Food-contact Articles. Food and Chemical Toxicology,Vol. 33.

LNE., 10 Décembre 2013, Contact Alimentaire.

LNE., 8 Novembre2013, Contact Alimentaire.

-M-

Mathlouthi M, 2008.Emballage et conservation des produits alimentaires. Edition Polytechnica.

Michael B, 2011.The corrugated industry in pursuit of excellence. Edition Brunt on Technical Publications.

Morton J.F, 1987.In: Fruits of Warm Climates, Creative Resource Systems. Edition Loquat,Winterville,FL.

-N-

Nir et al, 1996.Sorption and Migration of Organic Liquids in Polyethylene Terephthalate. Polymer Engineering and Science, Vol. 36, N°. 6, pp. 862-868.

-O-

Oussama Z, 2008.Contribution à l'étude et à la modélisation de l'influence des phénomènes de transferts de masse sur le comportement mécanique de flacons en polypropylène .thèse de doctorat de l'université de paris –est.

-P-

Piergiovanni L, Limbo S,2016, Food packaging materials, Springer.

Pellegrin B ,2013.Analyse multi-échelle de la dégradation de membranes d'ultrafiltration en Polyéther sulfone / poly(N-vinyl pyrrolidone) en conditions d'usage, thèse de doctorat, Université Toulouse III-Paul Sabatier, France.

Références bibliographiques

-R-

Rocher E, 2008.Conditionnement et emballage, EYROLLES. Edition d'organisation.

-S-

Saou A, AzibS , 2016,étude des échanges contenu contenant ; cas de la boîte à pizza, mémoire de licence professionnelle, université de Tlemcen,.

SAKKA B, 2013.Responsable de business unit Tunisia, étude de projet sur les plateaux pour fruit et légume en carton ondulé.

Severin I, et all, 2010.Évaluation et gestion des risques Matériaux D'emballage à contact alimentaire, université de Bourgogne, France.

Schwoppe A. D et all ,1987. Migration of BHT and inrganox 1010 from low-density polyethylene (LDPE) to foods and food-simulating liquids. Food and chemical Toxicology, Vol. 5, pp. 317-326.

-T-

TAIBI A,2017. Contrôle qualité physico-chimiques et mécaniques des emballages alimentaires (Cas du carton ondulé), mémoire de master, université de Tlemcen.

Tawfik et all.1998. Influence of D-limonene absorption on the physical properties of refillable PET. Food chemistry, Vol.61.

-U-

Ullsten N. H et all.2003. A new test method based on headspace Value%20Chain%20Waste.

-V-

Virginillo, M. G, 2011.Méthode d'analyse du cycle de vie des emballages, mémoire pour l'obtention du grade maitre des sciences, Université Laval, Québec, Canada.

-Sites WEB-

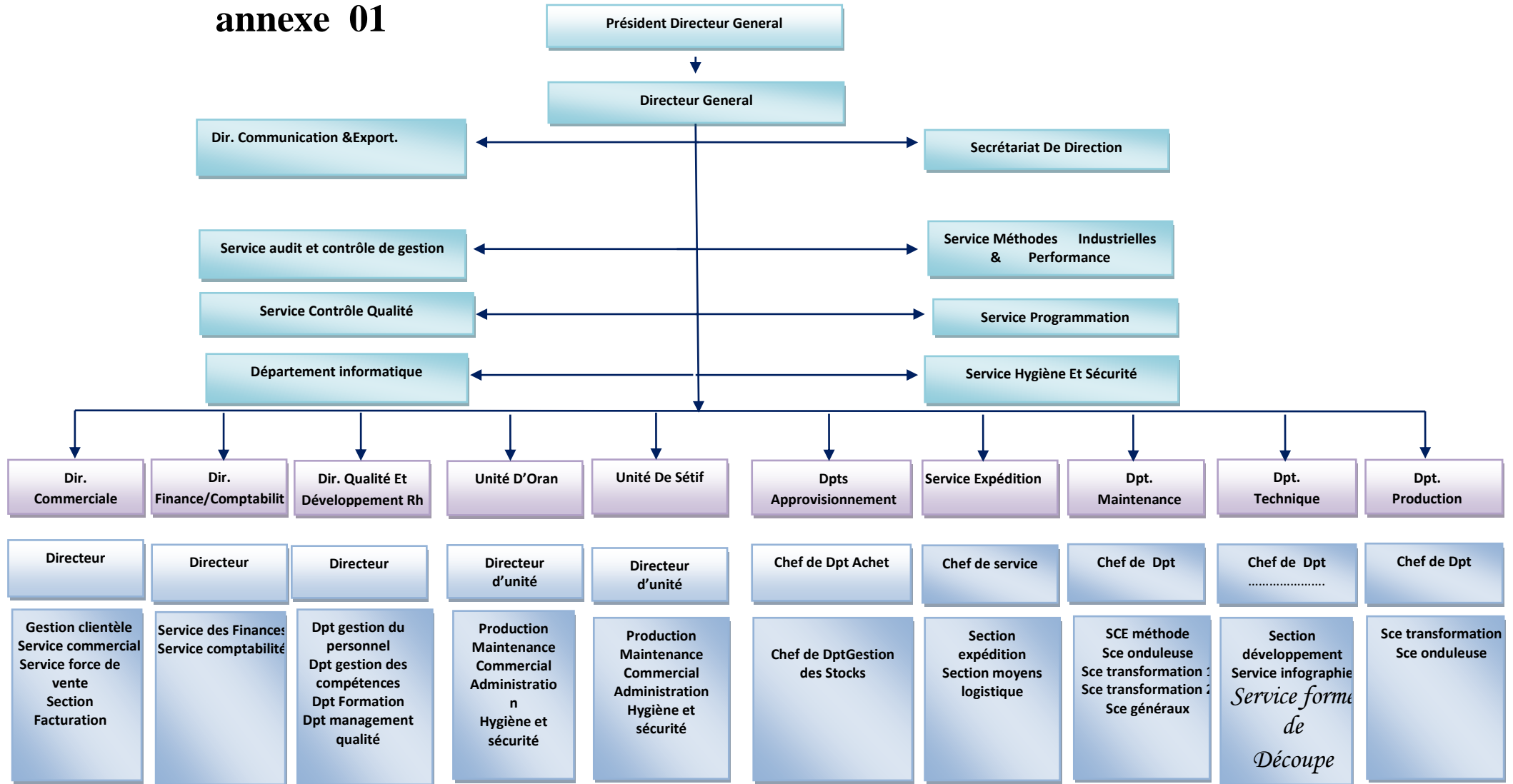
<http://www.cartononduledefrance.org/>

<https://www.economie.gouv.fr/>

<https://www.commerce.gov.dz/>

Annexes

annexe 01



Annexe 02



ELLEN W. COBB
SR. MANAGER, CSR & PRODUCT STEWARDSHIP

Friday, March 26, 2021

General Emballage
06200 ZAC TAHARACT
AKBOU
BEJAIA DZ

Attn: Valued Margareth Schorn

Re: FDA Guaranty for Containerboard Products
(Liner; All US Containerboard Mills)

Dear Valued Schorn:

IP provides this Guaranty Letter to you solely for the purpose set forth in Section 303 (c)(2) of the Federal Food, Drug and Cosmetic Act (FFDCA). Each shipment or other delivery of International Paper's containerboard products mentioned above for direct food contact use is covered by the following guaranty with limitations for BRITE TOP® liner (a white top linerboard) as described below.

We guarantee that these products are, at the date of shipment or delivery, not adulterated or misbranded within the meaning of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, and are not products which may not be introduced into interstate commerce under applicable provisions of the FFDCA. This guaranty includes compliance with 21 CFR 176.170 (components of paper and paperboard in contact with aqueous and fatty foods), 21 CFR 176.180 (components of paper and paperboard in contact with dry foods) and 21 CFR 176.260 (pulp from reclaimed fiber), as applicable. Under 21 CFR 176.170 (components of paper and paperboard in contact with aqueous and fatty foods), BRITE TOP liners are subject to limitations. BRITE TOP liners are approved for use with dry and fatty foods and with produce, fruit, and nuts. Use of BRITE TOP liners with other aqueous foods requires a functional barrier (such as a primary package or a poly liner) between the BRITE TOP liner and the food. BRITE TOP liners are acceptable for use in non-contact applications such as on the outside of a box.

This guaranty specifically covers conditions of use B through G as described in Table 2 of 21 CFR 176.170(c) and is supported by extraction testing of representative containerboard products conducted by a third party laboratory.

By your acceptance of this guaranty, you agree to notify the undersigned in writing of any claim or charge or violation of said Federal Law pertaining to the products we sold to you. In the event of any civil action of libel against you, alleging any adulteration or misbranding of your products which could in any way be caused by your use of the products sold by us, we shall have the right at our option to participate in or assume complete management of such proceeding if consistent with any contractual agreement(s) between IP and your company. If the contractual arrangement(s) are silent on this point, then this letter shall control relative to this issue. This guaranty is not assignable and is a continuing guaranty subject to written revocation. This guaranty revokes and supersedes all prior guaranties and is deemed to be part of each of our orders, acknowledgments and invoices covering your business and is subject to any limitations contained in our standard terms and conditions of sale.

Very truly yours,

Annexe 02



ELLEN W. COBB
SR. MANAGER, CSR & PRODUCT STEWARDSHIP

Friday, March 26, 2021

General Emballage
06200 ZAC TAHARACTH
AKBOU
BEJAIA DZ

Attn: Valued Margareth Schorn

Re: Food Allergen Information for Containerboard Products
(Liner; All US Containerboard Mills)

Dear Valued Schorn:

To the best of our knowledge, there are no product or process additives used in the production of the above named containerboard products that are derived from materials sourced from any of the fourteen known food groups and types responsible for most human allergic reactions to foods as listed in the U.S. Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 and in Annex II of Regulation (EU) No 1169/2011. These food types include peanuts, tree nuts, eggs, milk, grains containing gluten (wheat, spelt, rye, barley, or oats), soybeans, fish, crustaceans, celery, mustard, sesame seeds, mollusks, lupines, and sulfur dioxide and sulfites. The products listed above will be free of such allergens as shipped or delivered.

Very truly yours,

A handwritten signature in cursive script that reads "Ellen W. Cobb".

Ellen W. Cobb

c: Emily Ralph

Contact your sales representative for further information.

LEGAL NOTICE: Nothing in this letter provides an implied warranty of fitness for a particular purpose as that term is understood in the Uniform Commercial Code. Nothing in this letter modifies, changes and or replaces contractual language that exists between IP and your company. If there is disagreement between this letter and any contractual language, the latter controls. Laws frequently change and nothing in this letter relieves your company from any independent duty it may have to comply with applicable law. Nothing in this letter applies to product that is altered, in any way, by any third party. Since the particular uses and the actual conditions of use of our products are beyond our control, establishing satisfactory and legally compliant performance of our products for the intended application is the customer's sole responsibility.

Annexe 03



DÉCLARATION DE CONFORMITÉ

IBERCERAS, société enregistré dans le Ministère de la Santé avec le numéro d'Enregistrement de Santé 39.02238/CC, qui fabrique matériaux conformes au contact alimentaire et ayant son siège social à C/ Julián Camarillo, 4 Edificio 37 C 3ª planta, 28037 Madrid.

DECLARE:

Que le produit EMULSIBER T-9552 CT est conforme aux normes suivantes:

- **RÈGLEMENT (EC) No 1935/2004 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL** du 27 Octobre 2004 sur les Directives 80/590/EEC et 89/109/EEC concernant les matériaux et les articles destinés au contact alimentaire et la politique de déchets.

Ce règlement détermine dans son Article 5 une série de mesures spécifiques pour des groupes de matériaux et des articles (Annexe I); jusqu'à cette date, ces mesures ne se sont pas établies pour les cires.

Sur l'Article 6 il est donc mentionné que dans l'absence des mesures spécifiques concernant l'Article 5, les États Membres peuvent maintenir ou adopter des dispositions conformes au Traité.

- **RÈGLEMENT (EC) No 2023/2006** daté le 22 December 2006 sur les bonnes pratiques pour des matériaux et des articles destinés au contact alimentaire.

- **RÈGLEMENT (EU) No 10/2011** daté le 14 January 2011 sur les matériaux et les articles destinés au contact alimentaire.

Les cires utilisés dans le produit EMULSIBER T-9552 CT sont indiqués sur l'Annexe 1, reference n° 95858, qui correspond à la denomination "cires, charges d'hydrocarbures synthétiques paraffiniques, raffinés, à base des dérivés du pétrole, faible viscosité"

- **MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (B.O.E. N° 282 de 24/11/1982). Resolución de 4 de noviembre de 1982 de la Subsecretaría para la Sanidad por la que se aprueban la lista positiva de sustancias para la fabricación de compuestos macromoleculares, la lista de migraciones máximas en pruebas de cesión, las condiciones de pureza para las materias colorantes empleadas en los mismos productos, y la lista de los materiales poliméricos adecuados para la fabricación de envases y otros utensilios que puedan estar en contacto con los productos alimenticios.**

Annexe 03



DÉCLARATION DE CONFORMITÉ

IBERCERAS, société enregistrée dans le Ministère de la Santé avec le numéro d'enregistrement de Santé 39.02238/CC, qui fabrique matériaux conformes au contact alimentaire et ayant son siège social à C/ Julián Camarillo, 4 Edificio 37 C 3ª planta, 28037 Madrid.

DECLARE:

Que le produit EMULSIBER T-9552 CT est conforme aux normes suivantes:

- **RÈGLEMENT (EC) No 1935/2004 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL** du 27 Octobre 2004 sur les Directives 80/590/EEC et 89/109/EEC concernant les matériaux et les articles destinés au contact alimentaire et la politique de déchets.

Ce règlement détermine dans son Article 5 une série de mesures spécifiques pour des groupes de matériaux et des articles (Annexe I); jusqu'à cette date, ces mesures ne se sont pas établies pour les cires.

Sur l'Article 6 il est donc mentionné que dans l'absence des mesures spécifiques concernant l'Article 5, les États Membres peuvent maintenir ou adopter des dispositions conformes au Traité.

- **RÈGLEMENT (EC) No 2023/2006** daté le 22 December 2006 sur les bonnes pratiques pour des matériaux et des articles destinés au contact alimentaire.

- **RÈGLEMENT (EU) No 10/2011** daté le 14 January 2011 sur les matériaux et les articles destinés au contact alimentaire.

Les cires utilisés dans le produit EMULSIBER T-9552 CT sont indiqués sur l'Annexe 1, référence n° 95858, qui correspond à la dénomination "cires, charges d'hydrocarbures synthétiques paraffiniques, raffinés, à base des dérivés du pétrole, faible viscosité"

- **MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (B.O.E. N° 282 de 24/11/1982). Resolución de 4 de noviembre de 1982 de la Subsecretaría para la Sanidad por la que se aprueban la lista positiva de sustancias para la fabricación de compuestos macromoleculares, la lista de migraciones máximas en pruebas de cesión, las condiciones de pureza para las materias colorantes empleadas en los mismos productos, y la lista de los materiales poliméricos adecuados para la fabricación de envases y otros utensilios que puedan estar en contacto con los productos alimenticios.**

Annexe 03



- Decreto Ministeriale italiano 21.03.1973 (S.O. alla Gazzetta Ufficiale 20 aprile 1973, n. 104) *Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze d'uso personale.*
- Les matières utilisées dans la fabrication du produit EMULSIBER T-9552 CT sont conformes à la Recommandation BfR XXV allemande sur les paraffines dures, cires microcristallines et les mélanges de ces substances avec des cires, résines et plastiques.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION Code of Federal Regulations, (CFR) Title 21 Sec.:
 - 176.170 "Components of paper and paperboard in contact with aqueous and fatty foods"
 - 176.180 "Components of paper and paperboard in contact with dry food"
 - 175.300 "Resinous and polymeric coatings"

Notre responsabilité est référée au produit mentionné, tel que livré, et elle ne peut pas s'étendre à toute transformation qui puisse entraîner un changement dans la nature de la matière ou à toute la vérification de la compatibilité de l'utilisateur du produit fini ou de son transformeur avec l'utilisation prévue (par exemple, des limites de migration ou des autres restrictions).

L'information mentionné représente notre connaissance au moment de cette déclaration. Cette garantie est limitée seulement à l'emballage d'origine, mais elle n'est pas valable pour des procédés ultérieurs.

IBERCERAS

David Marín
Technical Manager


Annexe 04

File :P:\Dossier d'Etude\Forme de Decoupe\ECHANTILLONSAKBOUAA20479_AA2007237.des Date 16 / 05 / 21

PICADOR Packaging		FICHE TECHNIQUE No	IMPRESSION
PALETTISATION BOX <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> D PALETTE PERDUE <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> E FORMAT PALETTE HAUTEUR TOTALE <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> F QUANTITE PALETTE <input type="checkbox"/> CAS SPECIAL <input type="checkbox"/> G		NOM SPA GENARAL EMBALLAGE QUALITE DDBC BLANC SKB170 / HS150 / KE200 / HS190 / KE200 REFERENCE PLATEAU A FRUITS ET LEGUMES 500*300*70 05KG FORMAT PLAQUE LZ 722 / LC 462 COTES INTERIEURES DIM DE BASE 492*292*65	NOTES : COULEURS CLICHES-MYLARS FORMES ESTAMPILLES <input type="checkbox"/> LNE RESY <input type="checkbox"/> USA ADEF <input type="checkbox"/> CLIENT
Nbre de COUCHES PAQUETS DE 5 10 15 20 25 FICILES NON FICILES PALETTE FILMEE FEUILLARDS FICHES TECHNIQUES ANNEXES FT 1 : FT 2 : FT 3 : MP002 :			TECHNIQUE RABATS <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> R JONCTION COLLEE AGRAFEE MACHINES SLOTTER DECOUPE AGRAFAGE CASIERS AUTOMAN
722 AT MESSAOUDIENE GENERAL EMBALLAGE			

Annexe 05



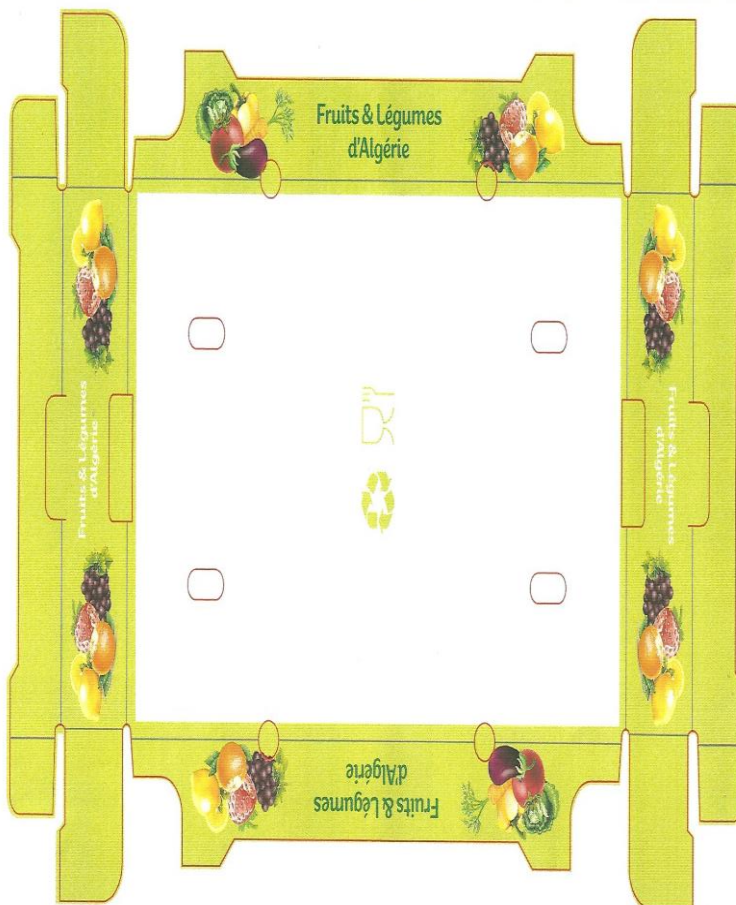
GENERAL EMBALLAGE

INDUSTRIE DU CARTON ONDULE

GENERAL EMBALLAGE | Algérie | Tunisie

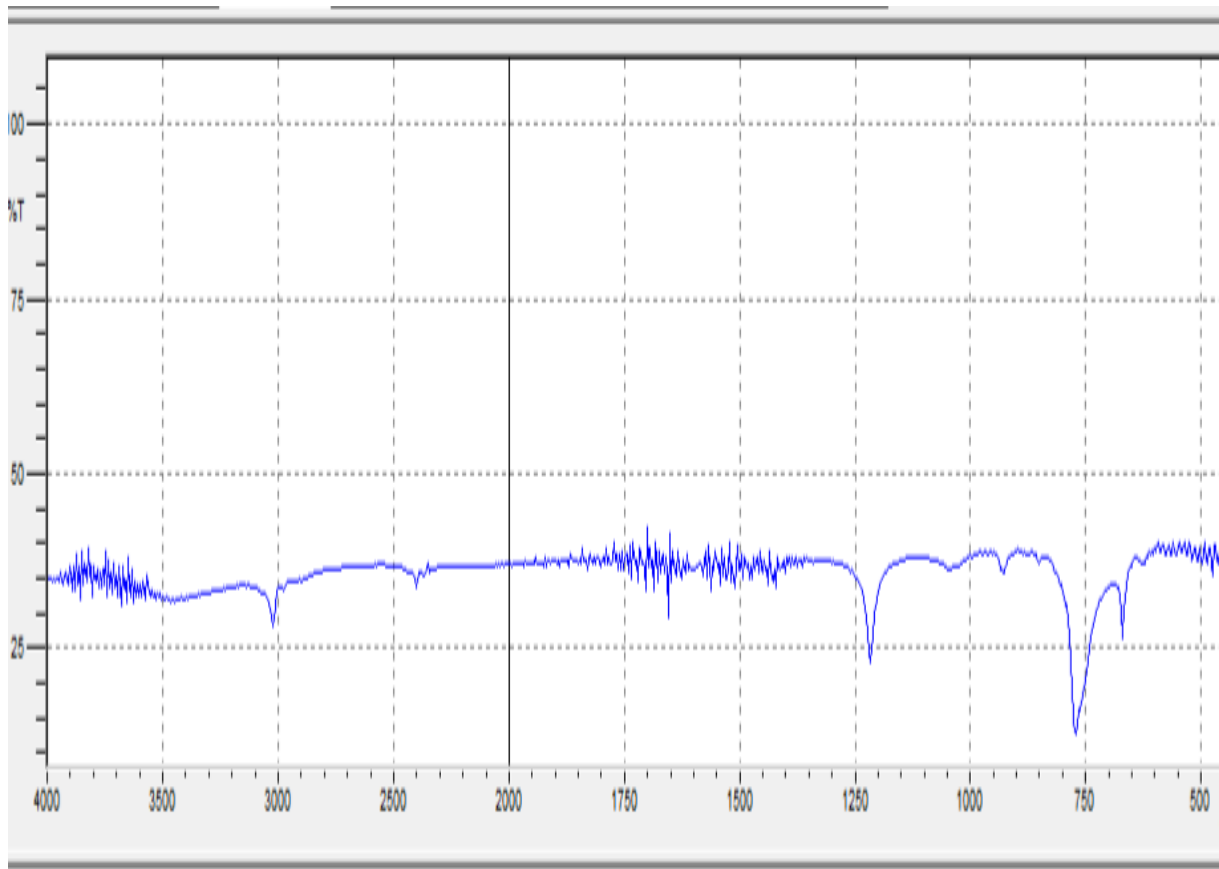
Algérie: 021 23 23 23 | Tunisie: 71 23 23 23

Site web : www.generalemballage.com



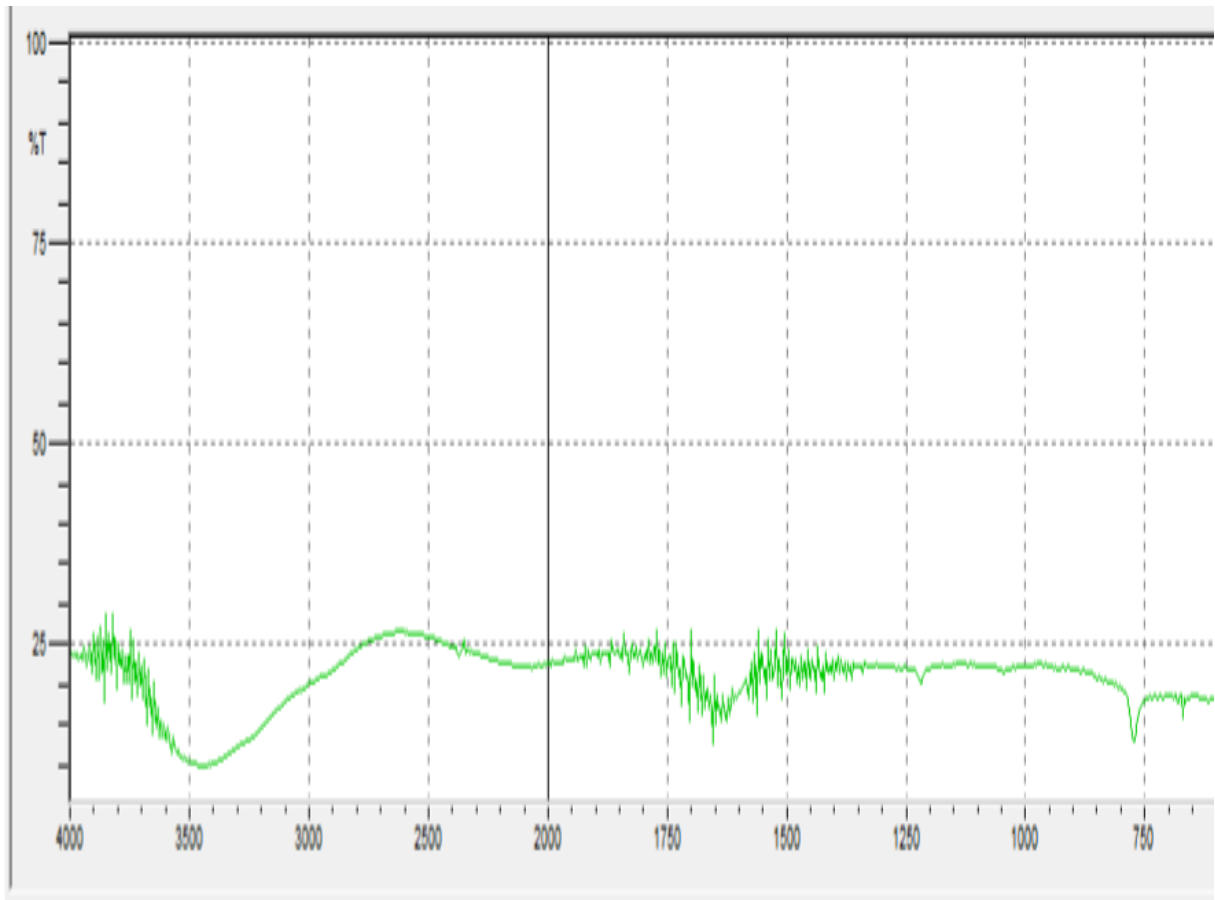
Pré-Pressé	Client : GENERAL EMBALLAGE	Profil : DDBC Blanc Paraffiné	Pette :	Observation :
PAO & Infographie	Produit : PLATEAU 500 x 300 x 70 05kg	LZ : 722	Rabat Sup :	
ISNWS2021	DI : 492 x 292 x 65 N° Dossier : AA20479 N° D'envoi : AA205057	LC : 462	Rabat inf :	
Nbre de couleurs : 03	<input checked="" type="checkbox"/> Jaune <input checked="" type="checkbox"/> Magenta <input checked="" type="checkbox"/> Cyan <input type="checkbox"/> Pantone 382 C	Type TDR 237 6 mm Machine : ... Cylindre : ... Nbre de poses : 00 Type de Trame : ...	Sens de passage : <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Système de montage : <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Système Matières : <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Système Fix : <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Forme de découpe : <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON	
Mode d'imp. : <input checked="" type="checkbox"/> Agfa <input type="checkbox"/> Siskron	Ce bon à tirer contient les caractères et le design de votre Maquette. Prière de bien vérifier avant la validation de ce bon à tirer. Attention: Général Emballage se dégage de toutes responsabilités de fautes d'orthographe et de mise en page qui ont été toutefois approuvées de votre part.			

Annexe 06



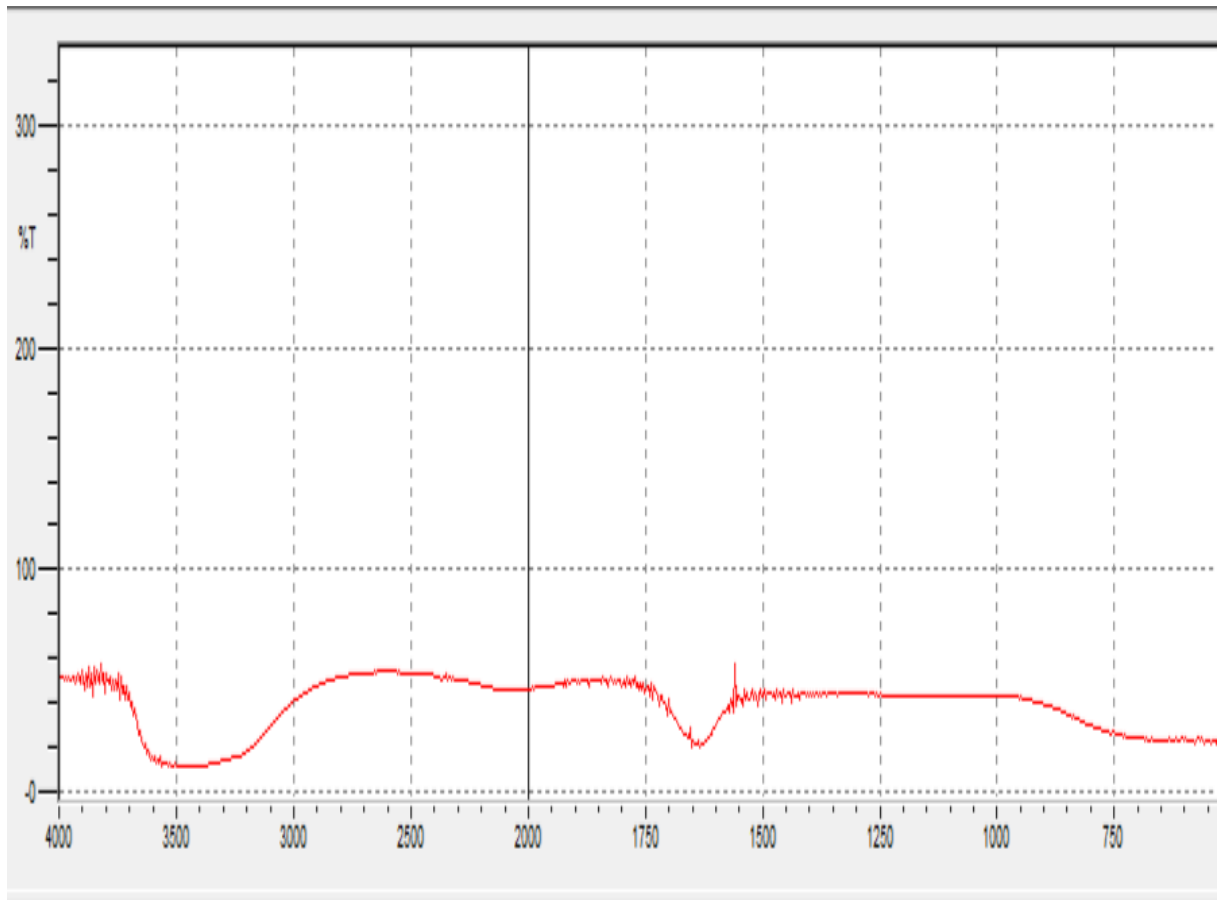
Specre IR de l'emballage après conservation

Annexe 07



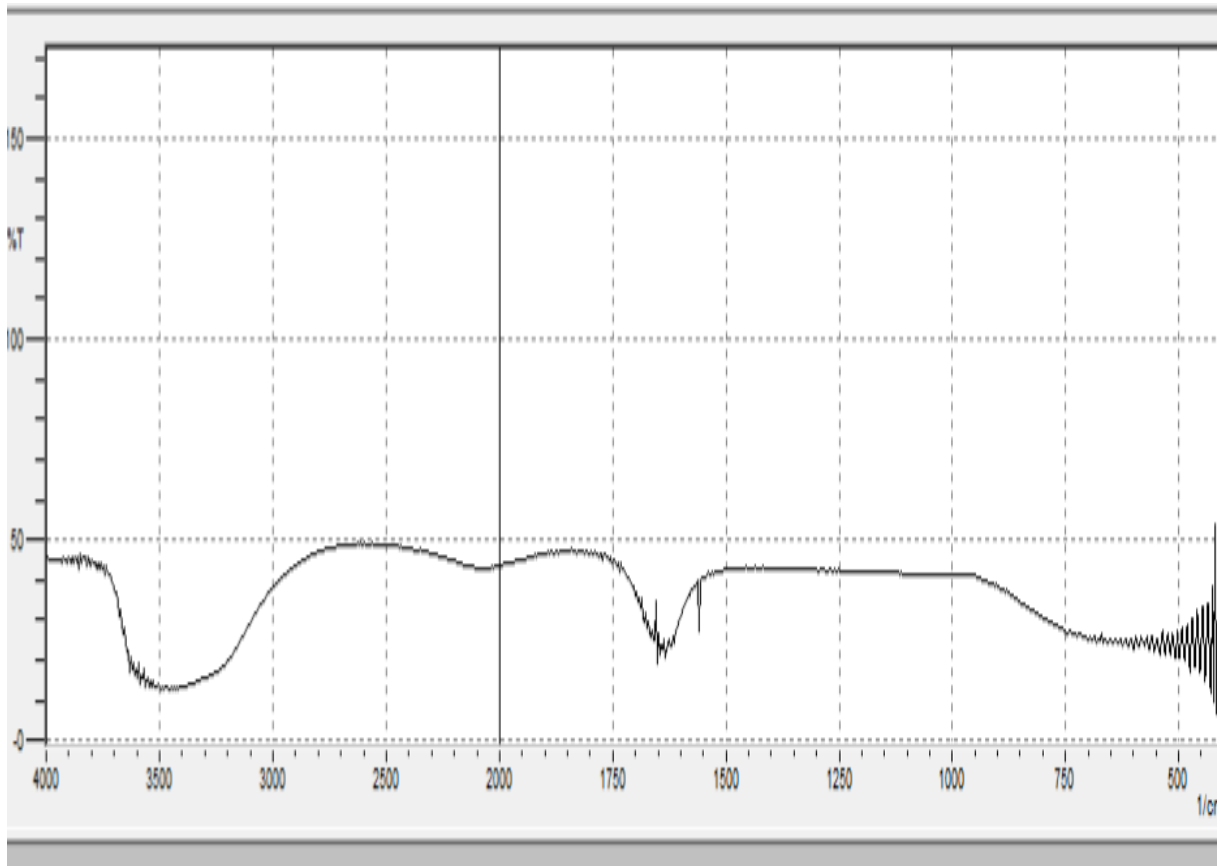
Spectre IR de l'emballage avant conservation

Annexe 08



Spectre IR du fruit après conservation

Annexe 09



Spectre IR du fruit avant conservation

Résumé :

L'étude d'un emballage biodégradable de l'entreprise GENERALE EMBALLAGE destiné à la conservation des fruits a été réalisée au sein du laboratoire des Matériaux Organiques et l'entreprise GENERALE EMBALLAGE.

L'étude de la conservation de la nêfle, pour une période de 10 jours, dans un plateau à fruit à base de carton ondulé, nous a permis de conserver le fruit étudié dans des bonnes conditions.

Les différents tests effectués que ce soit pour la matière première à savoir le papier (Humidité, grammage, COBB60, CMT, Eclatement, SCT) ou le produit fini, le plateau (épaisseur, grammage ECT, RCV) ont été réalisés.

L'étude de l'inertie de cet emballage en carton ondulé, nous avons adopté un protocole expérimental, réalisé au sein du Laboratoire des Matériaux Organiques (LMO) à l'université de Bejaia, qui nous a permis d'évaluer les interactions emballage-aliment pendant la période de conservation à l'aide de la spectrophotométrie UV-visible et infrarouge.

Abstract :

The study of a biodegradable packaging of the company GENERALE EMBALLAGE intended for the conservation of the fruits was carried out within the laboratory of the Organic Materials and the company GENERALE EMBALLAGE.

The study of the conservation of the medlar, for a period of 10 days, in a fruit tray containing corrugated cardboard, allowed us to preserve the studied fruit in good conditions.

The various tests carried out that it is for the raw material namely the paper (Humidity, grammage, COBB60, CMT, Burst, SCT) or the finished product, the tray (thickness, grammage ECT, RCV) were carried out.

The study of the inertia of this packaging in corrugated cardboard, we adopted an experimental protocol, carried out within the Laboratory of Organic Materials (LMO) at the University of Bejaia, which allowed us to evaluate the interactions packaging-food during the conservation period using UV-visible and infrared spectrophotometry.