

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La recherche scientifique

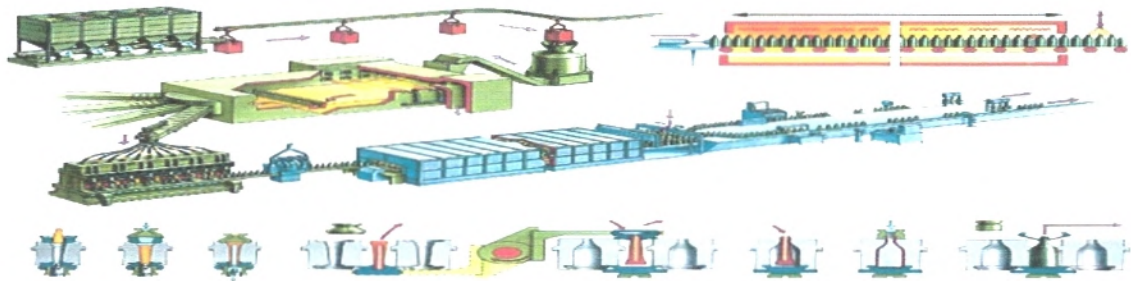
UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEEN-
FACULTE DES SCIENCES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour L'obtention Du Diplôme Du Master En Biologie Moléculaire Et Cellulaire

OPTION : SCIENCES DES ALIMENTS

Thème

*Contribution à l'établissement d'un protocole de contrôle de qualité
d'emballage en verre destinés au conditionnement alimentaire et pharmaceutique*



Présenté par :

- *M^{me} : DEKHISSI FATNA*

Soutenu le 05 juin 2014 devant le jury composé de

- *Président : Mr. LAZOUNI H.A*
- *Promoteur : Mr. BELLOUT.B*
- *Examineur : Mr. TEFIANI.C*
- *Examinatrice : M^{me}. LEUKIDI.B*

Année universitaire : 2013-2014

Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous souhaitons adresser tous nos remerciements aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont ainsi contribué à l'élaboration de ce mémoire. Nos remerciements s'adressent tout d'abord à DIEU, le tout puissant qui nous a tracé le chemin de nos vies et accordé la volonté et la patience nécessaire à la réalisation de ce mémoire.

Nous tenant notamment à exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à notre promoteur

Mr BELLOUT. B, maître assistant chargé de cours au Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.

Nous tenant également à remercier tout particulièrement les membres du jury d'avoir accepté de juger ce travail et de leur patience à la lecture.

Mr LAZOUNI. H.A, maître assistant de conférences au Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen, de nous avoir fait l'honneur d'être président du jury.

Mr TEFIANI .C, maître assistant au Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen, d'avoir bien voulu faire partie du membre de jury.

Mme. LAUKIDI.B, maître assistante au Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen, de nous avoir fait l'honneur d'être parmi les jurys.

Un grand merci s'adresse à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce modeste travail.

Dédicace

A l'aide de Dieu (الله) tout puissant j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

A ceux que personne ne peut compenser les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et mon bien être, ceux qui m'ont accordé leur soutien, amour et bénédictions dans les instants les plus difficiles de mon existence, mes « parents », qui sont le plus chers plus que tous le monde. Que dieu me les garde.

En témoignage de tout mon respect, je dédie ce travail à mon mari Abdelkader pour leur support moral tout au long de la réalisation de ce travail et ma petite princesse Meriem. Que dieu me les garde.

À mes sœurs : Djamila, Madjida, Salima et sa petite fille Racha, Malika, Chahinaze, Chorouk, qui ont cru en moi, qui m'ont encouragé et m'ont donné la force d'aller jusqu'au bout. Que dieu les protège.

A tous mes frères Mohammed, Badre et imane, Khaled, Djamel et Youcef ainsi qu'à toutes mes belles sœurs.

Aux jumeaux de mon âme Chahab et Chakibe, ma sœur Hasna et son mari Mourad et le petit Chakir imrane.

A mes beaux parents : Djamila, Farid et son épouse Sorja pour leurs soutien, leurs encouragements d'aller toujours et avant. Que dieu me les garde.

A Rachid qui m'a donné des conseils précieux pour la réalisation de mes choix.

A darabid rachida qui m'a accompagné durant la période universitaire, je tiens à mentionner le plaisir que j'ai eu de travailler avec elle.

A tous mes collègues de promotion « master 2 «2013-2014» que j'ai eu le plaisir de côtoyer pendant cette période de promotion.

A mes amies que je n'oublierai jamais : myriam, Hännane, Waffaa, Zineb, Asma, Souad, Ilhem, Amina, Bouchera, en témoignage de leur amour, compréhension et fidélité. A Toux Ceux Qui Me Sont Chers de loin et de près.

FATNA

RESUME

Dans cette étude, j'ai décrit l'emballage et ses principales fonctions, les procédés de fabrication et les matériaux utilisés ainsi que les processus de la réutilisation, du recyclage, et quelques méthodes de contrôle de l'emballage en verre. Il ressort de cette étude que l'extraction, la production de matières premières ainsi que la fabrication d'emballages utilisent des procédés lourds.

Le verre ne réagit pas aux substances étrangères et ne les absorbes pas, il est donc qualifié d'inerte ; d'où la nécessité d'un contrôle rigoureux du point de vue physico-chimique pour l'obtention d'un verre de haute qualité, ainsi le respect des conditions de commercialisation et du stockage du produit mis à la disposition du consommateur. Pour cette raison, le verre est le matériau d'emballage le plus sain, ce qui explique pourquoi les laboratoires pharmaceutiques font confiance au verre pour protéger leurs produits contre la contamination chimique ou biologique.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1.2

Chapitre 1. Synthèse bibliographique

Partie (1) : Généralités

1. L'emballage alimentaire.....	3
1.1. Etymologie	3
1.2. Importance.....	4
1.2.1. Importance technique de l'emballage	4
1.2.2. Importance marketing de l'emballage.....	5
1.3. Cadre légal.....	6

Partie (2) : L'emballage alimentaire en verre

1. Le verre d'emballage.....	7
1.1. Généralité.....	7
1.2. Définition du verre.....	8
1.3. Composition du verre (nature chimique de verre).....	9
1.3.1. Les oxydes formateurs de réseaux (Les vitrifiants).....	9
➤ La silice.....	10
➤ L'anhydride borique	10
➤ L'anhydride phosphorique	10
1.3.2. Les oxydes modificateurs de réseaux	10
➤ Les fondants	10
➤ Les stabilisants	11
1.3.3. Les Oxydes Intermédiaires	12
1.3.4. Les constituants accessoires	12

Sommaire

➤ Les affinants	12
➤ Les colorants.....	13
➤ Les opalisants.....	13
1. 4. Les propriétés du verre.....	13
1.4.1. Propriété physiques	13
1.4.2. Propriétés thermiques	15
1.4.3. Propriété chimiques	16
1.4.4. Propriété optiques	17
2. Utilisation	17
3. Qualité intrinsèques des emballages en verre	19
4. Inconvénients du verre	20

Chapitre 2. Synthèse bibliographique

Partie (1) : Le verre creux

1. Processus de fabrication du verre creux.....	21
1.1. Généralité	21
1.2. Fabrication du verre d'emballage	21
1.2.1. Matières premières	21
1.2.2. Procédés de fabrication	23
a)- Matériaux utilisés	23
b)- Atelier de composition verre creux	23
c)- La chaîne de fabrication	24
➤ La fusion	26
➤ Le formage.....	27
➤ Traitements de surface et arche de recuisson	29
➤ Le contrôle qualité.....	31
➤ Le conditionnement	31

Sommaire

2. Contraintes et remèdes de fabrications	32
2.1. Les défauts de fabrications	32
2.2. Les remèdes	35

Partie (2) : fermetures / Etiquetages des emballages alimentaires

1. Fermetures	36
1.1. Fermetures des bouteilles et flacon	36
1.1.1. Bouchons couronne	36
1.1.2. Capsule pressions à vis ou bouchons à vis	37
1.1.3. Bouchons en plastique	38
1.2. Fermetures pour larges ouvertures	38
1.2.1. Capsule quart-de-tour (Twist-off cap)	38
1.2.2. Capsule PT (Press-on, Twist-off cap)	39
2. Etiquetage	40
3. Recyclage du verre d'emballage	41

Partie (3) : Emballage pharmaceutique

1. Le verre médical	44
1.1. Généralité	44
1.2. Types du verre	44
1.3. La fabrication à partir de tubes étirés	45
1.4. Conditionnement de flacons	45
1.5. Conditionnement d'ampoules buvables.....	46
2. Étiquetage de l'emballage pharmaceutique	46

Sommaire

Chapitre (3). Matériels et méthodes

1. Généralité	47
2. les méthodes de contrôle	47
2.1. Analyse des traitements de surface à chaud	47
a) L'analyse chimique	47
b) Par fluorescence X	48
c) Par réflexion lumineuse	48
2.2 Analyse des traitements de surface à froid	48
2.3 La méthode par réflexion diffuse	49
2.4 Les contrôles dimensionnels et d'aspect	49
2.5 Contrôle de la verticalité	50
2.6 Contrôle de recuisson	52
2.8 Contrôle des propriétés optiques des verres	52
2.9 Test d'étanchéité	53
Conclusion.....	54
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures	Pages
Figure 01. Structure de verre	8
Figure 02. Les différentes étapes de la fabrication du verre d'emballage	24
Figure 03. Schéma technologique de la fabrication du verre	25
Figure 04. Schéma représentatif de l'étape de la fusion	26
Figure 05. Four à bruleurs transversaux	26
Figure 06. Four à boucle	27
Figure 07. Vue d'une machine IS	28
Figure 08. Fonctionnement d'une machines I.S (procédé soufflé-soufflé).	28
Figure 09. Fonctionnement d'une machines I.S (procédé pressé-soufflé)	29
Figure 10. Arche de cuisson	30
Figure 11. Vue d'une machine de contrôle	31
Figure 12. Capsule couronne	37
Figure 13. Une bouteille de jus de fruit fermée par une capsule à vis	37
Figure 14. Capsules twist-off pour bocaux	39
Figure 15. Bocal fermé par une Capsule Press-on, Twist-off cap	39
Figure 16. Schéma d'une capsule PT (Press-on, Twist-off cap) montée sur un bocal	40
Figure 17. Schéma représentatif le recyclage du verre	43

Liste des tableaux

Pages

Tableau 1. Les importances et les intervenants de l’emballage alimentaire.....4

Tableau 2. Les Viscosités des matériaux communs à des températures
ambiantes14

Tableau 3. La conductivité des différents matériaux16

Tableau 4. Les différents types du verre et leur utilisation.....18

INTRODUCTION



INTRODUCTION

Emballage, étymologiquement, vient du préfixe « en » et de « balle », lequel vient de l'ancien allemand « balla » dont le sens était de serrer avec une idée de pelotonner; emballer, c'est donc mettre en balle et par extension, un emballage est donc un assemblage des matériaux destinés à protéger un produit qui doit être transporté. De la même façon, conditionner, dérive du latin « condere » qui veut dire établir, stabiliser. Le conditionnement d'un produit est donc l'action qui consiste à figer les caractéristiques d'un produit en le présentant d'une façon définitive.

À l'origine, les fonctions respectives de l'emballage et du conditionnement étaient de protéger et de conserver des produits en vue de leur manutention, transport et stockage. Aujourd'hui, les emballages se voient imposés d'autres fonctions techniques, marketing et service.

- ♣ Les fonctions techniques de l'emballage ont trois objectifs essentiels : protéger la qualité du contenu, garantir la quantité ou le volume et faciliter la logistique.
- ♣ Les fonctions marketing de l'emballage ont trois objectifs essentiels : faire vendre le produit, informer le consommateur ou l'utilisateur et communiquer.

De plus, à chacune des étapes de la chaîne d'approvisionnement de l'emballage, elle doit apporter aussi une fonction service, en fonction du matériau utilisé. Il existe plusieurs niveaux d'emballages : l'emballage primaire est celui qui est en contact direct avec le produit. C'est souvent l'unité de vente consommateur (UVC), celui qui sera éliminé par le consommateur. L'emballage secondaire permet de rassembler les unités de vente pour les amener jusqu'aux rayons des magasins. Il sera éventuellement recyclé par le distributeur. Finalement, l'emballage tertiaire permet de transporter les produits en magasins ou chez le distributeur.

L'industrie de l'emballage regroupe plusieurs autres industries au long de sa chaîne d'approvisionnement qui va de la création à la valorisation finale. Ceci comprend les producteurs de matières premières (la pâte à papier, les matières plastiques, les métaux, le verre, le bois, les adhésives et les encres), les constructeurs de machines et équipements, les fabricants d'emballages, les entreprises que remplissent les emballages avec des produits pour ensuite en faire la distribution au marché et l'ensemble d'opérateurs qui collectent, séparent et traitent les emballages dans les déchets.

INTRODUCTION

Le matériau **verre** fait partie de l'histoire de l'humanité et son origine remonte à plus de 5000 ans et il est probable que sa première obtention fut accidentelle, par suite du chauffage et de la fusion de sable (silice) avec du natron, un carbonate de sodium naturel, il est présent dans de nombreux secteurs d'activités (**alimentaires**, cosmétiques, **pharmaceutiques**, ...), les emballages en verre se distinguent par des couleurs, des formes, d'une grande diversité. Le verre est très utilisé comme emballage dans le secteur alimentaire grâce à ces nombreuses qualités :

- ♣ Transparent.
- ♣ Imperméable aux gaz, vapeurs et liquides.
- ♣ Facile à laver et à stériliser.
- ♣ Recyclable.
- ♣ Permet le réchauffage des aliments.

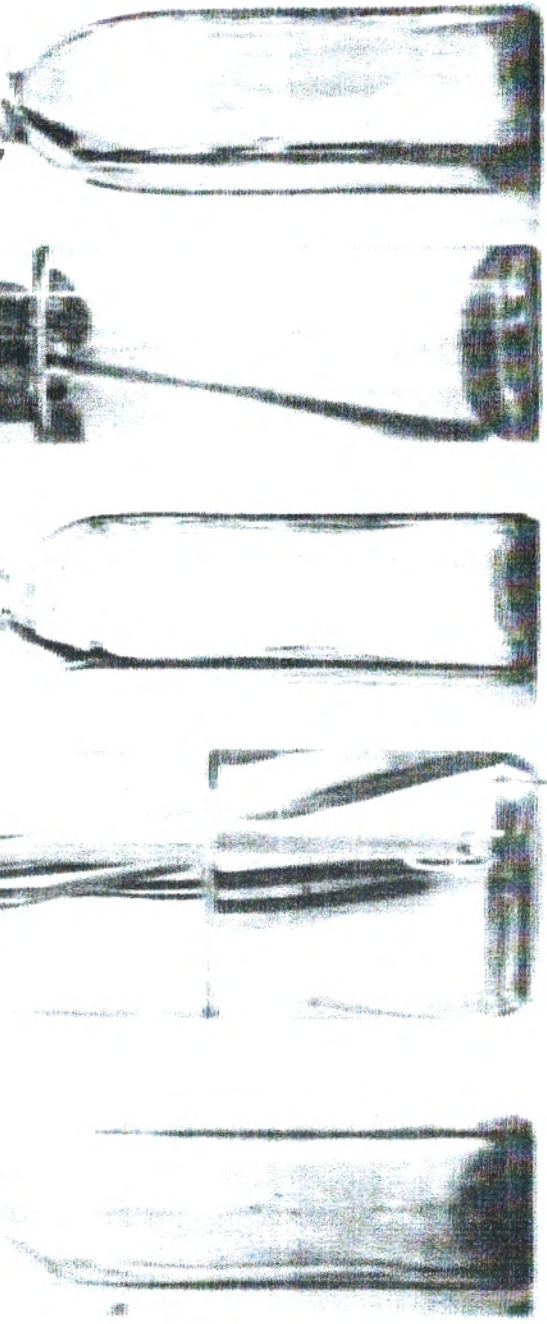
Le verre d'emballage comprend des bouteilles, des ampoules, des capsules, des pots, des bocaux, etc... Il est essentiellement utilisé pour l'emballage des produits liquides (eaux, jus, boissons, huiles, lait, vinaigre, miel...) ainsi que pour les produits alimentaires solides ou semi-liquides (produits laitiers, aliments pour bébé, compotes, confitures...).

Au cours de la réalisation de mon mémoire intitulé : « *contribution à l'établissement d'un protocole de contrôle de qualité d'emballage en verre destinés au conditionnement alimentaire et pharmaceutique* » je ne prétends pas couvrir la totalité sur le verre, mais apporter le minimum requis pour satisfaire la curiosité de ceux qui s'intéressent à ce produit.

Pour mener à bien ce travail, il m'a semblé important dans un premier temps de consacrer le premier et le second chapitre à une synthèse bibliographique dans lesquelles j'entrerai dans le vif du sujet. Enfin le dernier portera sur les méthodes de contrôle du verre d'emballage.



SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE



1. *L'emballage alimentaire* (Etymologie, importances et cadre réglementaire) :

Un emballage est souvent formé de multiples composantes de formes, de fonctions et de matériaux différents afin de répondre à des besoins complémentaires pour un produit déterminé. Plus particulièrement, l'emballage alimentaire (produits sensibles et périssables) ne doit pas présenter un risque pour la santé humaine et doit être compatible avec la nature du produit, sa forme physique, sa protection et sa dégradation causée par différentes causes biologiques ou chimiques.

1.1/ *Etymologie* :

Afin de se constituer une base technique de qualité, il est essentiel de revenir sur une classification des termes clés de l'industrie de l'emballage alimentaire.

➤ L'emballage primaire :

En contact direct avec le produit, il a pour but de contenir et de préserver celui-ci. Cet emballage doit être compatible avec le produit et le protéger de tout contaminant extérieur pouvant causer une éventuelle dégradation non souhaitée.

➤ L'emballage secondaire :

Il est souvent utilisé pour la protection de l'unité ou pour faciliter l'utilisation du produit. Plusieurs emballages primaires peuvent être contenus dans un emballage secondaire qui correspond donc à l'unité de vente. Il a également pour fonction de communiquer au consommateur l'information sur le produit et par conséquent, de vendre le produit. On l'appelle aussi unité de vente.

➤ L'emballage d'expédition :

Il regroupe plusieurs emballages secondaires pour la manutention et la protection des contenants durant le transport.

➤ L'emballage de transport :

Il est souvent fait par des palettes réutilisables en bois ou en plastique qui permettent le transport, le stockage et la manutention de certaines quantités d'unités d'expédition.

(GENIE-ALIMENTAIRE., 2012)[1]

Il est clair que le développement d'un emballage doit aussi répondre aux attentes de fonctionnalité, à l'image de marque, au profil du consommateur cible et au potentiel d'utilisation des machines automatisées existantes ou facilement développables, etc. [1]

1.2/ L'importance de l'emballage alimentaire :

1.2.1 importance technique de l'emballage :

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

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

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

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

(Guide de l'emballage alimentaire.,2008) [2]

1.2.2 Importance marketing de l'emballage (création) :

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

Chapitre (1): Synthèse bibliographique *Partie 1*

Les sondages sont révélateurs : 70 % des décisions d'achat se prennent encore et toujours en magasin, de manière spontanée devant les tablettes. Même le meilleur produit bénéficiant du meilleur conditionnement peut se voir ignorer si

- 1) Il n'attire pas l'attention;
- 2) Il ne communique pas le bon message.

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

Parmi les critères d'évaluation de l'emballage, nous citons :

- **La visibilité ;**
- **L'attrance ;**
- **La lisibilité ;**
- **La personnalité ;**
- **La différenciation. [2]**

Tableau 01. Les importances et les intervenants de l'emballage alimentaire

Importance technique	Importance marketing	Intervenants
Contenir	Vendre	Fabricants
Préserver	Communiquer	Transformateurs
Transporter	Motiver	Détaillants/Grossistes
Utiliser	Informé	Consommateurs

1.3/ Cadre légal :

Les lois sur l'emballage sont plutôt spécifiques à chaque pays, mais la mondialisation du commerce pousse vers l'harmonisation des lois locales avec des directives générales (exemple de l'Union européenne : la directive des emballages définit le cadre général de tous les pays membres).

Depuis 1994, les états membres de l'Union européenne peuvent développer leur politique en matière de prévention et de gestion des emballages et déchets d'emballages (94/62/CE).

D'autres exigences (2004/12/CE) se sont rajoutées ultérieurement, et nous citons :

- ⊕ Le caractère réutilisable de l'emballage ;
- ⊕ La fabrication et la composition des emballages ;
- ⊕ Le caractère valorisable de l'emballage (recyclage, valeur énergétique, etc.....). [2]

1. Le verre d'emballage :

1.1/ Généralité :

L'industrie du verre essentiellement une industrie de produit de base encore que les professionnels aient imaginé de nombreuses façon d'ajouter de la valeur au produit pour rester compétitif. Pour plus de 80% la production est vendue à d'autres industries et l'industrie verrière dans son ensemble est très tributaire du secteur du bâtiment, des industries alimentaires et de l'industrie des boissons. L'industrie du verre est formés de huit secteurs, ces secteurs sont définis en fonctions des produits fabriqués mais présenteront, inévitablement entre eux, quelque frange de chevauchement.

Les huit secteurs sont : le verre d'emballage, le verre plat, les fibres de verre en filament continue, la verrerie domestique, les verres spéciaux (y compris le verre soluble), la laine minérale (avec deux sous- secteur, la laine de verre et la laine de roche), les fibres céramiques.

(NATHALIE G., 1999) [3]

La production du verre d'emballage constitue le secteur le plus important de l'industrie du verre dans l'union européenne avec une part d'environ 60% de la production totale de verre.

Le secteur couvre la production des emballages en verre, c'est-à-dire bouteilleries et flaconnages, bien qu'il puisse produire également certains articles de table. Le secteur des boissons représente environ 75% du tonnage totale des verres d'emballages.

(APELOVER ., 1989) [4]

La concurrence vient principalement des autres matériaux d'emballage, l'acier, l'aluminium, les emballages composites cartons et les plastics.une évolution importante dans le secteur a été L'utilisation accrue du verre recyclé. Le taux moyen d'utilisation des déchets de consommation dans le secteur du verre creux dans l'UE est environ 50% du totale des matières premières mise en œuvre, avec certaines installations ou jusqu'au 90% de verre de récupération. [3]

La noblesse du verre passe par un ensemble de qualités qui sont la transparence, la résistance et l'isolation. Le verre est un matériau sain est pur .A ce titre, il constitue un emballage idéal pour les produits alimentaires qui peuvent être conservés sur de longues périodes sans altération du goût et de l'arôme.

(DUBOIS R.,1990) [5]

Le verre offre également de multiples possibilités de formes, de teintes et peut être décoré selon des techniques variées.

(GUOUFFI M.,1994) [6]

1.2/ Définition du verre :

C'est un solide fragile et généralement transparent, préparé par fusion d'un mélange complexe contenant de la silice. Le verre est une substance amorphe (non cristallisé) composée principalement de silice fondue à haute température, à laquelle on ajoute des silicates et d'autres éléments (Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , CaCO_3 , CaF_2 , aluminosilicates sodiques, potassiques ou calciques, dolomite).

Le verre est refroidi jusqu'à devenir rigide sans qu'il y ait cristallisation ; les molécules sont disposées de manière désordonnée, mais néanmoins avec suffisamment de cohésion pour offrir les propriétés d'un solide. Si on le réchauffe suffisamment, il peut reprendre une forme liquide.

En général transparent, le verre peut également être translucide ou opaque. Sa couleur varie selon sa composition.



Figure 1. Structure du verre

(KOUAME S.,2009) [7]

1.3/ Composition du verre (nature chimique) :

La composition joue un rôle primordiale dans le procédé de création des verres de propriété exigée le verre est un silicate complexe composé essentiellement de silice (SiO_2), d'oxyde de sodium (Na_2O) et d'oxyde de calcium (CaO).

(SCHOLZE H.,1974) [8]

La structure chimique du verre est orientée généralement par trois groupes d'oxydes, selon leur rôle dans la préparation du verre :

- les oxydes formateurs (Les vitrifiants) ;
- les oxydes modificateurs (Les fondants et Les stabilisants) ;
- les oxydes intermédiaires.

Les oxydes formateurs de réseau appelés aussi vitrifiant sont des oxydes⁴ anioniques (qui peuvent être obtenus à l'état vitreux sans addition d'aucune autre substance) comme le présente (SiO_2) dans les verres industriels et BeO_3 dans les verres spéciaux.

Ces vitrifiant exigent une température très élevée, au dessus de 1600°C , C'est pour cela que l'on ajoute à la silice des oxydes alcalins appelés modificateurs de réseau, ils agissent comme fondant abaissant la température de fusion du mélange et aboutissant à des verre plus accessibles à la fabrication industrielle, l'oxyde de calcium est le plus pratique, néanmoins les verres ainsi obtenus ont l'inconvénient d'être soluble dans l'eau, on le supprime par l'addition des oxydes alcalino-terreux connus sous le nom de stabilisants, l'oxyde le plus fréquent est l'oxyde de calcium, qui peut être remplacé partiellement par l'oxyde de magnésium ou l'oxyde de baryum (BaO). Enfin il existe une large gamme d'oxyde accessoires et d'autres oxydes intermédiaires.

(HOUGEM A., 1963) [9]

1.3.1 Les oxydes formateurs de réseaux : (*Les vitrifiants*)

Ils sont d'origines acide, ces vitrifiants peuvent être à eux seuls un verre.

↳ **La silice:** (dioxyde de silicium SiO_2)

C'est le composant principal du verre qui représente environ 70% de la masse. Elle est l'élément formateur de réseau. Si l'on augmente sa quantité, on augmente la dureté du verre.

Son point de fusion est à 1730°C . Elle entre dans la fabrication sous forme de sable dont les plus purs en contiennent 99,5 % (les sables quartzueux), du fait de sa qualité, est très recherché pour la fabrication de verres d'optique et de cristal. Plus le pourcentage de silice est élevé et plus le coefficient de dilatation est faible ; donc, plus le verre est résistant.

↳ **L'anhydride borique :** (le bore ou borax anhydre B_2O_3)

Il diminue le coefficient de dilatation et améliore la résistance aux chocs thermiques ; il est aussi plus résistant à l'eau. Son point de fusion est à 2300°C . Il sert pour le travail de laboratoire (verre thermorésistant comme le pyrex). Il possède aussi les propriétés d'un fondant.

(INFOVITRAIE.,2014) [10]

↳ **L'anhydride phosphorique :** (le phosphore P_2O_5)

Sa structure est à base de tétraèdre PO_4 . Il représente également un bon formateur de réseau. Ajouté au mélange vitrifiable, il diminue la résistance chimique, élève la transparence aux UV (Ultra-violet) et l'abaisse dans l'infrarouge (IR).

1.3.2 Les oxydes modificateurs de réseaux :

Les oxydes modificateurs détruisent le réseau, en libérant des oxygènes ne formant pas de pont de liaison. Ces oxydes ne forment pas un verre par eux même et entrave même sa formation quand on les ajoute en trop grandes quantités à un formateur.

↳ **Les fondants :** (oxydes alcalins)

La silice permet d'obtenir un verre, mais son point de fusion est très élevé (1730°C). En ajoutant des fondants, on abaisse cette température à 1400°C (économie d'énergie) et on facilite les possibilités de travail. Les fondants sodiques et potassiques ont été utilisés conjointement dès le moyen âge.

♣ L'oxyde de sodium (la soude Na_2O) :

Il entrait autrefois dans la composition sous forme de cendres de plantes marines (exp : la salicorne) ou de nitre. Il abaisse le point de fusion, augmente l'éclat du verre et sa résistance aux agents atmosphériques ainsi que le coefficient de dilatation. Il est plus utilisé pour le verre industriel que pour le verre soufflé car il doit être constamment réchauffé lors du façonnage.

♣ L'oxyde de potassium (K_2O) :

Il entrait autrefois dans la composition sous forme de cendres de plantes terrestres comme la fougère ; aujourd'hui, on utilise du salpêtre (nitrate de potassium KNO_3). Il abaisse le point de fusion, augmente l'éclat du verre et le rend doux à la taille, mais il diminue sa résistance chimique. Il avantage le soufflage du verre car il augmente le temps de travail lors du façonnage.

♣ L'oxyde de magnésium (MgO):

Il est utilisé sous forme de dolomite (calcium+magnésium). Il n'est pas indispensable pour tous les verres, sauf le verre flotté, le verre à vitre et en gobeletterie. Il abaisse la température de fusion et augmente la résistance aux agents chimiques. [10]

↳ **Les stabilisants** : (oxydes alcalino-terreux)

Ce sont des oxydes qui peuvent être classés dans la catégorie des modificateurs de réseaux sauf qu'ils présentent d'autres propriétés intermédiaires qui corrigent généralement la structure de verre.

♣ L'oxyde de calcium (CaO) :

Se trouve sous forme de chaux (qui est le stabilisant le plus employé) ou de dolomie (lorsque le verre doit contenir de la magnésie). Il augmente la résistance chimique du verre, son éclat et diminue sa solubilité, mais en excès il provoque une dévitrification. Il était utilisé au moyen âge pour les verres sodiques.

♣ L'oxyde de zinc (ZnO) :

Il augmente l'éclat et l'élasticité, il est utilisé dans la fabrication de la verrerie de laboratoires ainsi que dans les verres optiques.

(ZARZIKCK J., 1982) [11]

♣ L'oxyde de fer (Fe_2O_3) : (c'est un stabilisant et un colorant)

Souvent contenu dans les roches naturelles, il donne une teinte verdâtre. Il faut donc procéder à une décoloration de cette teinte. Pour cela, on peut ajouter du bioxyde de manganèse (MnO_2) (savon des verriers).

♣ L'oxyde de plomb (PbO) :

Entre dans la composition du cristal. Il abaisse également le point de fusion en stabilisant la composition. Il rend le verre plus éclatant tout en lui conférant une légère teinte jaunâtre, il est plus agréable à couper et à travailler.

1.3.3 Les Oxydes Intermédiaires :

L'alumine peut sous certaines conditions présenter la coordinence 4 et joue le rôle de formateur de réseau, comme aussi il peut avoir une coordinence de 6 et être un modificateur.

Sa quantité est limitée dans le mélange car il rend le verre plus fusible et difficile à affiner. Malgré cela son ajout est très important dans le mélange du fait que :

- Al_2O_3 qui s'introduit dans le réseau formant des ponts Si-O-Al-O-Si ;
- C'est un Stabilisant Très efficace Stabilise l'édifice ;
- Il augmente la résistance à l'altération ;
- Améliore la résistance mécanique ;
- Réduit fortement le coefficient de dilatation thermique.

(PROCHET G., 1967) [12]

1.3.4 Les constituants accessoires :

Les oxydes préalablement cités sont aptes à former un verre sodo-calcique, mais pour avoir un verre de haute qualité, il est nécessaire d'ajouter quelque fois d'autres constituants par des proportions minimales mais dont l'efficacité est remarquable.

‡ Les affinants :

Éliminent les bulles de gaz qui contiennent le verre en fusion, ces substances à l'échauffement dégagent un grand volume de gaz et homogénéisent le verre.

Les plus usuels sont sulfate de soude (Na_2SO_4). Or, ces affinants provoquent une forte corrosion des briques réfractaires. [11]

‡ **Les colorants :**

Les verres sont le plus souvent teintés dans la masse ; cela signifie que l'on ajoute des oxydes métalliques pendant la fusion. Ils entrent en très faible proportion du mélange (exemple : oxyde de cuivre pour du vert). La coloration dans la masse est due à la présence dans le verre d'ions de métaux de transition. Les matières utilisées sont très nombreuses et variées.

Ce sont des colorants minéraux à base métallique car ce sont les seuls qui peuvent être mélangés à la silice pendant la fusion.

Quelques exemples :

- Bleu = oxyde de cobalt, de manganèse.
- Jaune = chrome, argent.
- Rouge = oxyde de cuivre.
- Violet = oxyde de manganèse.
- Rose et rouge rubis = l'or.
- Jaune orangé à rouge = le sélénium. [10]

‡ **Les opalisants :**

Ils colorent le verre en blanc non transparent analogue à celui du lait. Les principaux opalisants sont : la fluorine (CaF_2) et la cryolite ($3\text{NaF}, \text{AlF}_3$). [11]

1.4/ Les propriétés du verre :

Le verre est la seule matière minérale solide que l'on puisse produire à des dimensions et sous des formes quelconques tout en conservant sa transparence.

1.4.1 Propriété physiques :

‡ **La densité :**

C'est la masse par unité de volume. La densité d'un verre dépend de sa composition et de son passé thermique.

‡ **La dureté :**

C'est la résistance à la rayure, le verre est un matériau dur, on peut le couper après l'avoir rayé grâce à l'outil pointe de diamant. La tension spécifique : c'est une caractéristique d'action des forces entre molécules sur les particules de la couche superficielle.

La tension superficielle du verre au cours de la fusion a une grande importance technologique, la présence et la disparition des bulles dépendent de la tension superficielle. [8]

‡ **La résistance et l'élasticité :**

La cassure du verre est liée à sa flexion et à sa résistance au choc. Il casse là où le métal se tord. Contrairement, sa résistance à la compression est importante : il faut une pression de 10 tonnes pour briser un centimètre cube de verre. [10]

‡ **La viscosité :**

Est une mesure de la résistance à l'écoulement. Le coefficient de viscosité croît avec la diminution de la température, la composition chimique du verre influe sur le support de viscosité correspondante à des températures données.

Tableau 02. Les Viscosités des matériaux communs à des températures ambiantes

Matériaux	Viscosité approximatives
Verre	10^{40}
Verre fondu (à 500°C)	10^{12}
Asphalte	10^8
Polymères fondus	10^3
Eau	10^{-3}
Air	10^{-5}
Huile d'olive	10^{-1}
Miel	10^{-1}

(WERNER J.BAUER ET ALL., 2010) [13]

‡ **L'imperméabilité :**

Le verre ne réagit pas aux substances étrangères et ne les absorbes pas, il est donc qualifié d'inerte. Pour cette raison, le verre est le matériau d'emballage le plus sain, ce qui explique pourquoi les laboratoires pharmaceutiques font confiance au verre pour protéger leurs produits contre la contamination chimique ou biologique.

Tableau 03. La conductivité des différents matériaux

Matériaux	Conductivité en W/(K.m)
Air sec immobile	0,0262
Marbre	2,5
Verre	0,5 à 1
Eau	0.6
briques perforées allégées	0.4
Bois de pin (parallèle aux fibres)	0.36
Bois de pin (perpendiculaire aux fibres)	0.15
Laine	0.05
Liège	0.05
Feutre	0.047
Paille (densité de paille de 83 kg/m ³ , inclut un supplément de 20% d'humidité)	0.0404
Polystyrène expansé	0.03

(EKOPEDIA.,2013) [15]

1.4.3 Propriété chimiques :

Le pouvoir du verre à supporter l'action agressive des différents agents chimiques, acides, bases, eaux, montre que cela dépend essentiellement de la composition du verre ainsi que du caractère chimique de l'agent agressif.

⊕ L'action de l'eau :

L'action de l'eau provoque une hydrolyse de silicate, d'où la formation de la soude relative et un gel d'acide siliceux. Le gel formé protège le verre contre d'autres attaques, car il présente une couche isolante entre l'eau et les silicates. [11]

‡ **L'action de l'air :**

Les silicates alcalins se combinent avec l'acide carbonique contenu dans l'air ce que donne un dépôt blanchâtre à la surface du verre.

‡ **L'action de la lumière :**

Exposés aux ultraviolets, certains verres se colorent ou se décolorent. [10]

‡ **L'action des bases et des acides :**

Les bases ont surtout pour effet de décomposer et de dissoudre le silicate qui constitue le résidu de l'enlèvement de l'alcaline superficielle mais réduisent l'action de la solution sur le réseau silicique (parce que la silice a un caractère basique). L'acide fluorhydrique et ses sels, sont les seuls solvants énergiques pouvant dissoudre le verre. [11]

1.4.4 Propriétés optiques :

Les propriétés optiques des matériaux en verre peuvent être examinées par domaine en longueur d'onde du spectre de la lumière. Ainsi, dans le domaine du visible (400-800nm), nous parlerons de la transparence et de la coloration du verre, dans la masse.

Dans le domaine de l'infrarouge (800nm-400µm), nous aborderons les propriétés du transfert thermique. Enfin, dans le domaine de l'ultraviolet (100-400nm), nous évoquerons les propriétés des filtrations par le verre de ces radiations nocives pour les liquides alimentaires.

(HUGEL R., 1989) [16]

2. *Utilisation :*

Le verre est un bon isolant thermique, phonique et électrique. Il est ininflammable (sauf à température très élevée) et incombustible, non poreux et résiste aux produits chimiques (sauf à l'acide fluorhydrique, utilisé notamment pour la gravure). Ces nombreuses propriétés permettent une large gamme d'utilisations.

Tableau 04. Les différents types du verre et leurs utilisations

Type de verre	Caractéristiques	Utilisations
<u>Verre creux</u>		
❖ Verre d'emballage	-Verre soufflé ou moulé principalement	→ Emballages à boissons → Flacons pour la cosmétique → Emballages alimentaires
❖ Verre pour articles de table	-Verre moulé	→ Verres de tables, vaisselle, objets décoratifs, cristal
<u>Verre plat</u>		
❖ Verre trempé	-Feuille de verre rendue résistante par un traitement thermique ou chimique	→ Automobile (fenêtres.....) → Électroménager (portes de four, plaques chauffantes) → Équipements industriels (ascenseurs, capteurs solaires) → Bâtiment (façades, etc.)
❖ Verre feuilleté	-Deux ou plusieurs feuilles de verre collées	→ Automobile (pare-brises) → Bâtiment (vitrines de protection)
❖ Vitrage isolant	- Deux ou plusieurs feuilles de verre liées, avec une séparation entre les feuilles par de l'air ou du gaz	→ Bâtiment (fenêtres)
❖ Verre miroir	-Verre revêtu d'argent, de cuivre et d'un vernis	→ Miroirs
<u>Fibre de verre</u>		
❖ Fibre de verre	-Filaments de verre encollés avec de la résine synthétique	→ Matériel d'isolation thermique et phonique → Entre dans la composition de certains plastiques, se retrouve ainsi dans différentes pièces (automobiles....etc.)
❖ Fibre optique	-Fils de verre très fins (quelques microns de diamètre)	→ Médecine (endoscopie) → Télécommunications (transmission de données)

Le verre est un bon isolant thermique, phonique et électrique. Il est ininflammable (sauf à température très élevée) et incombustible, non poreux et résiste aux produits chimiques (sauf à l'acide fluorhydrique, utilisé notamment pour la gravure). Ces nombreuses propriétés permettent une large gamme d'utilisations.

(GERARD P.,2007) [17]

3. *Qualité intrinsèques des emballages en verre :*

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

- Le verre est **imperméable** aux gaz, vapeurs et liquides. C'est un matériau à barrière exceptionnel.
- Le verre est **chimiquement inerte** vis-à-vis des liquides et produits alimentaires et ne pose pas de problème de compatibilité ; il peut être utilisé pour tous les produits alimentaires liquides, solides, pâteux ou pulvérulents.
- Le verre est un **matériau hygiénique** et **inerte** sur le plan bactériologique ; il ne fixe pas et ne favorise pas le développement de bactéries ou microorganismes à sa surface.
- Facile à laver et à stériliser.
- Le verre n'a pas d'odeur et ne transmet pas les goûts et ne les modifie pas ; il est le garant des propriétés organoleptiques et de la saveur de l'aliment.
- Le verre est **transparent** et permet de contrôler visuellement le produit.
- Il peut être **coloré** et apporter ainsi une protection contre les rayons ultraviolets pouvant nuire au produit contenu.
- Le verre résiste aux pressions internes élevées que lui font subir certains liquides.

- Le verre a une **résistance mécanique** suffisante pour supporter les chocs sur les chaînes de conditionnement qui travaillent à cadence élevée et pour supporter des empilements verticaux importants pendant le stockage.
- Il est **recyclable**.

(MULTON J.,1998) [18]

4. *Inconvénients du verre :*

Le verre est un matériau minéral à base de silicium, fabriqué à partir du sable siliceux. Il est utilisé comme emballage alimentaire et renferme certains inconvénients majeurs qu'on peut énumérer comme suit :

- Prix élevé (3 fois le coût d'un emballage plastique)
- Ajouter au coût le prix de l'opercule et de l'étiquette
- comparé aux autres emballages le prix du transport est élevé car le verre pèse plus lourd
- Obligation de protéger l'emballage primaire en cas de transport
- Fragile aux chocs et écart thermique
- Le verre cassé est un danger sérieux pour la santé quand il est en contact avec des produits alimentaires.

(OFFRE D'EMBALLAGE.,2007) [19]

1. *Processus de fabrication du verre creux :*

1.1 / *Généralité :*

Le verre est le matériau d'emballage préféré des consommateurs pour les aliments et les boissons .Il préserve le goût, l'arôme et la texture et conserve les produits frais et leurs vitamines plus longtemps que les autres matériaux. Le verre est considéré comme sain et sûr et est aussi apprécié pour son élégance et son respect de l'environnement. Il est fabriqué actuellement dans des usines automatisées. Les plus grands utilisateurs sont les marchés de l'agroalimentaire, de la parfumerie, de la pharmacie et de la parapharmacie, des cosmétiques et des produits industriels.

(DENNIS C., 2010) [20]

1.2/ *fabrication du verre d'emballage :*

1.2.1 Matières premières :

Le verre est préparé à partir des oxydes suscités, chacun entrant dans une proportion définie, formant ainsi une structure aux propriétés différentes.

‡ Le sable :

Est un matériau meuble formé de grains de quartz.il est utiliser dans l'industrie du verre pour sa teneur élevée en silice qui alloue l'aptitude d'être un bon vitrifiant. Toute fois les impuretés que présente le sable à l'état brut exigent un traitement préalable pour éliminer les éléments gênants qui provoquent la coloration du verre tout en ajustant sa composition chimique, granulométrique, minéralogiques.

Des sables à plus de 99 % de SiO₂ apportent la silice (qui joue le rôle d'oxyde formateur de réseau) qui entre à environ 72 % dans la composition d'un verre courant après fabrication. Des sables plus purs contenant de faibles teneurs d'impuretés (< 0,02 % d'oxyde de fer) sont réservés à l'élaboration des verres d'optique et de la cristallerie.

‡ Le calcaire :

Les roches cristallines calcaires proviennent des dépôts sédimentaires d'organismes marins macroscopiques et microscopiques. Elle amène dans le verre l'élément CaO stabilisateur du réseau vitreux.

Pour les utilisations verrières, trois critères sont importants : la teneur en fer, la stabilité de l'analyse chimique et la teneur en éléments fins (inférieurs à 0,1mm).

En effet, certains calcaires sont dures et d'autres tendres d'où la nécessité, après broyage des roches à la granulométrie souhaitée.

Le calcaire CaCO_3 donnera environ 55% de son poids en CaO dans le verre. En effet selon la pureté dépendant de son origine, il peut contenir des traces de magnésium et de silice.

↓ **Le carbonate de sodium :**

Qui donne l'oxyde de sodium- Na_2O -facilitant la vitrification de la silice en abaissant sa température de fusion.

(VERREONLINE.,2004) [21]

Et comme éléments Secondaires :

↓ **Le sulfate de soude (Na_2O_4) :**

C'est un affinant utilisé pour la fabrication des verres silicosodocalciques.

↓ **La phonolithe (ou phonolite) :**

Cette roche d'origine volcanique fait partie de la famille des roches feldspathoïdes et amène donc également l'alumine dans les formulations verrières. [21]

↓ **Les Dolomies :**

Il s'agit de roches sédimentaires comme les calcaires, mais celle-ci sont des carbonates doubles de calcium et de magnésium (CaCO_3 , MgCO_3). Leur utilisation en verrerie permet d'amener dans la composition vitrifiable l'oxyde de magnésium (16 à 23%). En fonction de leur teneur en magnésium, elles peuvent encore être calcaire magnésien (<5 % MgO) ou calcaire dolomitique (5%< MgO <10%). L'ajout d'oxyde de magnésium dans le verre permet d'améliorer sa durabilité chimique et notamment sa résistance aux agents atmosphériques.

↓ **Le calcin :** (verre récupéré)

Il est considéré comme matière première malgré le fait qu'il soit un sous produit de la fabrication. C'est un fondant de premier ordre, ce verre cassé est ajouté au mélange vitrifiable et qui provient soit des verriers, soit de la récupération de calcin ménager, et présente un aspect économique important.

(MAKANI M., 1999) [22]

1.2.2 Procédé de fabrication :

a)- Matériaux utilisés :

En premier lieu, il faut analyser la composition chimique des matières premières utilisés dans la fabrication du verre en déterminer la teneur en oxydes et pouvoir calculer avec précision les proportions de ces constituants dans le mélange vitrifiable.

Il faut aussi analyser le verre fini pour vérifier que les proportions étaient exactes car certains constituants peuvent se volatiliser ou être emporter par les flammes sous formes de poussière.

Le verre d'emballage est un verre sodo-calci que dont la composition de base respecte généralement les proportions suivantes : 70% de silice, 15% de soude et 10% de chaux, auxquels on peut ajouter une proportion variable de calcin. A ces éléments principaux sont adjoints en petite quantité des composants divers parmi lesquels les oxydes métalliques, qui assurent la coloration du verre. [21]

b)- Atelier de composition verre creux :

Le stockage, le dosage et le mélange des matières premières vitrifiables sont réalisés dans l'atelier de composition. Le fonctionnement automatique de cet atelier est un gage de reproductibilité et de qualité des mélanges successivement préparés.

Les automatismes, par processeurs interposés, gèrent, contrôlent et visualisent l'ensemble des opérations qui interviennent dans le processus de préparation :

- Entrée des matières premières dans les silos ;
- Dosage des différents ingrédients dans trémie respectives ;
- Transport vers le mélangeur et séquence de mélange ;
- Addition du calcin;
- Transport du mélange et du calcin vers le four.

Un stockage tampon de quelques heures d'utilisation, permet d'alimenter le four en mélange vitrifiable par l'intermédiaire des enfourneuses qui les délivre régulièrement et à débit contrôlé, en assurant ainsi la capacité et la stabilité de production de verre fondu, sans perturber la surface du lit de fusion.

(MISEENBOUTEILLE.,2006) [23]

c)- La chaîne de fabrication :

La fabrication du verre creux comporte quatre étapes : la fusion, le formage, la recuisson puis une étape de contrôle de la qualité.

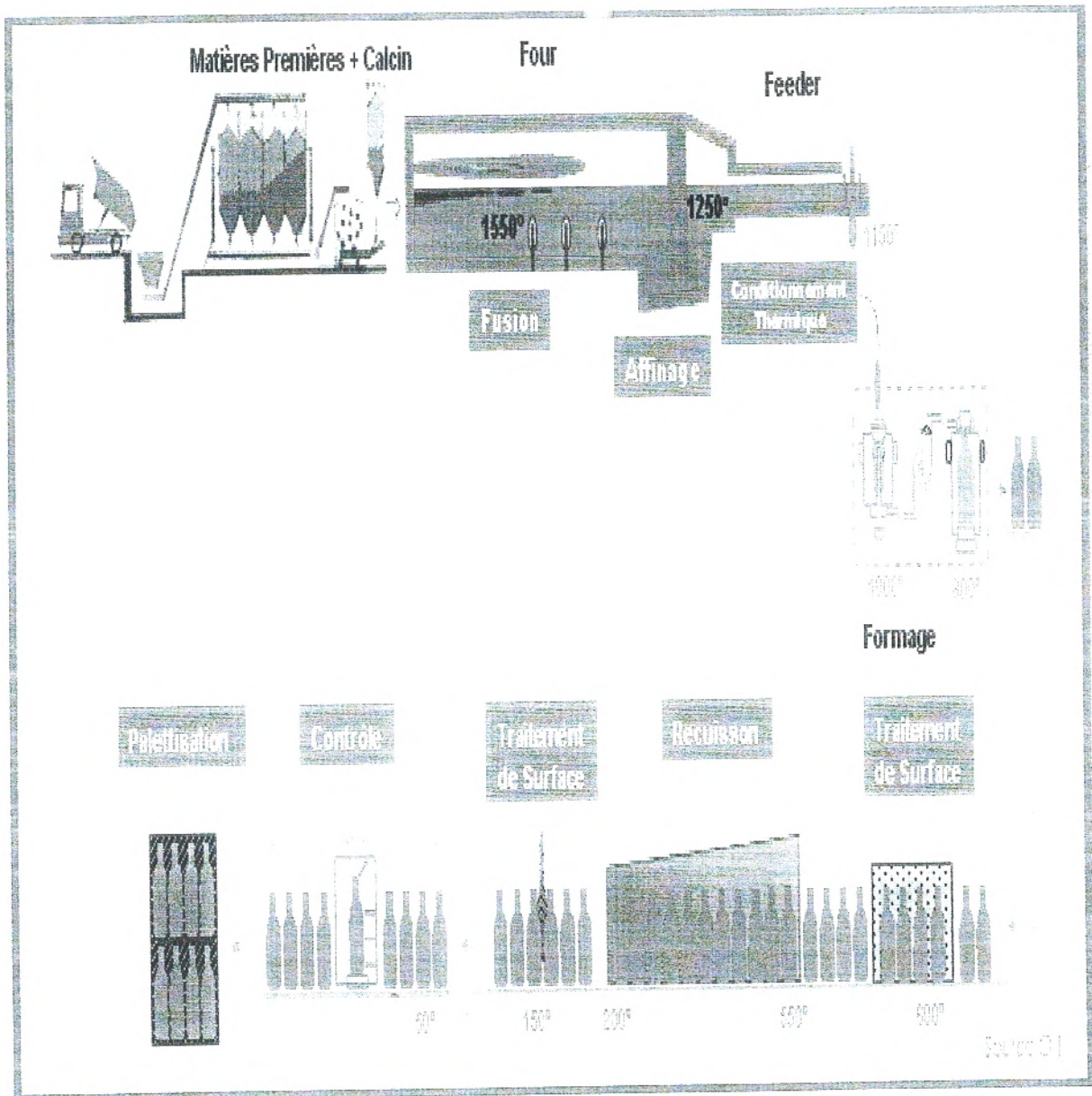


Figure 02. Les différentes étapes de la fabrication du verre d'emballage [14]

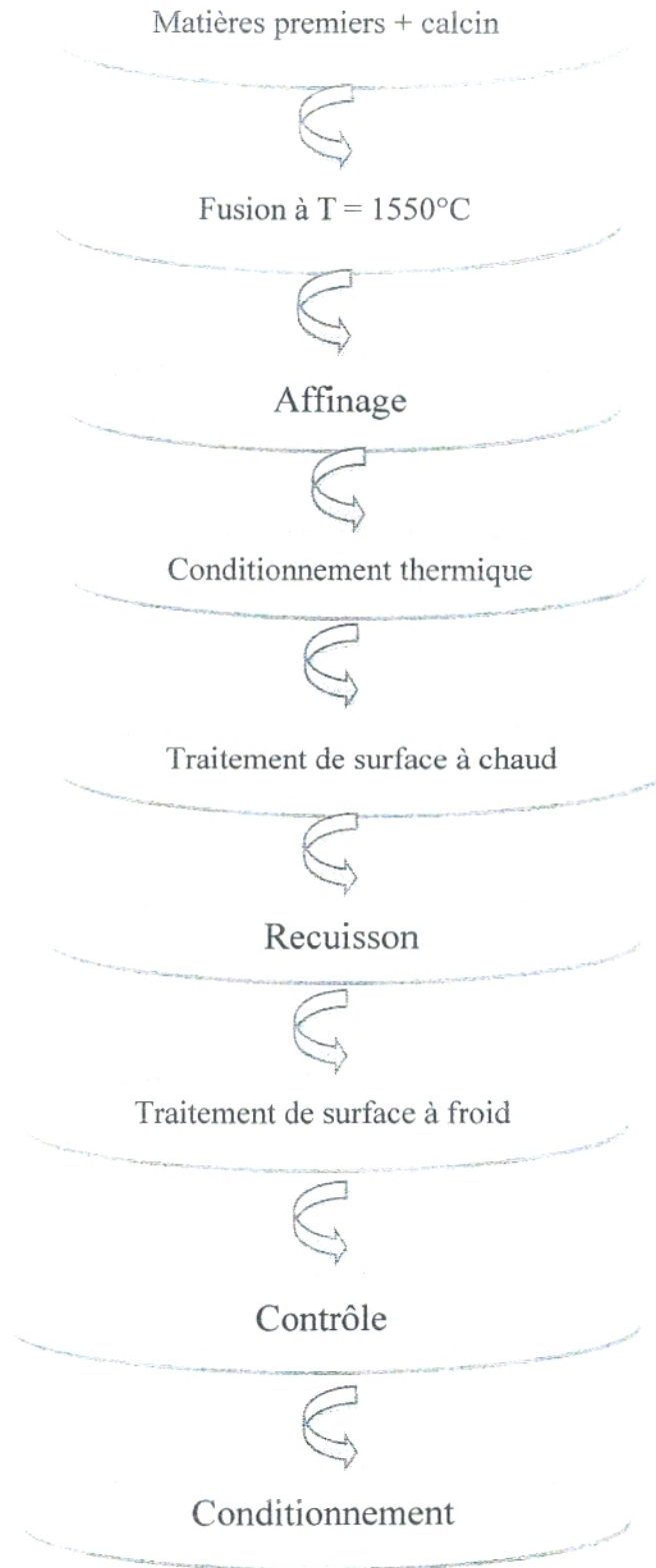


Figure 03. Schéma technologique de la fabrication du verre [14]

♣ La fusion :

Le mélange de matières premières et de calcin est fondu dans des fours s'élevant jusqu'à des températures proches de 1550°C. Entre l'introduction des matières premières et la sortie du verre en fusion, il s'écoule environ 24 heures.

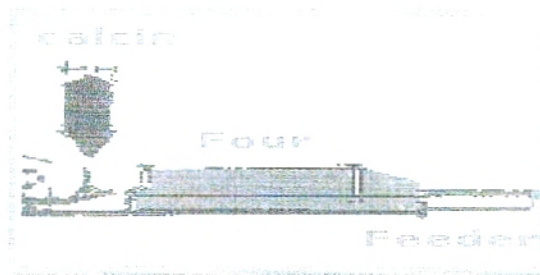


Figure 04. Schéma représentatif de l'étape de la fusion

Les fours fonctionnent jour et nuit, avec un niveau de verre en fusion constant. Des flammes alimentées par des brûleurs assurent, avec le rayonnement de la voûte de briques en silice, une température de 1550°C nécessaire à la fusion du verre. Trois types principaux de fours à coulée continue sont utilisés pour l'élaboration des bouteilles.

➤ Four à brûleurs transversaux :

D'une surface généralement supérieure à 70 m², il présente la particularité de travailler par inversion du sens de la flamme toutes les 20 minutes environ. Cela permet de récupérer alternativement la chaleur contenue dans les fumées transférées en grande partie par celle-ci à des empilages de briques réfractaires.



Figure 05. Four à brûleurs transversaux [23]

➤ Four à boucle :

Il a une surface de 20 à 150 m². Comme son nom l'indique, la flamme décrit une boucle dans le four. Comme dans les fours à brûleurs transversaux, une inversion du sens de la flamme permet de récupérer l'énergie des fumées, puis de la restituer à l'air de combustion.

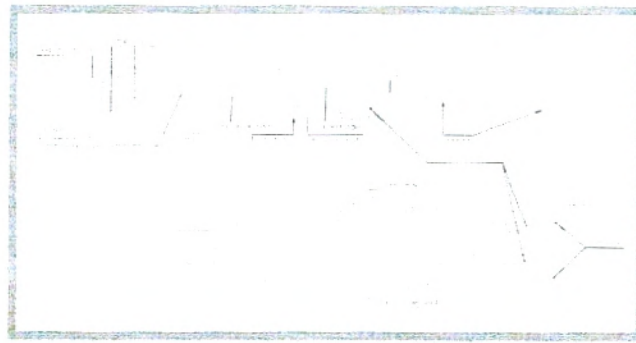


Figure 06. Four à boucle

➤ Four électrique :

Il s'agit simplement d'une cuve réfractaire dans laquelle des électrodes fondent les matières premières.

☞ Le formage :

Le verre en fusion est ensuite amené par des canaux de distribution, appelés feeders, jusqu'aux machines de formage. A l'extrémité du feeder, la coulée de verre en fusion est découpée en gouttes, appelées paraisons.

La paraison est alors à une température comprise entre 1100°C et 1300°C. Elle doit être transformée rapidement, car à partir de 750°C, le verre perd sa plasticité.

Le formage permet de transformer la masse compacte des paraisons en un corps creux. Cette transformation s'opère en deux temps. Transformation de la paraison en ébauche dans le moule ébaucheur, soit par soufflage soit par pressage.

Après transfert dans le moule finisseur, transformation de l'ébauche en un récipient ayant sa forme définitive. L'ensemble des opérations s'effectue sur des machines modulaires dites IS. On peut produire, sur les machines les plus récentes, jusqu'à 700 articles par minutes.

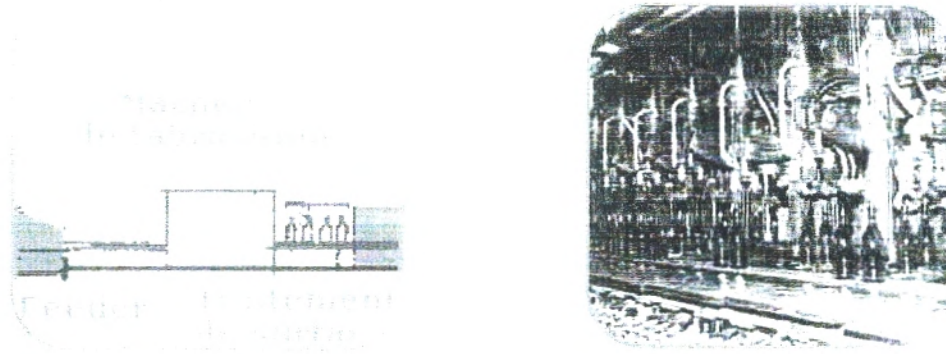


Figure 07. Vue d'une machine IS

Il existe trois procédés :

❖ **Procédé " soufflé - soufflé " :**

La paraison tombe dans le " moule ébaucheur ", comportant à sa partie inférieure un moule séparé, le " moule de bague ", qui donne à celle-ci le profile souhaité- la bague est la partie supérieure du " col " adaptée au bouchage. Un poinçon de perçage coulisse à travers ce moule de bague, pénètre la paraison et se retire ; puis de l'air comprimé est envoyé dans la cavité ainsi formée, chassant la paraison dans le fond du moule. L'ébauche est ensuite transférée, par la bague déjà suffisamment solidifiée, dans le " moule finisseur " où a lieu le soufflage final.

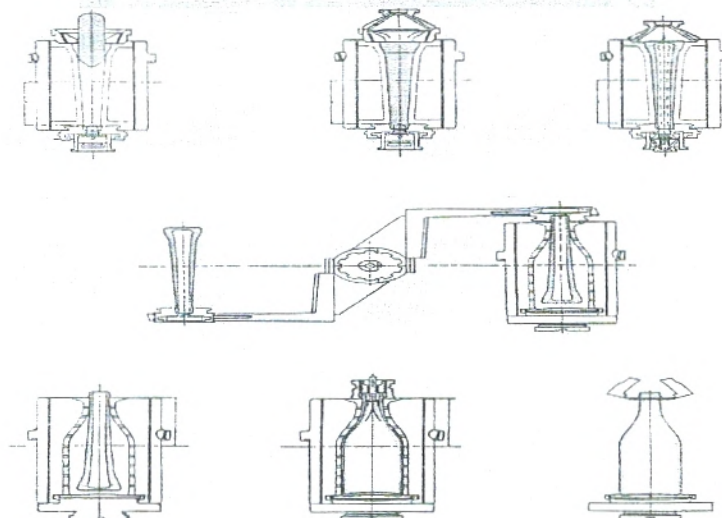


Figure 08. Fonctionnement d'une machines I.S (procédé soufflé-soufflé) [23]

❖ **Procédé " pressé - soufflé " :**

Ce procédé se caractérise par la formation de l'ébauche dont la forme très bien définie permet d'obtenir une ébauche de répartition et d'épaisseur parfaitement déterminée, ce qui est moins facile lorsque l'ébauche est obtenue par soufflage. Il est systématiquement utilisé pour la fabrication des pots à large ouverture.

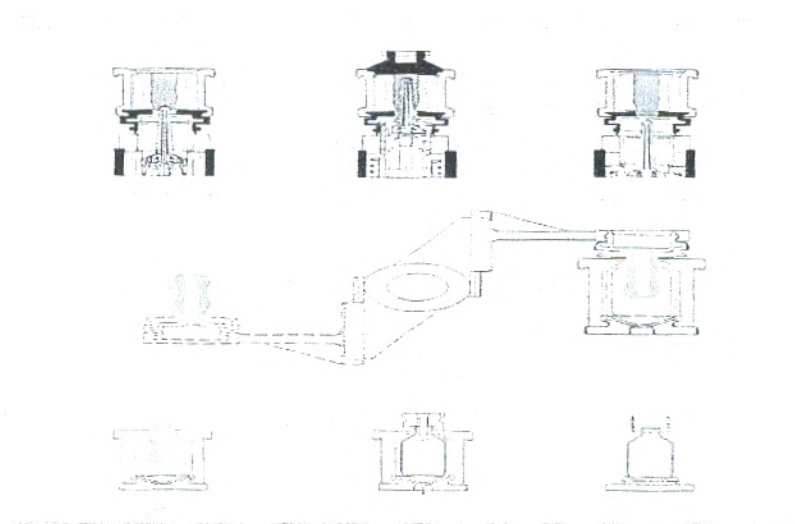


Figure 09. Fonctionnement d'une machines I.S (procédé pressé-soufflé)

❖ **Soufflage final :**

La transformation de l'ébauche en récipient de forme définitive est assurée par un soufflage d'air comprimé à l'intérieur de l'ébauche de façon à venir plaquer celle-ci vers la paroi interne du moule finisseur. Après cette phase de soufflage, les bouteilles sont extraites du moule finisseur, et transférés. [23]

♣ Traitements de surface et arche de recuisson :

A la sortie de la machine IS, la température du verre est d'environ 650 °C. Les parois extérieures du récipient se refroidissent plus vite que l'intérieur du verre en raison de sa mauvaise conductivité thermique, ce qui crée des contraintes au sein du matériau. Afin de relâcher et d'égaliser ces contraintes, le verre est soumis à un traitement thermique aux environ de 550 °C, à laquelle les différentes contraintes se relâche et s'annulent.

Afin de limiter les conséquences de micro défauts, on pratique des traitements de surface soit à chaud, soit sur la bouteille refroidie.

➤ **Traitement "à chaud" :**

Il intervient entre la sortie du moule finisseur et le passage dans l'arche de recuisson ; il a pour but d'empêcher la propagation des microfissures créées pendant le formage et l'apparition de fissures nouvelles lors du contact à chaud entre les articles et les organes de guidage.

Il consiste à projeter sur le récipient, des vapeurs d'halogénures métalliques (étain ou titane) qui réagissent avec la surface du verre pour former des oxydes, en couche invisible de quelques nanomètres d'épaisseur.

➤ **Traitement "à froid" :**

En combinaison avec le traitement à chaud, il a pour objet d'augmenter le coefficient de glissement du verre, ce qui permet de transporter les bouteilles à haute cadence sur les convoyeurs des verreries ou les lignes d'embouteillages. Le traitement à froid permet aussi de limiter les risques de frottement, donc de création de rayures.

Ce traitement s'effectue à la sortie de l'arche de recuisson à la température de 100 à 120 °C. Il consiste à déposer sur la surface des articles un film protecteur de cire de polyéthylène ou de mono stéarate de polyoxyéthylène. L'opération est réalisée par pulvérisation pneumatique sur l'extérieur des articles.

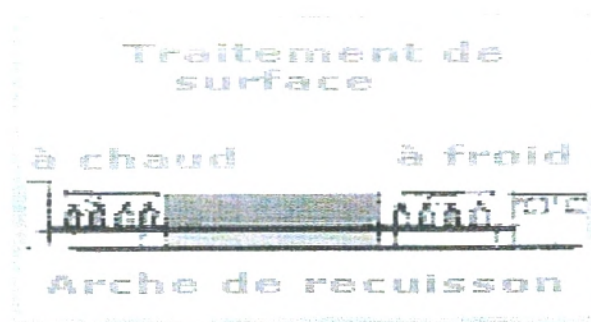


Figure 10. Arche de recuisson

(MISEENBOUTEILLE.,2006) [23]

♣ Le contrôle qualité :

Une série de contrôles permet d'éliminer les bouteilles ne répondant pas aux exigences de leur commercialisation. On distingue quatre grandes catégories de contrôles ; dimensionnel et géométrique, d'aspect, de capacité et enfin de propriétés mécaniques.

- Contrôle dimensionnel : Effectué pour 100% de la production, par vision automatique, on mesure la longueur totale, les diamètres intérieurs et extérieurs.
- Contrôle d'aspect : en générale applique à tous les articles, il consiste à détecter la présence de bulle, de grain.....
- Contrôle de capacité : effectuer par différence de poids plein / vide à 20°C, au niveau de capacité utile.
- Contrôle de propriétés mécaniques : Résistance à la pression interne, à l'écrasement vertical (dû au bouchage), à l'écrasement latéral (manutention).

Ces tests ne sont effectués que sur un échantillon de la production totale, en raison de leur relative lenteur et parce qu'ils impliquent parfois la destruction de l'article.

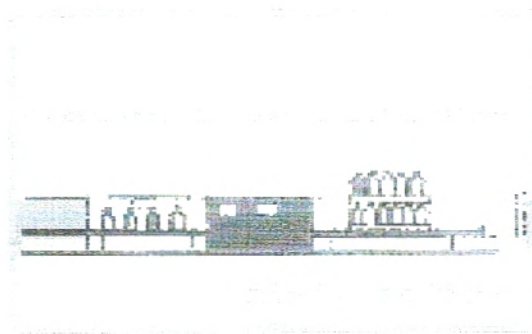


Figure 11. Vue d'une machine de contrôle [23]

♣ Le conditionnement :

Le conditionnement a comme but principal de grouper, de protéger, de stocker, de livrer et d'identifier les emballages.

Une fois leur qualité validée, à l'issue des contrôles des lignes de choix, les bouteilles sont mises sur des palettes et transportées chez les clients. [23]

2. Contraintes et remèdes de fabrications :

2.1 / les défauts de fabrications :

Le bon article est celui qui ne cause aucune difficulté au producteur ni au transporteur ni au consommateur, c'est pour cette raison il demeure impératif que cet article dit subir un contrôle rigoureux, certain et efficace avant sa mise au marché tout en respectant ses caractéristiques normalisés couvrant les satisfactions de la chaîne de consommation (fabricant, producteur, consommateur).

Il existe plus de centaine de défauts qui se produit au cour de la fabrication de l'article dont certains sont involontaires comme le traitement thermique, mais les plus importants sont produites volontairement citons à ce propos le fonctionnement de l'enfourneur et des machines.

Il est donc nécessaire que tous le personnel de la production soit conscient des défauts et connaître ainsi les remèdes pour palier à l'éventuelle imperfection.

Lorsque l'article n'accompli pas sa mission chez le producteur à cause d'un défaut de fabrication, ceci influe immédiatement sur la réputation de l'usine et perd par conséquent la confiance du consommateur.

(OPTICAL-INSPECTIONS.,2014) [24]

2.1.1 Défaut de la paroi latérale :

➤ Identification de défauts de la paroi latérale :



Inclusions de
corps
étrangers

Plis

Pierres

Impuretés

Bouillons

Fissures



Brisures



Pointes



Trapèzes

➤ Identification de défauts d'épaule et du buvant :



Fissures



Inclusions



Bagues
défectueuses



Bris



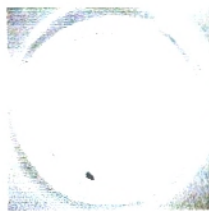
Bouillons

2.1.2 Défaut du fond :

➤ Identification de tous les types de défauts du fond et de la partie de transition du fond par le contrôle par transparence :



Inclusions de
corps étrangers



Pierres



Plis



Fissures

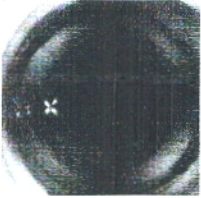


Bouillons



Débris de
verre

- Identification de défauts du fond causés par les contraintes grâce à la lumière polarisée :

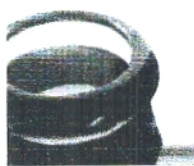


Défaut causé par les contraintes

- Lecture des codes morphologiques dans chaque position de rotation :



2.1.3 Défaut du buvant :



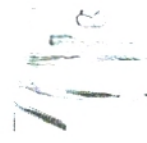
Entailles



Bords
(remontés)



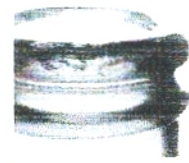
Défaillances



Bouillons
ouverts



Bagues
défectueuses



Bords ébréchés
[24]

2.2 / Les remèdes :

Pour obtenir un verre de haute qualité, satisfaire le consommateur et promouvoir l'industrie du verre, les étapes suivantes sont recommandées :

1/ - la température du verre et la forme de l'article :

- il est nécessaire de corriger et garder la température du verre durant toute sa procédure de fabrication.
- pour maintenir la forme et le poids de l'article constant il faut :
 - ✓ Utiliser des appareils automatiques pour contrôler la T° de fusion.
 - ✓ Assurer la sécurité de la régulation de l'enfourneur.

2/- moule : pour aboutir à un produit désiré il faut donc :

- ✓ La construction d'un seul type de moule avec les caractéristiques normalisées corrigés.
- ✓ La régulation des machines de façonnage en utilisant les supports de moule.
- ✓ Huilage avec une huile spéciale de façon correcte.
- ✓ Les machines de façonnage doivent subir une maintenance régulière en utilisant une méthode spécifique.

3/- Service :

- ✓ L'air comprimé qui est indispensable à la machine de façonnage I.S doit être propre, sec, réglé à la pression voulue.
- ✓ La conservation du courant froid à une énergie de froid constant par des appareils de commande automatique. [24]

1. Fermetures :

La fermeture correcte des emballages en verre est un élément essentiel pour garantir l'étanchéité de l'article dans sa globalité, et donc la protection du produit contenu dans l'emballage. Une très grande variété de modèles de fermetures ou bouchage existe pour les bouteilles, les pots, les verresIl est fait appel aux métaux (acier et aluminium), aux matières plastiques ou aux pellicules complexes à bases d'aluminium. [18]

1.1/ Fermetures des bouteilles et flacon :

Le choix de types de bouchage dépend de la nature du produit emballé et son usage suivant

- La destination des bouteilles et leurs utilisations.
- La facilité de débouchage et rebouchage.
- La neutralité du bouchon au liquide embouteillé.
- L'étanchéité et éventuellement la résistance.
- La résistance à l'humidité.

1.1.1 Bouchons couronne :

C'est des capsules en fer blanc ou fer chromé vernie (et souvent décoré), à jupe ondulée munie d'un joint interne (avec ou sans PVC «polyéthylène») à sertir sur la bague de la bouteille.

Sont généralement utilisées pour la fermeture des bouteilles en verre contenant des boissons gazeuses (limonades, etc.).

L'étanchéité de la fermeture est horizontale et assurée par l'intermédiaire d'un joint plastique coulé, qui épouse sous pression la bague de la bouteille.

Les capsules ont avant sertissage une forme évasée ; le principe d'application consiste à replier les crochets de la capsule sous la bague de verre qui impose une pression sur le joint. De ce fait, Ces capsules résistent à une certaine pression interne.

Une conserve ainsi bouchée ne peut être ouverte qu'avec un outil adapté faisant levier ; elle est donc inviolable sur les lieux de vente. Après ouverture de l'emballage, la capsule ne peut être réutilisée pour la fermeture de la bouteille.

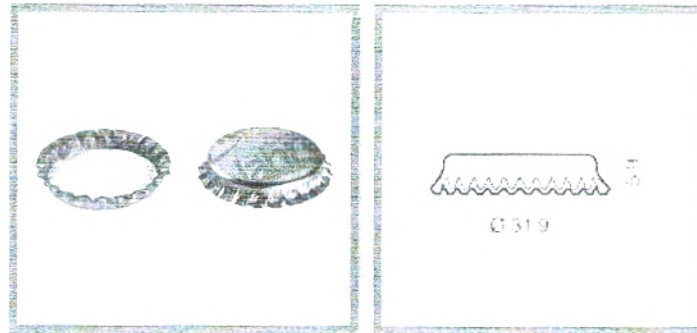


Figure 12. Capsule couronne

(AZAQUAR⁴,2005) [25]

1.1.2 Capsule pressions à vis ou bouchons à vis :

Généralement en aluminium, avec un joint interne et une jupe plus ou moins haute pré filetés ou non. Dans ce dernier cas, le bouchage est serti sur la bague à vis de la bouteille. Ces bouchages peuvent être imprimés et décorés et servir à la mise en valeur du produit. Ils peuvent comporter à la base une collerette garantissant l'inviolabilité du contenu avant son premier usage ; la collerette se sépare lors de la première ouverture au dévissage par rupture des parties non incisées au départ.



Figure 13. Une bouteille de jus de fruit fermée par une capsule à vis [18]

1.1.3 Bouchons en plastique :

Qui peuvent être se prêter à une multitude de formes sont encore relativement peu utilisés pour le bouchage des bouteilles en verre, mais ils ont l'avantage d'être le plus souvent d'une seule pièce car faisant joint de par la plasticité du matériau de base. Le bas des jupes de ces bouchage est muni d'une ceinture d'inviolabilité qui se détache par rupture de pontets ou sous la forme d'une languette arrachable. [18]

1.2/ *Fermetures pour larges ouvertures* :

Les pots en verre possèdent en général une bague à filet ou à serti. Il existe de nombreux modèles brevetés de capsules ou couvercles métalliques avec joint plastique. La plupart de ces fermetures en acier doivent être capable de maintenir un vide résiduel dans l'emballage, après traitement thermique de l'aliment ou le remplissage à chaud.

Il existe généralement cinq groupes de capsules :

- les capsules Euro- cap
- les capsules de pression (Pry-off)
- les capsules quart-de-tour (Twist-off cap)
- les capsules PT (Press-on, Twist-off cap)
- les capsules vissantes CT. (Continuous Thread)

Parmi les capsules les plus utilisés dans la fabrication des pots sont :

1.2 .1 Capsule quart-de-tour (Twist-off cap) :

C'est la capsule d'un bocal qui se ferme et s'ouvre en moins d'un tour ($\frac{1}{4}$ de tour), en anglais elle est désignée par le terme « Twist-off cap ». C'est ce qu'on appelle une capsule fonctionnelle car elle s'ouvre à la main sans ustensile et peut se refermer aisément et plusieurs fois.

Après ouverture du bocal, le consommateur peut le refermer hermétiquement. De ce fait, la capsule twist-off convient surtout aux produits qui ne sont pas destinés à être consommés en une seule fois (confiture, miel, etc.). [18]

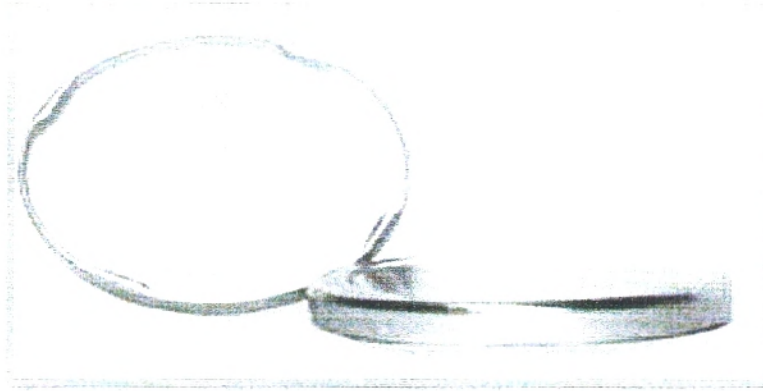


Figure 14. Capsules twist-off pour bocaux

1.2.2 Capsule PT (Press-on, Twist-off cap) :

Les capsules PT sont couramment employées sur les petits pots d'aliments pour bébés ainsi que pour d'autres produits alimentaires.



Figure 15. Bocal fermé par une Capsule Press-on, Twist-off cap

L'étanchéité de la fermeture par une capsule PT est assurée par un joint en plastisol moulé qui couvre à la fois la surface plane (joint horizontal) et la surface latérale (joint latéral) de la capsule (Figure 15). Ce joint d'étanchéité doit avoir été chauffé correctement au préalable.



Figure 16. Schéma d'une capsule PT (Press-on, Twist-off cap) montée sur un bocal

Le scellement se fait par simple enfoncement de la capsule sur la bague. Elle (la capsule) reste en place sur la bague grâce au vide principalement et avec l'aide de la gravure créée par le filetage de la bague dans le joint d'étanchéité latéral, une fois la capsule est refroidi (Figure 16). [18]

2. Etiquetage des denrées alimentaires :

L'étiquetage des denrées alimentaires est le premier moyen de communication entre le producteur et le vendeur des denrées alimentaires d'une part, et l'acheteur et le consommateur d'autre part.

La législation relative à l'étiquetage des denrées stipule les mentions devant obligatoirement figurer sur l'étiquette des denrées alimentaires. Principales mentions obligatoires :

- **la dénomination de vente :** indique au consommateur la nature du produit;
- **la liste des ingrédients :** est constituée de l'énumération de tous les ingrédients de la denrée alimentaire, dans l'ordre décroissant de leur importance pondérale, y compris les additifs;
- **la quantité :** le nombre de millilitres, litres, grammes ou kilogrammes contenus dans le conditionnement. Il s'agit dans tous les cas de la quantité nette de produit, poids de l'emballage non compris;

- **la date de durabilité minimale, ou la date limite de consommation;**
- **les conditions particulières de conservation et d'utilisation**, par exemple. "à conserver au réfrigérateur" ou "à conserver dans un endroit frais et sec" ;
- **le nom et l'adresse du fabricant ou du conditionneur;**
- **le numéro d'agrément** dans le cas où il s'agirait de produits animaux;
- **le lieu d'origine** ou de provenance dans le cas où son omission serait susceptible d'induire le consommateur en erreur;
- **le taux d'alcool** : pour les boissons titrant plus de 1,2% d'alcool en volume;
- **une mention précisant** si les produits sont issus d'organismes génétiquement modifiés.

(CODEX ALIMENTARIUS.,2007) [26]

3. *Recyclage du verre d'emballage :*

Le calcin est du verre récupéré à partir de déchets (ménagers et assimilés, etc.....) ou directement à partir de chutes de fabrication. Il est d'abord trié et nettoyé pour éliminer toutes les impuretés.

Ensuite, avant d'être introduit avec les matières premières afin de former le lit de fusion, il est broyé très finement.

L'utilisation du calcin présente de nombreux avantages pour l'environnement, ainsi que pour le verrier. En effet :

- ⊕ elle ne nécessite pas l'extraction de matières premières naturelles et évite la consommation de 60 Kg de fuel par tonne de calcin utilisé pour l'extraction des matières premières naturelles ;

- ⊥ elle évite le transport de matières premières naturelles sur de longues distances pour transporter le calcin sur de plus courtes distances. Elle limite donc la pollution atmosphérique due au déplacement ;
- ⊥ elle limite le rejet dans l'atmosphère de polluants (dioxyde de carbone et dioxyde de soufre) causé par la fabrication du verre à partir de matières premières naturelles, les matières se trouvant déjà sous la forme d'oxyde (moins 200 kg de CO₂ rejeté par tonne de calcin utilisé)
- ⊥ elle diminue la température de fusion (le calcin doit être chauffé à une température plus basse que les matières premières naturelles pour être fondu). Elle permet donc l'économie de 40 kg de fuel par tonne de calcin utilisé.

Cependant, l'industrie ne peut pas fabriquer de verre uniquement à partir de calcin. Il est nécessaire d'introduire des matières premières naturelles afin de corriger les propriétés du lit de fusion (couleur, propriétés optiques, mécaniques, etc.) et ainsi obtenir une homogénéité dans la qualité du produit fabriqué.

De plus, la nature du calcin est très importante car elle détermine son intégration dans la composition de certains verres :

- ⊥ le verre d'emballage coloré contient du calcin issu de verre d'emballages coloré, incolore ou mixte ;
- ⊥ le verre d'emballage incolore ne peut contenir que du calcin incolore ayant pour origine les emballages ;
- ⊥ le verre à vitres ne peut contenir que du calcin incolore essentiellement composé de chutes de découpe de verre à vitres ;
- ⊥ le verre pour ampoules électriques et tubes fluorescents, ainsi que celui pour les écrans, ne pourront contenir que du calcin de même nature.

CERCLE-RECYCLAGE.,2007) [27]

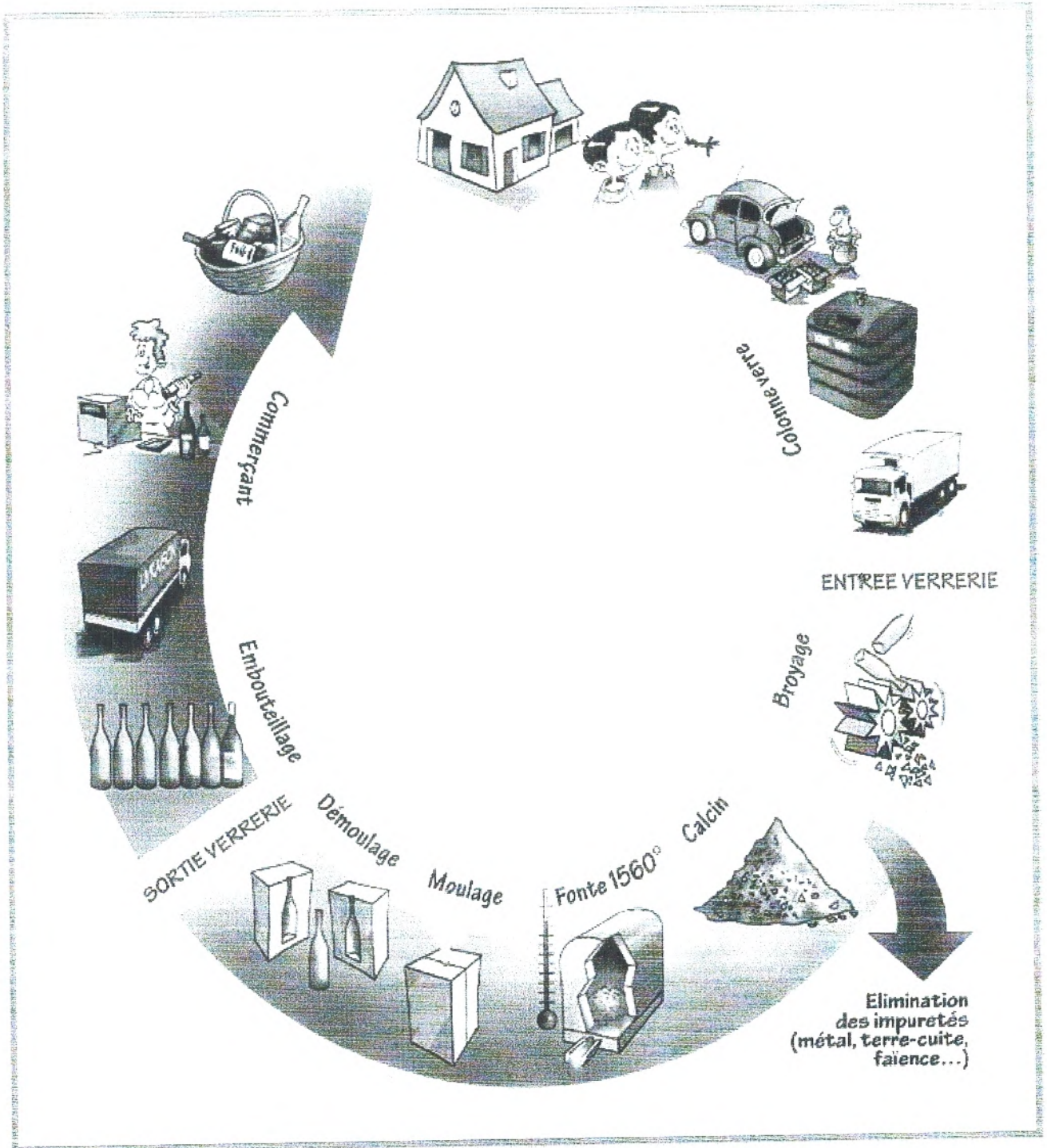


Figure 17. Schéma représentatif le recyclage du verre [27]

1. *Le verre médical :*

1.1/ *Généralité :*

Le verre d'emballage est fabriqué actuellement dans des usines automatisées. Les plus grands utilisateurs sont les marchés de l'agroalimentaire, de la parfumerie, de **la pharmacie** et **de la parapharmacie**, des cosmétiques et des produits industriels. Les emballages se présentent sous forme de bouteilles, de flacons, de pots, d'ampoules et de piluliers.

(JEANPAUL P.,2008) [28]

Au sein d'un établissement de santé, on distingue deux types de verre :

⊕ **Le verre ménager (creux)** qui a contenu des boissons (bouteilles d'eau, de jus de fruits ou de vin) ou des aliments (bocaux de légumes, compotes,...)

⊕ **Le verre médical** qui a contenu des médicaments ou des substances chimiques.

Ces deux types de verre sont à différencier et ne doivent pas suivre la même filière.

1.2/ *Types de verre :*

Le verre médical, ou pharmaceutique, est du verre pur dont la composition est strictement définie pour conserver sa neutralité. Il est peu utilisateur de calcin : 5 à 10% contre 85% pour le verre ménager.

On peut distinguer trois types de verre :

⊕ **Type I** : récipient réalisé en verre neutre dans la masse, riche en silice et borax, utilisé comme contenant pour des médicaments actifs à risque allergisant, ou toxique (cytotoxiques, anesthésiques).

⊕ **Type II** : récipient dont la neutralité est obtenu par un traitement de surface

⊕ **Type III ou sodo calcique** : récipient en verre ordinaire (Flacons de sirop).

(VERONIQUE H.,2010) [29]

1.3/ La fabrication à partir de tubes étirés :

Ce type de procédé de fabrication est très utilisé pour les contenants des produits pharmaceutiques (les emballages d'ampoules, de piluliers et de flacons). Deux différents procédés sont utilisés pour la fabrication de ces emballages :

- Le procédé Danner : pour les tubes de diamètre supérieur à 25 mm ;
- Le procédé Vello : pour les tubes de diamètre inférieur à 25 mm.

Des machines spécialisées chauffent les tubes avec des chalumeaux, forment les pointes des ampoules, les cols ou les fonds des flacons et piluliers avec des cadences de production de 5000 articles par heure.

Les emballages qui ont subi des refroidissements extrêmes après la fabrication présentent des contraintes et tensions. La recuisson, la dernière étape de la fabrication a comme fonction principale la réduction de ces tensions en donnant aux articles une meilleure résistance, tant au choc thermique qu'en résistance à la pression interne. De cette façon, les articles ne présentent plus de risque de casse lors de l'utilisation.

(VIRGINILLO M., 2011) [30]

1.4/ Conditionnement des flacons :

Les Laboratoires préparent et conditionnent des flacons allant jusqu'à une capacité de 1 litre.

- ⊕ La ligne de remplissage (en salle classée) et de conditionnement permet d'utiliser des flacons en verre ou en différents plastiques.
- ⊕ Le bouchage s'effectue avec des capsules aluminium ou plastiques.
- ⊕ Les cadences de production peuvent atteindre selon les formats jusqu'à 8 000 flacons/heure ; la dépose de gobelets, cuillères, notices, vignettes, etc... est automatisée sur la ligne de conditionnement secondaire.

1.5/ Conditionnement d'ampoules buvables :

Les Laboratoires ont la capacité de remplir jusqu'à 1 million d'ampoules par jour en zone atmosphérique contrôlée.

- ↓ La ligne de remplissage permet la production d'ampoules 1 pointe ou 2 pointes de 2 à 15 ml.
- ⊕ Les ampoules sont stérilisées dans 2 autoclaves de 4 m³ et conditionnées sur 4 lignes automatisées.
- ⊕ Un grand nombre de format sont disponibles (de 5 à 30 ampoules par boîte ou coffret).

2. Étiquetage de l'emballage pharmaceutique :

La croissance du marché des étiquettes et des notices pharmaceutiques est fortement liée à l'évolution du nombre d'étuis et de produits pharmaceutiques vendus, et par conséquent à la consommation de médicaments.

Le marché des notices et des étiquettes pharmaceutiques peut être segmenté en trois catégories, dont :

- ⊕ les étiquettes
- ⊕ les notices
- ⊕ les étiquettes-livrets

Les étiquettes sont adhésives et peuvent être collées directement sur l'emballage primaire et/ou sur l'emballage secondaire. Par ailleurs, les notices sont obligatoires et sont ajoutées dans l'emballage grâce à des méthodes de pliage. Les étiquettes-livrets servent de solution intermédiaire et sont collées directement sur l'emballage primaire et possèdent l'avantage de contenir la notice pliable. [30]

MATERIES ET METHODES



Chapitre (3): Matériels et Méthodes

b) Par fluorescence X :

En utilisant une méthode d'analyse chimique pour l'étalonnage, il a été possible d'établir une technique de mesure de l'épaisseur du traitement à chaud par fluorescence X. Cette technique moderne est très rapide et d'une grande exactitude pour peu que l'étalonnage ait été correctement effectué. Elle est néanmoins coûteuse et seuls les grandes firmes et les institutions de recherche en sont équipées.

c) Par réflexion lumineuse :

La méthode la plus utilisée pour mesurer l'épaisseur de la couche d'oxyde est une méthode optique. Lorsque la surface du verre est recouverte par une couche d'oxyde métallique, son indice de réfraction change et cela modifie le pourcentage de lumière réfléchi. Ce phénomène constitue le principe de base de la méthode standard qui a été développée pour mesurer la quantité d'oxyde de métaux (étain ou titane) présent à la surface des bouteilles. L'instrument le plus largement utilisé à cet effet est celui développé par AGR (American Glass Research Inc.), le « Finish Coating Meter qui produit une unité arbitraire d'épaisseur : le CTU pour « Coating Thickness Unit ». Il a été démontré que le nombre de CTU augmente linéairement avec l'épaisseur de la couche d'oxyde métallique. Une unité CTU correspond approximativement à une épaisseur de couche de 0.5 Å. [31]

2.2 *Analyse des traitements de surface à froid* :

En ce qui concerne le traitement à froid, il n'y a pas actuellement de méthode pratique pour déterminer la quantité de composé déposée. Il faut dissoudre dans du chloroforme, par exemple, la couche organique d'un grand nombre d'échantillons et réaliser ensuite une détermination quantitative ou au moins semi-quantitative par des méthodes spectroscopiques telle que la spectroscopie infrarouge. Ce genre d'analyse permet également d'identifier les constituants du traitement.

Par contre, déterminer la simple présence d'un revêtement organique à la surface d'une bouteille est très simple. Il suffit, par exemple, de déposer une poudre d'aluminium en surface. Une bouteille recouverte de polyéthylène retiendra la poudre d'aluminium contrairement à une bouteille sans polyéthylène.

Chapitre (3): Matériels et Méthodes

Il existe également une méthode rapide appelée DRIFT (Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform). La présence d'un traitement de surface organique sera repérée par analyse en infrarouge.

Les propriétés physiques que confèrent les traitements de surface aux bouteilles sont également exploitées pour évaluer la présence et l'efficacité d'un traitement organique. Par exemple, il est courant de relier le degré d'efficacité d'un traitement aux propriétés de friction de la surface. Une technique standard mesure ainsi l'angle de glissement que peut tolérer une pyramide de trois bouteilles couchées. Cet angle est d'environ 10 à 20° pour des bouteilles traitées et de 30 à 40° pour des bouteilles non traitées.

La résistance des bouteilles à la griffe est aussi couramment mesurée afin de déterminer la Protection assurée par le traitement. Dans ce cas, une bouteille sous une charge connue est placée et tirée à angle droit sur une bouteille stationnaire. La force requise pour endommager la surface est alors mesurée. Cette force est de 2 à 3 kg pour une bouteille sans traitement, elle sera supérieure à 35 kg lorsque la bouteille est protégée par un double traitement métallique et organique. [31]

2.3 La méthode par réflexion diffuse :

Qui mesure la quantité de lumière réfléchi par diffusion sur la surface de l'échantillon. Un capteur adéquat est orienté, par exemple, à 45° du faisceau incident, lui-même perpendiculaire à la paroi analysée. Avec cet angle d'inclinaison, l'essentiel du signal obtenu correspond à la quantité de lumière renvoyée par réflexion diffuse. Contrairement à la transmission diffuse, la mesure ne dépend pas d'autres caractéristiques de la bouteille que son degré de scuffing. Un inconvénient consiste cependant dans la nécessité de travailler en chambre noire pour limiter l'influence de la lumière ambiante, ce qui complique la conception d'une version en ligne.

(MESURE DU SCUFFING ., 2000) [32]

2.4 Les contrôles dimensionnels et d'aspect :

Devant les exigences croissantes en qualité et l'accroissement important des cadences de production, les verreries se sont dotées de moyens de contrôles automatiques très sophistiqués.

Chapitre (3): Matériels et Méthodes

Il s'agit généralement de machines optoélectroniques permettant tous **les contrôles dimensionnels** fonctionnels de l'article et tous **les contrôles d'aspect** critiques pour le client. Actuellement, une ligne de production moderne comporte en série :

- ❖ Une machine de contrôle de bague ;
- ❖ Un simulateur de contrainte pour éliminer tout de suite les bouteilles anormalement fragiles ;
- ❖ Une machine de contrôle prenant les défauts d'épaisseur d'ovalisation et toutes les microfissures de surfaces critiques pour la résistance mécanique ;
- ❖ Une machine de contrôle d'aspect pour éliminer les salissures, les particules de verre et les défauts de la pâte de verre (grains, bouillons, etc.) ;
- ❖ Des systèmes de lecture des numéros de moules à partir d'un code d'identification placé sur le jable de l'article, afin de relier chaque défauts au moule incriminé.

Un tel ensemble peut fonctionner jusqu'au des cadences voisines de 100 bouteilles/minute. Pour des flux d'articles supérieurs, il faut évidemment multiplier le nombre de machines de choix .Toutes ces machines de contrôle sont désormais reliées à un calculateurs, qui permet en permanence de traiter toutes ces informations issues de cette fonction (choix) afin d'informer en temps réel le machiniste et de le guider dans ces actions pour l'obtention de la meilleure qualité possible. [18]

2.5 Contrôle de la verticalité :

Cette méthode d'essai a pour but de déterminer, non seulement la déviation du corps par rapport à la verticale, mais aussi l'effet combiné des diverses déformations pouvant exister, par exemple la déviation du col par rapport à la verticale, une bague excentrée ou l'ovalité de la bague.

(LA NORME I SO 9008.,1991) [33]

Chapitre (3): Matériels et Méthodes

Principe:

- L'appareillage doit être capable de maintenir le fond de la bouteille horizontale et de mesurer la déviation de la bague par rapport à la verticalité avec une exactitude de 0.1mm.

Différents types d'appareillage existent par exemple, les mesurages peuvent être effectués par comparaison avec une échelle horizontale à l'aide d'un comparateur ou en projetant une ombre grossie sur une échelle dans tous les cas, le mesurage se font sur l'extérieur de la bague.

- Pour les **bouteilles rondes**, l'appareillage le plus simple consiste en une plaque de base équipée d'un support en V, ou d'une plaque tournante avec un mandrin à centrage automatique à trois ou quatre mors, et un support verticale sur lequel est monté un traçoir horizontal ou un comparateur à cadran pouvant être réglés en hauteur et en longueur. Un appareillage de mesure par projections d'un faisceau lumineux peut aussi être utilisé.
- Pour les **bouteilles non rondes**, il convient d'utiliser un dispositif qui permette de maintenir la bouteille au centre d'une plaque tournante.

Modes Opératoires :

❖ **Bouteilles rondes :**

Placer la bouteille soit sur une plaque de base horizontale et la presser contre un support en V à l'aide d'une force dirigée vers le bas, à 45° par rapport à l'horizontale soit sur une table tournante, dans un mandrin à centrage à trois ou quatre mors.

❖ **Bouteilles non rodes :**

Placer les bouteilles dans le dispositif au centre d'une plaque tournante.

Pour le faire, ont suit un mouvement rotatoire de la bouteille par rapport à la tige surmontée par un courant qu'on fait tourner manuellement, et les placer à coté de chaque écran lumineux. [33]

Note : La déviation par rapport à l'axe vertical peut créer des problèmes sur les chaînes de remplissage rapide.

Chapitre (3): Matériels et Méthodes

2.6 Contrôle de recuisson :

Se fait chaque 2heurs, les articles en verre sont prélever pour être contrôler au polariscope.

Les tensions dans le verre peuvent être visualisées au moyen d'un appareil appelé (polariscope) qui permet d'évaluer les contraintes internes du verre en fonctions des modifications de la teinte de références du polariscope lorsqu' on introduit l'article de verre dans les champs de vision de l'appareil.

- ⊕ Couleur rouge : bien cuit.
- ⊕ Couleur bleu : mauvais cuit. [18]

2.7 Résistance au choc thermique :

La résistance au choc thermique est mesurée aux sens des règlements internationaux.

L'évaluation est effectuée en utilisant deux bassins qui contiennent de l'eau à une température constante et connue : dans le premier bassin, l'eau a une température ambiante (environ 20°C), dans l'autre l'eau a une température plus élevée (environ 65°C).

Les articles sont immergés pendant 15 minutes dans l'eau à température plus élevée, puis ils sont immergés dans l'eau à température ambiante pendant deux minutes. Généralement on accepte une résistance entre (40°C et 65°C). [18]

2.8 Contrôle des propriétés optiques des verres :

Que se soit dans l'ultraviolet, le visible ou l'infrarouge, les verriers disposent désormais de moyens de contrôles importants pour assurer avec reproductibilité des propriétés optiques majeurs pour le processus de fabrication (diathermanéité) et majeures pour le conditionnement des produits (colorations-filtration).

A partir d'une lame de verre et d'un spectrophotomètre, il est possible de tracer très rapidement une courbe de transmission qui permettra de calculer tous les critères analytiques nécessaires, c'est-à-dire :

Chapitre (3) : Matériels et Méthodes

- ⊕ Luminance, pureté et coordonnées trichromatiques (pour le visible) ;
- ⊕ Pouvoir filtrant dans l'ultra violets ;
- ⊕ Le % de transmission 1000 nm pour l'infrarouge. [18]

2.9 Test d'étanchéité :

Il est effectué pour tous types d'emballage, afin de vérifier la bonne ou la mauvaise qualité de sertissage.

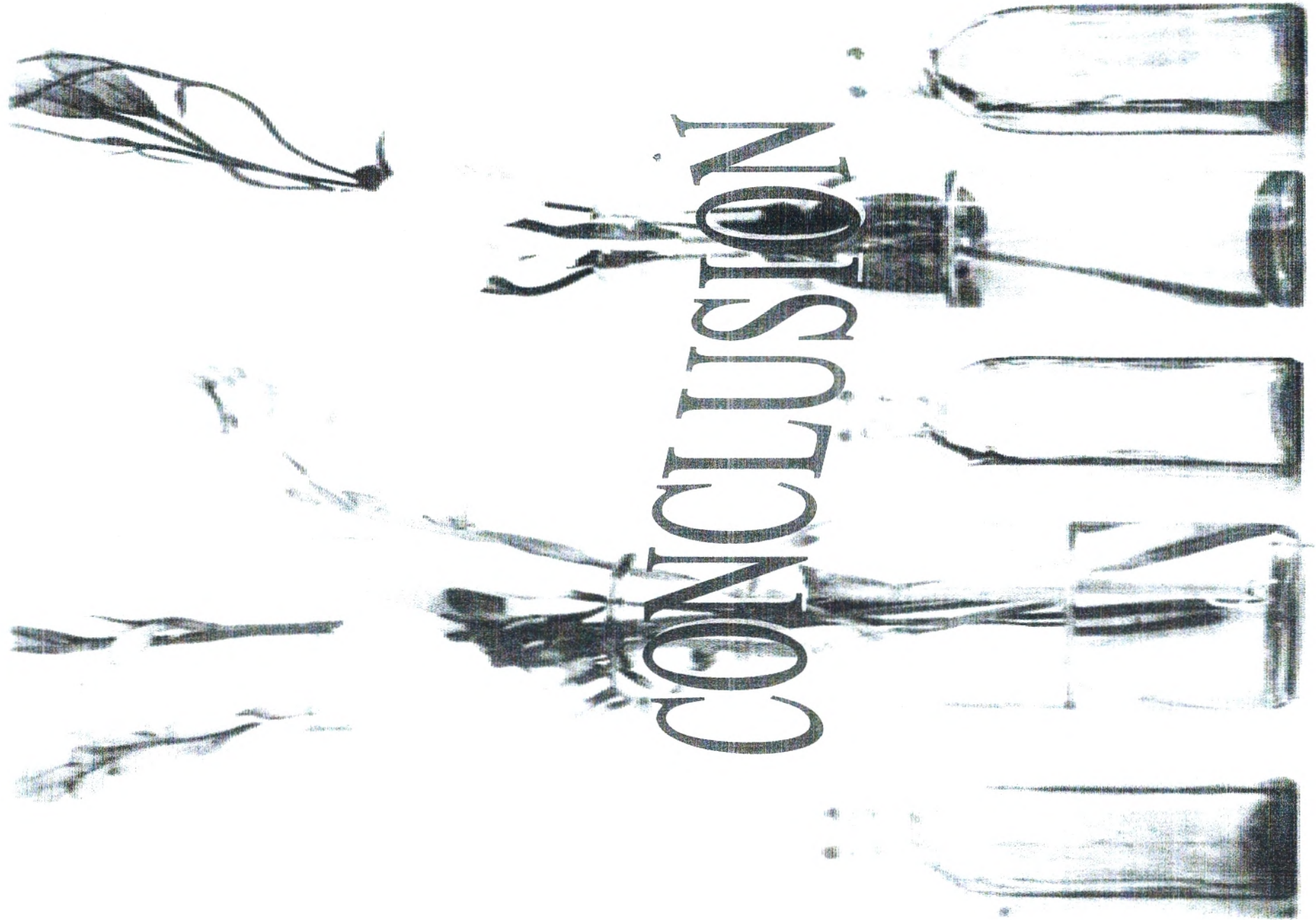
Méthodes : Choisir des articles bouteille et bocaux

- Verser des quantités croissantes de l'éther dans les articles à des températures 60°C ,70°C, 80°C respectivement ;
- Laisser les articles à la température préétablie durant 5 minutes ;
- Puis observation.

Le bombage est le témoignage d'un bon sertissage de la bouteille et du bocal. La pénétration de l'eau n'est produite que par mauvais sertissage, lorsque la température augmente, il y'a augmentation de la pression interne qui provoque la fissuration.

(UNITE D'ALVER ., 2007) [34]

CONCLUSION



CONCLUSION

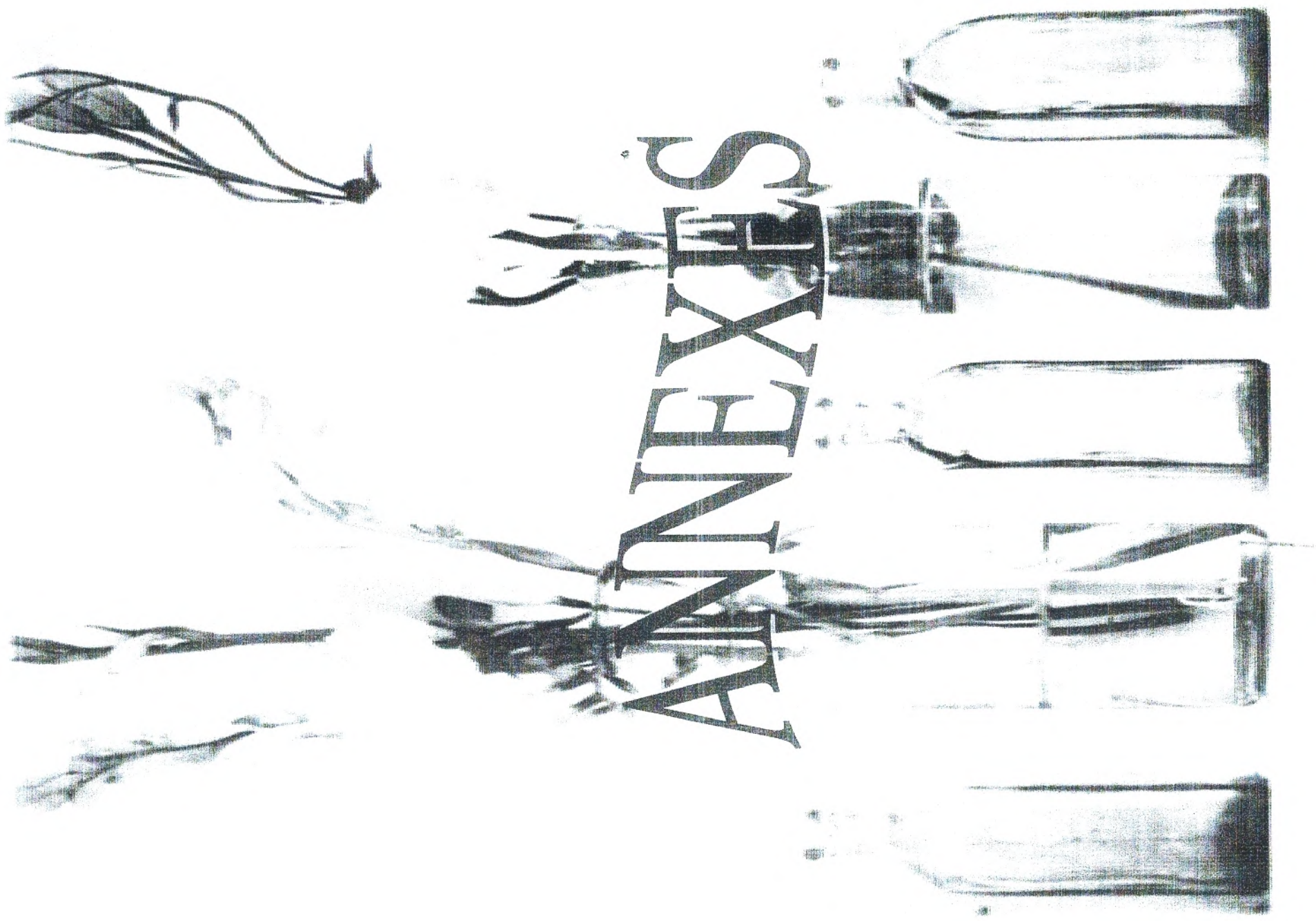
Le verre est un emballage qui constitue un label de qualité supérieure dans le domaine alimentaire et pharmaceutique. Sa naturalité lui permet d'être le plus sain de tous les emballages. Etant recyclable, c'est un produit qui permet de préserver l'environnement.

Cependant, les nouvelles tendances environnementales ont obligé les industries productrices à reconsidérer leurs pratiques de manière à répondre à ces attentes et plus particulièrement, en matière de bilan carbone. En effet, la production d'emballages alimentaires se réalise dans un petit nombre d'entreprises de très grande taille qui allient la maîtrise de la qualité des articles fabriqués à une productivité très élevée. Ces usines sont contraintes à un travail ininterrompu, qui ne s'arrête que lorsqu'un four doit être réparé, voire entièrement reconstruit. En outre le pilotage des fours de cuisson nécessite un savoir-faire en raison de leurs capacités très importantes et de l'inertie thermique considérable du mélange vitrifiable durant sa fusion. Enfin, les conditions de travail sont difficiles pour le personnel, notamment en termes de bruit, de chaleur et de risques de brûlures.

Dans cette étude, j'ai décrit l'emballage en verre et ses principales fonctions, les procédés de fabrication et les matériaux utilisés ainsi que les processus de la réutilisation, du recyclage et de la disposition propre des emballages en fin de vie. L'objectif principal de ce travail était d'évaluer la qualité du verre d'emballage.

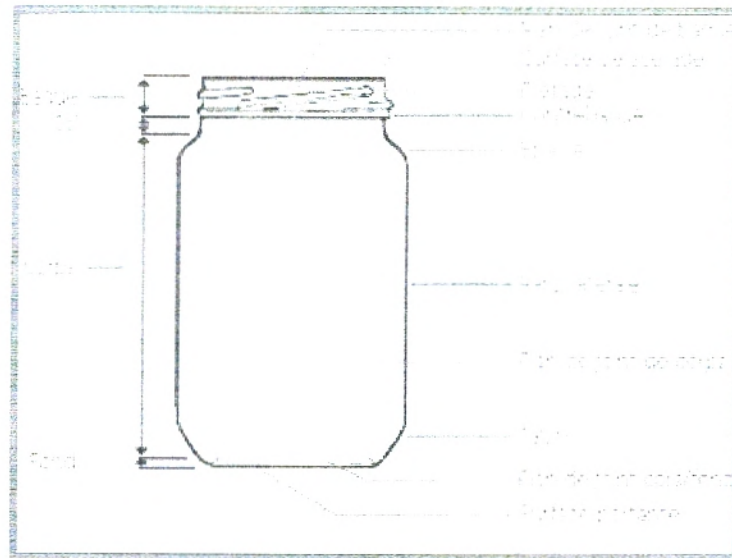
Nos perspectives d'avenir seraient de souhaiter d'une part que ce travail aura une suite enrichissante avec la réalisation d'autres dosages. De l'autre part, l'Algérie doit s'investir un peu plus dans le côté législatif, améliorer la qualité de l'emballage ainsi renforcer le contrôle au niveau des industries verrières par des méthodes qui doit être respecté, appliqué, approfondie puis modifié et modernisé. Cela serrai possible par l'application d'une démarche qualité du type HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point _ analyse des points critiques et leurs maîtrises) qui vise à mener des contrôles à partir de la matière première, tous le long de la chaine de fabrication jusqu'au produit fini, en allant jusqu'aux centres commerciaux, en respectant les bonnes pratiques d'hygiène et celle de conservation.

ANNEXES



Annexes

Annexe 1 : Les différents éléments composant un bocal en verre.



Un bocal en verre est constitué de trois éléments de base : la bague, le corps et le fond. Chacun de ces éléments est fabriqué par une moule qui lui est y spécifique. A côté de ces trois éléments, on peut remarquer sur certains types de bocaux, la présence d'un col. Ce dernier, lorsqu'il est présent, se présente sous forme d'une partie cylindrique située entre le corps et la bague.

Bague :

La bague est la partie supérieure du bocal. Elle est fabriquée à l'intérieure d'un moule sous forme de bague et sert à retenir le couvercle (la capsule) grâce au filetage en verre.

L'examen d'une bague de bocal fait ressortir l'existence des éléments suivants : la surface de scellage, le filetage, la contre-bague de transfert et deux plans de joint dont l'un est vertical et l'autre est horizontal.

Surface de scellage :

La surface de scellage est la partie qui se situe au sommet de la bague ; parfois, elle peut couvrir aussi une partie latérale de la bague. C'est cette surface qui entre en contact avec le joint de la capsule et assurant ainsi l'étanchéité de la fermeture.

Annexes

Filetage :

Le filetage est un bourrelet en verre situé sur la partie latérale de la bague et sert à retenir la capsule sur le bocal. Il peut être continu ou discontinu, et donc adaptée à un type de capsule bien spécifique.

Le filetage continu est constitué d'un seul bourrelet sous forme d'une spirale servant de guide au filetage continu d'une capsule vissante.

Le filetage discontinu est composé de plusieurs bourrelets effilés agencés tout autour de la circonférence de la bague. Il permet, dans le cas de la capsule de type $\frac{1}{4}$ de tour (Twist-off), de guider les pattes et de la bloquer sur le bocal en moins d'un tour. Le nombre de bourrelets composant le filetage ainsi que leur configuration sont déterminés par le fabricant des capsules.

Contre-bague de transfert :

La contre-bague est un bourrelet horizontal en verre situé près de la base de la bague, juste avant le plan vertical de bague. Cet élément n'a aucun rôle dans le capsulage ; il sert uniquement à la manipulation des bocaux et peut ne pas être présent sur certains types de bocaux.

Plans de joint de bague :

Le plan de joint de bague est une ligne verticale ou horizontale apparaissant sur la bague. Le plan de joint vertical de bague est causé par l'assemblage des deux moitiés de la bague, alors que le plan de joint horizontal (plan de joint bague/corps) est causé par l'assemblage de la bague avec le corps. Dans le cas des bagues formées d'une seule pièce, le plan de joint vertical ne peut être présent.

Fond :

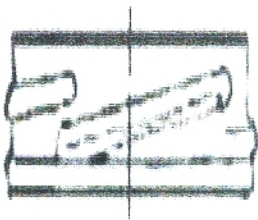
Le fond est la partie inférieure du bocal sur laquelle celui-ci repose. Il est caractérisé par la présence du « plan de joint fond » qui se présente sous la forme d'une ligne horizontale causée par l'assemblage du fond avec le corps ; et de la surface portante. Cette dernière peut avoir une surface spéciale, adaptée à l'empilement des bocaux l'un sur l'autre.

Corps :

Le corps est la partie du bocal qui se trouve entre le fond et la bague ou le col lorsqu'il existe. Les différentes parties du corps d'un bocal sont : l'épaule, le talon, la paroi latérale et le plan de joint de corps.

Annexes

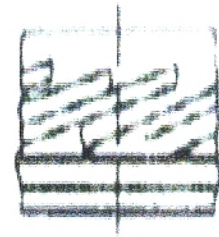
Annexe 2 : Les différents types de filetages.



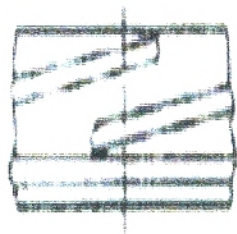
Filetage discontinu pour caps des Twist-off



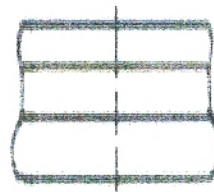
Filetage discontinu avec bren terminal pour capsules Twist-off



Filetage discontinu pour capsules FT (Fresson, Twist-off)



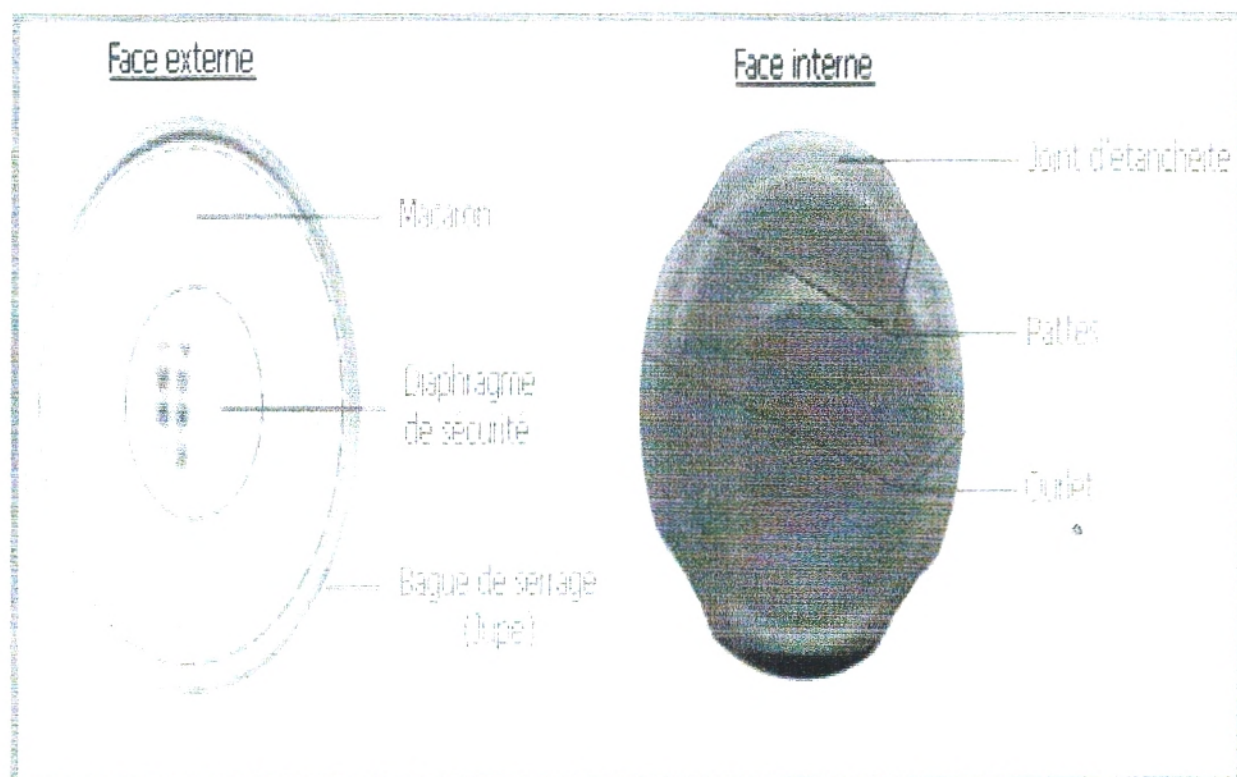
Filetage continu pour capsules vissantes



Capot sans filetage pour capsules de pression (Flip-off)

Annexes

Annexe 3 : Les principaux éléments constituant une capsule métallique.

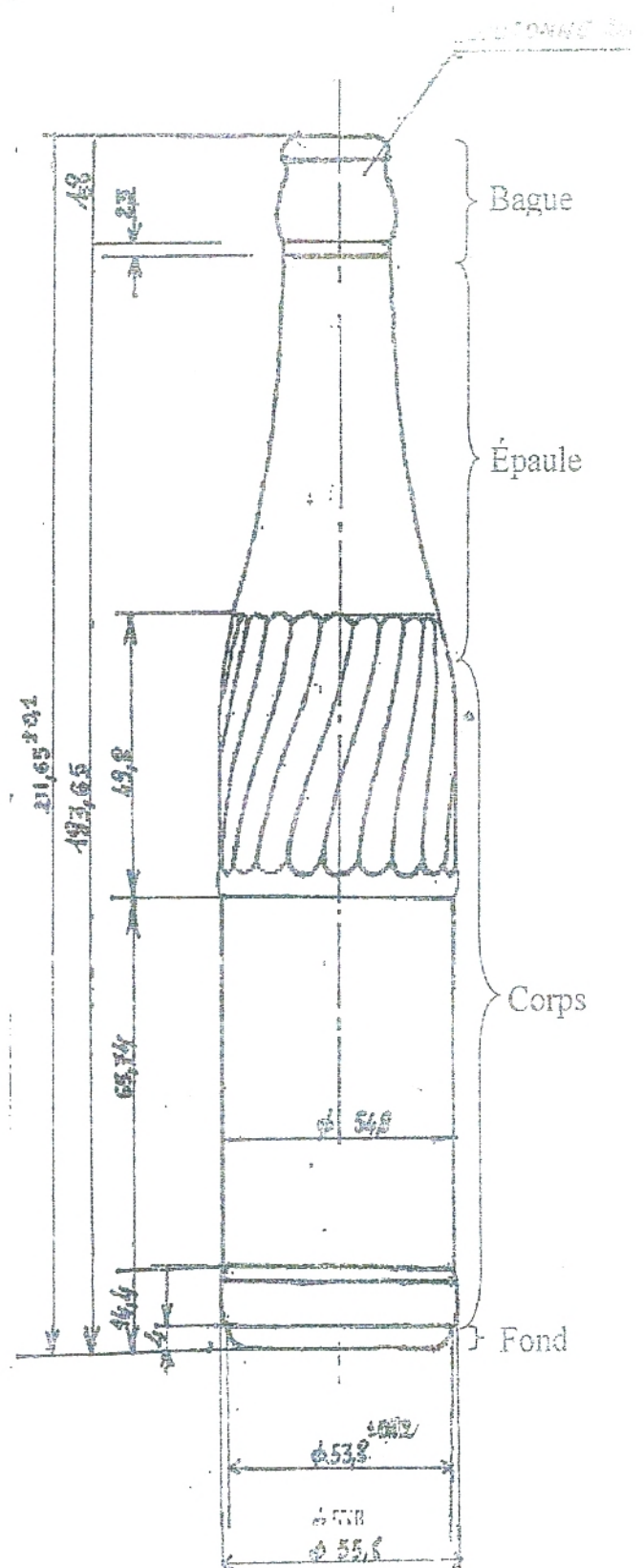


La capsule est le couvercle qui ferme un bocal ; il peut être métallique ou plastique. Dans ce document, nous nous intéressons plus particulièrement aux capsules métalliques.

Plusieurs types de capsules sont disponibles sur le marché. Le choix de l'un ou l'autre est conditionné par le produit à conditionner, le procédé à utiliser, le type du bocal et aussi par le prix de la capsule.

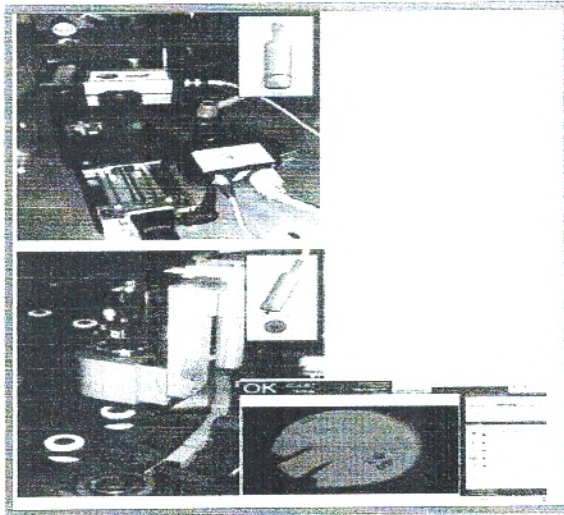
Annexe 4 : Les différents éléments composant une bouteille en verre.

Poids :	329 gr
Contenance utile :	220 ml
Contenance à ras-bord :	240 ml
Bague :	Couronne 26 std.
Teinte :	Mi-blanc
Observation :	Boisson

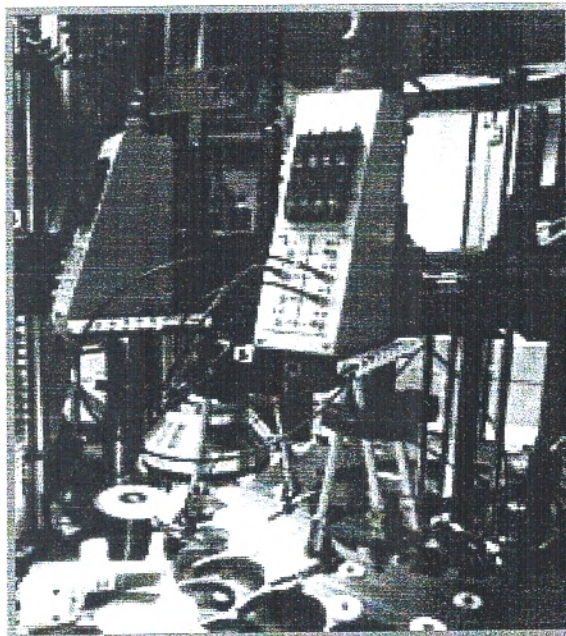


Annexes

Annexe 5 : Le lecteur de numéro de moule.



Annexe 6 : Systèmes de contrôle additionnel.



Annexe 7 :

norme française

NF H 35-111
Décembre 1996

Indice de classement : H 35-111

ICS : 55.100

Industries de l'embouteillage

Bouteilles en verre

Capsule couronne de 26 mm

E : Bottling industry — Glass bottles — 26 millimeters crown cork
D : Getränkeverpackungsindustrien — Flaschen aus Glas — 26 mm
Kronenkorke

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 novembre 1996 pour prendre effet le 20 décembre 1996.

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document décrit la capsule couronne de 26 millimètres destinée au bouchage de bouteilles en verre pour produits plats ou gazeux, pasteurisés ou non.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : embouteillage, bouteille, produit en verre, capsule, dimension, joint d'étanchéité, plastique.

Modifications

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

1 Domaine d'application

Le présent document prescrit les dimensions de la capsule couronne de 26 mm dont le joint d'étanchéité est constitué d'une matière plastique. Cette capsule est destinée au bouchage de bouteilles en verre ayant une des bagues décrites dans les normes homologuées NF H 35-043 et NF H 35-044.

Les caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles définies dans ce document permettent de garantir les fonctions d'usage attendues par l'utilisateur.

2 Références normatives

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF H 35-043	Industries de l'embouteillage — Bouteilles en verre — Bague couronne 26 H 180 — Dimensions.
NF H 35-044	Industries de l'embouteillage — Bouteilles en verre — Bague couronne 26 H 126 — Dimensions.
NF EN 10202	Fer chromé électrolytique (indice de classement : A 36-142).
NF EN 10203	Fer blanc électrolytique (indice de classement : A 36-143).

3 Caractéristiques techniques

Les matériaux utilisés pour la composition du joint d'étanchéité doivent être conformes aux Directives Européennes concernant les matières plastiques destinées à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

Le profil de la capsule reproduit ci après est donné uniquement à titre d'illustration. Des profils différents peuvent être réalisés en fonction de l'utilisation et du fabricant du bouchon couronne. Toutefois, ce profil doit être compatible avec les bagues décrites dans les normes NF H 35-043 et NF H 35-044.

La coquille de la capsule est généralement réalisée en métal étamé (voir NF EN 10203) ou en fer chromé ECCS (Electrolytically Chrome/Chrome Oxide Coated) (voir NF EN 10202).

Dimensions en millimètres

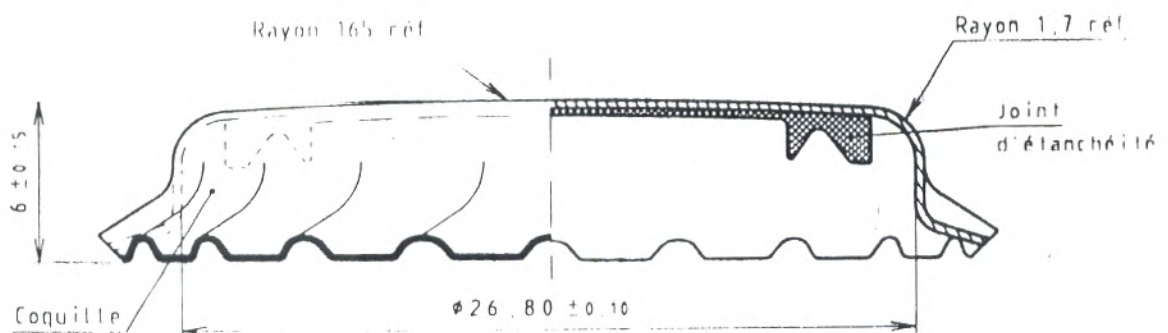


Figure 1 : Capsule couronne de 26 mm

Bouteilles en verre — Verticalité — Méthode d'essai

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'essai pour la détermination de la verticalité des bouteilles en verre.

NOTE 1 La déviation par rapport à l'axe vertical peut créer des problèmes sur les chaînes de remplissage rapide.

Cette méthode d'essai a pour but de déterminer, non seulement la déviation du corps par rapport à la verticale, mais aussi l'effet combiné des diverses déformations pouvant exister, par exemple la déviation du col par rapport à la verticale, une bague excentrée ou l'ovalité de la bague.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7348:1991, *Récipients en verre — Fabrication — Vocabulaire*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 7348 et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 verticalité; déviation de l'axe vertical: Écart dans le plan horizontal de l'axe central de la bague du récipient par rapport à la verticale théorique

passant par le centre de son fond. Cet écart est égal à la moitié du diamètre du cercle décrit par le centre de la bague lorsque la bouteille tourne autour de l'axe vertical passant par le centre de son fond.

3.2 tolérance de verticalité: Limites que ne peut dépasser la verticalité lorsque la bouteille est posée sur une surface plane horizontale.

4 Appareillage

4.1 L'appareillage doit être capable de maintenir le fond de la bouteille horizontal et de mesurer la déviation de la bague par rapport à la verticale avec une exactitude de 0,1 mm.

Différents types d'appareillage existent. Par exemple, les mesurages peuvent être effectués

- par comparaison avec une échelle horizontale,
- à l'aide d'un comparateur à cadran, ou
- en projetant une ombre grossie sur une échelle.

Dans tous les cas, les mesurages se font sur l'extérieur de la bague.

4.2 Pour les bouteilles rondes, l'appareillage le plus simple consiste en une plaque de base équipée d'un support en V, ou d'une plaque tournante avec un mandrin à centrage automatique à trois ou quatre mors, et un support vertical sur lequel est monté un traçoir horizontal ou un comparateur à cadran pouvant être réglés en hauteur et en longueur. Un appareillage de mesure par projection d'un faisceau lumineux peut aussi être utilisé.

4.3 Pour les bouteilles non rondes, il convient d'utiliser un dispositif qui permette de maintenir la bouteille au centre d'une plaque tournante.

4.4 D'autres appareillages que ceux prescrits dans cet article peuvent être utilisés à condition d'obtenir le même degré d'exactitude.

Récipients en verre — hauteur et non-parallélisme de la bague par rapport au fond du récipient — Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les méthodes d'essai permettant de déterminer la hauteur et le non-parallélisme de la bague par rapport au fond des récipients en verre.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme Internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes, les accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7348:1991, *Récipients en verre — Fabrication — Vocabulaire*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme Internationale, les définitions données dans l'ISO 7348 et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 hauteur (maximale) d'un récipient: Distance entre le point le plus haut dans le plan de la surface supérieure de la bague et la surface d'appui du récipient (voir figure 1).

3.2 hauteur minimale d'un récipient: Distance entre le point le plus bas dans le plan de la surface supérieure de la bague et la surface d'appui du récipient (voir figure 1).

3.3 non-parallélisme: Écart entre les hauteurs maximale et minimale d'un récipient (voir figure 1).

4 Principe

4.1 Vérification de la hauteur d'un récipient: l'aide d'un calibre ENTRE-N'ENTRE PAS ou d'un instrument de mesure approprié. Détermination de la hauteur (maximale).

4.2 Détermination du non-parallélisme de la bague.

5 Appareillage

5.1 Contrôle de la hauteur

Différents types de calibres sont utilisés. Des exemples sont donnés en 5.1.1 et 5.1.2.

5.1.1 Calibre de hauteur, constitué généralement d'une plaque de base avec un ou deux supports verticaux et

- a) une traverse horizontale fixe; dans ce cas, la distance entre la plaque de base et la traverse est équivalente à la dimension à contrôler, ou
- b) une traverse horizontale fixe comportant un plateau; dans ce cas, les distances entre la plaque de base et les deux portions de la traverse sont équivalentes aux hauteurs minimale et maximale à contrôler (voir figure 2), ou
- c) une traverse horizontale ajustable qui peut être fixée à une distance de la plaque de base équivalente à la dimension à contrôler.

5.1.2 Calibre à fenêtre, qui associe le diamètre du corps minimal et la hauteur maximale.

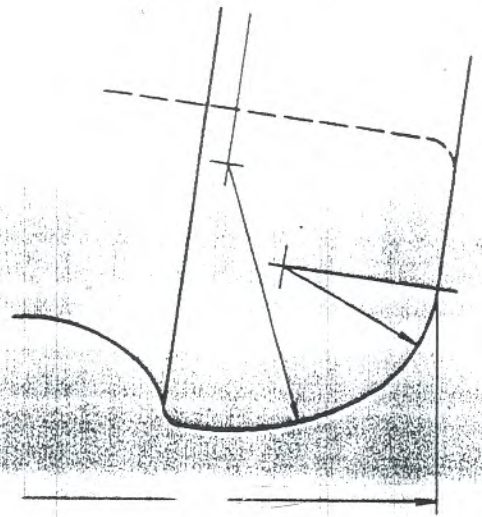
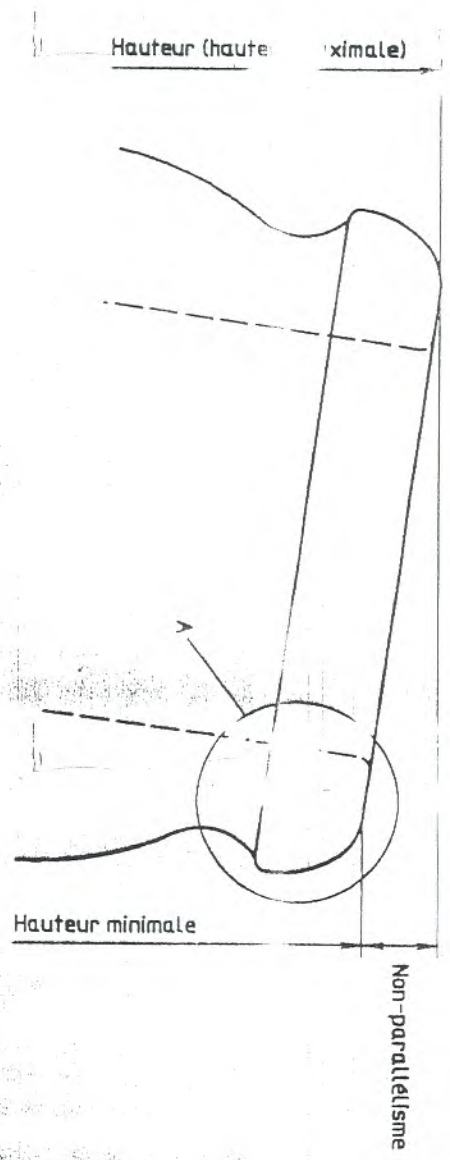


Figure 1 — Non-parallelisme

8.2) Non-parallélisme de la bague par rapport au fond du récipient

Prendre comme résultat la différence entre les hauteurs maximale et minimale, en millimètres, déterminées en 7.2.

9) Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comporter les informations suivantes:

a) référence à la présente Norme Internationale;

référer à la (les) méthode(s) d'essai utilisée(s) (c'est-à-dire 7.1 et/ou 7.2);

- c) la taille de l'échantillon et le type de récipients soumis à l'essai;
- d) les détails relatifs à la fabrication;
- e) le type d'appareillage utilisé;
- f) les résultats obtenus;
- g) le nom et la signature du contrôleur, ainsi que la date de l'essai.

Récipients en verre – Tolérances

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit certaines tolérances des récipients en verre de section circulaire et de capacité nominale comprise entre 50 ml et 5 000 ml.

NOTE 1 – La présente Norme internationale est basée sur la fiche CETIE¹⁾ DT 2 (1987) et la directive 75/107/EEC du Conseil des communautés européennes.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7348:1992, *Récipients en verre – Fabrication Vocabulaire.*

ISO 9009:1991, *Récipients en verre – Hauteur et non-parallélisme de la bague par rapport au fond du récipient – Méthodes d'essai*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 7348 et l'ISO 9009 et la définition suivante s'appliquent.

3.1 diamètre maximal du corps: La plus grande dimension horizontale d'un récipient, mesurée dans une section transversale.

1) Centre technique international de l'embouteillage

4 Tolérances

4.1 Tolérance sur la capacité

L'erreur sur la capacité effective (tolérance) doit être conforme aux valeurs prescrites dans le tableau 1.

Tableau 1

Capacité nominale, V_n ml	Erreur maximale tolérée sur la capacité effective	
	% de V_n	ml
$50 < V_n < 100$		3
$100 < V_n < 200$	3	
$200 < V_n < 300$		6
$300 < V_n < 500$	2	
$500 < V_n < 1\,000$		10
$1\,000 < V_n < 5\,000$	1	

NOTE – L'erreur maximale tolérée sur la capacité à ras bord doit être la même que celle tolérée sur la capacité effective pour la capacité nominale correspondante.

4.2 Tolérance de hauteur nominale, T_H

La tolérance de hauteur nominale, en millimètres, doit être calculée en utilisant la formule

$$T_H = \pm (0,6 + 0,004H)$$

où H est la hauteur nominale, en millimètres.

Récipients en verre à col large — Bagues à crans (bouchage sous vide) — Dimensions

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les dimensions des bagues à crans pour bouchage sous vide des récipients en verre à col large.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7348:1992, Récipients en verre — Fabrication — Vocabulaire.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 7348 et la définition suivante s'appliquent.

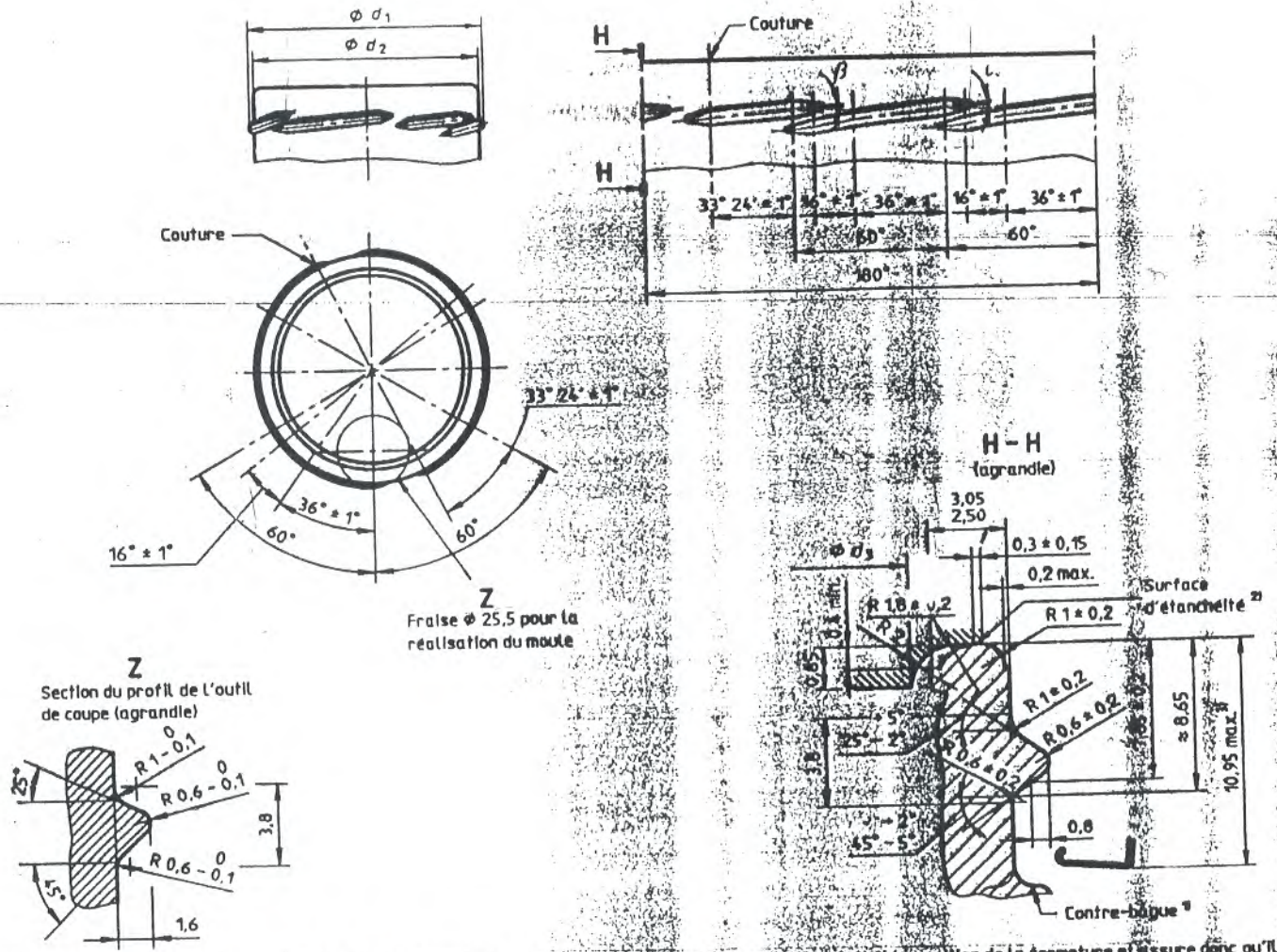
3.1 bague à crans (bouchage sous vide): Bague munie de bourrelets maintenant le bouchon serré.

NOTE 1. Le vide est créé par un traitement thermique précédant la fermeture du récipient.

4 Dimensions

Les dimensions doivent être conformes à celles indiquées à la figure 1 et dans le tableau 1, à la figure 2 et dans le tableau 2, à la figure 3 et dans le tableau 3, en fonction du diamètre de la bague. Toute dimension non tolérancée correspond à une dimension nominale.

L'épaisseur du verre sur toute la hauteur de la bague doit être suffisante pour pouvoir résister à une manipulation normale. La bague doit être exempte de fêlures susceptibles d'avoir un effet néfaste sur l'étanchéité.



- 1) Toute forme de contre-bague peut être utilisée à condition qu'il y ait suffisamment de dégagement de tête (voir aussi 3)).
- 2) Il convient que la surface d'étanchéité soit exempte de calcines et de cuvettes susceptibles d'avoir un effet néfaste sur l'étanchéité.

3) Cette dimension définit la position de la fermeture et assure donc qu'il existe un espace suffisant entre la fermeture et la contre-bague.

Figure 3

Tableau 1 — Filetage à quatre filets

Diamètre nominal mm	$d_1^{1)}$ mm	$d_2^{1)}$ mm	$d_3^{2)}$ mm	Pas du filetage in	Angle d'hélice du filetage β	Angle d'inclinaison de l'outil de coupe α
53	51,95 ± 0,4	48,8 ± 0,4	42,25	1 3/4	5° 14'	10°
58	55,85 ± 0,4	52,7 ± 0,4	46,15	1 3/4	4° 52'	

1) Il convient que les diamètres d_1 et d_2 soient concentriques. Pour toutes les dimensions, il convient de retenir la valeur moyenne, et que l'ovalisation soit aussi faible que possible.

2) Le diamètre d_3 se rapporte à la fermeture (capsule).

Tableau 2 — Filetage à quatre filets

Diamètre nominal mm	$d_1^{1)}$ mm	$d_2^{1)}$ mm	$d_3^{2)}$ mm	Pas du filetage in	Angle d'hélice du filetage β	Angle d'inclinaison de l'outil de coupe α
63	62,05 ± 0,45	58,9 ± 0,45	52,35	1 1/2	5° 05'	5° 05'
66	64,95 ± 0,45	61,8 ± 0,45	55,25	1 1/2	4° 52'	4° 52'
70	68,95 ± 0,45	65,8 ± 0,45	59,25	1 1/2	4° 34'	4° 34'

1) Il convient que les diamètres d_1 et d_2 soient concentriques. Pour toutes les dimensions, il convient de retenir la valeur moyenne, et que l'ovalisation soit aussi faible que possible.

2) Le diamètre d_3 se rapporte à la fermeture (capsule).

Tableau 3 — Filetage à six filets

Diamètre nominal mm	$d_1^{1)}$ mm	$d_2^{1)}$ mm	$d_3^{2)}$ mm	Pas du filetage		Angle d'hélice		Angle d'inclinaison de l'outil de coupe α
				pour β_1 in	pour β_2 in	β_1	β_2	
82	80,75 ± 0,45	77,6 ± 0,45	71,05	1 1/4	3/4	4° 40'	7° 45'	4° 40'

1) Il convient que les diamètres d_1 et d_2 soient concentriques. Pour toutes les dimensions, il convient de retenir la valeur moyenne, et que l'ovalisation soit aussi faible que possible.

2) Le diamètre d_3 se rapporte à la fermeture (capsule).

3) Pour β_1 et β_2 .

Récipients en verre à col large — Déviation de planéité de la surface d'étanchéité supérieure — Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit *deux* méthodes d'essai comprises entre lesquelles la détermination de la déviation de planéité de la surface d'étanchéité supérieure des récipients en verre à col large.

Elle est applicable aux récipients en verre à col large fabriqués pour la conditionnement et pour d'autres usages qui ne sont formellement spécifiés par ailleurs.

2 Référence normative

Le nombre en italique entre parenthèses indique la suite de la référence normée citée dans la présente dispositions variables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication de cette Norme, aucune édition n'a été révisée. Les éditions ultérieures et les parties amendées de la présente Norme internationale peuvent être publiées sans que la présente Norme internationale soit soumise à révision. Les membres de la CEN et de l'ISO ont le droit de participer à la recherche et à l'élaboration de nouvelles Normes plus récentes que la Norme internationale. Les membres de la CEN et de l'ISO ont le droit de participer aux Normes internationales en cours de révision. Les membres de la CEN et de l'ISO ont le droit de participer aux Normes internationales en cours de révision.

ISO 7348:1991, *Verre pour emballage — Vocabulaire*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 7348 et la définition suivante s'appliquent.

3.1 déviation de planéité de la surface d'étanchéité supérieure Mesure quantitative de la déformation d'une bague déformée.

NOTES

1 Une bague déformée apparaît généralement après le récipient soit correctement formé et avant qu'il n'ait subi l'arc de recousson.

2 Il convient de ne pas confondre la déviation de planéité de la surface d'étanchéité supérieure et le parallélisme de la bague par rapport au fond du récipient, dont traite l'ISO 9009:1991, *Récipients en verre — Hauteur et non-parallélisme de la bague par rapport au fond du récipient — Méthodes d'essai*.

4 Principes de mesure

4.1 Les méthodes rapides pour déterminer la déviation de planéité de la surface d'étanchéité supérieure sont définies aux exigences précises et déterminées.

4.2 Mesurage de la distance entre la surface d'étanchéité supérieure et une plaque lisse par un miroir et une surface.

5 Appareillage

5.1 Une plaque de base horizontale et plane.

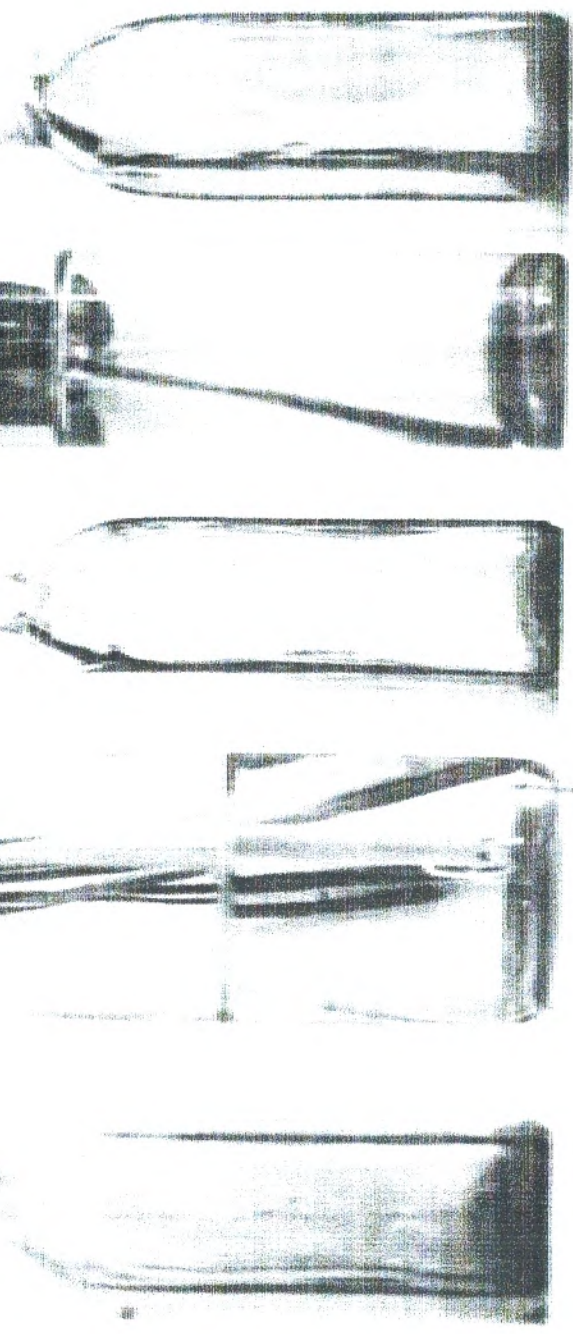
5.2 Un jeu de jauges d'épaisseur étalées d'épaisseurs de 0,05 mm, c'est-à-dire 0,05 à 0,1 mm etc.

NOTE 1 — Pour une vérification rapide et surtout pour un contrôle automatique, il existe d'autres types de montage. À titre d'exemple, on peut citer un dispositif qui permet de mesurer le niveau de vide présent après l'écoulement de l'air dans le récipient soumis à l'essai, ce dernier étant placé à l'envers sur un support standard en aluminium.

6 Échantillonnage

L'échantillonnage doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques

A /

APELOVER (1989). Conseil pour la bonne utilisation des pots industriels en verre et des capsules métalliques, APELOVER, paris.

AZAQUAR (2005). Les différents matériaux d'emballage utilisés sont : le verre, le métal, le plastique, ou peuvent altérer les propriétés ...Emballages alimentaires Capsulage, Sertissage.

<http://www.azaquar.com/doc/capsulage-des-bocaux-cn-verre>.

<http://www.azaquar.com/doc/emballages-alimentaires>.

B /

BUSH R (1980). Méthode de mesure du scuffing sur verre d'emballage consigné.

C /

CERCLE-RECYCLAGE (2007). Le verre récupéré : le calcin.

<http://www.cercle-recyclage.asso.fr/publications/dossiers/item/169-verre04-la-collecte-le-tri-et-le-recyclage-du-verre-des-dechets-menagers-et-assimiles.html>.

CODEX ALIMENTARIUS (2007). La législation relative à l'étiquetage des denrées stipule les mentions devant obligatoirement figurer sur l'étiquette des denrées alimentaires.

D /

DUBOIS R.J&BOUTRAY G (1990). Les industries verrières.

DENNIS C ET PATRICIA K (2010). Processus de fabrication du verre creux.

E /

EKOPEdia (2013). La conductivité thermique est la quantité de chaleur transférée en une unité de temps au travers d'un matériau d'une unité de ... Verre.

<http://www.ekopedia.org/Conductivite%20thermique>.

G /

GUOUFFI M (994). L'emballage .Editions : techniques de l'entreprise ; Alger .p28-63-91-113-157.

GUIDE DE L'EMBALLAGE ALIMENTAIRE (2008). Conseil de la transformation agro alimentaire et des produits de consommation

[http:// www.astm.org](http://www.astm.org)

GENIE-ALIMENTAIRE (2012) .Le verre est un matériau minéral à base de silicium, fabriqué à partir du sable siliceux. Il est utilisé comme *emballage alimentaire* et présente ...

<http://www.genie-alimentaire.com/spip.php>.

Références bibliographiques

GERARD P (2007). Une petite encyclopédie du verre, Verre, vol. 13 n°6, décembre 2007, le portail français du verre.

<http://www.verreonline.fr>.

H /

HUGEL R (1989). les propriétés de verre, l'emballage des denrées alimentaires de grande consommation

HOUGEM A (1963). Revue sur la résistance mécanique de l'emballage en verre et les possibilités de son augmentation, p 16.

I /

INFOVITRAIL (2014) .Les fondants qui abaissent la température de fusion des oxydes formateurs ... Les oxydes formateurs (les vitrifiants) ... Elle est l'élément formateur de réseau.

<http://www.infovitrail.com/verre/composition.php>

<http://www.infovitrail.com/verre/proprietes.php>

J /

JEANPAUL P (2008). Méthodes d'analyse du cycle de vie des emballages, pdf.

K /

KOUAME S (2009). Un emballage alimentaire: le verre

<http://www.memoireonline.com/11/12/6471/Un-emballage-alimentaire-le-verre.html>

L /

LA NORME I SO 9008 (1991). Verticalité, méthode d'essai.

M /

MESURE DU SCUFFING (2000). Méthode de mesure du scuffing sur verre d'emballage consigné, la méthode par réflexion diffuse.

MISEENBOUTEILLE (2006). Les différentes phases de fabrication des bouteilles

<http://www.miseenbouteille.info/decobout.htm>

<http://www.miseenbouteille.info/fabricationbille.htm>

MAKANI M et TAIBAOUI A (1999). Etude analytique et processus de fabrication du verre au niveau d'unité d'A .L.V.E.R .

MULTON J (1998). L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation.

Références bibliographiques

N /

NATHALIE G (1999). Emballage du produit alimentaire .Bulletin du réseau.

O /

OPTICAL-INSPECTIONS (2014). Contrôle automatique et tri de verre de conditionnement, diamètre de la bague jusqu'à 120 mm, indépendamment des conditions d'éclairage.

<http://www.optical-inspections.com/fr/page-d.../mesure-de-la-planéité.html>

OFFRE D'EMBALLAGE (2007). L'offre d'emballage en afrique de l'ouest pdf .Le fromage. Procédés de formage ... l'ensemble des opérations s'effectue sur des ma chines modulaires dites IS.

P /

PROCHET G (1967). Matériaux d'emballage et de conditionnement, leur mise en œuvre .édition d'organisation paris. p 43-35

S /

SCHOLZE H (1980). Le verre 2^{ème} édition, paris institue de verre. P11-47.

U /

UNITE D'ALVER (2007). Fabrication du verre d'emballage, test d'étanchéité

V /

VERONIQUE H (2010). Elimination du verre médicamenteux

VIRGINILLO M (2011) . Méthode d'analyse du cycle de vie des Emballages.

VERRE-AVENIR (2014). Le Verre est un choix de santé

<http://www.verre-avenir.fr>

<http://www.verre-avenir.fr/Le-verre-d-emballage>

VERRE ONLINE (2004). Les calcaires. Les roches cristallines calcaires se trouvent de manière abondante en France et proviennent des dépôts sédimentaires d'organismes marins.

http://www.verreonline.fr/v_creu/fabr_vc1e.php.

W /

WERNER J.BAUER ET ALL (2010). Science et technologie des aliments, la viscosité est une mesure de la résistance à l'écoulement.

Z /

ZARZIKCK J (1982). Les verres et l'état vitreux. p58-81.

Résumé

Dans cette étude, j'ai décrit l'emballage et ses principales fonctions, les procédés de fabrication et les matériaux utilisés ainsi que les processus de la réutilisation, du recyclage, et quelques méthodes de contrôle de l'emballage en verre. Il ressort de cette étude que l'extraction, la production de matières premières ainsi que la fabrication d'emballages utilisent des procédés lourds.

Le verre ne réagit pas aux substances étrangères et ne les absorbes pas, il est donc qualifié d'inerte ; d'où la nécessité d'un contrôle rigoureux du point de vue physico-chimique pour l'obtention d'un verre de haute qualité, ainsi le respect des conditions de commercialisation et du stockage du produit mis à la disposition du consommateur. Pour cette raison, le verre est le matériau d'emballage le plus sain, ce qui explique pourquoi les laboratoires pharmaceutiques font confiance au verre pour protéger leurs produits contre la contamination chimique ou biologique.

Abstract

In this study, I describe the package and its main functions, manufacturing processes and materials used and the process of reuse, recycling, and some methods for controlling the glass packaging. It appears from this study that the extraction, production of raw materials and packaging manufacturing processes use heavy materials.

The glass does not react to foreign substances and do not absorbed, so it is classified as inert. ; hence the need for careful control of physico-chemical point of view to obtain a high quality glass, and the respect of conditions of marketing and stocking of the product available to the consumer. For this reason, glass is the healthiest packaging material, which is why pharmaceutical companies trust glass to protect their products against chemical or biological contamination

تلخيص

في هذه الدراسة، قمت بوصف التعبئة والتغليف ووظائفهما الأساسية، وعمليات التصنيع و المواد المستخدمة و عملية إعادة الاستخدام، وإعادة التأهيل، وبعض طرق مراقبة التعبئة والتغليف بالزجاج. ويتضح من هذه الدراسة أن استخراج و إنتاج المواد الخام وتصنيع التعبئة والتغليف تستخدم مواد ثقيلة.

الزجاج لا يتفاعل مع المؤثرات الخارجية و لا يمتصها، لذلك يصنف على أنه مادة خاملة ومن أجل الحصول على زجاج عالي الجودة لا بد من مراقبة صارمة من الناحية الفيزيوكيماوية، وكذا احترام ظروف التسويق وتخزين المنتجات المتاحة للمستهلك. لهذا السبب، يعتبر الزجاج مادة التعبئة والتغليف الأكثر صحية، وهذا هو السبب الذي يجعل المختبرات الصيدلانية تتق به لحماية منتجاتها من التلوث الكيميائي أو البيولوجي.