



UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEEN-
FACULTE DES SCIENCES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour L'obtention Du Diplôme Du Master En Biologie

OPTION : SCIENCES DES ALIMENTS

Thème

**Contribution à l'établissement d'un protocole de
contrôle de qualité d'emballage en fer blanc destiné à
l'agroalimentaire**

Présenté par :

- M^{elle} : DARABID Rachida

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}. LOUKIDI.B

Année universitaire : 2013-2014

Remerciements

Le présent travail a été au laboratoire de contrôle qualité et analyse, Département de biologie, faculté des sciences, sous la direction de **Mr BELLOUT B.**, maitre assistant chargé de cour au département de biologie faculté des sciences. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.

On tient tout d'abord à exprimer notre gratitude à Dieu, qui a permis à ce mémoire d'être fait par ces humbles serviteurs.

Nous remercions notre promoteur **Mr BELLOUT B.**, et qu'il trouve ici, l'expression de notre profonde et respectueuse gratitude pour ces conseils, ses encouragements et sa générosité. Nous espérons ne pas avoir déçu sa confiance.

Il nous est agréable de remercier **Mr LAZZOUNI L.** maitre de conférences à l'université Abou Bakr Bel Kaid Tlemcen Faculté des sciences, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nos remerciements vont aussi à **Mme. LOUKIDI.B.**, maître assistante au département de Biologie, Faculté des sciences U.A.B.B pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de faire partie du jury.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à **Mr TEFIANI .C** maître assistant Au département de biologie, faculté des sciences U.A.B.B Tlemcen pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciement à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à tous les êtres qui me sont chers, mes parents surtout, mes deux frères, Fethallah et Mohammed, ma belle sœur Radia, à ma tante Khadija et Chahra, ma cher nièce Soumaya, mes cousines et cousins, à toute la famille « DARABID » et « KEBBATI », ainsi qu'à FATNA DEKHISSI qui ma accompagnée durant la période universitaire, je tiens à mentionner le plaisir que j'ai eu à travailler avec elle. Et mes amies de laboratoire de l'histologie CHU Tlemcen : Houaria, Chahrazed, Hadia, Fatima, Chahira et Amel.

Rachida

Résume

Ce mémoire traite du problème d'emballage métallique destiné à la protection, à la conservation, au transport des produits et à l'information à la clientèle. Cette problématique a suscité beaucoup d'intérêt, en grande partie, des impacts négatifs des emballages sur l'environnement.

Pour mieux cerner cette problématique, ce mémoire rappelle les principales fonctions de l'emballage, les procédés de fabrication, les matériaux utilisés et les processus de réutilisation, de recyclage, défauts de boîtes et des méthodes de contrôle, et de la manutention avant que les boîtes parviennent aux consommateurs.

SUMMARY

This Master Thesis deals with the problem of packaging intended for the protection, the conservation, the transportation of the products and the information directed to customers.

These issues have elicited much interest, because of the negative impacts of packaging on the environment.

To better determine these issues, this dissertation recalls the principal functions of packaging, the manufacturing processes, the raw materials used and the processes of re-use, recycling, default box and a method of control, until reach to consumer.

تلخص

يتناول هذا البحث مشكلة العبوات المعدنية لحماية وحفظ ونقل المنتجات ومعلومات العملاء. وقد اجتذب هذا الموضوع الكثير من الاهتمام، والأثر السلبي إلى حد كبير من التعبئة والتغليف على البيئة. إلى فهم أفضل لهذه المشكلة، يلخص هذه الورقة أهم وظائف التعبئة والتغليف، وعمليات التصنيع والمواد والعمليات لإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، وصناديق العيوب وطرق مكافحة، والتعامل قبل صناديق الوصول إلى المستهلكين.

Listes des figures

Figures	Les titres	Pages
01	Sertisseuse	06
02	Tête de sertisseuse	06
03	Plateau de compression	07
04	Mandrin de sertissage.	07
05	Molettes de sertissage.	08
06	Composition du serti	08
07	Processus de fabrication de s boites métalliques. 3 pièces et 2 pièces	11 et 14
08	Tôle feuilletée.	16
09	Trou d'épingle.	17
10	Manque de revêtement	18
11	Coulures de revêtement	19
12	Particules étrangères dans le revêtement	19
13	Soudure brûlée.	20
14	Joint soudé.	21
15	Faux équerrage de la boîte.	21
16	Coin replié.	22
17	Bord à sertir incomplet	22
18	Bord à sertir déchiré	23
19	Corps cannelé	24
20	Double corps	24
21	Double fond avant sertissage	25
22	Double fond après sertissage	25
23	Profil du fond fissuré.	26
24	Profil du fond incomplet	27
25	Profil du fond complet.	27
26	Ourlet incomplet	27
27	Éraflures d'emboutissage	28
28	Inversion	29
29	Jointage élastique défectueux	30
30	Affaissement	31
31	Aplatissement	31
32	Becquet	32
33	Abrasion	33
34	Corrosion	33
35	Écrasement	34
36	Coup sur le serti	34
37	Griffage	35
38	Bombage	35
39	Languette endommagée	36

40	Terminologie dimensionnelle du serti	38
41	Terminologie du sertissage	40
42	Sertissages de première passe normaux	42
43	Sertissages de première passe serrés	42
44	Sertissage de première passe lâche	43
45	Sertissage à arête	43
46	Cut-over sur la soudure longitudinale	44
47	Lèvre renflée (Droop)	45
48	Pics inférieurs	45
49	Faux sertissage	46
50	Sertissage incomplet	47
51	Ourlage du couvercle endommagé	47
52	Bord de boîte tombé	48
53	Corps déformé	49
54	Bord Champignonné	49
55	Sertissage de deuxième passe normal	51
56	Hauteur du serti au dessus du maximum	51
57	Plis du crochet du couvercle	51
58	Saut de sertissage	52
59	Crochet du couvercle court	53
60	Crochet du couvercle long	53
61	Crochet du corps de la boîte court	54
62	Crochet de corps de la boîte long	54
63	Processus de recyclage du métal.	60
64	résistance à la cassure	61
65	Machine Erichsen	62
66	Tube à essai	64
67	Boîte de pétri	64
68	Tubes à essais	65
69	Différence entre le fer et l'aluminium	66
70	Couteau Rouillé	67
71	les essais de pliage sous microscope	67

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Listes des figures	
Introduction	1
Première partie : Synthèse bibliographique	
Chapitre 01 : Généralités relatives a l'emballage métallique	
1- Introduction.....	2
2- Le Fer Blanc.....	3
a- Caractéristiques chimiques du fer blanc.....	3
b- Fabrication industrielle du fer blanc	3
c- Revêtement métallique : l'étamage.....	4
d- Revêtements organiques.....	5
e- Vocabulaire de l'emballage métallique.....	6
f- Fabrication des corps de boites trois pièces	10
g- Fabrication de boites deux pièces.....	11
h- Fabrication des fermetures de boites.....	12
i- Processus de fabrication des boites métalliques.....	14
3- Défauts des boites métalliques.....	15
a- Introduction	15
b- Caractérisation et classification des défauts des boites métalliques	16
Chapitre 02 : le serti des boites métallique terminologie et examen	
1- Introduction.....	37
2- Vocabulaire du serti.....	38
3- Terminologie du sertissage.....	40
4- Examen du sertissage.....	41
Chapitre 03 :	
1- Les qualités de la boîte de fer-blanc pour conserves.....	55
2- Résistance des boites aux agents extérieurs.....	55
3- Avenir de la boite métallique de conserve.....	56
4- Etiquetage	57
5- Recyclage.....	57

Deuxième partie :

Matériels et méthodes

Chapitre 04 : essais effectués sur la feuille de fer blanc

1- Mesure de la résistance du fer étamé à la cassure.....	61
2- Indice Erichsen	62
3- Essai d'emboutissage pratique.....	63
4- Essai de porosité de la feuille.....	63
a) Essai au ferricyanure de potassium	64
b) Essai illustrant quelques mécanismes de corrosion.....	65
5- Méthodes de protection contre la corrosion	66
6- Examens microscopiques de la cassure	67
Conclusion	68
Références bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION

Introduction

Introduction :

Le fer-blanc est, le matériau le plus utilisé pour la fabrication d'emballages, notamment pour la confection des boîtes de conserves. Ce métal, que plus de cent ans d'usage ont consacré, n'est pas détrôné et nous ne croyons même pas qu'il soit sur le point de l'être.

Le plus grand secteur d'utilisation des emballages métalliques est l'industrie agroalimentaire. Entre les différents emballages fabriqués à partir de matériaux métalliques, les boîtes de conserve et les boîtes boissons sont les plus utilisées.

Une boîte de conserve est un contenant métallique hermétique, permettant la mise en conserve des aliments et leur maintien à température ambiante. Traditionnellement, elle s'ouvre à l'aide d'un ouvre-boîte qui découpe le couvercle, à moins qu'elle ne soit dotée, comme c'est de plus en plus fréquemment le cas au XXI^e siècle, d'un dispositif d'ouverture facilitée.

L'emballage est en quelque sorte le dernier "maillon" de la chaîne de fabrication d'un produit. Or, il est très souvent et fort injustement négligé alors qu'il peut jouer un rôle fondamental dans la conservation des produits qu'il contient, il représente également la seule voie de communication entre le fabricant et le consommateur.

Ce travail traite l'étude de fabrication industrielle du fer-blanc, processus de la fabrication, le serti de boîte métallique et ces défauts qui peuvent se manifester au cours des différentes étapes de fabrication des boîtes, du remplissage, de sertissage, de la stérilisation et de la manutention avant que les boîtes parviennent aux consommateurs, et un chapitre basé sur les essais effectués sur la feuilles de fer-blanc.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités relatives à l'emballage métallique :

I.1. Introduction :

L'emballage métallique est un contenant, une "boite" de volume ou de poids normalisés dans laquelle on place le produit à vendre, les aliments préemballés: les produits chimiques que l'on achète sont conditionnés dans des boîtes métalliques.

L'emballage métallique peut remplir ses fonctions techniques grâce à la nature et à la structure du matériau le constituant, mais aussi par la mise en place de structures plus élaborées: des structures multicouches où chaque couche apporte sa contribution aux propriétés de l'ensemble.

L'emballage doit faire vendre le produit, en le faisant connaître, et séduire l'acheteur. Il doit permettre de démarquer le produit des autres produits et attirer le consommateur. Il s'agit, par des moyens visuels, de suggérer une attirance, grâce à des outils techniques de qualité croissante (qualité d'impression, fidélité aux couleurs, netteté des photographies, etc.). La forme, la couleur, la nature du matériau jouent également un rôle à ce niveau.

(GONTARD.N, 1998) [1]

L'emballage peut aussi présenter un plus avec une fonction de service, en facilitant la consommation du produit emballé, par son ouverture facile, la présence d'une fermeture (un bouchon à vis par exemple) pour éviter l'altération du produit non consommé en une seule fois.

Les caractéristiques de l'emballage déterminent ses fonctions, elles doivent être compatibles avec celles du produit à conditionner, d'où la nécessaire adéquation entre le produit et son emballage.

En somme, l'aspect commercial prend de plus en plus d'importance dans le choix de l'emballage vue l'importance attachée plus qu'auparavant à la présentation du produit et ses qualités.

(C. CHALVIGNAC, 1993) [2].

I.2 L'emballage métallique :

C'est un acier pour emballage avec revêtement métallique (fer étamé) qui à l'état de produits finis sont destinés à entrer en contact avec des denrées, produits et boissons pour l'alimentation de l'homme ou des animaux. [3]

C'est un produit en acier doux laminé ($C < 0.08 \%$) recouvert d'une couche d'étain. Le fer-blanc obtenu par voie d'électrolyse, est constitué de plusieurs couches. En partant du cœur, dans le cas d'un fer-blanc d'épaisseur 0.20mm avec 5.6g d'étain/m². les différents constituants du fer blanc sont donnés dans le tableau 1 (voir annexe 01).

A. Caractéristiques chimiques du fer blanc

Le fer blanc pour emballage métallique, selon les laboratoires d'analyses chimiques, est composé des éléments chimiques donnés par le tableau 1 (voir annexe 6):

(Certificat D'analyse Chimique, 2007) [5]

B. Fabrication industrielle du fer blanc :

La coulée continue de l'acier fournit des brames de composition chimique prédéterminée, qui sont acheminés vers leurs laminoirs respectifs, laminés à chaud jusqu'à une épaisseur de l'ordre de 2mm. La couche d'oxyde est enlevée par décapage à l'acide chlorhydrique. Après lavage et séchage, la bande d'acier est laminée à froid, en passant par plusieurs jeux de cylindres (cages), jusqu'à 0.20mm par exemple .La vitesse de défilement de la bande peut atteindre 110km/h .Après dégraissage, le métal qui est fortement écroui par le laminage, est recuit à 630°C en étant protégé de l'oxydation par du diazote ou du dihydrogène. Un léger laminage à froid (skin-pass) permet un écrouissage de surface améliorant les qualités mécaniques [3].

Lorsque la réduction de l'épaisseur est poussée jusqu'à 30%, ce dernier laminage permet d'obtenir des bandes de 0.10mm d'épaisseur. L'acier ainsi obtenu est alors appelé "**double réduction**".

Avant étamage, la surface de la bande subit un dégraissage puis un décapage à l'acide sulfurique. L'acier avant étamage est appelé : **fer noir** [4].

Dans le monde, il y a plus de 120 lignes de fabrication de fer blanc pour emballage métallique dont les principaux producteurs sont dans le tableau 3 (voir annexe 02). [3-4]

Et au moins 2400 lignes de production de boîtes métalliques (72% en trois pièces, 28% en deux pièces) dont les principaux fabricants sont dans le tableau 4 (voir annexe 03). [3-4]

C. Revêtement métallique : l'étamage

Les lignes de revêtement transforment le fer noir en fer blanc ou fer étamé, c'est-à-dire que la bande d'acier est revêtue d'étain. Ce revêtement protégera l'acier de l'oxydation et facilitera par la suite, les opérations de soudage.

L'étamage s'effectue par un procédé électrolytique. Il est précédé du dégraissage permettant d'éliminer les résidus gras du laminage et du décapage permettant d'enlever la pellicule d'oxyde recouvrant la bande d'acier. La bande à étamer sert de cathode, l'anode est constituée par des barres de 47kg d'étain pur, qui alimentent en ions Sn^{2+} l'électrolyte qui est composé d'acide 4-hydroxy-benzènesulfonique ($\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-SO}_3\text{H}$) et de divers produits d'addition. L'électrolyse de la bande s'effectue en continu, celle-ci passant dans une succession de bacs d'électrolyse, entre 35 et 40°C, dans lesquels Sn se dépose. [4]

De plus, afin de satisfaire aux différentes fonctions de l'emballage, il est possible de réaliser des revêtements différentiels pour lesquels les deux faces de la bande sont revêtues de quantités différentes d'étain (E 2.8/5.6 g/m²), dans ce cas, on parle d'étamage différentiel, comme il peut être un étamage équilibré (E 2.8/2.8 g/m² ; E5.6/5.6 g/m²...etc) [3].

Après rinçage, le fer-blanc subit une refusion vers 300°C où il prend un aspect brillant et au cours de laquelle, se forme l'alliage FeSn_2 et à l'interface **Fe-Sn**, par diffusion de **Sn** dans l'acier. Le chauffage est effectué par conduction (effet Joule) ou par induction.

La passivation chimique est réalisée dans une solution de dichromate de sodium (20-30 g/l à 50°C) qui donne un dépôt d'oxyde de chrome de 0.10 mg/cm² qui permet une bonne adhérence des vernis mais ne protège pas de la sulfuration.

La passivation électrolytique avec polarisation cathodique de la bande, toujours dans une solution de dichromate de sodium, permet un dépôt de chrome métallique qui améliore la résistance à la sulfuration.

(Cameron Prince, 1997) [6].

La composition chimique de l'étain déposé doit être conforme aux normes en vigueur pour la nuance Sn 99,85 à l'exception de la teneur en plomb qui doit être inférieure à 0,010%.

Les éléments **Pb**, **Cd**, **As** qui peuvent exister dans les revêtements métalliques, sont des éléments indésirables dont il faut toujours vérifier leurs teneurs d'acceptabilité ou teneur maximale.

Une couche d'huile, monomoléculaire, en général de dioctylsébaçate (DOS), permet de réduire les dommages créés par abrasion. Le vernis est, en général, appliqué après l'impression des motifs et avant la fabrication des boîtes [6].

D. Revêtements organiques

Il existe de nombreux types de revêtements organiques, comme les revêtements phénoliques, oléo-résineux, acryliques, époxy phénoliques, et polybutadiènes pour n'en nommer que quelques-uns. Le type de revêtement à appliquer est fonction du produit à mettre en conserve, de la durée de conservation prévue et, dans le cas de revêtements extérieurs, de l'aspect désiré. Les revêtements organiques servent en quelque sorte de barrière entre le métal et le contenu de la boîte ou le milieu environnant [6].

Les revêtements sont appliqués sur chaque feuille au moyen de rouleaux. Les feuilles sont ensuite placées dans un four aux fins de cuisson des revêtements. Selon les besoins, une ou deux couches de revêtement sont appliquées sur la surface intérieure de la boîte, et la surface extérieure de la boîte peut être enduite d'une couche de revêtement ou imprimée. Les revêtements intérieurs sont toujours appliqués en premier et chaque couche est cuite avant l'application de la couche suivante. La surface intérieure des boîtes en aluminium est toujours

vernies, alors que les surfaces, intérieures et extérieures des boîtes en acier sans étains sont toujours revêtues. Quant aux boîtes en fer-blanc, un revêtement peut être appliqué sur leur surface intérieure ou extérieure, selon les besoins [6].

Lors du revêtement, les feuilles destinées à la fabrication des corps de boîtes trois pièces, une bordure non vernie et étroite est laissée le long des deux côtés qui seront réunis pour former l'agrafe. Les corps de boîtes ne peuvent pas être soudés à l'étain ni électro-soudés sans ces bordures, par contre, les feuilles utilisées pour fabriquer les fermetures ou les boîtes deux pièces ne comportent pas de bordures

(APEAL, 2005) [7].

E. Vocabulaire de l'emballage métallique :

Les fabricants d'emballage métallique utilisent un certain vocabulaire un peu commun qui peut être énuméré en plusieurs définitions, à savoir :

➤ Les Sertisseuses

Machines, en général à têtes tournantes, qui servent au sertissage des boîtes métalliques: Le mandrin de sertissage, les molettes de serti, le plateau de compression sont des organes des sertisseuses, qui servent à la formation du serti (**Figures 1 et 2**). [6]



Figure 1: Sertisseuse [8]

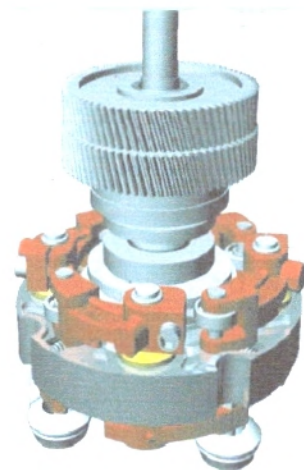


Figure 2: Tête de sertisseuse [8].

➤ **Plateau de compression**

Élément de la sertisseuse qui positionne et maintient la boîte et le couvercle contre le mandrin pendant l'opération de sertissage (**Figure 3**) [4].



Figure 3: Plateau de compression [8].

➤ **Mandrin de sertissage**

Élément de la sertisseuse qui pénètre dans la cuvette et qui sert d'enclume permettant de soutenir la pression exercée par les molettes de sertissage (**Figure 4**) [6].



Figure 4 : Mandrin de sertissage [8].

➤ **Molettes de sertissage**

Sorte de galets tournants ayant des profils spéciaux servant à former le serti de la boîte. Selon le profil, deux types de molettes sont utilisées dans la fabrication de l'emballage métallique: Molette de première passe, et molette de deuxième passe (**Figure 5**) [4].



Figure 5 : Molettes de sertissage [8].

➤ **Éjecteur de sertisseuse**

Partie du mandrin qui exerce une pression contre le couvercle et qui repousse la boîte après l'exécution de la deuxième passe [6].

➤ **Pression du plateau de compression**

Pression exercée par le plateau de compression en maintenant la boîte et le couvercle en place contre le mandrin de sertissage [4].

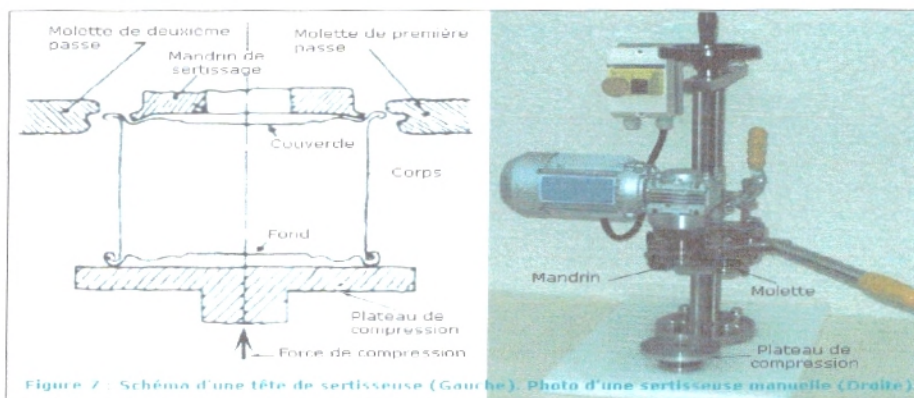


Figure 6 : Composition du serti [8].

➤ **Hauteur de la tête de sertissage**

Distance entre le plateau au sommet de sa course et la partie inférieure du mandrin pendant l'opération de sertissage [6].

➤ **Accrochage**

Opération qui consiste à plier l'ourlet sous le bord à sertir afin de maintenir le couvercle en place de façon lâche. Cette opération, qui fait parfois partie du sertissage, est exécutée par un appareil distinct (accrocheuse) avant le sertissage proprement dit [4].

➤ **Corps de boîte trois pièces**

Principal composant de la boîte dont la forme peut varier, qui peut présenter des moulures, et qui est constitué de fer-blanc électrolytique [6].

➤ **Corps de Boîte deux pièces**

Composant semblable à celui des boîtes trois pièces. Ce corps se compose d'un fond intégré et de parois formées à partir d'une seule feuille de tôle, la partie supérieure du corps présente un bord à sertir. Ce type de corps est obtenu par un procédé d'emboutissage profond [4].

➤ **Fond/couvercle**

Fermeture sertie par le fabricant de boîtes trois pièces. Aussi appelé: bout du fabricant ou de manufacturier [6].

➤ **Moulures du corps**

Rainures simples ou en groupes sur le corps de la boîte permettant de mieux résister aux avaries (bosselures, etc.) [4].

➤ **Empreintes de renfort**

Série d'anneaux, de cannelures ou de lignes parallèles estampés dans toute partie du fond intégré. Ces éléments permettent au métal de résister de manière plus efficace aux contraintes engendrées lors de la stérilisation et de la manutention [6].

➤ **Agrafe**

Assemblage à recouvrement formé lors de la fusion des deux extrémités des flancs du corps de boîte. Ces deux extrémités se chevauchent sur une distance allant de 0.4 à 5mm, selon le procédé de soudage en automatique ou en semi automatique [4].

➤ **Bordures non revêtues de la boîte**

Bandes étroites de tôle sans revêtement (environ un demi centimètre de largeur) situées le long des extrémités extérieures d'un flanc émaillé et destinées à former l'agrafe. Ces bordures

sont nécessaires étant donné que la présence de revêtements ou d'email peut empêcher le soudage complet de l'agrafe [6].

➤ **Bord à sertir**

Bord extérieur évasé du corps de la boîte qui doit former le crochet de corps du serti [4].

➤ **Joint d'étanchéité**

Joint élastique ou, joint en caoutchouc, joint d'étanchéité, joint composé à base de caoutchouc en suspension ou en solution dans l'eau ou un solvant. Ce joint garnit l'ourlet de la fermeture et est destiné à former une barrière étanche en remplissant les interstices créés à la suite de la formation mécanique du serti. Il est destiné principalement à :

- Remplir les espaces vides à l'extrémité du crochet de fond et du corps (zone de d'étanchéité primaire),
- Remplir les rides du crochet de fond; et
- Empêcher un contact métal sur métal dans toute la zone du serti.

➤ **Ligne d'amincissement**

Ligne simple suivant le pourtour de la fermeture. Le pré découpage permet d'avoir une épaisseur du métal au niveau de cette ligne moins grande de sorte que lorsque le couvercle est tiré, le métal se déchire le long de celle-ci, ceci permet d'ouvrir la boîte sans avoir recours à d'autres outils [6].

F. Fabrication des corps de boîtes trois pièces

Le corps de ce type de boîtes est constitué uniquement de fer-blanc électrolytique. Les feuilles, émaillées ou non, sont découpées par des cisailles en équerre en flancs individuels. Ces flancs passent ensuite dans une machine à rouler où ils prennent la forme du corps de boîte. Les extrémités sont ensuite soudées en utilisant un fil en cuivre électrolytique. Un revêtement organique, s'il y a lieu, est pulvérisé sur la soudure, à l'extérieur et/ou à l'intérieur du cylindre [4].

Selon les besoins, les corps des boîtes peuvent être moulurés. Les moulures sont formées par une moulureuse, une fois le corps soudé. Le cylindre soudé et mouluré est acheminé vers la machine à border, puis les fonds ou couvercles sont sertis. La boîte est finalement soumise à

un contrôle d'étanchéité (pression d'air, contrôle de qualité) et palettisée avant d'être expédiée aux conserveurs [4].

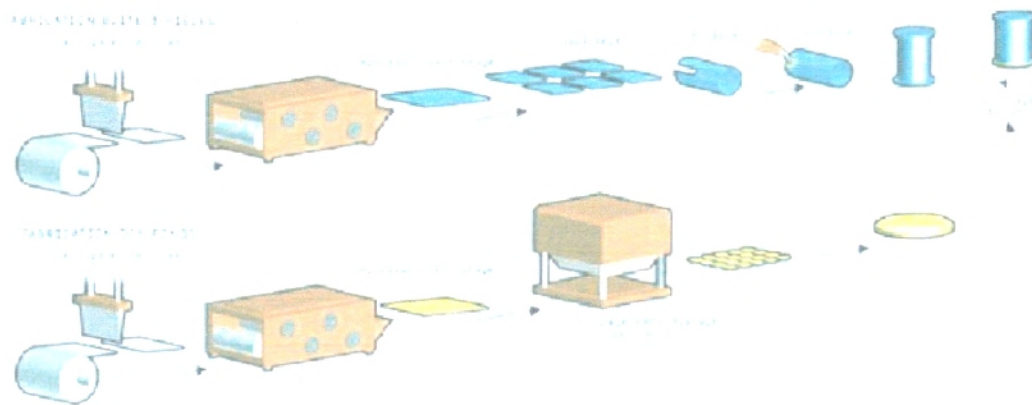


Figure 7 : processus de fabrication de boîte 3 pièces [8].

G. Fabrication de boîtes deux pièces

Des feuilles d'acier (fer-blanc électrolytique) ou d'aluminium, enduites au préalable d'une couche de revêtement organique, le cas échéant, sont coupées en bandes qui alimentent une presse. Un disque est découpé, puis embouti en une ou plusieurs passes de manière à présenter la hauteur de boîte et le profil de fond désirés. La boîte ainsi formée passe dans l'ébarbeuse qui enlève l'excédent de métal du bord à sertir. Si le corps de la boîte doit être mouluré, la boîte est acheminée vers un poste distinct (machine à moulurer) où les moulures sont exécutées. La boîte finie est ensuite soumise à un contrôle de qualité puis palettisée afin d'être entreposée ou expédiée aux conserveries [7].

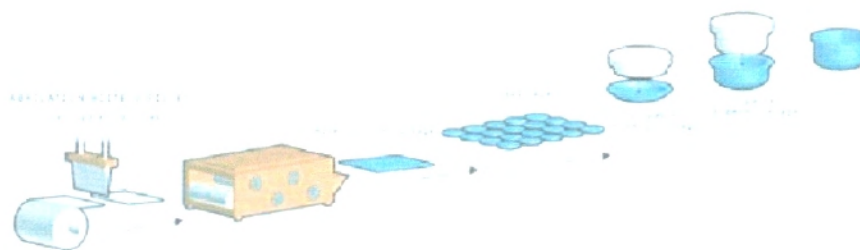


Figure 7 : processus de fabrication de boîte 2 pièces [8].

H. Fabrication des fermetures de boîtes

a. Fermetures rondes

Des feuilles émaillées ou non sont découpées en bandes qui passent dans une presse à matrice simple ou double. En général, au cours de la même opération le disque est découpé et le profil du fond (contour) est estampé dans le métal.

Le disque tombe ensuite dans un outil à ourler qui plie l'arête de coupe pour former l'ourlet. La fermeture ronde ainsi obtenue est acheminée vers le poste d'injection du joint liquide où, sous une buse fixe, elle est soumise à un mouvement de rotation au cours duquel la buse dépose le joint liquide dans la zone de l'ourlet [4].

b. Fermetures non rondes

Ces fermetures sont découpées en bandes suivant une méthode semblable à celle utilisée pour les fermetures rondes. Elles sont habituellement maintenues en position fixe pendant que l'outil à ourler suit le périmètre de la fermeture pour former l'ourlet. Au poste d'injection du joint élastique, la fermeture est de nouveau immobilisée lors du dépôt du joint élastique par la buse dans la zone de l'ourlet [4].

c. Fermetures des boîtes à Ouverture facile (easy-open)

Les formes des fermetures à ouverture facile de type à languette d'arrachage peuvent varier et ces dernières peuvent comporter des cannelures de renfort semblables à celles des corps de boîtes deux pièces. En soulevant et en tirant la languette vers l'arrière, on brise la ligne d'amincissement. En continuant de tirer, on découpe la ligne d'amincissement sur le pourtour de la fermeture [4].

d. Languette d'arrachage

Élément en forme d'anneau fixé à la fermeture à l'aide d'un rivet servant de tirette pour ouvrir la boîte. Le matériau de fabrication de la languette peut être différent de celui de la fermeture [4].

e. Processus de fabrication des boites métalliques

Les fabricants d'emballage métallique reçoivent leur matière première, en fer blanc étamé, qui peut être imprimé ou nu, revêtu ou non, sous forme de bobines ou de plaques de différentes dimensions et épaisseurs.

La production d'une boite en fer blanc obéit à un processus bien défini et qui est standard pour tous les fabricants (**figure 7**).

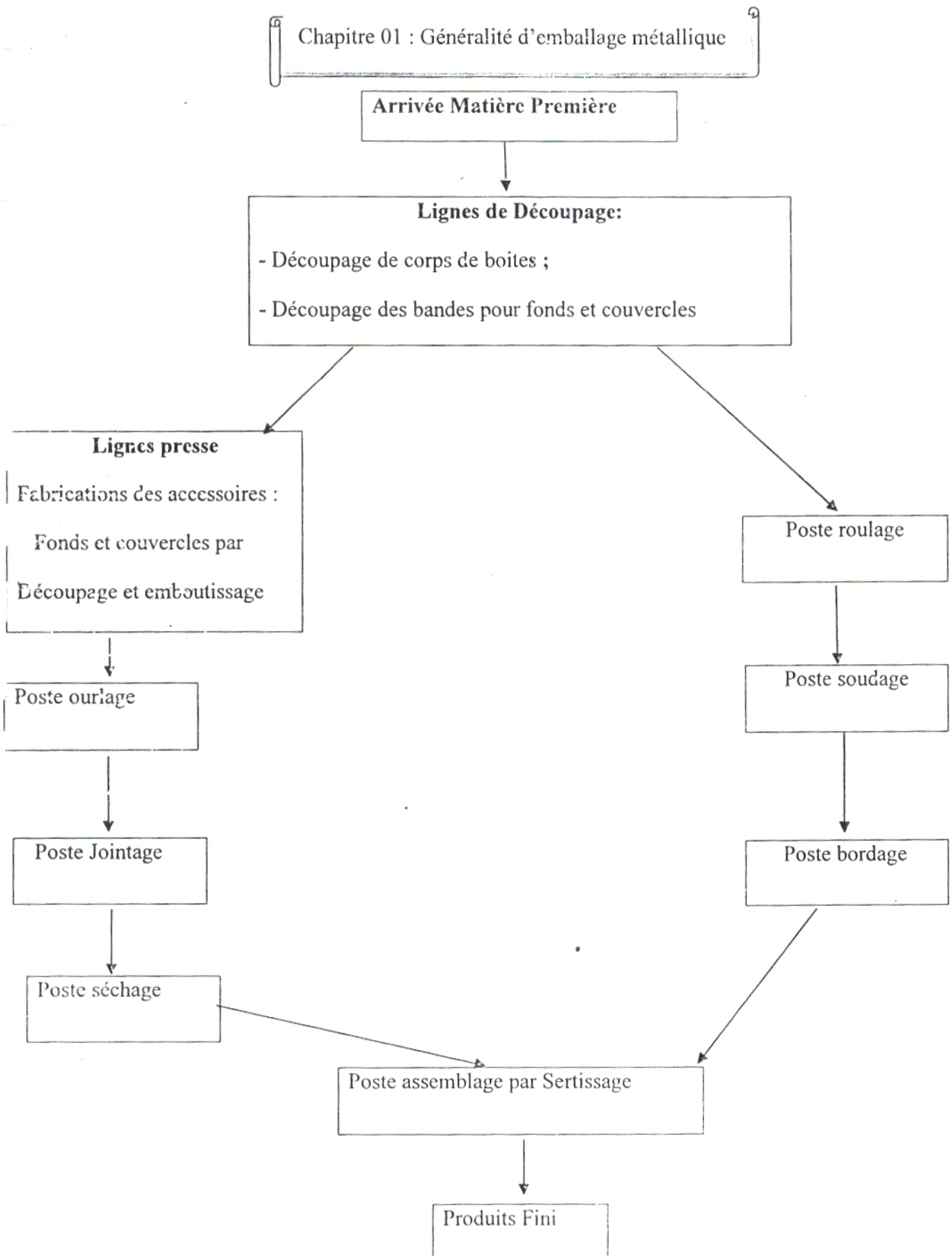


Figure 7: Processus de fabrication de s boites métalliques

(CRFB, 2003) [9].

II. DEFAUTS DES BOITES METALLIQUES :

II.1. Introduction :

Avant que les boîtes parviennent aux consommateurs, des défauts peuvent se manifester au cours des différentes étapes de fabrication, du remplissage, de sertissage, de la stérilisation et de la manutention. Les types de défauts sont répartis en sept sections différentes qui indiquent l'étape à laquelle le défaut est susceptible de se produire :

- * Défauts de fabrication de la tôle.
- * Défauts d'application des revêtements.
- * Défauts de fabrication des corps de boîtes.
- * Défauts de fabrication des fermetures de boîtes.
- * Défauts de sertissage.
- * Défauts de bombage (chimique, biologique ou mécanique).
- * Défauts de manutention.
- * Autres défauts de mise en conserve.

Après avoir été caractérisé et classifié, un défaut de fabrication doit également recevoir une cote de gravité [6].

Voici les définitions des deux cotes de gravité reconnues pour le classement des boîtes scellées hermétiquement :

(The Food Processors Institute, Etats-Unis d'Amérique. 1997) [10].

a) Majeur

Se dit d'un défaut qui démontre:

- * que le contenu d'une boîte donne lieu ou a donné lieu à une prolifération par un agent extérieur; ou
- * que l'étanchéité du contenant n'existe plus ou est sérieusement compromise, ou
- * que le contenant n'est pas acceptable pour la distribution et la vente.

b) Mineur

Se dit d'un défaut clairement caractérisé, mais qui n'entraîne pas ni ne risque d'entraîner une perte d'étanchéité et qui ainsi ne constitue pas un risque [8].

II.2. Caractérisation et classification des défauts des boîtes métalliques

Les défauts des boîtes métalliques sont classés comme suit:

❖ Tôle feuilletée

La tôle feuilletée est considérée comme un défaut de tôle majeur.

Description :

Corps ou fond de boîte dont le métal se sépare en deux feuilles (**Figure 08**).

Causes courantes :

Couches de métal en une seule épaisseur de tôle pendant le laminage. Ces couches de métal ne se fusionnent pas pendant le laminage et se séparent lors du travail du métal aux fins de fabrication des boîtes [2].



Figure 8: Tôle feuilletée [2].

❖ Trou d'épingle

Un trou d'épingle est considéré comme un défaut de tôle majeur.

Description :

Perforation dans la feuille qui se produit pendant le laminage. Les trous d'épingle présentent différentes grandeurs depuis des trous à peine visibles jusqu'à de grandes perforations irrégulières qui comportent des arêtes vives (**Figures 9**).

-Causes courantes :

Des corps étrangers peuvent être incorporés dans la feuille au moment du laminage et ne s'unissent pas à la tôle. Les particules importantes apparaîtront sur les deux faces de la tôle.

Lorsque la tôle est travaillée pendant la fabrication de la boîte ou fléchié au cours de la stérilisation, ces particules peuvent être délogées et former ainsi des trous dans la feuille [2].



Figure 9 : Trou d'épingle [2].

❖ Taches sur la tôle

Les taches sur la tôle sont considérées comme un défaut de tôle mineur :

- Description :

Taches visibles sur la surface de la tôle. Si la tôle est vernie, ces taches peuvent être visibles à travers le revêtement.

- Causes courantes :

Ce défaut se produit pendant la fabrication de la tôle [2].

❖ Manque de revêtement

Les manques de revêtement sont considérés comme un défaut d'application de revêtement majeur lorsqu'ils sont:

1. internes et le contenu est corrosif, ou
2. externes et la tôle est corrodée.

Les manques de revêtement sont considérés comme un défaut d'application de revêtement mineur lorsqu'ils sont:

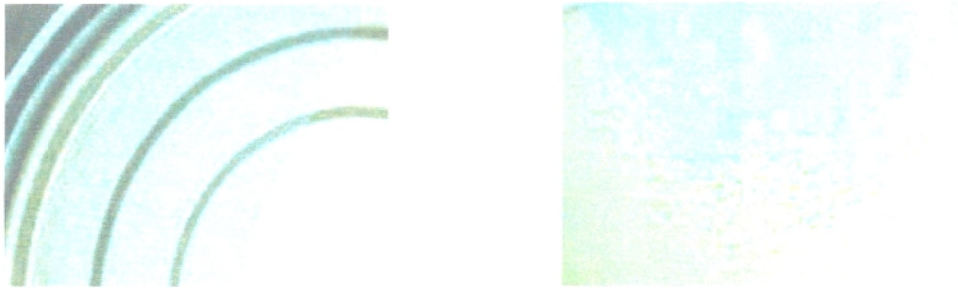
1. internes et le contenu n'est pas corrosif, ou
2. externes et aucune corrosion n'est présente.

- Description :

Toute discontinuité (métal à nu, piqûres) du revêtement (**Figures 10**).

- Causes courantes :

Présence de saletés, de corps gras ou d'impuretés sur la feuille de tôle avant le vernissage [2].



Figures 10 : Manque de revêtement [2].

❖ Coulures de revêtement

Une coulure de revêtement est considérée comme un défaut mineur à moins qu'un examen approfondi ou plus poussé ne révèle qu'il est majeur.

Une coulure du revêtement est considérée comme un défaut d'application de revêtement majeur lorsqu'on constate qu'il y a un trou et/ou corrosion de la tôle à la suite d'un examen minutieux.

- Description :

Goutte de revêtement extérieure ou intérieure qui ressemble souvent à une petite bulle métallique dure. Ce défaut peut avoir le même aspect qu'une éraflure d'emboutissage (**Figures11**).

- Causes courantes :

Coulures ou éclaboussures survenant lors du vernissage [2].



Figure 11 : Couleurs de revêtement [2].

❖ Particules étrangères dans le revêtement

Défaut d'application de revêtement mineur.

- Description :

Petites particules souvent noires visibles dans la surface du revêtement (**Figure 14**).

- Causes courantes :

Particules noires ou particules brûlées de revêtement, saletés ou autres impuretés qui peuvent adhérer au revêtement humide avant sa cuisson [2].



Figure 12 : Particules étrangères dans le revêtement [2].

❖ Soudure brûlée

Une soudure brûlée fondue est considérée comme un défaut majeur de soudage [2].

- Description :

Chaleur locale excessive due à la présence de corps étrangers qui cause une brûlure (Figure13).

- Causes courantes :

- Présence de corps étrangers dans la soudure, comme des particules de revêtement intérieur ou extérieur, des saletés, de l'huile ou des corps gras.
- Fil à souder contaminé.



Figure 13: Soudure brûlée [2].

❖ Joint soudé

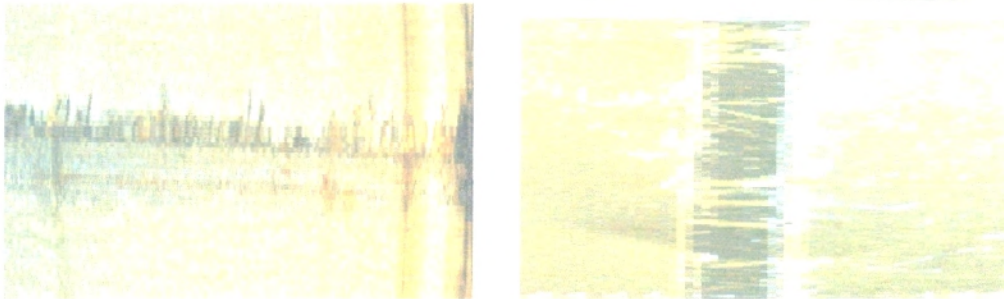
Un joint soudé est considéré comme un défaut de tôle majeur lorsqu'il est emballé un produit corrosif, lorsque la soudure continue présente des fentes, comme dans le cas des soudures par points, ou lorsque la soudure est tellement fragilisée que la simple pression exercée par un doigt entraîne la fracture de celle-ci [2].

- Description :

Joint soudé visible, noirâtre, ayant environ 5 mm de largeur, traversant le fond ou le corps de boîte. Ce défaut comporte un danger d'une corrosion possible à l'endroit du joint qui peut mener à la perforation de la feuille (Figure 14).

- Causes courantes :

- Ces joints sont réalisés lors de la soudure de deux feuilles de tôle au moment du bobinage.



Figures 14: Joint soudé [2].

❖ Faux équerrage de la boîte

Le faux équerrage est considéré comme un défaut majeur de boîte trois pièces.

- Description :

Défaut dû à un désaffleurement des bords de boîtes deux pièces. Ce défaut est également désigné par les expressions « rebords désaffleurés », « corps mal aligné » ou « hors d'angle » (Figure15).

- Causes courantes :

- Mauvais alignement des bords des flancs au moment de l'agrafage.
- Faux équerrage des flancs [2].

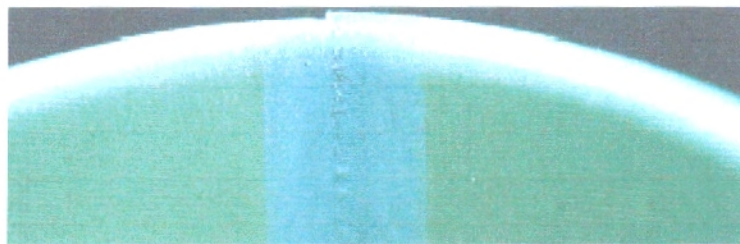


Figure 15: Faux équerrage de la boîte [2].

❖ Coin replié

Un coin replié est considéré comme un défaut de soudage majeur : [2]

- Description :

Trou triangulaire à l'une ou l'autre des extrémités de l'agrafe (**Figures 16**).

- Causes courantes :

- Coin du flanc replié avant le soudage.
- Zone de l'agrafe non soudée ou mal soudée repliée pendant le bordage ou le sertissage.



Figures 16 : Coin replié [2].

❖ Bord à sertir incomplet

Un bord à sertir incomplet est considéré comme un défaut majeur si le bord à sertir est réduit de 0.4mm ou plus. Il est considéré comme un défaut mineur si le bord à sertir est réduit de moins de 0.4mm. [2]

- Description :

Encoches ou entailles dans le bord à sertir qui entraînent une croisure réduite ou inexistante à l'intérieur (**Figures 17**).

- Causes courantes :

- Alimentation incorrecte de la feuille sous la matrice.
- Déplacement de la feuille pendant l'emboutissage.



Figures 17: Bord à sertir incomplet [2].

❖ **Bord à sertir déchiré (B.S.D.)**

Un bord à sertir déchiré est considéré comme un défaut majeur de sertissage en raison de l'absence de croisure. [2]

- **Description :**

Bord déchiré ou coupé en parties. La partie endommagée étant repliée sur le corps. N'ayant pas été roulée avec le crochet de corps, il arrive que cette partie fasse saillie à la base du serti. Lorsque ce défaut est sévère le corps de la boîte montre une ouverture juste au-dessous du serti (**Figure 18**).

- **Causes courantes :**

- Endommagement du bord à sertir pendant la manutention des boîtes vides.
- Endommagement du bord à sertir pendant le remplissage.
- Endommagement du bord à sertir par l'avance à pinces pendant la formation du cylindre



Figure 18 : Bord à sertir déchiré (B.S.D.) [2].

❖ **Corps cannelé**

Un corps cannelé est considéré en général comme un défaut mineur.

Toutefois, il s'agit d'un défaut majeur si les cannelures se prolongent jusqu'au bord à sertir et lorsque le degré de cannelure est prononcé au point de nuire à la formation du serti et d'en compromettre l'intégrité. [2]

- **Description :**

Une ou plusieurs ondulations profondes visibles sur le corps de boîte (**Figure 19**).

- **Causes courantes :**

- Déplacement du corps pendant l'opération d'emboutissage.

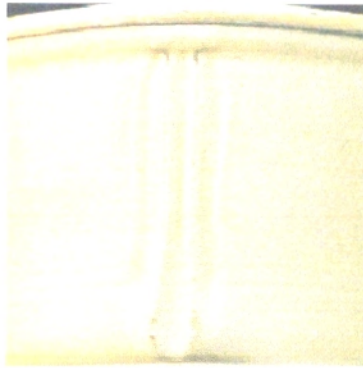


Figure 19 : Corps cannelé [2].

❖ Double corps

Un double corps est considéré comme un défaut majeur de corps de boîte dans le cas des boîtes deux pièces et trois pièces.

Dans le cas des boîtes trois pièces, ce défaut se produit lorsque deux flancs forment le corps d'une boîte. Les sertis sont plus épais et plus longs, mais paraissent autrement normaux.

Le corps de boîte à l'extérieur présente souvent des signes de flambement et l'agrafe peut paraître mal formé ou non soudée complètement (**Figure 20**). [2]

- Causes courantes :

- Deux corps de boîte ayant glissé l'un sous l'autre au moment de fabrication des boîtes trois pièces.
- Deux corps de boîtes deux pièces tronconiques solidement emboîtés.
- Deux feuilles de métal emboutis ensemble pour former une boîte deux pièces.



Figure 20 : Double corps [2].

❖ Double fond

Un double fond est considéré comme un défaut majeur de contenant.

- Description :

Deux fonds sont sertis à la même extrémité d'un corps de boîte. Le serti est plus épais et plus haut et peut présenter de nombreux affaissements et picots en V sur son pourtour (Figures 21 et 22).

- Causes courantes :

- Deux feuilles de métal sont collées l'une à l'autre à leur entrée dans la presse. Les fonds obtenus présentent deux épaisseurs de tôle roulées ensemble et seul le fond intérieur reçoit un joint élastique.
- Deux fonds formés séparément sont collés ensemble au moment du sertissage.

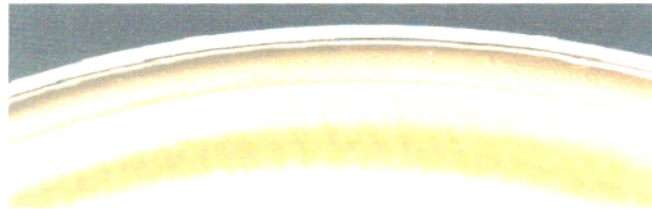


Figure 21 : Double fond avant sertissage [2].



Figure 22 : Double fond après sertissage [2].

❖ Profil du fond fissuré

Un profil du fond fissuré est considéré comme un défaut majeur de boîte deux pièces lorsque :

1. il y a fracture complète du rayon intérieur de la cuvette, ou
2. la contrainte exercée sur le rayon intérieur de cuvette affaiblit ou amincie le métal à l'endroit du rayon et est sur le point de provoquer une fracture. [2]

- Description:

Rayon du profil du fond fissuré d'une boîte deux pièces ou rayon de profil du fond comprimé qui peut céder pendant le traitement ou la manutention (**Figure 23**).

- Causes courantes :

- Lubrification inadéquate de la tôle avant l'emboutissage.
- Poinçon et matrice décentrés.



Figure 23 : Profil du fond fissuré [2].

❖ Profil du fond incomplet

Un profil inférieur incomplet est considéré comme un défaut mineur de boîte deux pièces à condition que le fond ne se déforme pas pendant la stérilisation. [2]

- Description :

Profil de fond intégré non formé complètement. Cette partie est donc plus faible et peut gauchir pendant la stérilisation. (**Figures 24 et 25**).

- Causes courantes :

- Course incomplète du poinçon dans la matrice.

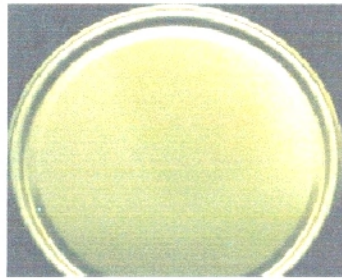


Figure 24 : Profil du fond incomplet [2]



Figure 25: Profil du fond complet [2].

❖ Ourlet incomplet

Un ourlet incomplet est considéré comme un défaut majeur de fabrication des fermetures de boîtes trois pièces s'il est réduit de plus de 0.4mm.

Un ourlet incomplet est considéré comme un défaut mineur de fabrication des fermetures de boîtes trois pièces s'il est réduit de moins de 0.4mm. [2]

- Description :

Encoches ou entailles dans l'ourlet qui entraînent une perte de croisure (**Figure 26**).

- Causes courantes :

- Alimentation incorrecte de la feuille sous la matrice.
- Dimensions des bandes de métal incorrectes.

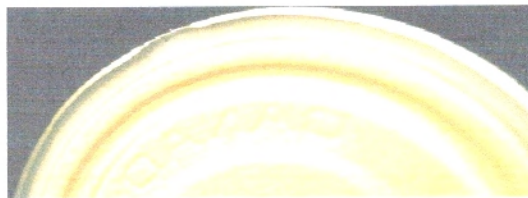


Figure 26 : Ourlet incomplet [2].

❖ Éraflures d'emboutissage

Les éraflures d'emboutissage sont considérées comme un défaut majeur de fabrication des boîtes lorsque :

1. la tôle est fissurée, ou
2. les marques sont aiguës, angulaires et profondes, ce qui indique une fissuration possible en cours de manutention, ou
3. les marques ont pénétré dans le revêtement intérieur de manière à mettre à nu le métal qui réagit avec un produit corrosif, ou
4. la formation du bord à sertir est compromise.

Les éraflures d'emboutissage sont considérées comme un défaut mineur de fabrication des boîtes si les marques sont lisses, rondes et peu profondes. [2]

- Description :

Marque anormale sur la tôle dont la taille, la forme et la profondeur peuvent varier. Si les éraflures influent sur la formation du bord à sertir, des défauts de sertissage peuvent se manifester (**Figure 27**).

- Causes courantes :

- Déchets métalliques ou corps étrangers dans la matrice pendant la formation des boîtes deux pièces ou des fonds des boîtes trois pièces.



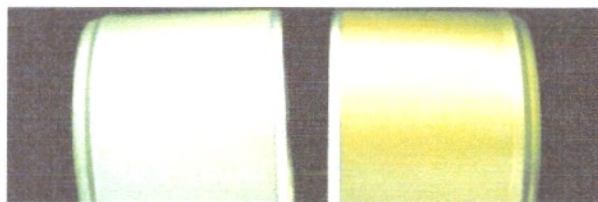
Figure 27 : Éraflures d'emboutissage [2].

❖ Inversion

L'inversion est considérée comme un défaut majeur de boîte trois pièces et pour des boîtes deux pièces, si le métal est exposé à un produit corrosif; autrement, l'inversion est considérée comme un défaut mineur de boîte deux pièces.

- Description :

Inversion du corps de sorte que la face vernie se trouve à l'extérieur et le revêtement extérieur, si présent, se trouve à l'intérieur (**Figures 28**).



Figures 28 : Inversion [2].

❖ Jointage élastique défectueux

Un jointage élastique défectueux est considéré comme un défaut sérieux s'il empêche la formation d'un serti étanche (manques de joint, joint séché ou qui coule) ou s'il gêne la formation du serti (excès de joint).

Un jointage élastique défectueux est considéré comme un défaut mineur si le joint est déposé par erreur ailleurs que dans la région de l'ourlet du fond, étant donné que le joint élastique n'est pas toxique et n'altère pas l'arôme ni le goût du produit. [2]

- Description :

Mauvaise mise en place du joint élastique sur la fermeture de la boîte qui peut entraîner un excès, une mauvaise répartition ou l'absence de joint élastique dans la région de l'ourlet. Le joint élastique peut également être déposé au mauvais endroit sur la fermeture ou pulvérisé sur la surface extérieure de l'ourlet. Ce défaut est désigné également par l'expression « fermetures sales » (**Figure 29**).

- Causes courantes :

- Buse de la jointeuse entièrement ou partiellement obstruée.
- Alimentation incorrecte des fermetures à l'entrée du poste d'injection de joint élastique.
- Composition incorrecte du joint élastique.



Figure 29 : Jointage élastique défectueux [2].

❖ Affaissement

L'évaluation juste d'un affaissement se fait seulement au moyen d'une mise à nu du serti et de la détermination du degré de croisure réelle et du taux de serrage suivant les recommandations du fabricant de boîtes.

- Tout affaissement examiné qui présente un degré de croisure réelle égal ou inférieur à 25% est considéré comme un défaut majeur de sertissage.

- Tout affaissement examiné qui présente un degré de croisure réelle compris entre 25% et 50% est considéré comme un défaut mineur de sertissage.

Lorsqu'un examen visuel est exécuté, un affaissement est considéré comme étant un défaut sérieux de sertissage s'il s'étend sur plus de 20 % de la longueur du serti, ou si le serti présente plus d'un affaissement. [2]

- Description :

Projection arrondie du crochet de fond à la base du serti normal. Un affaissement qui présente des signes d'empreintes laissées par la gorge de la molette de deuxième passe doit être évalué en fonction du degré de croisure (**Figure 30**).

- Causes courantes :

- Produit ou corps étrangers dans le serti.
- Excès ou mauvaise répartition du joint élastique.
- Roulé de première passe trop lâche ou trop serré.
- Usure dans la gorge de la molette de première passe.
- Crochet de corps trop long.



Figure 30 : Affaissement [2].

❖ Aplatissement

L'aplatissement est considéré comme un défaut majeur d'apparence si le corps de la boîte est déformé de manière que le revêtement interne est fissuré et le serti ou l'agrafe n'assure plus l'étanchéité de la boîte. [2]

- Description :

Déformation permanente du corps de boîte qui se produit surtout avec les boîtes de grandes dimensions. Elle se présente sous la forme de plats, de pans verticaux ou d'indentations visibles sur le corps de la boîte (**Figure 31**).

- Causes courantes :

- Vide intérieur excessif.
- Pression extérieure excessive pendant la stérilisation.
- Pression excessive pendant le refroidissement.



Figure 31 : Aplatissement [2].

❖ Becquet

Le becquet est considéré comme un défaut majeur d'apparence si la fermeture de la boîte est déformée de manière que la tôle ou le revêtement est fissuré(e) ou le serti n'assure plus l'étanchéité de la boîte. [2]

- Description :

Déformations permanentes sur la fermeture de la boîte en forme de pyramide situées près du serti. Elles sont causées par un écart excessif entre la pression à l'intérieur et à l'extérieur de la boîte. Des becquets très prononcés portent atteinte à l'étanchéité du serti (**Figure 32**).

Ce défaut est également désigné par les expressions « bec » et « fond déformé ».

- Causes courantes :

- Vide intérieur insuffisant.
- Pression extérieure insuffisante pendant le refroidissement sous pression.
- Début de détérioration du contenu avant la stérilisation, ce qui entraîne une perte de vide.
- Épaisseur inadéquate du métal [2].

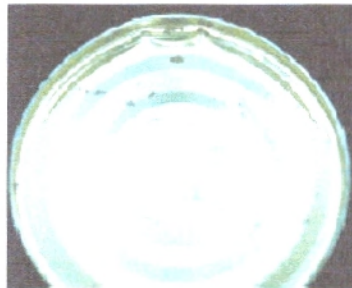


Figure 32 : Becquet [2].

❖ Abrasion

L'abrasion est considérée comme un défaut majeur de manutention lorsque le métal présente une épaisseur inférieure de 50% à son épaisseur normale. [2]

- Description :

Usure mécanique de la tôle qui l'affaiblit au point de la rendre susceptible à la fissuration ou à la corrosion, ce qui peut ouvrir la voie à la perforation (**Figure 33**).

- Causes courantes :

- Frottement des câbles d'alimentation ou de convoyeurs en métal sur les boîtes immobilisées vides ou remplies.
- Frottement des boîtes contre des objets fixes pointus, par exemple, pendant le chargement des boîtes dans des paniers.

Chapitre 01 : Défauts des boîtes



Figure 33 : Abrasion [2].

❖ Corrosion

La corrosion est considérée comme un défaut majeur lorsque :

1. la corrosion cause des piqûres, ou
2. la corrosion attaque toute zone critique du contenant, comme la ligne d'amincissement. [2]

- Description :

Dégradation superficielle de la tôle de l'intérieure ou de l'extérieure, qui résulte d'une réaction chimique pouvant mener à la perforation du métal.

La corrosion la plus fréquente est la rouille sur les surfaces extérieures, causée par l'humidité (**Figure 34**).

- Causes courantes :

- Présence d'eau sur les boîtes stérilisées résultant d'une période de refroidissement trop longue ou d'une durée d'égouttage des boîtes trop courte.
- Réglage incorrect de la température et de l'humidité dans les entrepôts.
- Boîtes non protégées contre les intempéries pendant le transport ou l'entreposage.



Figure 34 : Corrosion [2].

❖ Écrasement

L'écrasement est considéré comme un défaut majeur de contenant. [2]

- Description :

Déformation majeur d'une boîte (**Figure 35**).

Chapitre 01 : Défauts des boîtes

- Causes courantes :

- Alimentation incorrecte de la boîte remplie à l'entrée des convoyeurs.
- Dommages se produisant pendant le transport.



Figure 35 : Écrasement [2].

❖ Coup sur le serti

Un coup sur le serti est considéré comme un défaut majeur lorsque :

1. le coup est important (en V), et entraîne le rejet aux essais d'étanchéité, ou
2. les contenants ont gonflés à une ou aux deux extrémités à la suite de l'impact sur le serti, ou
3. le contenant montre des signes de fuite du contenu. [2]

- Description :

Déformation du serti (bord de la boîte) causée par un choc violent ou une forte compression. Cette déformation peut affecter l'étanchéité du serti, ouvrant ainsi la voie à une recontamination (**Figure 36**).

- Causes courantes :

- Manutention incorrecte de la boîte après la fermeture, avant ou après la stérilisation, c'est-à-dire pendant l'étiquetage, l'expédition ou l'entreposage.



Figure 36 : Coup sur le serti [2].

❖ Griffage

Le griffage du fond ou du corps d'une boîte est considéré comme un défaut majeur de manutention. [2]

- Description :

Déformation linéaire prononcée de la tôle, entaillant celle-ci ou compromettant sa résistance à la corrosion ou aux contraintes extérieures (**Figure 37**).

- Causes courantes :

- Égratignure profonde, intérieure ou extérieure.



Figure 37 : Griffage [2].

❖ Bombage

- Détérioration d'origine bactérienne, accompagné d'un dégagement gazeux, due à une stérilisation insuffisante.

- Détérioration d'origine bactérienne, accompagné d'un dégagement gazeux, due à une recontamination après la stérilisation.

- Dégagement gazeux d'origine bactérienne qui se produit entre le sertissage et la stérilisation.

- Formation d'hydrogène par réaction chimique entre le produit et la tôle (**Figure 38**).



Figure 38 : Bombage [2].

❖ Languette d'arrachage endommagée [2]

Une ligne d'amincissement ou une languette d'arrachage endommagée est considérée comme un **défaut majeur de manutention des boîtes** lorsque (**Figure 39**) :

- la ligne d'amincissement est fracturée à l'endroit de la languette; ou
 - il y a des signes clairs de perte de l'étanchéité coulage du contenu.
- **Description:**
- Languette d'arrachage qui est tordue ou déformée par rapport à l'horizontale ou au plan parallèle du fond. La ligne d'amincissement peut être perforée par la pointe de la languette, ce qui peut entraîner le coulage du contenu. Le rivet de la languette peut être fracturé.
- **Causes courantes:**
- Fonds défectueux.
 - Ligne d'amincissement faible en raison de corrosion.
 - Languette d'arrachage défectueuse ou endommagée (ligne d'amincissement perforée par la pointe de la languette).
 - Ligne d'amincissement trop profonde.



Figure 39: Languette endommagée [2].

I. Le serti des boîtes métalliques terminologie et examen :

I.1. Introduction :

Plusieurs parties de la structure d'une boîte en fer-blanc sont importantes pendant l'opération de mise en boîte, on discutera de sertissage et de ses plus défauts. [2]

Le processus de sertissage se compose de deux opérations distinctes, qui sont strictement corrélées dans le temps.

Au cours de la première phase du processus de sertissage on relie la boucle du couvercle, composée de trois épaisseurs de métal, au bord du corps de la boîte, composé de deux épaisseurs.

Pendant la deuxième opération on complète la fermeture en compressant étroitement ces cinq épaisseurs.

Le mastic, préalablement appliqué sur le couvercle, formera un sertissage à garniture élastique afin de compenser les imperfections et de garantir une boîte étanche. Mesurages, examens visuels et essais permettront de relever des variations dans le sertissage fini [10].

Les illustrations de ce chapitre décrivent quelques-uns des défauts du serti et leur gravité, la cause la plus probable du défaut, les parties de la sertisseuse qui pourraient éventuellement fonctionner mal, les mesures correctives à prendre pour éliminer les imperfections les plus graves ainsi que la mise en évidence de quelques-uns des défauts visuels qui peuvent être facilement remarqués dans l'aspect général de la boîte [2].

L'aspect visuel de la fermeture est tout à fait indicatif de sa qualité et très souvent l'examen directe avertira l'opérateur qu'un défaut grave entrave la formation d'une fermeture correcte, comme on décrit quelques imperfections qui ne peuvent être déterminées qu'en démontant la structure du serti pour en examiner l'intérieur.

D'habitude, il est conseillé de mesurer le serti à trois endroits :

Chapitre 02 : Sertissage

1. à environ 10 mm sur les deux côtés de la soudure longitudinale de la boîte,
2. directement sur la soudure longitudinale [8].

Ces mesures nous permettent de relever les dimensions réelles des paramètres du serti dont la terminologie dimensionnelle est donnée par la (figure 40).

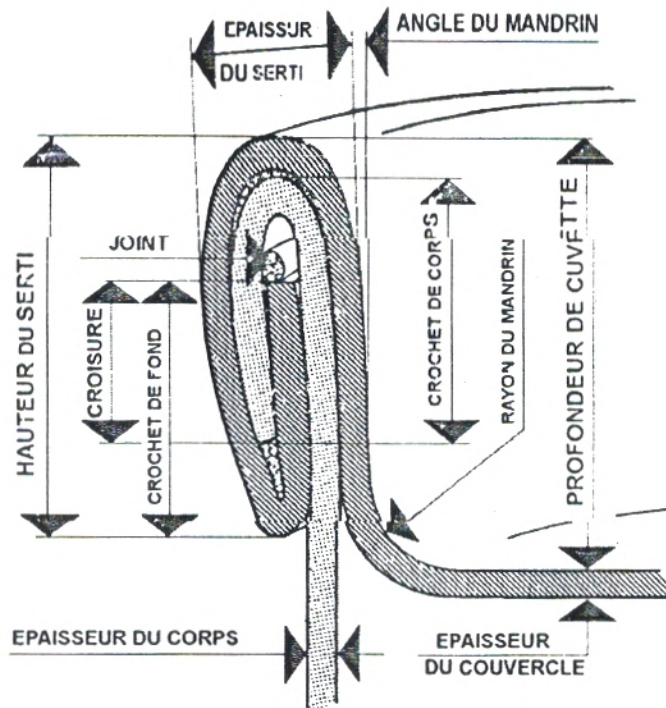


Figure 40 : Terminologie dimensionnelle du serti [8].

I.2. Vocabulaire du serti :

La terminologie relative à l'emballage métallique comprend un vocabulaire relatif au serti des boîtes qu'on peut énumérer en plusieurs définitions, à savoir [8] :

➤ **Profondeur de Cuvette :**

Distance mesurée entre le sommet du serti et le rayon de la paroi de la cuvette.

➤ **Épaisseur du serti :**

Dimension extérieure du serti mesurée à un angle presque perpendiculaire à l'axe vertical de la boîte. La mesure réelle se fait en fonction du même angle que la paroi de la cuvette.

➤ **Hauteur du serti :**

Dimension extérieure du serti mesurée parallèlement à l'axe vertical de la boîte. Appelée aussi longueur du serti.

➤ **Crochet de fond ou crochet de couvercle :**

Repli de l'ourlet à l'intérieur du serti.

➤ **Crochet de corps :**

Repli du bord à serti à l'intérieur du serti.

➤ **Creisure :**

Distance de pénétration du crochet de fond à l'intérieur du crochet de corps. Appelé aussi : «chevauchement ».

➤ **Ourlet :**

Extrémité du couvercle qui, en se repliant à l'intérieur du serti, forme le crochet du couvercle.

➤ **Espace libre :**

Différence entre l'épaisseur du serti mesurée et la somme des cinq épaisseurs de tôle qui forme le serti.

➤ **Empreinte de serrage :**

Empreinte lisse et continue sur la face intérieure du corps, en regard de la base du serti. Elle résulte de la pression exercée par les molettes de sertissage.

➤ **Vides :**

Interstices à l'intérieur du crochet de fond et du crochet de corps. Aux fins d'étanchéité, les vides à l'extrémité du crochet de corps doivent être remplis par le joint élastique afin de former la principale zone d'étanchéité du serti.

I.3. Terminologie du sertissage :

A. Première passe :

Étape initiale du sertissage qui consiste à replier l'un dans l'autre le bord à sertir du corps de boîte et l'ourlet du couvercle (**figure 41, 1^{er} passe**) [8].

Les mesures à tenir surveillées durant la première passe sont:

- La hauteur du serti:
- L'épaisseur du serti.

B. Deuxième passe :

Étape de l'opération de sertissage qui consiste à écraser le roulé obtenu à la première passe, ce qui permet au joint élastique de pénétrer dans les vides et de former ainsi une barrière étanche (**figure 41, 2^{ème} passe**) [18].

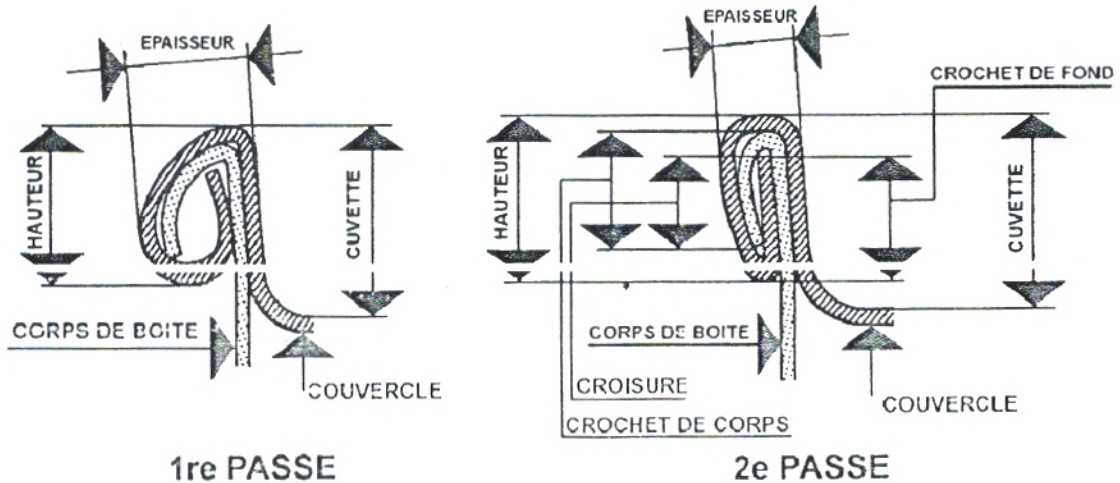


Figure 41 : Terminologie du sertissage [8].

I.4. Examen du sertissage:

Le serti des boîtes métalliques, selon que les paramètres de réglage sont conformes ou non, peut présenter des défauts qu'on peut énumérer de la manière suivante tout en présentant leurs causes et leurs remèdes [2].

Un bon sertissage de première passe est indispensable pour obtenir un bon sertissage fini.

La première passe est la principale clef de contrôle du crochet final du couvercle, qui à son tour contrôle le crochet du corps, la profondeur de la cuvette, le degré de plissement du couvercle et du crochet final.

La première passe détermine aussi la hauteur du sertissage fini de seconde passe, par exemple plus le profil de la molette de première passe est étroit, plus le sertissage fini est étroit, quand tous les réglages sont corrects (**Figure 42**).

La largeur et l'épaisseur du sertissage de première passe varieront suivant l'épaisseur du fer blanc, le diamètre de la boîte et le profil de la gorge de la molette. Les fabricants de boîtes donneront des paramètres standards qu'il faudra suivre le plus strictement possible.

Lorsqu'on met en marche la sertisseuse, ou qu'on remplace les molettes de sertissage ou qu'on règle les molettes pour corriger un défaut de sertissage, il faut toujours éliminer les molettes de deuxième passe et on doit contrôler la série de boîtes serties seulement par la première passe.

Rappelez que, si le sertissage de première passe n'est pas bien roulé, il est difficile, voire impossible, d'obtenir un bon sertissage fini ou tout au moins acceptable

(MFHPB, 2002) [28].

Chapitre 02 : Sertissage

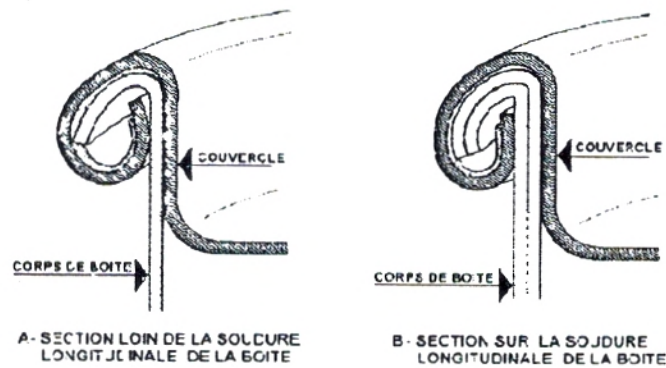


Figure 42 : Sertissages de première passe normaux [8].

❖ Sertissage de première passe serré :

Si le sertissage de première passe est trop serré, le fond sera légèrement plat, comme montré dans l'illustration (Figure 43), où le crochet du couvercle se tordera contre le crochet du corps.

- Causes :

1. Molette de première passe trop serrée.
2. Profil de la molette de première passe trop étroit.

- Remèdes :

1. Desserrer la molette de première passe.
2. Remplacer la molette de première passe par une autre ayant un profil plus large.

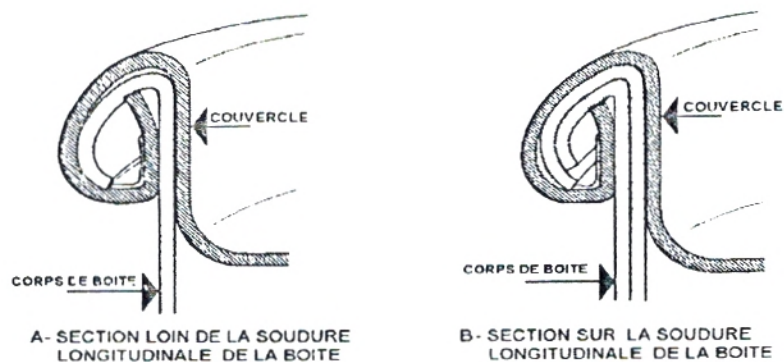


Figure 43 : Sertissages de première passe serrés [7].

Chapitre 02 : Sertissage

❖ Sertissage de première passe lâche :

Si la première passe est large, le crochet du couvercle ne sera pas en contact avec le corps de la boîte et de cette façon il se peut que le pli du couvercle n'arrive pas à former un bon crochet et une bonne croisure (**Figure 44**).

- Causes :

1. Profil de la molette de première passe usé.
2. Profil de la molette de première passe trop large.

- Remèdes :

1. Serrer la molette de première passe.
2. Remplacer la molette de première passe.

❖ Sertissage à arête :

Cette condition se produit quand le sertissage forme une arête tout le long du rebord intérieur du couvercle (**Figure 45**).

- Causes :

1. Molette de première passe trop serrée.
2. Profil de la molette de sertissage trop étroit.

- Remèdes :

1. Desserrer la molette de première passe.
2. Remplacer les molettes de première passe.

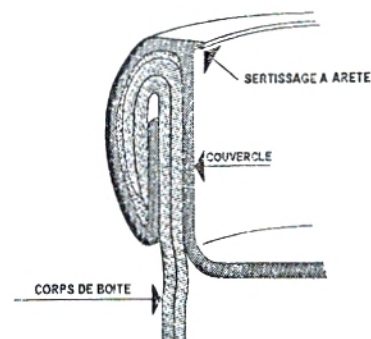
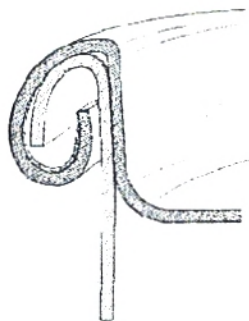


Figure 44 : Sertissage de première passe lâche [7]. **Figure 45** : Sertissage à arête [7].

❖ **Cut-over sur la soudure longitudinale :**

Le métal est fracturé en haut du sertissage, et en général cela se produit le long de la soudure longitudinale (**Figure 46**).

- Causes :

1. Du produit solide ou à moitié solide est resté pris dans le sertissage.
2. pli du coin du corps de la boîte, ce qui cause un excès de matériau dans la soudure par rapport à celui qui peut être logé dans le profil de la molette de sertissage.

- Remèdes :

1. Nettoyer la tête de sertisseuse et les molettes.
2. Vérifier le « sheet feeder ».

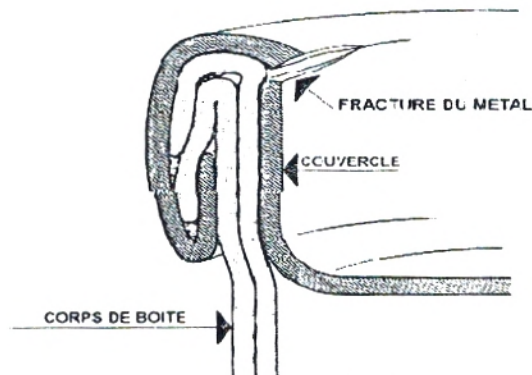


Figure 46 : Cut-over sur la soudure longitudinale [8].

❖ **Lèvre renflée (Droop) :**

Condition pour laquelle la partie basse du sertissage s'étend au-dessous de la ligne normale (**Figure 47**).

Cela peut se produire dans n'importe quelle partie du sertissage, mais, en général, il se produit sur la soudure longitudinale de la boîte. Une petite quantité de lèvres renflées est tolérable, à cause de l'épaisseur additionnelle, à cet endroit.

- Causes :

1. Le roulement de la molette de première passe est usé.
2. Crochet de corps trop long.

- Remèdes :

1. Remplacer le roulement.
2. Contrôler la hauteur entre le plateau et le mandrin de sertissage et le réglage de la pression du plateau inférieur.

❖ Pics inférieurs :

Ils ressemblent aux droops, mais ils sont plus pointus et plus petits. Ils ne s'étendent pas au-dessous du sertissage comme les droops et ils peuvent se produire n'importe où le long du sertissage. Un gros pic peut être vu ou on peut le percevoir en faisant passer les doigts autour du sertissage. Dans les cas les plus graves le crochet du couvercle se replie en arrière sur soi-même (Figure 48).

- Causes :

1. Profil de la molette de première passe trop large.
2. Profil de la molette de première passe usé.

- Remèdes :

2. Remplacer la molette par une autre dont le profil soit plus étroit.
3. Remplacer la molette de première passe.

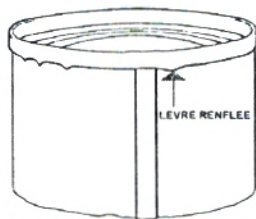


Figure 47 : Lèvre renflée (Droop) [7].

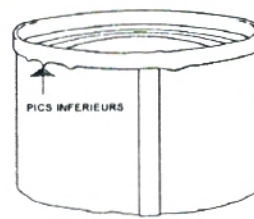


Figure 48 : Pics inférieurs [7].

❖ Faux sertissage :

Condition pour laquelle une partie du sertissage est complètement décrochée. Le crochet du couvercle est plié à l'extérieur du crochet du corps au lieu d'être plié sous celui-ci (Figure 49).

Chapitre 02 : Sertissage

- Causes :

1. Bord de la boîte courbé ou écrasé.
2. Ourlage du couvercle endommagé ou aplati.

- Remèdes :

1. contrôler le freinage et le glissement des couvercles.
2. Vérifier la pression du plateau de compression.

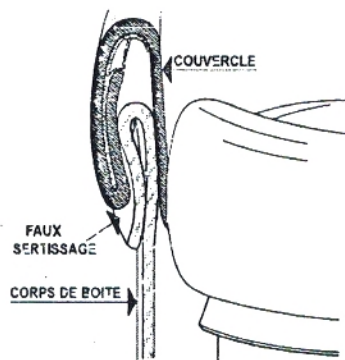


Figure 49: Faux sertissage [11].

❖ Sertissage incomplet :

La deuxième passe de sertissage n'est pas complète. L'épaisseur du sertissage des deux côtés de la soudure longitudinale de la boîte est plus grande que le reste du sertissage (Figure 50).

- Causes :

1. Le mandrin de sertissage est usé.
2. Pression insuffisante du plateau de compression.

- Remèdes :

1. Remplacer le mandrin de sertissage.
2. Vérifier la pression du plateau de compression.

Chapitre 02 : Sertissage

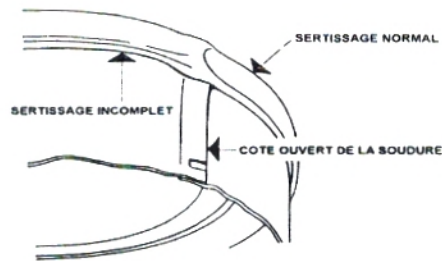


Figure 50 : Sertissage incomplet [7].

❖ Ourlage du couvercle endommagé :

Condition pour laquelle l'ourlage du couvercle s'aplatit à un ou à plusieurs endroits et de cette façon il se pli sur soi-même au lieu d'accrocher le crochet du corps (Figure 51).

- Causes :

1. Les couvercles ont été endommagés dans la mouvementation.
2. La molette de sertissage de première ou de deuxième passe ne revient pas à sa "position d'inertie" en endommageant de cette façon l'ourlage du couvercle alors que celui-ci est soulevé en position de sertissage.

- Remèdes :

1. Vérifier l'état des couvercles.
2. S'assurer que le ressort de rappel permette à la molette de retourner dans sa "position d'inertie" aisément.

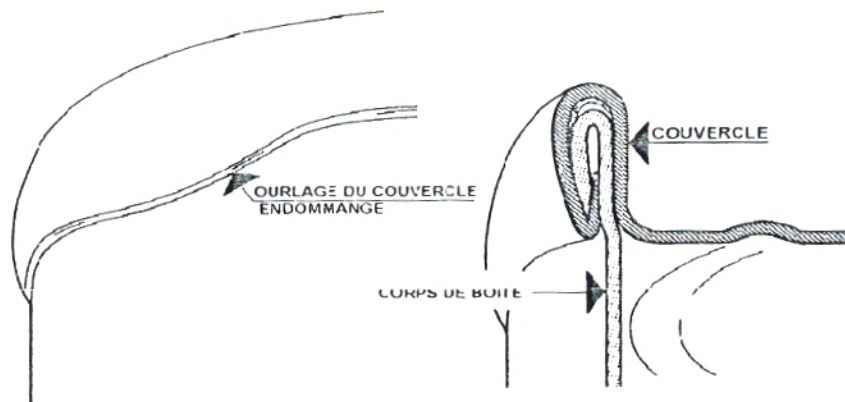


Figure 51 : Ourlage du couvercle endommagé [7].

❖ Bord de boîte tombé :

C'est une condition semblable au faux sertissage (**Figure 52**).

- Causes :

1. Le bord de la boîte est endommagé dans le système de mouvementation.
2. L'étoile d'alimentation des couvercles et le poussoir de la chaîne d'alimentation des boîtes ne sont pas synchronisés avec l'étoile de sertissage.

- Remèdes :

1. Contrôler tout le système de manutention de la boîte.
2. Synchroniser l'étoile d'alimentation des couvercles et le poussoir de la chaîne d'alimentation des boîtes avec la tourelle de sertissage.

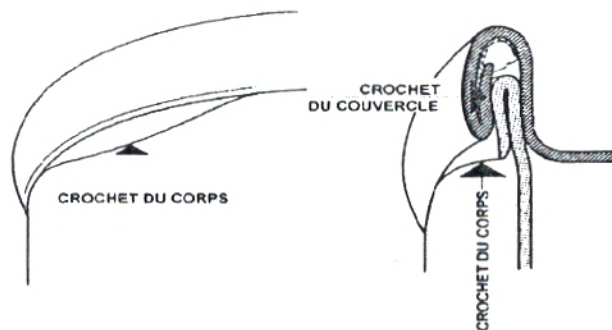


Figure 52 : Bord de boîte tombé [7].

❖ Corps déformé :

Condition pour laquelle il y a des déformations au-dessous du sertissage fini. Cela généralement se produit près de la soudure longitudinale, mais il pourrait aussi se produire tout autour du corps de la boîte (**Figure 53**).

- Causes :

1. La face inférieure du talon de la molette de première passe et/ou de deuxième passe touche le corps de la boîte.
2. Dimensions du corps de boîtes non conformes.

- Remèdes :

1. Régler les molettes de façon à ce que le jeu entre les profils des molettes et la face supérieure du mandrin de serti soit de 0.08 mm pour la molette de première passe, et de 0.15 mm pour la molette de deuxième passe.

2. Vérifier le découpage.

❖ Bord Champignonné :

Le bord tombé "champignonné" est un bord de la boîte déformée qui entraîne la formation d'un crochet du corps long. Il est impossible de remarquer ce défaut jusqu'à ce que le sertissage soit démonté pour contrôler le crochet du corps et du couvercle (**Figure 54**).

- Causes :

1. La pression du ressort du plateau de compression est excessive pendant la fabrication de la boîte.

2. Le bord tombé de la boîte est endommagé dans le système de mouvementation de la boîte.

- Remèdes :

1. Réduire la pression du ressort du plateau de compression.

2. Contrôler le système de mouvementation de la boîte.

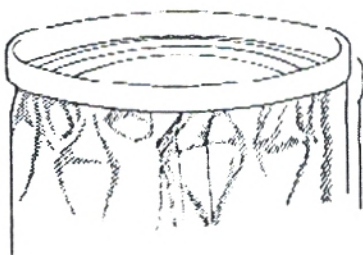


Figure 53 : Corps déformé [7].

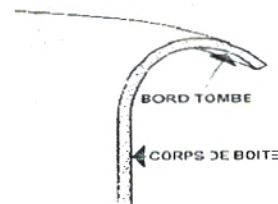


Figure 54 : Bord Champignonné [7].

❖ Sertissage de deuxième passe normal :

La molette de deuxième passe aplatit le sertissage de première passe en pressant étroitement les feuilles de métal de façon à ce que le joint puisse remplir tous les espaces libres du sertissage.

Le sertissage de deuxième passe idéal devrait être bien arrondi, la partie supérieure de la cuvette ne devrait pas être anguleuse et la soudure longitudinale de la boîte devrait avoir le minimum de droops (**Figure 55**).

En général, les caractéristiques spécifiques du sertissage sont établies par le fabricant des boîtes ou par le service contrôle et qualité de chaque firme.

L'empreinte de pression (une marque à l'intérieur de la boîte autour du couvercle directement opposée au mandrin), causée par la pression de la molette de deuxième passe, doit être examinée attentivement pendant le contrôle du sertissage. L'examen visuel est le seul moyen de déterminer la juste empreinte de pression. La présence d'une empreinte de pression parfaitement visible est importante afin de garantir un bon sertissage de deuxième passe.

L'examen visuel du sertissage est important mais il ne suffit pas pour vérifier la qualité de la seconde passe finie. Une section transversale de la première et de la deuxième passe, achevées en utilisant des profils adéquats, montrera une bonne croisure avec de très petits vides à chaque bout des crochets, remplis de joint.

❖ Hauteur du serti au-dessus du maximum :

Une pression excessive pendant la deuxième passe ne produit pas un bon sertissage, le métal peut être laminé et cela provoquerait une augmentation de la hauteur du sertissage ainsi qu'une réduction de la croisure. Un sertissage pareil diminue l'étanchéité de la boîte, particulièrement sur la soudure longitudinale (**Figure 56**).

- Causes :

1. Les profils des molettes de sertissage de première passe sont usés ou larges.
2. Les profils des molettes de deuxième passe sont usés.

- Remèdes :

1. Remplacer les molettes de première passe.
2. Remplacer les molettes de deuxième passe.

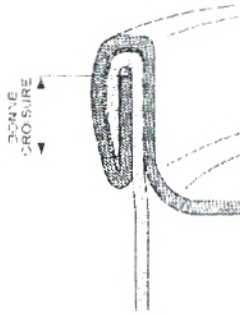


Figure 55: Sertissage de deuxième passe normal [7].

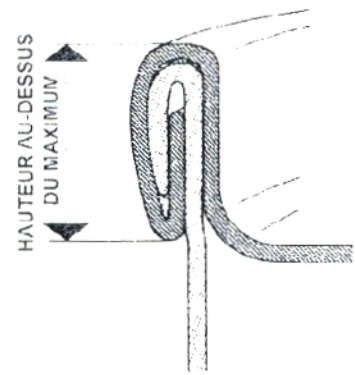


Figure 56: Hauteur du serti au dessus du maximum [7].

❖ Plis du crochet du couvercle :

C'est un pli du couvercle qui s'étend vers le crochet du corps. On peut le détecter seulement en démontant le sertissage pour le contrôle (**Figure 57**).

- Causes :

1. La molette de première passe est lâche.
2. La molette de deuxième passe est lâche.
3. Le profil de première ou de deuxième passe est usé.

- Remèdes :

1. Régler les molettes.
2. Remplacer la molette de première ou de deuxième passe.
3. Remplacer la molette de première passe par une autre dont le profil soit plus étroit.

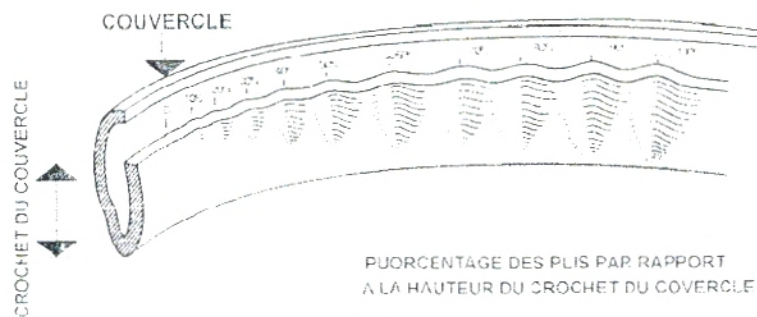


Figure 57 : Plis du crochet du couvercle [8].

❖ Saut de sertissage :

C'est un sertissage qui présente un relâchement près de la soudure longitudinal (Figure 58).

- Causes :

1. Le ressort d'adhérence de la came de sertissage de deuxième passe est lâche.
2. L'épaisseur de la soudure longitudinale est excessive.

- Remèdes :

1. Serrer le ressort de réglage de la molette.
2. Régler la molette de deuxième passe de façon à obtenir une épaisseur du sertissage adéquate.

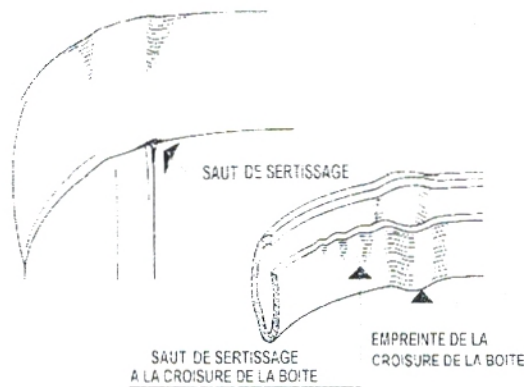


Figure 58: Saut de sertissage [8].

❖ Crochet du couvercle court (Figure 59) :

- Causes :

1. La molette de première passe est lâche.
2. Le profil de la molette de première passe est usé.
3. Le roulement de la molette de première passe ou l'axe de la molette est usé.

- Remèdes :

1. Régler la molette de première passe correctement.
2. Remplacer la molette de première passe.
3. Remplacer le roulement ou l'axe.

❖ Crochet du couvercle long:

- Causes :

1. Le profil de la molette de première passe est trop étroit.
2. La quantité de métal d'ourlage est excessive, à cause du diamètre de coupe du moule des couvercles trop large. (**Figure 60**)
3. La cuvette est peu profonde à cause du mandrin utilisé ou inadéquat.

- Remèdes :

1. Remplacer la molette de première passe par une autre dont le profil soit plus large.
2. Vérifier l'état des couvercles.
3. Remplacer le mandrin de sertissage.

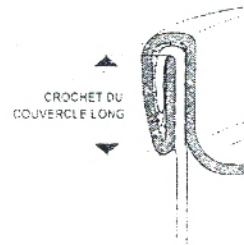
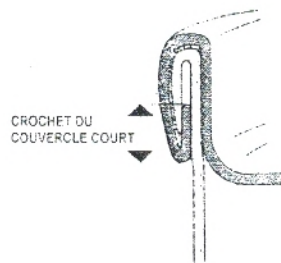


Figure 59 : Crochet du couvercle court [8]. **Figure 60 :** Crochet du couvercle long [8].

❖ Crochet du corps de boîte court

On n'a pas utilisé une quantité de matériau suffisante au moment de former le crochet de la boîte, c'est-à-dire, le bordage du corps est au-dessous de la norme. On peut remarquer facilement ce défaut en démontant le sertissage et il faut le corriger tout de suite pour ne pas causer de pertes (**Figure 61**).

- Causes :

1. la hauteur de sertissage est faible.
2. Le ressort du plateau est endommagé.
3. Les corps ont des bordages au-dessous de la règle.

- Remèdes :

1. Régler la hauteur correctement.
2. Remplacer le ressort du plateau.
3. Vérifier le bordage.

❖ Crochet de corps de boîte long :

On a utilisé trop de matériau au moment de former le crochet du corps de la boîte. C'est-à-dire, le bordage est au dessus de la norme (**Figure 62**).

- Cause :

1. La pression du ressort du piston est excessive.
2. Le réglage de la hauteur entre le mandrin et le plateau est incorrect.
3. Bord à champignon.

- Remèdes :

1. Réduire la pression du ressort du piston ou le remplacer par un autre plus faible. Un crochet du corps trop long, peut entraîner un crochet du couvercle trop court.

2. Régler la hauteur correctement.

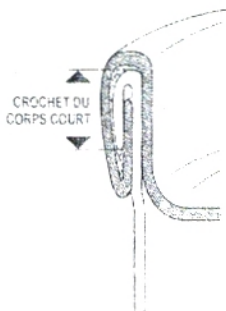


Figure 61: Crochet du corps de la boîte court [8].

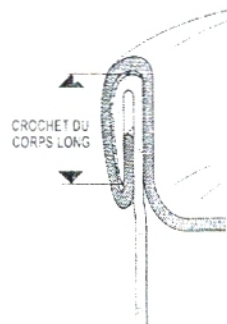


Figure 62: Crochet de corps de la boîte long [7].

I. Les qualités de la boîte de fer-blanc pour conserves :

Dès la mise en pratique de la stérilisation comme moyen de conservation des denrées alimentaires, la boîte de fer-blanc avait pris le pas sur tout autre récipient (verre, grès) employé jusqu'alors et que cette adoption sans réserve était surtout due au fait que le fer étamé au trempé se prêtait assez bien aux opérations de soudure pour que l'on pût, déjà, fabriquer en série de nombreux types de boîtes hermétiques et stérilisées.

La fabrication plus récente, par sertissage et agrafage, n'a pas ralenti cet essor, puisque le fer-blanc par sa bonne résistance mécanique, peut être hermétiquement serti et agrafé.

D'autre part, l'estampage des fonds et couvercles permet la déformation temporaire des boîtes pendant la stérilisation à l'autoclave, sans que soit atteinte la limite d'élasticité du métal.

L'étain protège également le fer de l'oxydation par l'air et permet aussi bien l'application éventuelle d'impressions externes que de vernis internes.

Quant à la résistance à la corrosion, la boîte de fer-blanc se prête à la conservation de multiples produits alimentaires, y compris la gamme des « Corrosifs » tels que les fruits et les marinades acides

(BOURY M., 1943)[13].

II. Résistance des boîtes aux agents extérieurs :

Toutes les parties de la boîte qui sont en fer noir sont recouvertes extérieurement d'une couche de vernis ou d'une couche d'aluminium, les protégeant ainsi des agents extérieurs, notamment de l'humidité atmosphérique. En ce qui concerne la couche d'aluminium, le taux de ce dernier doit être compris dans des limites assez étroites (4g environ au mètre carré), un excès gênant le sertissage ultérieur des boîtes, un faible taux n'étant pas suffisant pour protéger le fer sous-jacent lors des manipulations ou des chocs et favorisant ainsi la rouille des boîtes, surtout si ces dernières se trouvent dans un local humide, comme cela arrive fréquemment dans les conserveries de poissons situées sur les côtes.

(CHEFTEL H., 1935)[14].

III. Avenir de la boîte métallique de conserve :

Il est intéressant, à notre avis, de tenter de prévoir les progrès à réaliser respectivement dans l'industrie du fer-blanc.

Boîte de fer-blanc :

L'important problème de la corrosion du fer-blanc n'est pas complètement résolu. Il semble bien que le point le plus important réside dans la nature chimique de l'acier. Comme subjectile, soumis à différentes opérations mécaniques, l'acier doit finalement présenter une surface très homogène, peu oxydable, qui ne peut être obtenue que par une modification de ses éléments chimiques.

a) L'addition de certains éléments (cuivre notamment) a fait l'objet d'essais plus ou moins concluants.

b) La méthode du laminage continu, à froid, employée aux Etats-Unis qui possèdent, à cet effet, de très grandes installations, donne des résultats remarquables. Appliquée aux larges, elle donne directement des bandes de 25/100 mm, permettant ainsi d'éviter les soufflures et d'utiliser des aciers non doux. Le recuit, effectué à plus basse température (550°- 600°) conduit à une très fine cristallisation (1.800 à 2.000 cristaux au millimètre carré).

En plus de l'intérêt qu'elle présente, en réduisant les chances d'oxydation du métal écroui, elle a un double avantage au point de vue corrosion:

1°) Pendant le travail d'emboutissage, les tensions supportées par la couche d'étain sont faibles, par suite de la grande malléabilité de l'acier sous-jacent.

La porosité de cette couche est donc réduite au minimum.

2°) La présence d'une couche sous-jacente de fer pur (absence de silicium en particulier) ne peut que retarder la corrosion éventuelle de ce métal

(CARUAUD, Paris 1935)[15].

IV. L'étiquetage :

L'étiquette est « toute inscription, légende et image ou, tout matériel descriptif ou graphique qui soit écrit, imprimé, estampillé, gravé ou collé sur l'emballage de l'aliment ».

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

- La qualité, la nature et le type d'aliment, en respectant la définition, la description et la classification établie dans le modèle respectif d'identité et de qualité ou sur l'étiquette répertoriée par l'organe compétent du ministère de la santé, dans le cas d'aliments de fantaisie ou artificiels ou d'aliments non répertoriés ;
- Nom et/ou marque de l'aliment ;
- Nom du fabricant ou du producteur ;
- Siège de l'usine ou du local de production ;
- Numéro de registre de l'aliment auprès de l'organe régulateur ;
- Indication de l'emploi d'additif intentionnel : soit mentionné en toute lettre, soit en indiquant le code d'identification correspondant avec la spécification de classe auquel il appartient ;
- Le numéro d'identification de partie, lot ou date de fabrication, quand il s'agit d'aliments périssables ;
- Le poids ou le volume liquide ;
- Les autres indications qui viendraient à être fixées dans les réglementations.
- La date de production et la date de validité sont également exigées.

(CODEX STAN 1-1985)[16].

V. Le recyclage :

Certains déchets d'emballage peuvent être réutilisés comme matière première secondaire, ce qui permet d'éliminer une partie des déchets en aval et d'économiser des matières premières en amont. Le recyclage doit présenter un réel avantage environnemental, c'est-à-dire, la transformation des emballages récupérés en matière secondaire ne doit pas polluer ni consommer plus d'énergie qu'elle n'en procure. Le recyclage produit des effluents, des émissions gazeuses et elle consomme de l'eau et de l'énergie comme tout autre secteur industriel.

Les matériaux recyclés ont des difficultés à créer leur marché, car ils ont souvent les mêmes applications que les matières premières vierges. Certains fabricants de matières premières vierges voient même le recyclage comme une concurrence peu souhaitable.

Le recyclage n'est pas toujours la meilleure solution. Si le produit obtenu à partir du matériau recyclé est de qualité médiocre, il sera difficile de recycler à nouveau à cause d'une baisse de qualité trop importante.

(Sustainable Packaging Alliance, 2004)[17].

L'acier

L'acier recyclé contient presque les mêmes qualités que le métal issu du minerai, quel que soit le nombre de cycles. Cela fait du recyclage la seule alternative de valorisation des emballages en acier.

Une fois que l'acier est trié, il est broyé et compacté pour être densifié. Il est ensuite fondu dans un four électrique pour assurer une haute qualité ainsi que pour obtenir de certaines nuances d'acier en petit tonnage.

Le recyclage de l'acier permet d'économiser de l'énergie principalement au niveau du transport. Les circuits traversés par la matière première secondaire sont généralement plus courts que ceux traversés par les minerais. De plus, le recyclage économise de matières premières en contribuant à la conservation de ressources non renouvelables.

(KAZAZIAN T, 1995)[18].

L'aluminium

Pour les mêmes raisons que par rapport à l'acier, le recyclage est la seule alternative de valorisation des emballages en aluminium.

Une fois que l'aluminium est trié, il est calibré, broyé ou cisailé. A la fin de ce procédé, les produits non métalliques présentés en surface sont éliminés. A partir d'un traitement thermique, les produits organiques sont aussi éliminés. Il est ensuite pressé et conditionné pour être réutilisé dans le cycle.

Les déchets d'aluminium sont composés d'alliages d'aluminium de compositions diverses. Pour cette raison, il faut d'abord séparer la fonte en deux types.

La première fonte est faite uniquement avec des boîtes de post-consommation, par exemple les boîtes-boisson. Comme la composition exacte est connue, la refusion de la matière première secondaire est parfaitement adaptée pour la fabrication de nouvelles boîtes-boisson.

La deuxième fonte est faite avec des déchets d'aluminium de diverses origines et de différentes compositions qui donnent les pièces de fonderie utilisés dans l'automobile. Quand l'aluminium présent d'autres matériaux tels que les plastiques, les colles, le papier, les encres et vernis ainsi que les résidus alimentaires, il est nécessaire d'utiliser une grande quantité d'additifs de purification. Cette opération est faite si elle ne compromette pas le recyclage. Un de plus grand des avantages de cette opération est l'émission de polluants divers et très contaminants.

Comme dans le cas de l'acier, le recyclage de l'aluminium permet d'économiser de l'énergie principalement au niveau du transport. Les circuits traversés par la matière première secondaire sont généralement plus courts que ceux traversés par les minerais. En plus, les coûts de traitement de la matière première secondaire tel que le tri, la collecte, l'achat de boîtes-boissons usagées, la préparation de la matière première et la refusions, restent inférieures au coût de la fabrication de la matière vierge. À titre d'exemple, l'énergie nécessaire pour fabriquer de l'aluminium de deuxième fusion représente 5 % de l'énergie nécessaire pour fabriquer la même quantité de métal issue du minerai. Cela fait du recyclage de l'aluminium une activité rentable en contribuant à la conservation de ressources non renouvelables. [18]

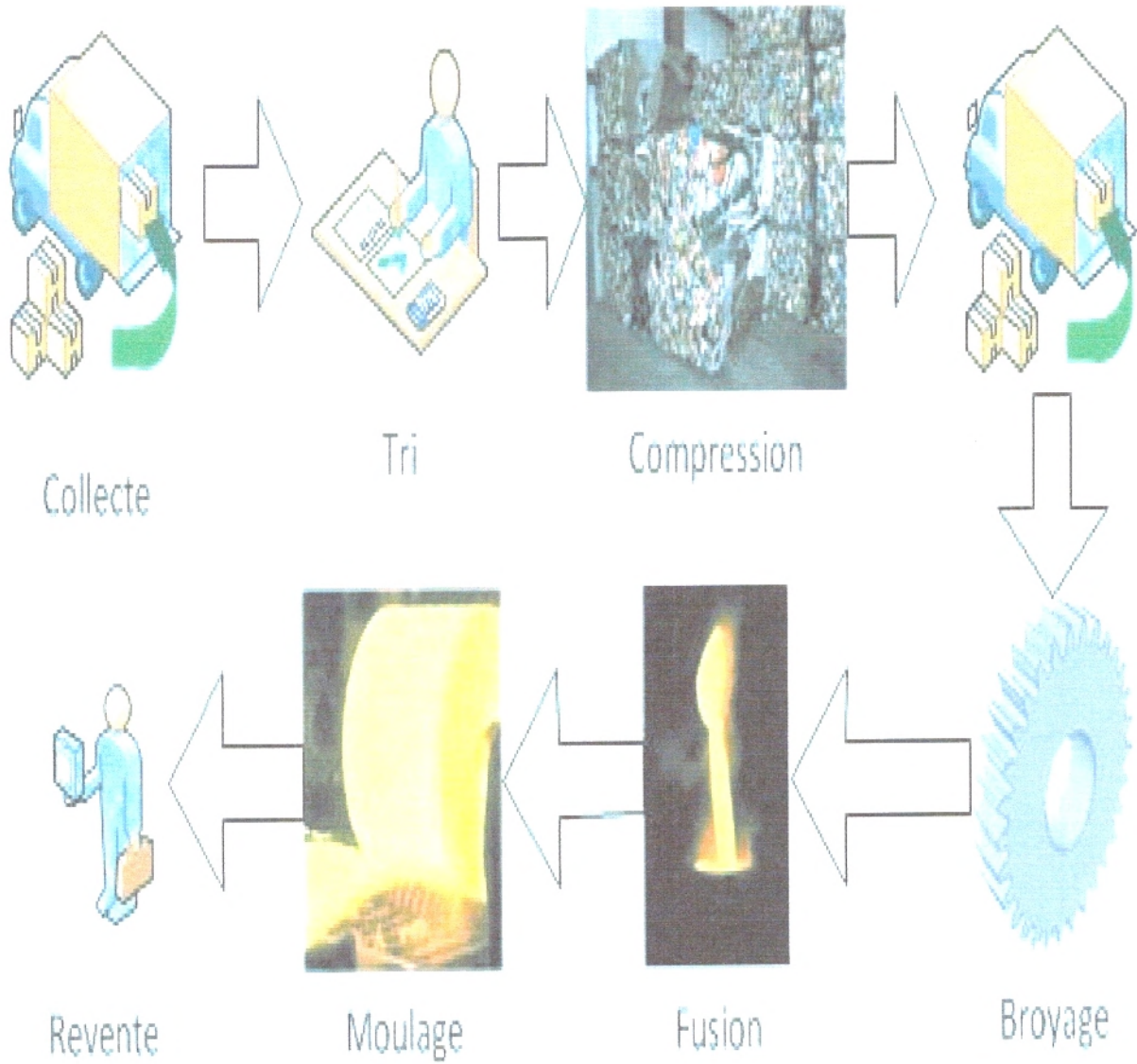


Figure 63 : Processus de recyclage du métal.

(ADEME ; 2008).

MATERIELS
ET
METHODES

I. Essais effectués sur la feuille de fer blanc :

La feuille de fer-blanc, ainsi préparée, est soumise au laboratoire aux essais suivants :

I.1. Mesure de la résistance du fer étamé à la cassure :

C'est l'essai de pliage Jenkins. L'échantillon, découpé dans la feuille de fer-blanc, est pris dans un mors qui le tient vertical. Un cadre métallique pivotant autour de son axe, fait fléchir l'échantillon de 180° alternativement dans un sens et dans l'autre. On compte le nombre de fléchissements nécessaires pour arriver à la rupture de l'échantillon. On fait deux essais : l'un sur un échantillon découpé dans la feuille suivant le sens du laminage, l'autre sur, un échantillon découpé dans la feuille suivant le sens perpendiculaire à celui du laminage.

Il existe des normes, variables suivant l'épaisseur du fer-blanc et aussi suivant sa qualité (fer-blanc destiné ou non à l'emboutissage). (fig 67).

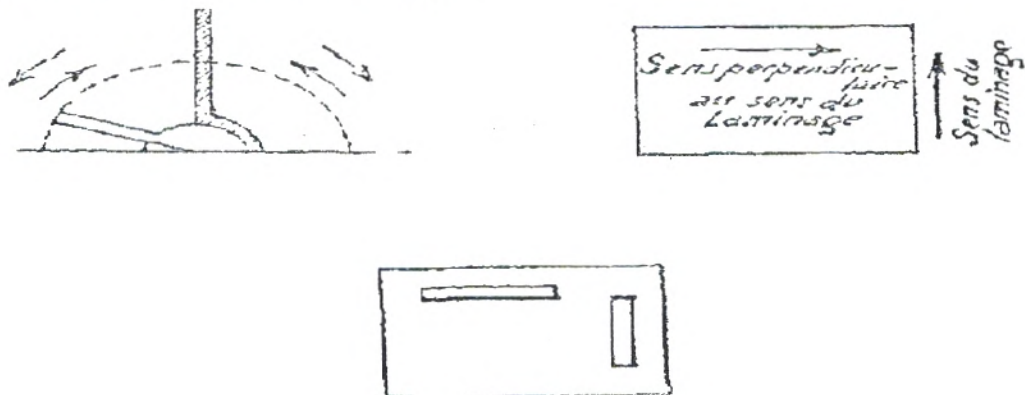


Figure 64 : résistance à la cassure

(LEFAUX R., 1947)[19].

I.2. Indice Erichsen :

Une bille d'acier (de diamètre déterminé) est enfoncée, par pression, dans un échantillon de fer étamé jusqu'à ce que se produise une craquelure. Cet essai est effectué à la machine Guillery (dont la pression est assurée par une pompe à huile) ou à la machine Erichsen de dont voici le fonctionnement: (machine Erichsen).

On serre la feuille de fer-blanc entre la butée B et la vis C, en faisant tourner le volant G. En libérant ensuite l'enclenchement M, on désolidarise l'arbre intérieur L de la vis extérieure C. On continue alors à faire tourner lentement le volant G, qui n'entraîne plus maintenant que l'arbre intérieur L. Cet arbre fileté L porte, à son extrémité antérieure, une bille d'acier de

20 mm de diamètre. La profondeur du renflement qui se produit ainsi se mesure sur les graduations H et D à 0,01 mm près (vis micrométrique).

On mesure, ainsi, la traction supportée dans les deux sens (sens du laminage et sens perpendiculaire à ce dernier) par la feuille de fer-blanc.

Ici aussi, il existe des normes. A chaque épaisseur de tôle (indiquée en centièmes de millimètre) correspond un emboutissage, exprimé en millimètres. La courbe à l'allure de la figure 69 (voir annexe 5):

(NIESEN H., 1942)[20].

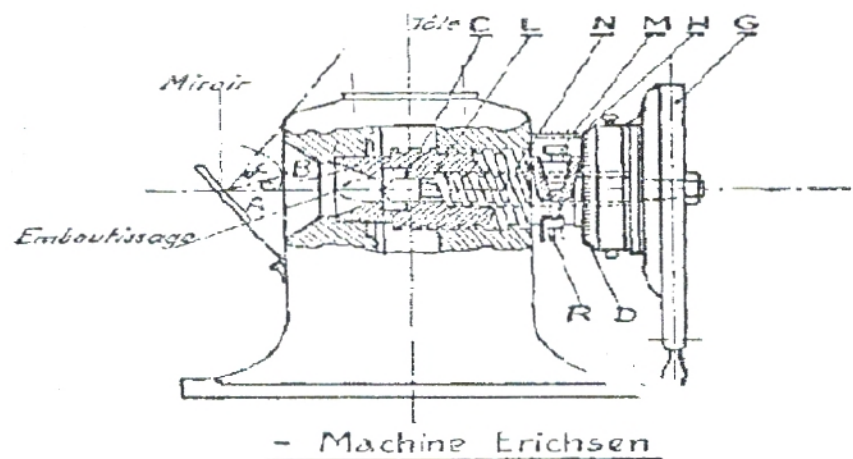


Figure 65

1.3. Essai d'emboutissage pratique :

Cet essai indiqué doit être complété par un essai d'emboutissage pratique, c'est-à-dire un essai de compression à surface constante.

Une presse, (adaptée pour une épaisseur de tôle déterminée 0 mm 23 par exemple) emboutit plusieurs disques de tôles de cette épaisseur, en les transformants en petits godets. L'examen de ceux-ci permet d'apprécier le recuit auquel a été soumis le fer. Lorsque ce dernier a été

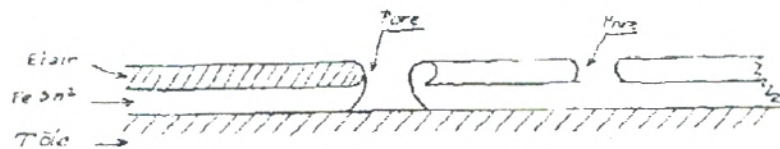
Lien recuit, le godet à la forme 1 (les bords sont absolument nets et la surface polie).

Lorsqu'au contraire le métal n'a pas subi un recuit suffisant, le bord du godet présente des cornes (forme 2). D'autre part, en examinant la surface du godet près des cornes, on peut se

rendre compte de la grosseur de la cristallisation (la présence de marbrures - la peau de crapaud - est en effet l'indice d'une très grosse cristallisation, donc d'un mauvais recuit).[19]

1.4. Essai de porosité de la feuille :

Cet essai renseigne sur l'homogénéité de la couche d'étain couvrant la feuille. Il a pour but de mettre en évidence les points où la couche d'étain ne recouvre pas la tôle.



Trois méthodes sont actuellement employées :

a) Essai au ferricyanure de potassium

Le principe en est le suivant : lorsque le fer-blanc est en contact intime avec une surface contenant du ferricyanure de potassium, la surface est bleue.

On prépare le gel d'agar-agar en portant à ébullition pendant 10 min sous agitation vigoureuse d'eau distillée contenant :

Chapitre 04 : matériels et méthodes

- de sel ;
- de l'agar-agar ;

Puis on ajoute quelques gouttes de phénolphtaléine et une pointe de spatule de ferricyanure de potassium.

On laisse refroidir un peu et quand le gel commence à prendre, on verse le mélange dans les boîtes de Pétri de façon à ce que chaque soit entièrement recouvert puis dans le tube à essai en prenant soin de laisser son extrémité supérieure à l'air libre

On laisse refroidir plusieurs heures.

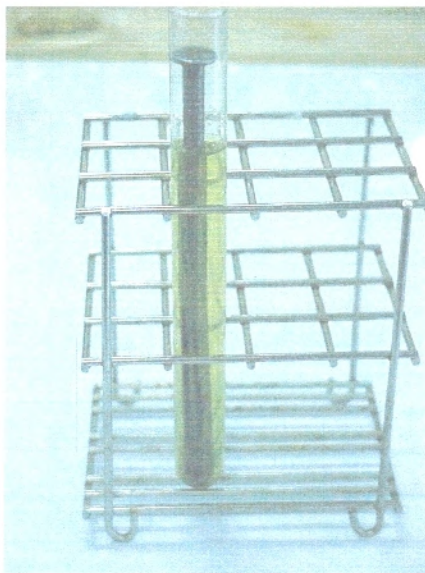


Figure 66 : tube à essai

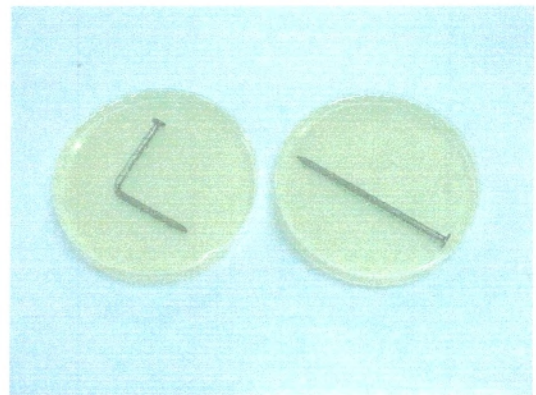


Figure 67 : boîte de pétri.

Au niveau des boîtes de Pétri, on observe :

- une coloration bleue à la pointe et à la tête du clou et ;
- une coloration rose le long des autres parties du clou.

Au niveau du tube à essais, on observe une coloration bleue autour de la partie profonde du clou et une coloration rose autour de celle située près de la surface du gel.

(Mme LINDREC, 2011)[21]



Figure 66



Figure 67

La phénolphtaléine permet de visualiser les zones où se produit la réduction de l'eau ou celle de dioxygène car le milieu y devient basique. Et que le ferricyanure de potassium est un indicateur de l'ion Fe^{2+} résultant de l'oxydation du fer. [21]

b) Essai illustrant quelques mécanismes de corrosion

Dans le tube N°1, introduire un clou et le chlorure de calcium ; (**Tube bouche**).

Dans le tube N°2, introduire un clou et de l'eau salée ;

Dans le tube N°3, introduire un clou et de l'eau salée recouverte d'une couche d'huile ;

Dans le tube N°4, introduire un clou et de l'eau bouillie. (**Tube bouche**).

(Les tubes numérotés de gauches à droites) :

Bien reboucher tous les tubes et laisser agir au moins 24 h.



Figure 68 : tubes à essais

On observe que certains clous se recouvrent de rouille.

L'eau, le sel et le dioxygène sont des agents favorisant la corrosion du fer. En particulier, l'action simultanée du dioxygène de l'air et de l'eau favorise la corrosion du fer. Quant au milieu salin, il accélère le phénomène de corrosion. [21]

1.5 Méthodes de protection contre la corrosion :

L'aluminium ternit à l'air car il se recouvre d'une couche d'oxyde d'aluminium : l'alumine. Cette couche d'oxyde d'aluminium est imperméable à l'air et à l'eau et protège le métal (contrairement à la rouille sur le fer). [21]

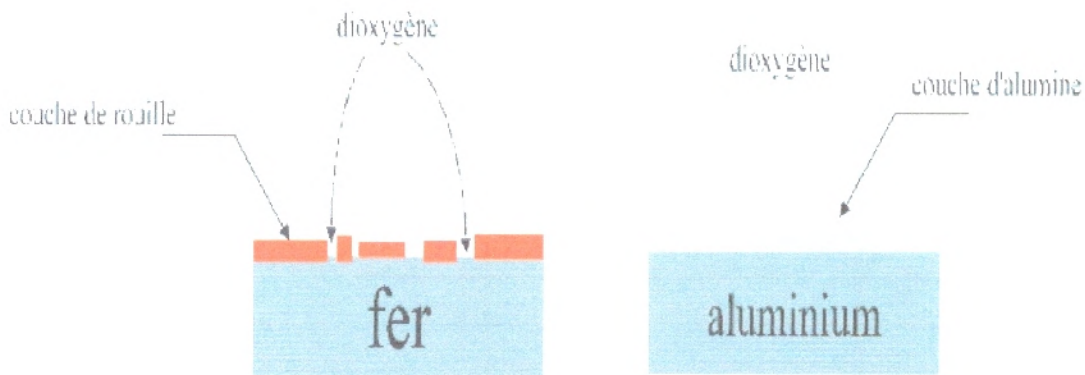
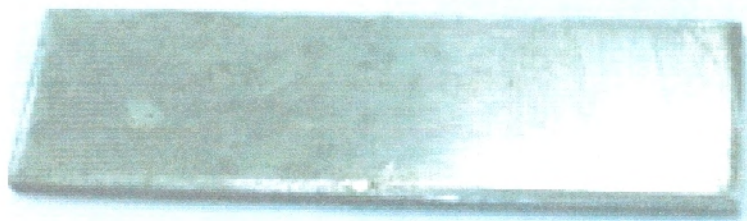


Figure 69 : Différence entre le fer et l'aluminium

- Il n'est donc pas nécessaire de protéger les objets en ALUMINIUM de l'air ambiant : Ils s'auto-protègent (PHENOMENE D'AUTO-PROTECTION): auto-passivation.
- PASSIVATION: recouvrement par une couche (peinture, métal ...) empêchant l'oxydation du métal recouvert.

Lame d'aluminium avant et après décapage. [21]

La lame se couvre d'une couche d'oxyde d'aluminium blanchâtre inoxydable et étanche.



Couteau de vitrier en acier à rouille très rapidement suite a une inondation. Rouille orange vif de première étape ($\text{Fe}^{3+} ; 3 \text{OH}^-$) avant le précipite Fe_3O_4 plus foncé. [21]

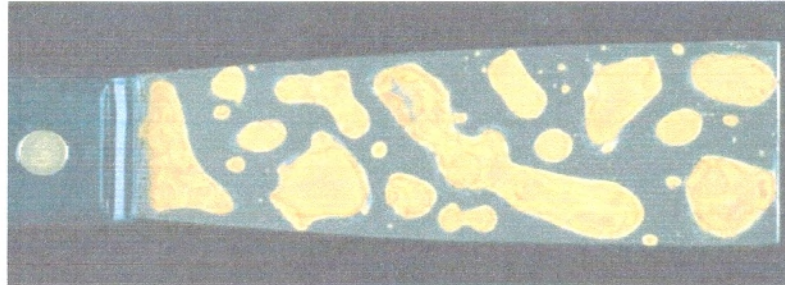


Figure 70 : Couteau Rouillé.

I.6 Examens microscopiques de la cassure :

L'échantillon provenant de l'essai de pliage Jenkins est examiné au faible grossissement

➤ ($G = 6$) qui permet déjà de se rendre compte des inclusions possibles.

Après polissage des échantillons en coupe, on peut procéder à l'examen micrographique.

➤ $G = 100$ - On se rend compte de la grosseur de la cristallisation, dans les deux sens (sens du laminage, sens perpendiculaire au laminage). Cette grosseur de cristallisation est exprimée par le nombre de cristaux au millimètre carré. Un fer bien recuit doit présenter des cristaux équi-axes.

➤ $G = 750$ - Ce grossissement permet d'apercevoir très nettement les inclusions éventuelles qui sont présentées par des lignes noires. Il permet aussi de faire l'examen du joint des cristaux :

* la présence de cémentite coalescée indique un recuit, en piles, à une température voisine de 700° ;

* la présence de perlite striée indique un recuit, en feuilles, à une température de $900^\circ - 950^\circ$ (fig. 71). [19]

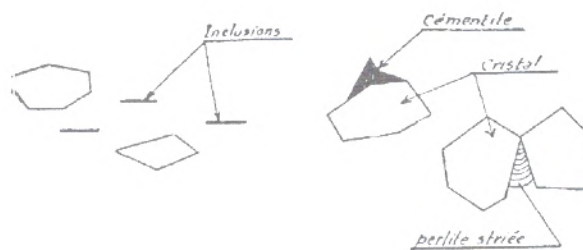


Figure 71 : les essais de pliage sous microscope

CONCLUSION

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans cette étude, nous avons décrit l'emballage métallique (fer-blanc) et ses principales fonctions, la fabrication industrielle du fer-blanc et les matériaux utilisés ainsi que les processus de la fabrication de boîte métallique, défaut de boîtes métallique et de serti, l'avenir de la boîte métallique de conserve et le recyclage.

La production de matières premières ainsi que la fabrication d'emballages utilisent des procédés lourds, qui sont souvent fabriqués à partir de matières premières qui ne sont pas toujours recyclables et exigent des énergies qui ne sont pas nécessairement renouvelables.

Il y a des normes qui varient suivant que les boîtes sont en acier ou en aluminium, sont du type deux ou trois pièces, sont agrafées ou soudées et sont rondes ou non rondes ;

Il est très important de se souvenir que la qualité des sertis ne peut pas être évaluée seulement en fonction des mesures intérieures ou extérieures, mais aussi à l'effet visuelle aux fins de détermination du taux de serrage et de la présence de toute anomalie visible est toute aussi importante.

Les paramètres relatifs au métal utilisé, à savoir, la dureté, l'épaisseur du métal, l'étamage, et d'autres caractéristiques physico-chimiques, ont aussi une influence sur le serti des boîtes métalliques et qui présentent un autre volet d'étude qui mérite toujours la prise en considération.

L'influence du matériel utilisé pour la réalisation des expériences a une importance non négligeable dans ce type d'essais pour la simple raison que la qualité du produit fini à fabriquer dépend impérativement de la qualité des machines utilisés.

ANNEXES

Annexe

Annexe 01 : Tableau 1 : Différents constituants du fer blanc : [4].

	Composition	Epaisseur en nanomètre	Masse en g/mm²
Acier doux	Fe	2.10 ^s	
Solution solide	Sn dans Fe	100	
Alliage fer-étain	FeSn ₂	100	0.6
Etain libre	Sn	700	5.0
Couche passive	Cr et oxydes de Cr et Sn	2	0.002 de Cr
Film d'huile	Couche d'huile, monomoléculaire dioctylsébaçate (DOS)	5	0.003 à 0.006

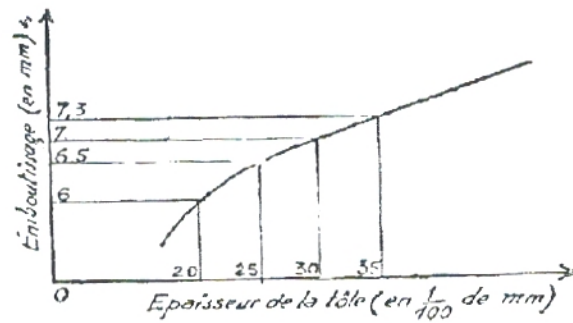
Annexe 02 Tableau 2 : Principaux producteurs de fer blanc dans le monde [3].

Pays	Productions (tonnes/an)
Nippon Steel (Japon)	1511000
Sollac (France)	1100000
Thyssen (Allemagne)	777000
British Steel	765000
USX (U.S.A)	745000

Annexe 03 Tableau 3 : Principaux fabricants des boîtes métalliques dans le monde [4].

Pays	Chiffre d'affaire (milliards)
Carnaud Métal Box (U.S.A)	21 milliards U.S.D en 2004
Crown Cork and Seal (U.S.A)	15 milliards U.S.D en 2005
Toyo Seiken (Japon)	10,9 milliards U.S.D en 2004
Tetrapak (Suède)	9 milliards U.S.D en 2004
Schmalkach (Allemagne)	8,7 milliards U.S.D en 2005
Pechiney (France)	7,4 milliards U.S.D en 2005
Owens Illinois (U.S.A)	7,1 milliards U.S.D en 2004

Annexe 04 : Courbe de mesure de la cassure



Courbe : courbe de mesure de l'épaisseur de fer blanc

Annexe 05 : Tableau 4: mesure de l'épaisseur de fer-blanc et emboutissage.

Épaisseur de fer-blanc	Emboutissage
0 mm 20	6 mm
0 mm 25	6 mm 5
0 mm 30	7 mm
0 mm 35	7 mm 3

Annexe 06 : Tableau 5 : Composition chimique du fer blanc.

C	Mo	Cu	Ni	Mn	Cr	V	Si	P	S
0.028	0.001	0.164	0.020	0.106	0.001	0.009	0.001	0.043	0.008

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A/

[7]- **APEAL, 2005** : Documents de l'Association Professionnelle des Producteurs Européens d'Aciers pour Emballage (APEAL), Bruxelles, Belgique. 2005

ADEME, (2008). Conception des emballages : Guide pour l'amélioration de leur recyclabilité. En ligne : www.ademe.fr.

B/

[13]- **BOURY (M.)** : Notice relative à la préparation des conserves à l'huile et tomate (type 1943). Arch. Office des Pêches Maritimes 15 octobre 1943.

C/

[2]- **C. CHALVIGNAC, J-D. RINAUDO**. Etude Socio-économique du secteur emballage en pays développés et en développement, 1993.

[6]- **CAMERON PRINCE**, "Manuel des défauts de boîtes métalliques". Agence canadienne d'inspection des aliments, Canada, 1997.

[14]- **CHEFTEL H., 1935** : Les boîtes bombées dans l'Industrie des Conserves alimentaires. Bull n° 1 du Lab. de rech. biol, des Ett J.J. Carnaud. Paris 1935.

[15]- **CARUAUD J.J, 1935** : La corrosion du fer-blanc et l'Industrie des Conserves Alimentaires. Bull. nv 5 du Lab. de rech. Biol. Paris 1935.

[16]- **(CODEX STAN 1-1985)** : 'Étiquetage des Denrées Alimentaires Préemballées (CODEX STAN 1-1985) Adoptée 1985. Amendée 1991, 1999, 2001, 2003, 2005, 2008 et 2010.

[12]- Conditionnement. Manuel de technologie du cycle alimentaire. Itdg-Unifem, New York, Etats-Unis d'Amérique. 1993

[5]- Certificat D'analyse Chimique, 2007.

[8]- **CARNAUD S.A, 1977** : Le Sertissage - Boîtes rondes. Paris, France. 1977.

D/

[3]- Documents et rapports annuels de la Chambre Syndicale des aciers pour emballage.

E/

[10]- Evaluation of Double Seams, Parts 1 and 2 .The Food Processors Institute, Etats-Unis d'Amérique. 1997

K/

[18]- Kazazian, T; Henry, M; Lesquoy, A-L; Benbouali, S et Saporta, H., (1995) : Le cycle de l'emballage : le conditionnement de qualité environnementale. Paris : Masson.

L/

[19]- LEFAUX R., 1947 : office scientifique et technique des pêches maritimes, 59 avenue Raymond Poincaré PARIS (16^{ème}) 1947

LNE. (2008) : Guide recyclabilité fiche E2: métal : acier. En ligne : www.lne.fr LNE. (2008). Guide recyclabilité fiche E2: métal : aluminium. En ligne : www.lne.fr

[21]- MME LINDREC ET MRS LEROUX ET TANAVELLE : le laboratoire se l'approprier et y enseigner, Paris. 26/05/11

M/

[4]- P. MARSAL, "guide du Fer-blanc", CRFB, 2005.

[9]- MARSAL P., 2003 "guide du Fer-blanc". CRFB.

MOUREU C., 1925 : Notions fondamentales de Chimie organique. Gauthier, Villars et Cie. Paris.

N/

[20]- NIESEN H. et BORRS W., 1942 : Sur une nouvelle méthode d'essai des peintures avec la machine Erichsen. Peint , Pig. Vernis. Vol: 17. N° 13, octobre 1942.

[1]- NATHALIE GONTARD, ENSIA-SIARC, "L'emballage des denrées alimentaires" 1998.

S/

[17]- Sustainable Packaging Alliance, 2004: Packaging Material Selector. En ligne: www.sustainablepack.org

T/

[11]- Top Double Seam Manual, Continental Can Company, Inc., 633 Third Avenue, Etats-Unis d'Amérique. 1997

Résume

Ce mémoire traite du problème d'emballage métallique destiné à la protection, à la conservation, au transport des produits et à l'information à la clientèle. Cette problématique a suscité beaucoup d'intérêt, en grande partie, des impacts négatifs des emballages sur l'environnement.

Pour mieux cerner cette problématique, ce mémoire rappelle les principales fonctions de l'emballage, les procédés de fabrication, les matériaux utilisés et les processus de réutilisation, de recyclage, défauts de boîtes et des méthodes de contrôle, et de la manutention avant que les boîtes parviennent aux consommateurs.

SUMMARY

This Master Thesis deals with the problem of packaging intended for the protection, the conservation, the transportation of the products and the information directed to customers.

These issues have elicited much interest, because of the negative impacts of packaging on the environment.

To better determine these issues, this dissertation recalls the principal functions of packaging, the manufacturing processes, the raw materials used and the processes of re-use, recycling, default box and a method of control, until reach to consumer.

تلخص

يتناول هذا البحث مشكلة العبوات المعدنية لحماية وحفظ ونقل المنتجات ومعلومات العملاء. وقد اجتذب هذا الموضوع الكثير من الأهتمام، والأثر السلبي إلى حد كبير من التعبئة والتغليف على البيئة. إلى فهم أفضل لهذه المشكلة، يلخص هذه الورقة أهم وظائف التعبئة والتغليف، وعمليات التصنيع والمواد والعمليات لإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، وصناديق العيوب وطرق المكافحة، والتعامل قبل صناديق الوصول إلى المستهلكين.