

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

MEMOIRE

Présenté

AU DEPARTEMENT DE MECANIQUE
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
UNIVERSITE DE BATNA

Pour obtenir le diplôme de

MAGISTER EN GENIE MECANIQUE

Option : Science des matériaux

Par

Mr BOUSSAHA AHMED

***Etude expérimentale des paramètres influants le serti des
boites métalliques : Cas de l'unité BENPACK – Batna-***

Soutenue publiquement le 28/01/ 2007, devant le jury composé de :

Dr Ammar ABBASSI
Dr Rachid SMAIL
Dr Mourad BRIOUA
Dr Saïd BENSAADA
Dr Salah MADANI

M.Conférences, Université de Batna
M.Conférences, Université de Batna
M.Conférences, Université de Batna
M.Conférences, Université de Biskra
M.Conférences, Université de Batna

Président
Encadreur
Examineur
Examineur
Examineur

Remerciements

Je tiens à remercier ici :

- Mon encadreur le Docteur Rachid SMAIL pour ses conseils et son soutien, je lui exprime ici mon attachement et ma profonde reconnaissance pour la confiance qu'il m'a témoignée.

- Le Docteur Amar ABBASSI, Maître de conférence à l'Université de Batna, d'avoir accepté de présider le jury.

J'adresse aussi mes sincères remerciements au :

Docteur Mourad BRIOUA de l'Université de Batna;

Docteur Salah MADANI de l'Université de Batna;

Docteur Said BENZAADA de l'Université de Biskra;

de m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer au jury.

Je remercie en particulier, Docteur Rachid BENBOUTA de l'Université de Batna, pour son aide et ses encouragements.

Je remercie vivement Mr Yassine DEMAGH, chargé de cours à l'université de Jijel, pour son soutien et ses encouragements.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
CHAPITRE I	
L'emballage métallique	
PARTIE A : Généralités relatives à l'emballage métallique	04
Introduction.....	04
I. Le fer blanc pour emballage métallique	05
I.1. Caractéristiques chimiques du fer blanc.....	05
I.2. Fabrication industrielle du fer blanc.....	06
I.3. Revêtement métallique : L'étamage	07
I.4. Revêtements organiques.....	08
I.5. Vocabulaire de l'emballage métallique.....	09
• Les Sertisseuses.....	09
• Plateau de compression	10
• Mandrin de sertissage	11
• Molettes de sertissage	11
• Éjecteur de sertisseuse	12
• Pression du plateau de compression.....	12
• Hauteur de la tête de sertissage.....	12
• Accrochage.....	13
• Corps de boîte trois pièces.....	13
• Corps de Boîte deux pièces.....	13
• Fond/couvercle.....	13
• Moulures du corps	13
• Empreintes de renfort.....	13
• Agrafe.....	13
• Bordures non revêtues de la boîte.....	14
• Bord à sertir.....	14
• Joint d'étanchéité.....	14
• Ligne d'amincissement.....	14
I.6. Fabrication des corps de boîtes trois pièces.....	14
I.7. Fabrication de boîtes deux pièces.....	15
I.8. Fabrication des fermetures de boîtes.....	15
I.8.1 Fermetures rondes.....	15
I.8.2 Fermetures non rondes.....	16
I.8.3 Fermetures des boîtes à Ouverture facile (easy-open).....	16
I.8.4 Languette d'arrachage.....	16
I.9. Processus de fabrication des boîtes métalliques.....	16
PARTIE B: Défauts des boîtes métalliques	18
Introduction.....	18
II. Caractérisation et classification des défauts des boîtes métalliques.....	19
• Tôle feuilletée.....	19
• Trou d'épingle.....	19
• Taches sur la tôle.....	20
• Manque de revêtement.....	20
• Couloires de revêtement.....	21

•	Particules étrangères dans le revêtement.....	22
•	Application accidentelle de revêtement sur les bords à souder.....	23
•	Revêtement égratigné.....	23
•	Soudage imparfait.....	24
•	Soudure incomplète.....	24
•	Soudure brûlée.....	24
•	Soudure ouverte.....	25
•	Joint soudé.....	25
•	Faux équerrage de la boîte.....	26
•	Coin replié.....	27
•	Bavures sur le bord à sertir.....	27
•	Bord à sertir cannelé.....	28
•	Bord à sertir incomplet.....	29
•	Bord à sertir déchiré (B.S.D.)	29
•	Corps cannelé.....	30
•	Double corps.....	31
•	Double fond.....	31
•	Profil du fond fissuré.....	32
•	Profil du fond incomplet.....	33
•	Ourlet incomplet.....	34
•	Ourlet froncé.....	34
•	Bavures sur l'ourlet.....	35
•	Éraflures d'emboutissage.....	35
•	Inversion.....	36
•	Ligne d'amincissement trop profonde ou faible.....	37
•	Jointage élastique défectueux.....	38
•	Marque de mandrin endommagé.....	39
•	Affaissement.....	39
•	Aplatissement.....	40
•	Becquet.....	41
•	Abrasion.....	41
•	Corrosion.....	42
•	Écrasement.....	43
•	Coup sur le serti.....	44
•	Contamination par des corps étrangers.....	44
•	Griffage.....	45
	CHAPITRE II: Le serti des boîtes métalliques Terminologie et examen	46
	Introduction.....	46
I.	Vocabulaire du serti.....	48
•	Profondeur de Cuvette.....	48
•	Épaisseur du serti.....	48
•	Hauteur du serti.....	48
•	Crochet de fond ou crochet de couvercle.....	48

•	Crochet de corps.....	48
•	Croisure.....	48
•	Ourlet.....	48
•	Espace libre.....	48
•	Empreinte de serrage.....	48
•	Vides.....	49
II.	Terminologie du sertissage.....	49
II.1.	Première passe.....	49
II.2.	Deuxième passe.....	49
III.	Calcul de la longueur de la croisure théorique.....	50
IV.	Examen du sertissage.....	50
•	Sertissage de première passe normal.....	50
•	Sertissage de première passe serré.....	51
•	Sertissage de première passe lâche.....	52
•	Sertissage à arête.....	53
•	Cut-over sur la soudure longitudinale.....	54
•	Lèvre renflée (Droop)	55
•	Pics inférieurs.....	56
•	Faux sertissage.....	57
•	Sertissage incomplet.....	58
•	Ourlage du couvercle endommagé.....	59
•	Bord de boîte tombé.....	60
•	Corps déformé.....	62
•	Bord Champignonné.....	62
•	Sertissage de deuxième passe normal.....	63
•	Cuvette profonde.....	64
•	Hauteur du serti au-dessus du maximum.....	65
•	Plis du crochet du couvercle.....	66
•	Saut de sertissage.....	67
•	Crochet du couvercle court.....	67
•	Crochet du couvercle long.....	69
•	Crochet de corps de boîte court.....	70
•	Crochet de corps de boîte long.....	71
	CHAPITRE III : Partie expérimentale	72
	Introduction.....	72
I.	Examen et contrôle du serti des boîtes.....	72
I.1.	Examen visuel.....	73
I.2.	Contrôle des dimensions extérieures du serti et points de mesure.....	73
I.3.	Mise à nu du serti et mesure des dimensions intérieures.....	74
I.3.1	Etapes à suivre pour pratiquer un décorticage (mise à nu) du serti.....	74
I.4.	Rides.....	76
I.5.	Taux de serrage.....	76
I.6.	Coupes et projection du serti.....	77
II.	Mode opératoire.....	78
II.1.	Fer blanc utilisé pour les essais.....	78

III.	Présentation des résultats et interprétations.....	79
III.1	Premier essai.....	79
III.1.1	Interprétations des résultats du premier essai.....	81
III.2	Deuxième essai :	86
III.2.1	Interprétations des résultats du deuxième essai.....	88
III.3	Troisième essai :	92
III.3.1	Interprétations des résultats du troisième essai.....	94
	Conclusion.....	98
	Conclusion générale.....	100
	Références bibliographiques.....	103
	Annexe I : Images correspondantes au premier essai	
	Annexe II : Images correspondantes au deuxième essai	
	Annexe II : Images correspondantes au troisième essai	

Nomenclature générale

P	Pression du plateau de compression [Kgf]
R1	Eloignement de la molette de première passe [1/100 mm]
R2	Eloignement de la molette de deuxième passe [1/100 mm]
Bd	Bordage du corps de boîte [mm]
Pf	Profondeur du fond à sertir [mm]
P.cv	Profondeur de la cuvette [mm]
E.S	Epaisseur du serti [mm]
H.S	Hauteur du serti [mm]
C.CV	Crochet de couvercle [mm]
C.CP	Crochet de corps [mm]
Cr.R	Croisure réelle [mm, %]
Cr.Th	Croisure théorique [mm, %]
E.CV	Epaisseur du couvercle [mm]
E.CP	Epaisseur du corps [mm]
CT	Compacité [%]

INTRODUCTION GENERALE

Le mot "emballage" vient du mot "emballer" qui signifie littéralement "mettre en balle". L'emballage est donc un assemblage de matériaux destinés à protéger le produit, le transporter, le distribuer, le stocker, le vendre et l'utiliser. Mais actuellement ces fonctions ne sont pas les seules: l'emballage doit aussi attirer et informer le consommateur, l'aider à utiliser le produit et, après son utilisation, lui être utile ou, du moins, ne pas lui devenir nuisible en dégradant son environnement. L'emballage doit contribuer à la conservation du produit, c'est-à-dire " le maintenir le plus longtemps possible à son plus haut degré de qualité, en agissant pour ralentir ou supprimer les effets des mécanismes physico-chimiques ou microbiologiques d'altération ".

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.

Bref, l'emballage est essentiel, il est indissociable du produit lui-même. Il mérite toujours l'investissement considérable qui lui est consacré vu que l'industrie de l'emballage réalise un chiffre d'affaire estimé à six mille milliards U.S.D, emploie plus de cinq millions de personnes dans plus de cent mille entreprises et représente, selon les pays concernés, de 1,5 à 3 % du produit intérieur brut (P.I.B) et la consommation moyenne de matériaux d'emballage est de l'ordre de 25 à 30 kg par habitant et par an ^[1].

Parmi plusieurs types d'emballages, l'emballage métallique, sujet de la présente étude, qui est fabriqué à partir de fer blanc, de fer chromé ou d'alliage d'aluminium. Leur intérieur peut être revêtu d'un vernis afin de limiter l'attaque du métal par le produit notamment s'il est acide et d'empêcher sa corrosion.

Plusieurs variétés d'emballages existent sous forme de boîtes métalliques:

- Boîtes de conserve pour produits alimentaires conditionnés par appertisation;
- Bidons et boîtes pour produits alimentaires non appertisés;
- Bidons et boîtes pour produits chimiques (peintures, diluants, teintes, vernis,...)

La présente étude est consacrée à l'emballage métallique destiné aux produits chimiques (peintures et dérivées) et quelques produits alimentaires: cas de l'emballage métallique fabriqué par l'unité BENPACK située à Fesdis, Batna.

Ce travail expérimental est basé sur l'étude du serti des boîtes métalliques, défini comme étant replier, l'un dans l'autre, le bord à serti de la boîte et l'ourlet du couvercle/fond, puis à les presser fermement ensemble. Le serti doit être hermétique, c'est-à-dire qu'il doit empêcher les infiltrations et les fuites. Il s'agit donc de définir, expérimentalement, les paramètres relatifs à la machine (sertisseuse) et les paramètres relatifs aux composants de la boîte (corps, fond, couvercle) qui permettent de déterminer les dimensions spécifiques à un serti qui garanti la fiabilité de l'emballage.

Au cours de la fabrication et la formation du serti peut apparaître toute une gamme variée de défauts des boîtes métalliques en raison de nombreuses opérations requises pour obtenir une boîte finie. Afin d'évaluer l'efficacité du sertissage et l'intégrité des boîtes, il importe de connaître les diverses étapes mises en cause.

La technique d'évaluation d'un serti porte sur trois aspects différents qui permettent d'obtenir des renseignements complets tant qualitatifs que quantitatifs:

1. l'examen visuel et les mesures extérieures qui fournissent une indication initiale de l'efficacité du serti ;

2. la mise à nu du serti qui permet d'évaluer les caractéristiques de serrage, c'est-à-dire l'évaluation du taux de serrage et l'examen de l'empreinte de serrage ;
3. la coupe transversale du serti qui permet de mesurer la croisure réelle au point de coupe (méthodes optiques)^[2].

Le présent travail est scindé en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la définition de l'emballage métallique, le vocabulaire utilisé dans ce domaine, les défauts que peut présenter l'emballage métallique et les causes courantes qui peuvent les provoquer.
- Le second chapitre est réservé à l'étude du serti des boîtes métalliques, ses plus communs défauts, leurs causes, et les remèdes correcteurs.
- Le troisième chapitre est consacré à la partie expérimentale du travail, le mode opératoire, les résultats numériques, et leurs interprétations. Dans ce chapitre, on a essayé de comprendre l'influence de chaque paramètre sur la qualité du serti et de choisir les valeurs réelles qui nous permettent de réaliser un serti de bonne qualité.

En fin une conclusion générale regroupant l'essentiel des résultats.

CHAPITRE I

PARTIE A: GENERALITES RELATIVES A L'EMBALLAGE METALLIQUE

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 boites 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.

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 ^[1,3-8].

I. LE FER BLANC POUR EMBALLAGE METALLIQUE

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.

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 0.20 mm avec 5.6 g d'étain/m², les différents constituants du fer blanc sont donnés dans le tableau 1.1 :

	Composition	Epaisseur en nanomètre	Masse en g/mm ²
Acier doux	Fe	2.10 ⁵	
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

Tableau 1.1 : Différents constituants du fer blanc ^[9-16].

I.1. CARACTERISTIQUES 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 1.2:

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

Tableau 1.2 : Composition chimique du fer blanc ^[17].

1.2. 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 2 mm. 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 0.20 mm 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.

Lorsque la réduction de l'épaisseur est poussée jusqu'à 30%, ce dernier laminage permet d'obtenir des bandes de 0.10 mm 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** ^[9-16].

Dans le monde, il y a plus de 120 lignes de fabrication de fer blanc pour emballage métallique dont les principaux producteurs sont ^[9-16] :

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

et au moins 2400 lignes de production de boîtes métalliques (72% en trois pièces, 28% en deux pièces) dont les principaux fabricants sont ^[9-16] :

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

1.3. REVÊTEMENT METALLIQUE : 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 47 kg d'étain pur, qui alimentent en ions Sn^{2+} l'électrolyte qui est composé d'acide 4-hydroxybenzènesulfonique ($\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-SO}_3\text{H}$) 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.

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).

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 FeSn₂ 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.

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^[2, 9-16].

1.4. 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.

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 vernie, 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.

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 ^[2,11].

1.5. VOCABULAIRE DE L'EMBALLAGE METALLIQUE ^[2-16]

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 1.1 et 1.2.



Figure 1.1: Sertisseuse

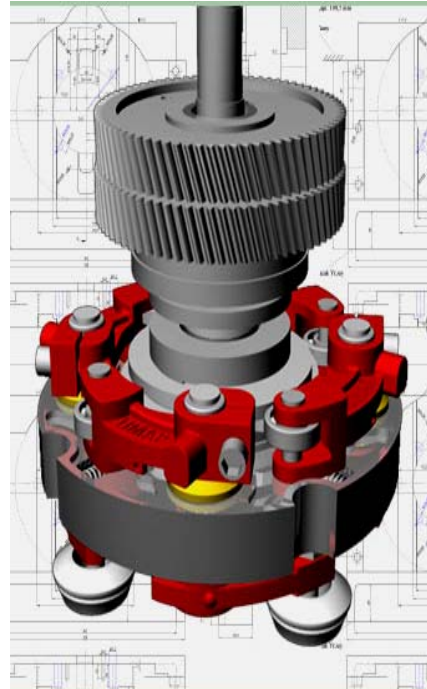


Figure 1.2: Tête de sertisseuse.

➤ **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 1.3.



Figure 1.3: Plateau de compression

➤ **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 1.4).



Figure 1.4 : Mandrin de sertissage^[18].

➤ **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 1.5).



Figure 1.5 : Molettes de sertissage

➤ **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.

➤ **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.

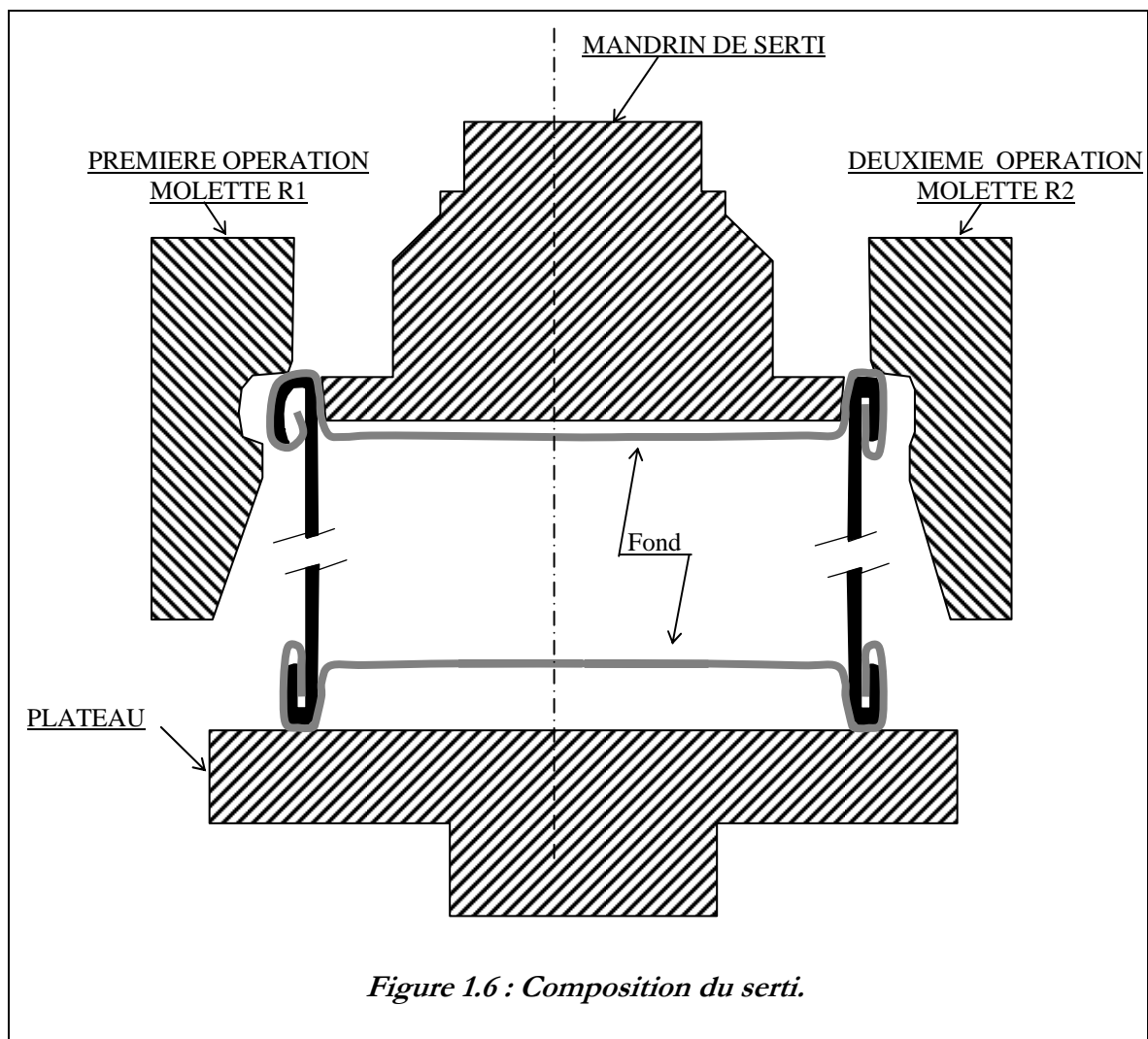


Figure 1.6 : Composition du serti.

➤ **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.

➤ **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.

➤ **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.

➤ **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.

➤ **Fond/couvercle**

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

➤ **Moulures du corps**

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

➤ **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.

➤ **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.

➤ **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.

➤ **Bord à sertir**

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

➤ **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.

1.6. FABRICATION DES CORPS DE BOITES TROIS PIECES

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 (rechampi), s'il y a lieu, est pulvérisé sur la soudure, à l'extérieur et/ou à l'intérieur du cylindre.

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.

1.7. 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.

1.8. FABRICATION DES FERMETURES DE BOÎTES

1.8.1. 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.

1.8.2. 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.

1.8.3. 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.

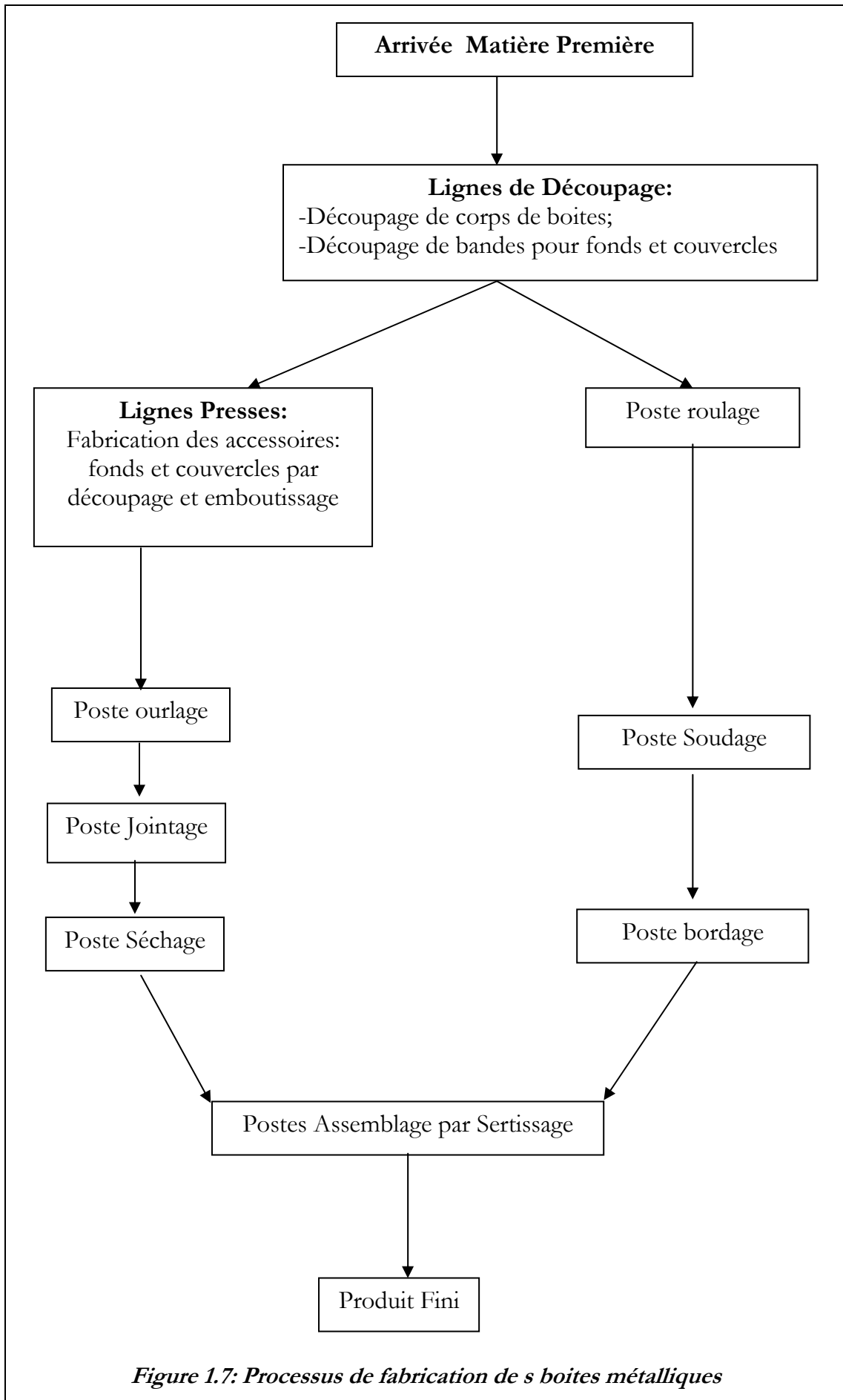
1.8.4. Languette d'arrachage

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.

1.9. PROCESSUS DE FABRICATION DES BOITES METALLIQUES

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 boîte en fer blanc obéit à un processus bien défini et qui est standard pour tous les fabricants (figure 1.7).



PARTIE B: DEFAUTS DES BOITES METALLIQUES

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.
- Autres défauts de mise en conserve.
- Défauts de manutention.

Après avoir été caractérisé et classifié, un défaut de fabrication doit également recevoir une cote de gravité [2,18-21].

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

a) Sérieux

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 [2, 18-21].

II. CARACTERISATION ET CLASSIFICATION DES DEFAUTS DES BOITES METALLIQUES

Les défauts des boîtes métalliques sont classés comme suit:

- **Tôle feuilletée**

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

-**Description** : Corps ou fond de boîte dont le métal se sépare en deux feuilles (Figure 1.8).

-**Causes courantes** :

1. 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].

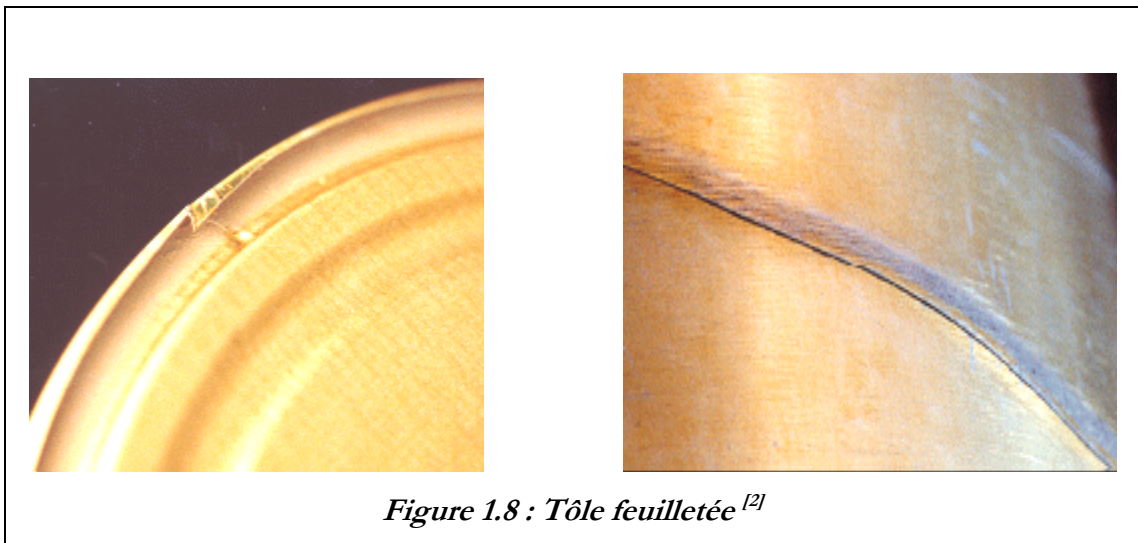


Figure 1.8 : Tôle feuilletée ^[2]

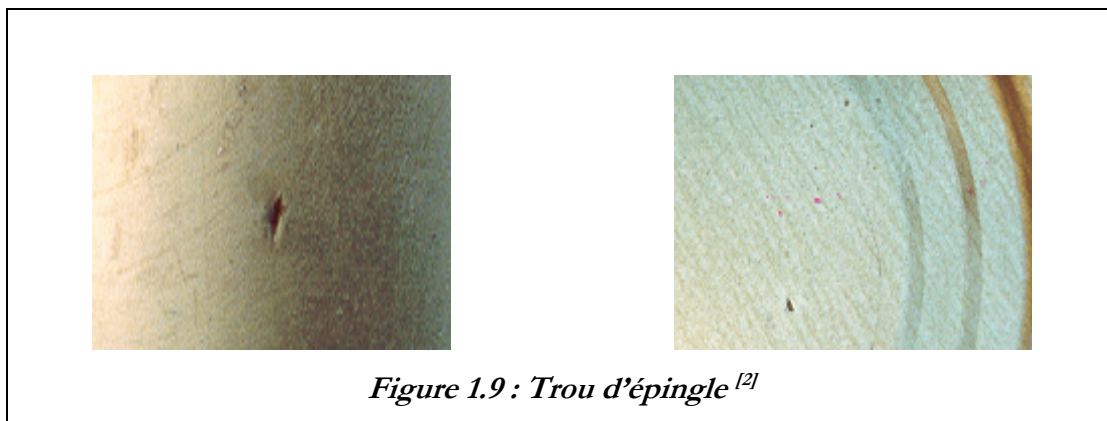
- **Trou d'épingle**

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

-**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 1.9)

-Causes courantes :

1. 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 fléchie au cours de la stérilisation, ces particules peuvent être délogées et former ainsi des trous dans la feuille.

**• 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 :

1. 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 sérieux 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 1.10)

-Causes courantes :

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



Figures 1.10 : Manque de revêtement ^[2].

- ***Coulures de revêtement***

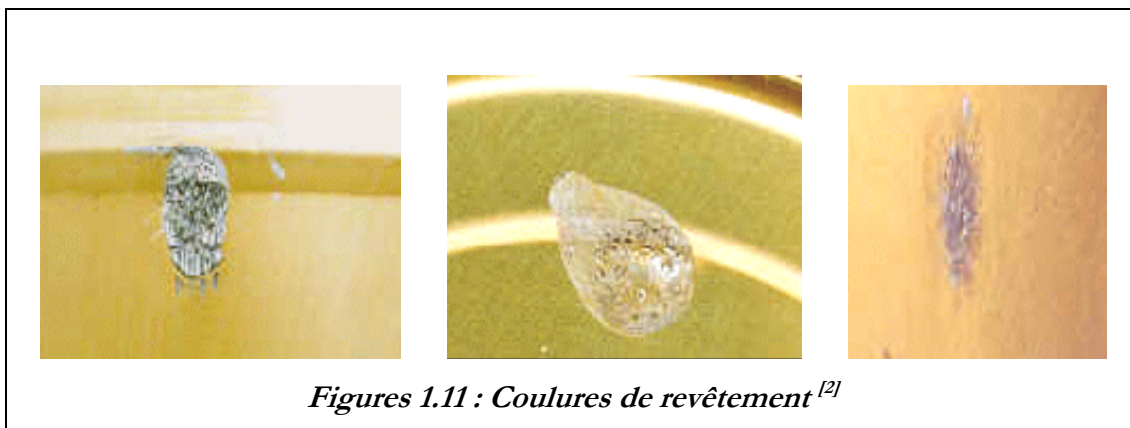
Une coulure de revêtement est considérée comme un défaut mineur à moins qu'un examen approfondi ou plus poussé ne révèle qu'il est sérieux.

Une coulure du revêtement est considérée comme un défaut d'application de revêtement sérieux 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 (Figures 1.11).

-Causes courantes :

1. Coulures ou éclaboussures survenant lors du vernissage ^[2].



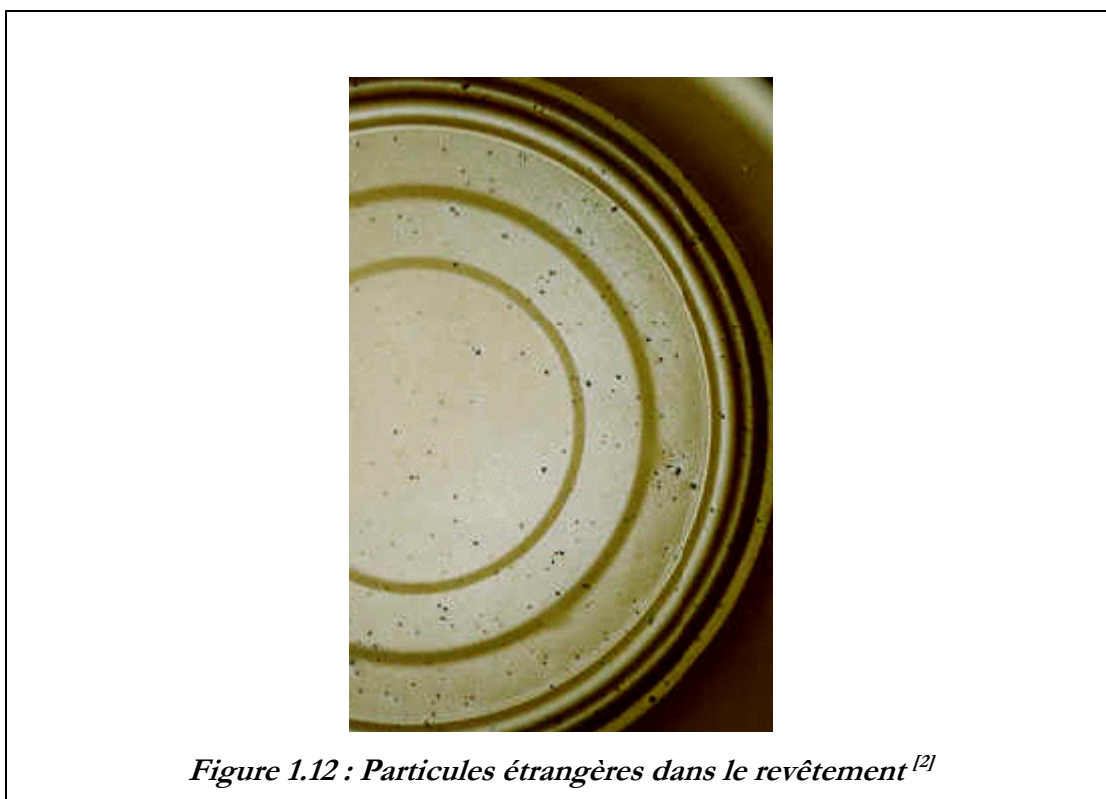
- **Particules étrangères dans le revêtement**

Défaut d'application de revêtement mineur.

-**Description** : Petites particules souvent noires visibles dans la surface du revêtement (Figure 1.12).

-**Causes courantes** :

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



- ***Application accidentelle de revêtement sur les bords à souder***

Une application accidentelle de revêtement sur les bords à souder est considérée comme un défaut sérieux de boîtes trois pièces lorsque le soudage complet de l'agrafe n'est pas possible

-Description : Défaut résultant d'un revêtement intérieur et/ou extérieur appliqué par erreur sur les bordures des flancs à souder et qui, de ce fait, ne se prêtent pas au soudage. On obtient une boîte inversée, c'est-à-dire une boîte qui présente une bordure non vernie au mauvais endroit.

-Causes courantes :

1. Application du revêtement au mauvais endroit ^[2].

- ***Revêtement égratigné***

Un revêtement égratigné est considéré comme un défaut sérieux de manutention si le métal est incisé et le produit emballé est corrosif.

Un revêtement égratigné est considéré comme un défaut mineur de manutention lorsque l'exposition du métal n'ouvre pas la voie à la corrosion.

-Description: Défaut visible sur la surface vernie, à l'intérieur ou à l'extérieur du fond ou du corps de boîte comme des égratignures. Quoique généralement superficiel, ce défaut ouvre néanmoins la voie à la corrosion.

Une fracture de la tôle est évidemment synonyme de perte d'étanchéité, mais une fracture du revêtement n'entraîne pas nécessairement une réaction du métal avec le produit ni une perte d'étanchéité. Lorsque le métal est étamé puis recouvert d'un revêtement organique, la protection est double. Si le produit est très agressif envers le fer-blanc, le revêtement organique devient donc très important. Si le produit ne s'attaque pas au fer-blanc, alors la perte de revêtement organique n'importe pas, surtout s'il n'y a pas de réduction de la durée d'utilisation prévue du produit.

-Causes courantes :

1. Manutention incorrecte de la tôle vernie qui sert à la fabrication des corps ou des fonds de boîtes.

2. Manutention incorrecte des corps ou des fonds de boîtes après la fabrication, par exemple pendant l'expédition, l'entreposage, la stérilisation et toute manutention ultérieure ^[2].

• Soudage imparfait

Le soudage imparfait est considéré comme un défaut sérieux de boîte trois pièces :

-Description : Filet de soudure présentant un aspect discontinu, rugueux ou poreux pouvant favoriser une prolifération ou une fuite à travers l'agrafe. Ce défaut se manifeste surtout aux extrémités de l'agrafe mais ne s'observe bien que par un examen visuel après mise à nu de l'agrafe et du serti.

-Causes courantes :

1. Température de soudage trop faible.
2. température de soudage trop forte.

• Soudure incomplète

Une soudure incomplète est considérée comme un défaut sérieux de boîte trois pièces si le cordon de soudure n'est pas complet le long de l'agrafe.

-Description : Cordon de soudure discontinu le long de l'agrafe de boîte.

-Causes courantes :

1. Contamination de la zone de l'agrafe empêchant le soudage.
2. Bords de boites isolés par le vernis.

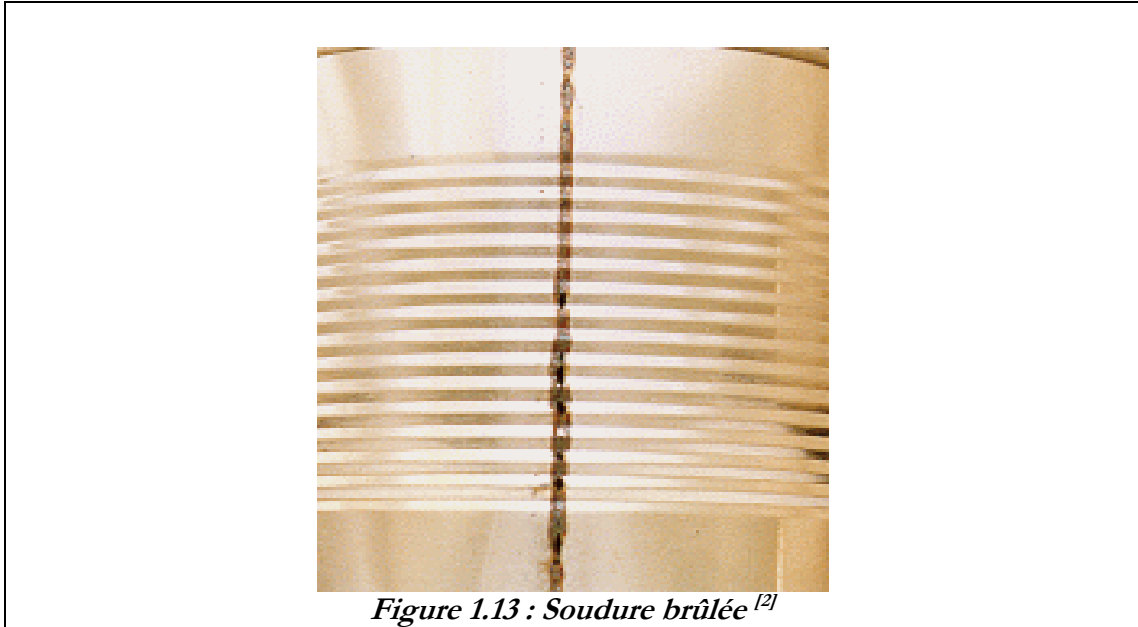
• Soudure brûlée

Une soudure brûlée fondue est considérée comme un défaut sérieux de soudage.

-Description : Chaleur locale excessive due à la présence de corps étrangers qui cause une brûlure (Figure 1.13).

-Causes courantes :

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

**• Soudure ouverte**

Une soudure ouverte est considérée comme un défaut sérieux de soudage.

-Description : Soudure de l'agrafe incomplète ou séparée.

-Causes courantes :

1. Croisure incorrecte de l'agrafe.
2. Courant trop faible.
3. Flan endommagé ou défectueux.

• Joint soudé

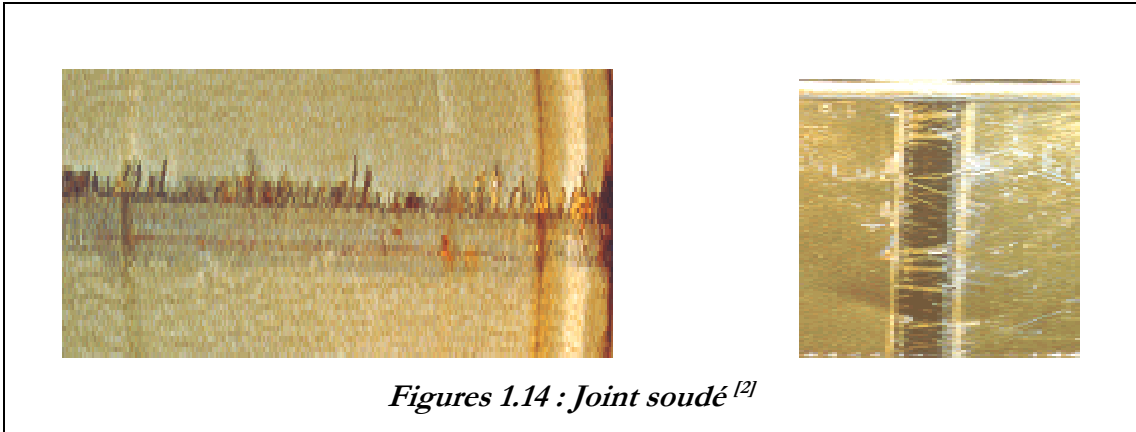
Un joint soudé est considéré comme un défaut de tôle sérieux lorsqu'il est emballé un produit corrosif, lorsque la soudure continue présente des fentes, comme dans le cas des soudures par points, ou lorsque la soudure est tellement fragilisée que la simple pression exercée par un doigt entraîne la fracture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

-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.
(Figures 1.14)

-Causes courantes :

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



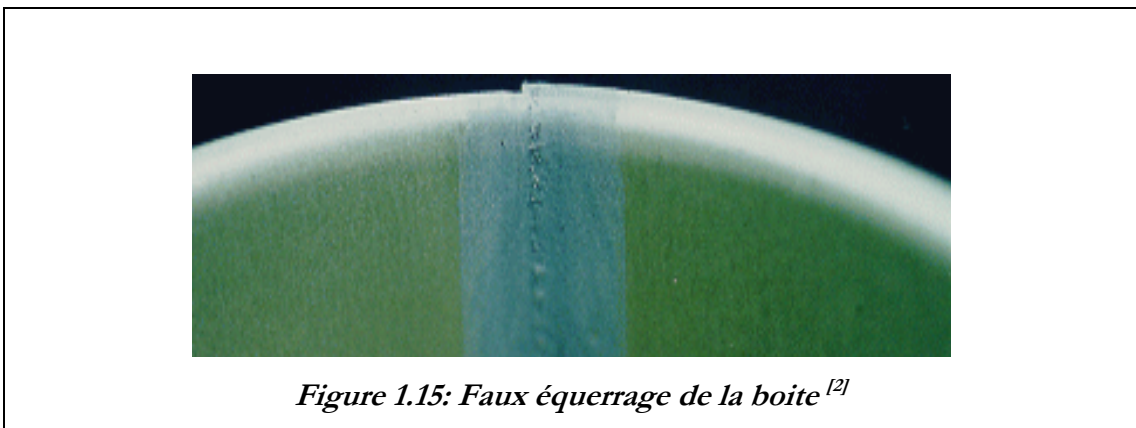
• ***Faux équerrage de la boîte***

Le faux équerrage est considéré comme un défaut sérieux 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 » (Figure 1.15).

-Causes courantes :

1. Mauvais alignement des bords des flancs au moment de l'agrafage.
2. Faux équerrage des flancs ^[2,11].



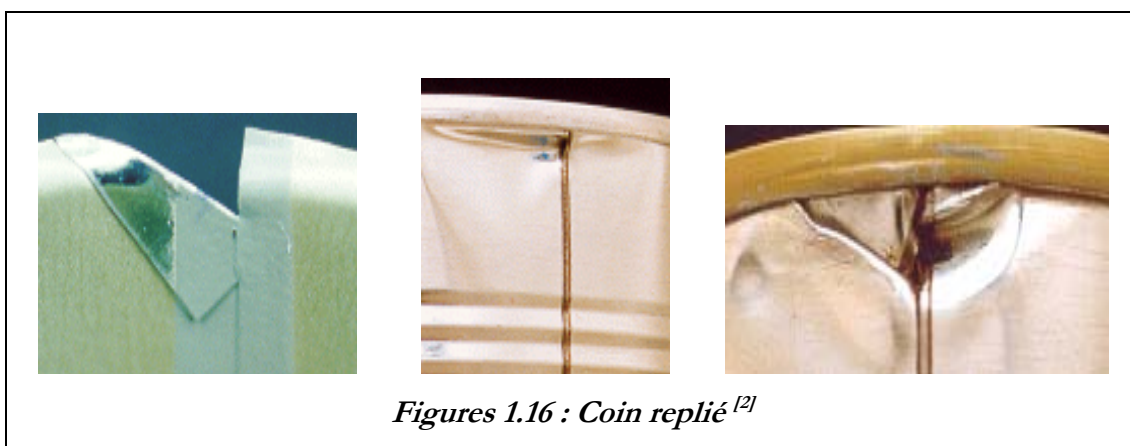
- **Coin replié**

Un coin replié est considéré comme un défaut de soudage sérieux :

-Description : Trou triangulaire à l'une ou l'autre des extrémités de l'agrafe (Figures 1.16)

-Causes courantes :

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



- **Bavures sur le bord à sertir**

Les bavures sur le bord à sertir sont considérées comme un défaut sérieux de fabrication des boîtes lorsqu'elles font saillie sur une distance égale ou supérieure à 0.50mm.

Les bavures sont considérées comme un défaut mineur de fabrication des boîtes lorsqu'elles font saillie sur une distance comprise entre 0.250 mm et 0.5 mm.

--Description : Bavure rugueuse et saillante laissée sur l'arête de coupe du bord à sertir (Figure 1.17).

-Causes courantes :

1. La presse à détourer ne coupe pas de façon nette le bord à sertir au diamètre désiré dans le cas des boites deux pièces.
2. Usure des disques de découpage dans le cas des boites trois pièces.



Figure 1.17 : Bavures sur le bord à sertir^[2]

- **Bord à sertir cannelé**

Un bord à sertir cannelé est considéré comme un défaut sérieux de boîte deux pièces lorsque le cannelage est suffisamment prononcé pour nuire à la formation du serti et ainsi compromettre l'étanchéité.

-Description : Cannelure du corps d'une boîte deux pièces qui se prolonge jusqu'au bord à sertir. Ce défaut peut entraîner une épaisseur de bord à sertir non conforme aux normes prescrites, ou les cannelures peuvent former des rainures dans le serti (Figure 1.18)

-Causes courantes :

1. Problèmes d'emboutissage de la tôle.
2. Déplacement du flanc pendant l'emboutissage.

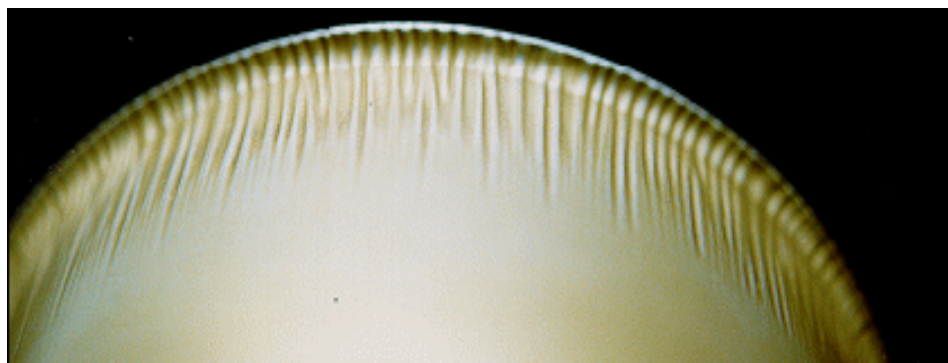


Figure 1.18 : Bord à sertir cannelé^[2]

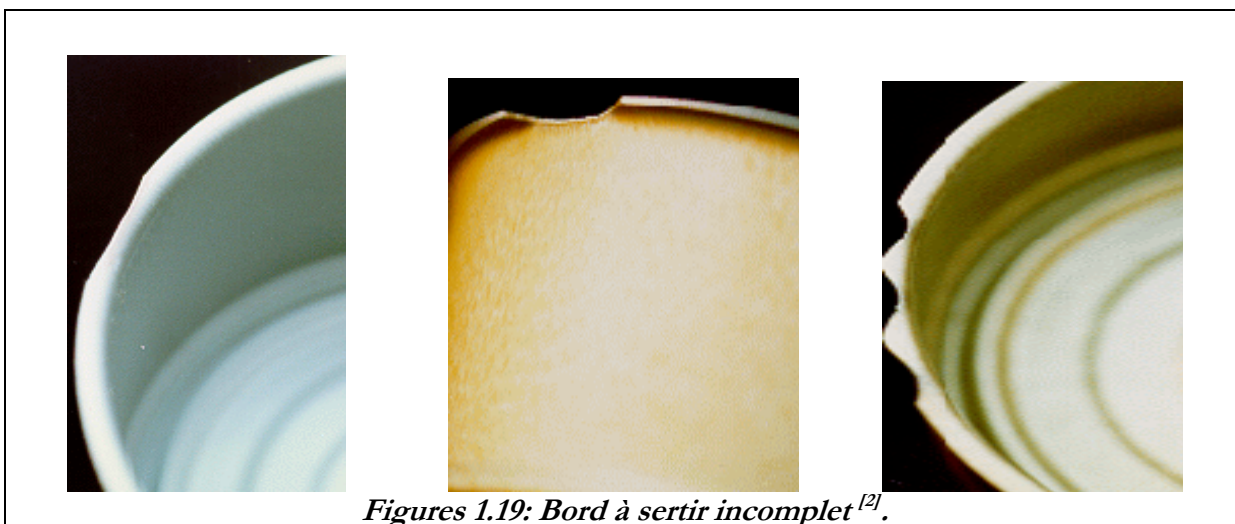
- **Bord à sertir incomplet**

Un bord à sertir incomplet est considéré comme un défaut sérieux 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.

-Description : Encoches ou entailles dans le bord à sertir qui entraînent une croisure réduite ou inexistante à l'intérieur (Figures 1.19).

-Causes courantes :

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



Figures 1.19: Bord à sertir incomplet ^[2].

- **Bord à sertir déchiré (B.S.D.)**

Un bord à sertir déchiré est considéré comme un défaut sérieux de sertissage en raison de l'absence de croisure.

-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 1.20).

-Causes courantes :

1. Endommagement du bord à sertir pendant la manutention des boîtes vides.
2. Endommagement du bord à sertir pendant le remplissage.

3. Endommagement du bord à sertir par l'avance à pinces pendant la formation du cylindre.



Figure 1.20 : 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 sérieux 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.

-Description : Une ou plusieurs ondulations profondes visibles sur le corps de boîte (Figure 1.21).

-Causes courantes :

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



Figure 1.21 : Corps cannelé [2].

- **Double corps**

Un double corps est considéré comme un défaut sérieux 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 formée ou non soudée complètement (Figure 1.22).

-Causes courantes :

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

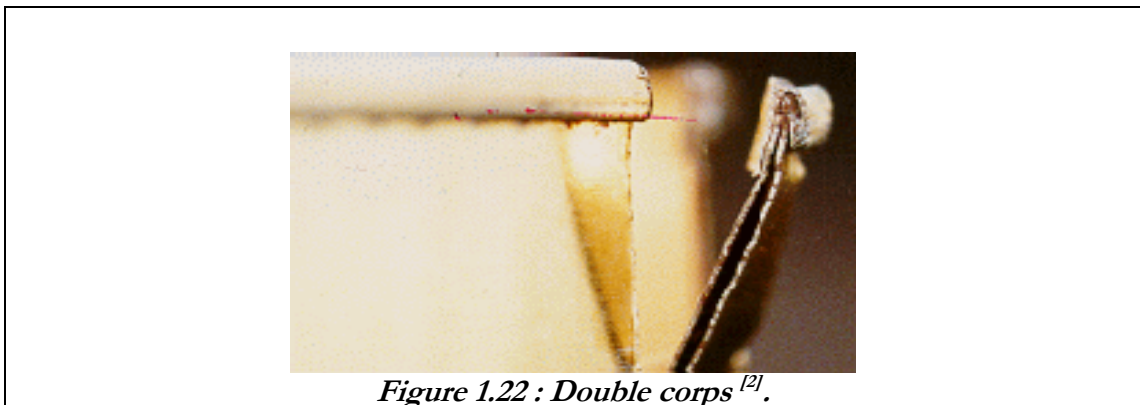


Figure 1.22 : Double corps^[2].

- **Double fond**

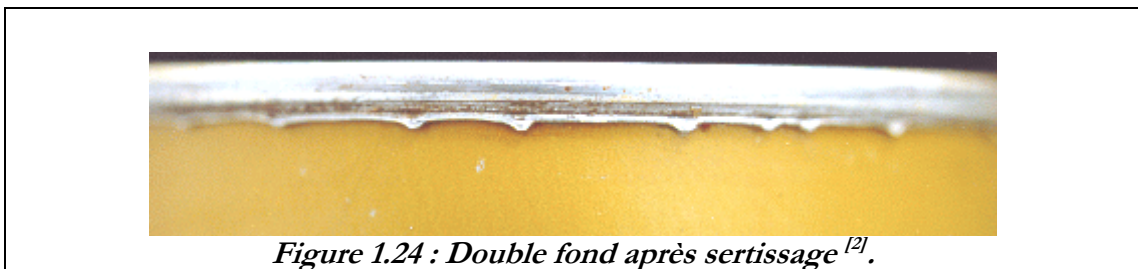
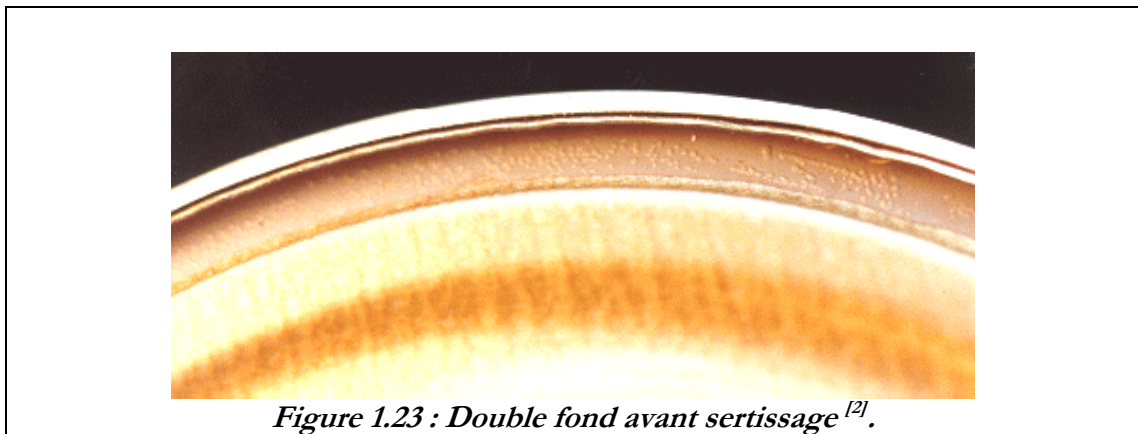
Un double fond est considéré comme un défaut sérieux de contenant.

-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 1.23 et 1.24).

-Causes courantes :

1. 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.

2. Deux fonds formés séparément sont collés ensemble au moment du sertissage.

**• Profil du fond fissuré**

Un profil du fond fissuré est considéré comme un défaut sérieux 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.

-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 1.25).

-Causes courantes :

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



Figure 1.25 : 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.

-Description : Profil de fond intégré non formé complètement. Cette partie est donc plus faible et peut gauchir pendant la stérilisation. (Figures 1.26 et 1.27)

-Causes courantes :

1. Course incomplète du poinçon dans la matrice.



Figure 1.26 : Profil du fond incomplet ^[2] Figure 1.27: Profil du fond complet ^[2].

- ***Ourlet incomplet***

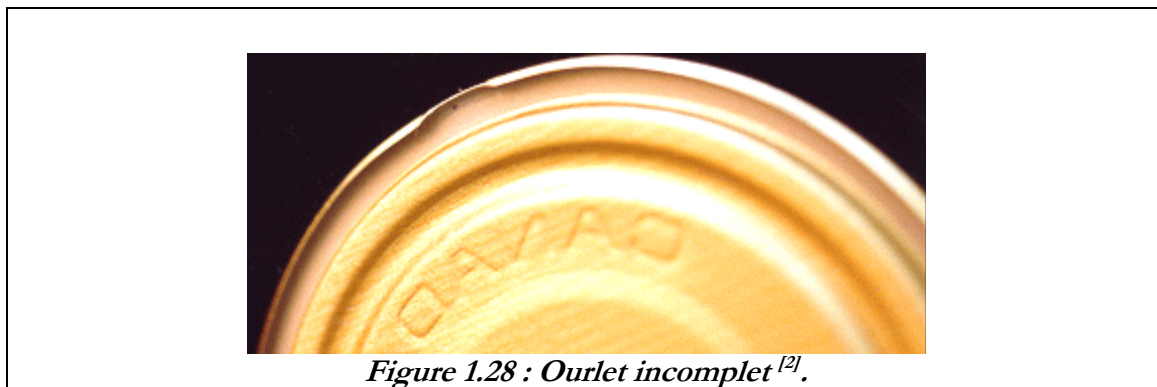
Un ourlet incomplet est considéré comme un défaut sérieux de fabrication des fermetures de boîtes trois pièces s'il est réduit de plus de 0.4mm.

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.

-Description : Encoches ou entailles dans l'ourlet qui entraînent une perte de croisure (Figure 1.28).

-Causes courantes :

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



- ***Ourlet froncé***

Un ourlet froncé est considéré comme un défaut sérieux de fabrication des fermetures de boîtes lorsque le degré de fronçage est suffisamment prononcé pour nuire à la formation du serti et en compromettre l'intégrité.

-Description : Fronçage ou ondulations sur l'ourlet des fermetures de boîtes. Ce défaut peut entraîner une épaisseur de l'ourlet non conforme aux normes prescrites ou les fronces peuvent former des rainures dans le serti (Figure 1.29).

-Causes courantes :

1. Réglage incorrect de l'ourleuse.
2. Profondeur du fond à sertir faible.

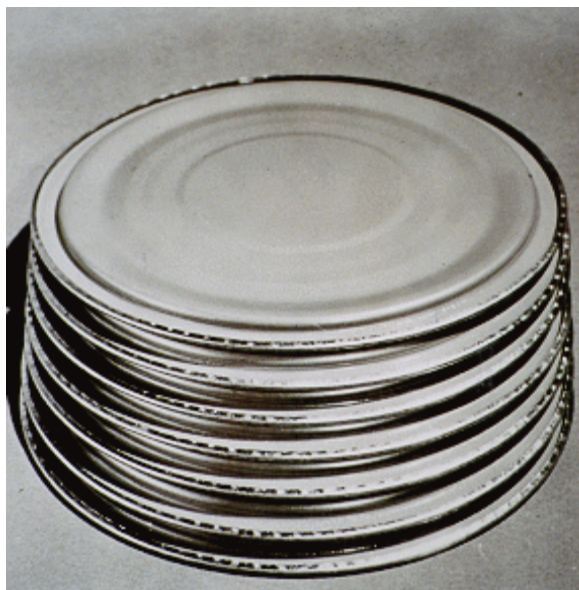


Figure 1.29 : Ourlet francé ^[2].

- **Bavures sur l'ourlet**

Les bavures sur l'ourlet sont considérées comme un défaut sérieux de fabrication des fermetures de boîtes lorsqu'elles font saillie sur une distance égale ou supérieure à 0.5mm. Les bavures sont considérées comme un défaut mineur de fabrication des fermetures de boîtes lorsqu'elles font saillie sur une distance comprise entre 0.25mm et 0.5mm.

-Description : Languette rugueuse et saillante laissée sur l'arête de coupe de l'ourlet.

-Causes courantes :

1. La presse à détourer ne coupe pas de façon nette l'ourlet aux dimensions désirées.

- **Éraflures d'emboutissage**

Les éraflures d'emboutissage sont considérées comme un défaut sérieux 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.

-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 1.30).

-Causes courantes :

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

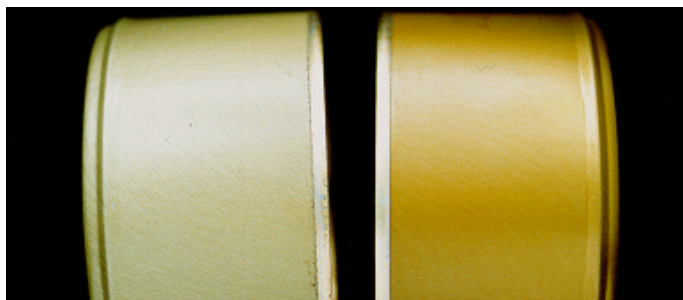


Figure 1.30 : Éraflures d'emboutissage ^[2].

• **Inversion**

L'inversion est considérée comme un défaut sérieux 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 1.31).



Figures 1.31 : Inversion ^[2].

- ***Ligne d'amincissement trop profonde ou faible***

Une ligne d'amincissement trop profonde est considérée comme un défaut sérieux de fabrication des fermetures de boîtes si l'un des défauts suivants est noté :

1. la ligne d'amincissement est fracturée; ou
2. la ligne d'amincissement n'est pas conforme aux normes du fabricant.

Les autres défauts sérieux de la ligne d'amincissement sont la corrosion.

-Description : Mince ligne simple sur le pourtour du fond où l'épaisseur de la tôle est diminuée mécaniquement par le poinçon à rainurer. Si le fond est rainuré à une profondeur trop grande, il peut se fissurer ou se déformer au point de céder pendant le traitement thermique ou la manutention.

Une ligne d'amincissement trop profonde doit être évaluée par comparaison avec les normes du fabricant de la boîte, qui doivent faire état de l'épaisseur résiduelle minimale. La résistance de la ligne peut aussi être évaluée par l'essai d'étanchéité, l'essai au colorant ou l'essai de la ligne d'amincissement.

-Causes courantes :

1. Défaut de fabrication (par exemple : profondeur de poinçonnage trop grande).
2. Corrosion de la ligne d'amincissement (interne ou externe).
3. Marquage sur ou près de la ligne.
4. Languette endommagée (contrainte exercée sur la ligne par le déplacement de la languette).
5. Mauvaise manutention ou contrainte exercée sur la ligne d'amincissement.

6. Tôle défectueuse.

7. Défauts de mise en conserve découlant d'une mauvaise transformation (par exemple, sur- remplissage des boîtes).

• **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 .

-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 1.32).

-Causes courantes :

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



Figure 1.32 : Jointage élastique défectueux^[2].

- **Marque de mandrin endommagé**

La présence de marques de mandrin endommagé est considérée comme un défaut sérieux de sertissage en raison du manque de serrage à l'endroit du défaut.

-Description : Serti mal serré à certains endroits, se manifestant par une saillie sur sa face intérieure à cause d'un creux dans la lèvre du mandrin.

-Causes courantes :

1. Mandrin endommagé suite à un enrayage de la sertisseuse ou à un mauvais réglage ^[2, 18].

- **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 sérieux 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.

-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 1.33).

-Causes courantes :

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



Figure 1.33 : Affaissement ^[2].

- **Aplatissement**

L'aplatissement est considéré comme un défaut sérieux 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.

-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 1.34).

-Causes courantes :

1. Vide intérieur excessif.
2. Pression extérieure excessive pendant la stérilisation.
3. Pression excessive pendant le refroidissement.
4. Épaisseur inadéquate du métal.



Figure 1.34 : Aplatissement ^[2].

- **Becquet**

Le becquet est considéré comme un défaut sérieux 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.

-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 1.35).

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

-Causes courantes :

1. Vide intérieur insuffisant.
2. Pression extérieure insuffisante pendant le refroidissement sous pression.
3. Début de détérioration du contenu avant la stérilisation, ce qui entraîne une perte de vide.
4. Épaisseur inadéquate du métal ^[2,18].

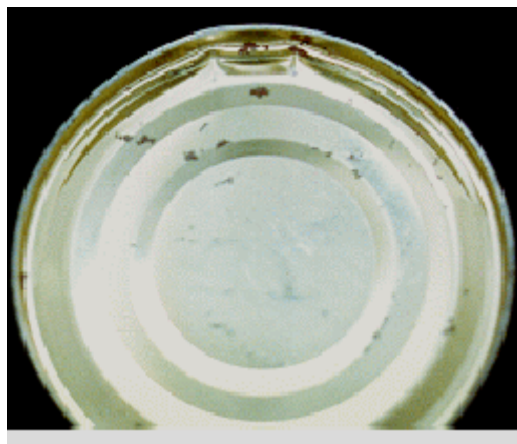


Figure 1.35 : Becquet^[2].

- **Abrasion**

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

-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 1.36).

-Causes courantes :

1. Frottement des câbles d'alimentation ou de convoyeurs en métal sur les boîtes immobilisées vides ou remplies.

2. Frottement des boîtes contre des objets fixes pointus, par exemple, pendant le chargement des boîtes dans des paniers.



Figure 1.36 : Abrasion^[2].

• **Corrosion**

La corrosion est considérée comme un défaut sérieux lorsque :

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

-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 1.37).

-Causes courantes :

1. 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.

2. Réglage incorrect de la température et de l'humidité dans les entrepôts.

3. Boîtes non protégées contre les intempéries pendant le transport ou l'entreposage.



Figure 1.37 : Corrosion^[2].

- **Écrasement**

L'écrasement est considéré comme un défaut sérieux de contenant.

-Description : Déformation sérieuse d'une boîte (Figure 1.38).

-Causes courantes :

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



Figure 1.38 : Écrasement^[2].

- **Coup sur le serti**

Un coup sur le serti est considéré comme un défaut sérieux 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.

-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 re-contamination (Figure 1.39).

-Causes courantes :

1. 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 1.39 : Coup sur le serti^[2].

- **Contamination par des corps étrangers**

La contamination par des corps étrangers à l'intérieur de la boîte est considérée comme un défaut sérieux.

-Description : Toute quantité observable d'huile, de graisse, de colle ou de saleté sur la surface intérieure des fonds ou des corps de boîtes.

-Causes courantes :

1. Égouttures de graisse ou d'huile d'appareils.
2. Contamination pendant l'entreposage ou la manutention des boîtes vides ou des fermetures ^[2,18].

• Griffage

Le griffage du fond ou du corps d'une boîte est considéré comme un défaut sérieux de manutention.

-Description : Déformation linéaire prononcée de la tôle, entaillant celle-ci ou compromettant sa résistance à la corrosion ou aux contraintes extérieures (Figure 1.40).

-Causes courantes :

1. Égratignure profonde, intérieure ou extérieure.



Figure 1.40 : Griffage^[2].

CHAPITRE II

LE SERTI DES BOITES METALLIQUES

TERMINOLOGIE ET EXAMEN

INTRODUCTION

Plusieurs parties de la structure d'une boîte en fer-blanc sont importantes pendant l'opération de mise en boîte, mais puisque nous sommes essentiellement intéressés à la fermeture adéquate, on discutera de sertissage et de ses plus communs défauts.

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.

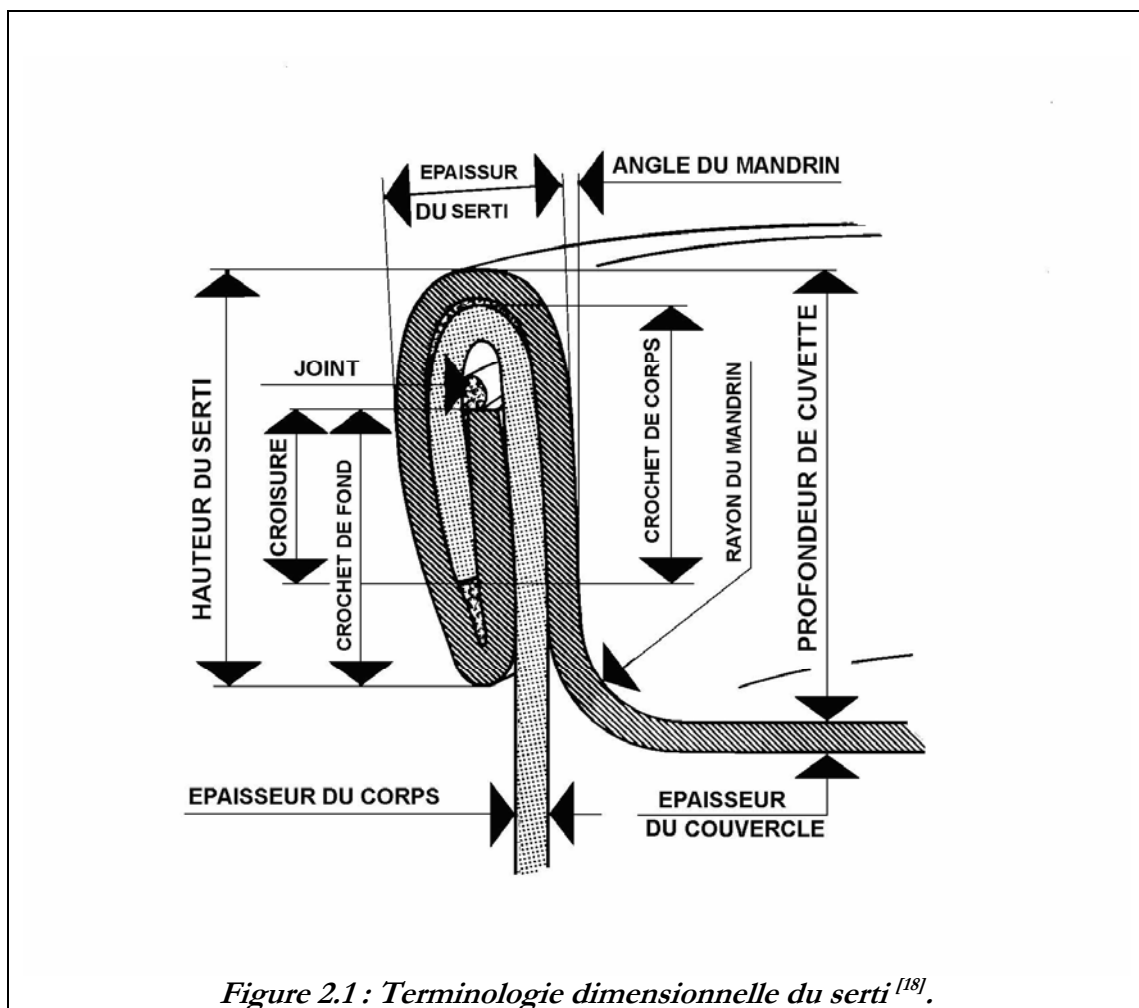
Les illustrations de ce chapitre décrivent quelques-uns des défauts du serti et leur gravité, la cause la plus probable du défaut, les parties de la sertisseuse qui pourraient éventuellement fonctionner mal, les mesures correctives à prendre pour éliminer les imperfections les plus graves ainsi que la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

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 :

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

Ces mesures nous permettent de relever les dimensions réelles des paramètres du serti dont la terminologie dimensionnelle est donnée par la figure 2.1 [2, 18-21].



I. VOCABULAIRE DU SERTI ^[2-18, 25-27]

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

➤ ***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 sertir à l'intérieur du serti.

➤ ***Croisure***

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.

II. TERMINOLOGIE DU SERTISSAGE

II.1. PREMIERE 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 2.2).

- Les mesures à tenir surveillées durant la première passe sont:
 - La hauteur du serti;
 - L'épaisseur du serti.

II.2. DEUXIEME 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 2.2) ^[18].

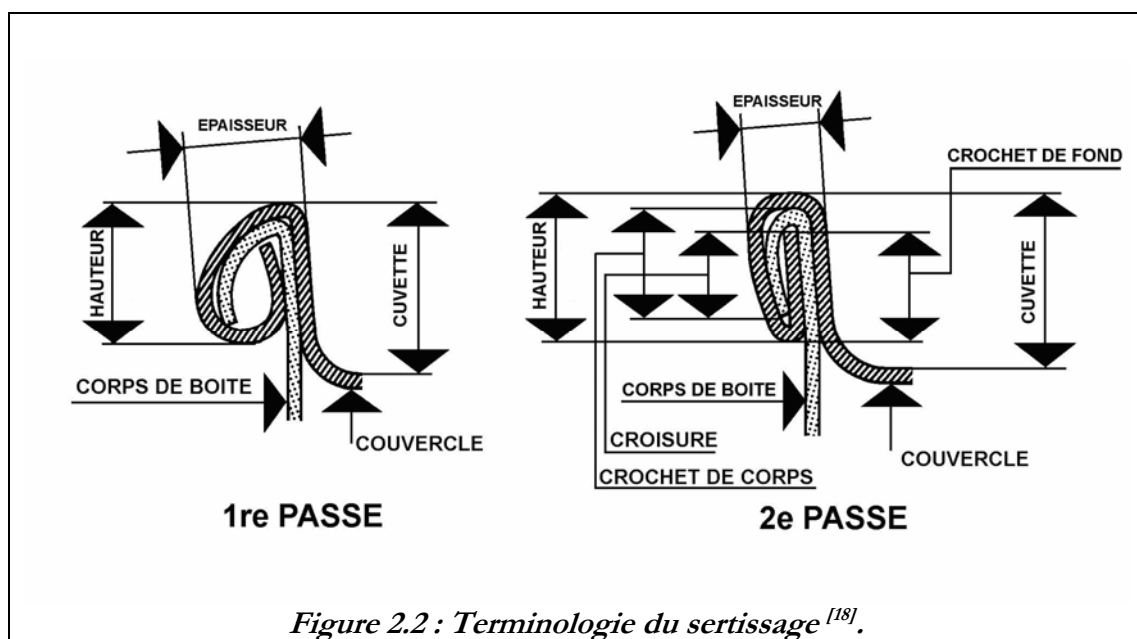


Figure 2.2 : Terminologie du sertissage ^[18].

III. CALCUL DE LA LONGUEUR DE LA CROISURE THEORIQUE

Elle peut se calculer en mm par la formule :

$$Cr. Tb [mm] = (C.CV. + C.CP + E.CV) - H.S \quad (1)$$

Ou en pourcentage (%) par la formule :

$$Cr.Tb [\%] = \frac{(C.CV. + C.CP. + E.CV) - H.S}{H.S - (2.E.CV + E.CP)} \times 100 \quad (2)$$

Où : C.CV : Crochet de couvercle;

C.CP : Crochet de corps;

E.CV : Epaisseur du couvercle;

H.S : Hauteur du serti.

E.CP : Epaisseur du corps

IV. EXAMEN DU SERTISSAGE ^[2, 18-29]

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.

➤ Sertissage de première passe normal

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

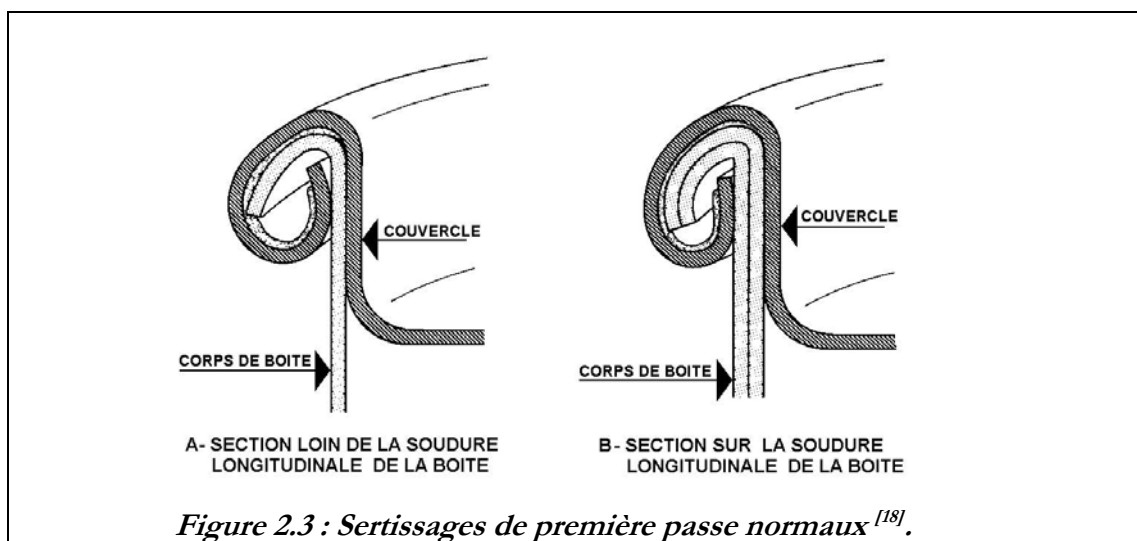
La première passe est la principale clef de contrôle du crochet final du couvercle, qui à son tour contrôle le crochet du corps, la profondeur de la cuvette, le degré de plissement du couvercle et du crochet final.

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 2.3).

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^[2, 18-28].



➤ Sertissage de première passe serré

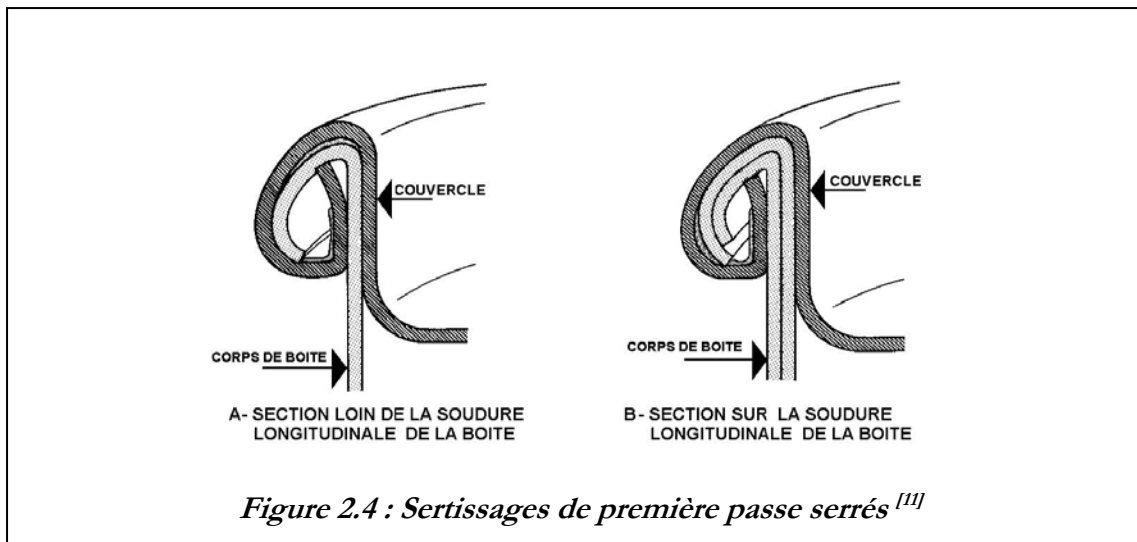
Si le sertissage de première passe est trop serré, le fond sera légèrement plat, comme montré dans l'illustration (Figure 2.4), où le crochet du couvercle se tordera contre le crochet du corps.

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.



➤ Sertissage de première passe lâche

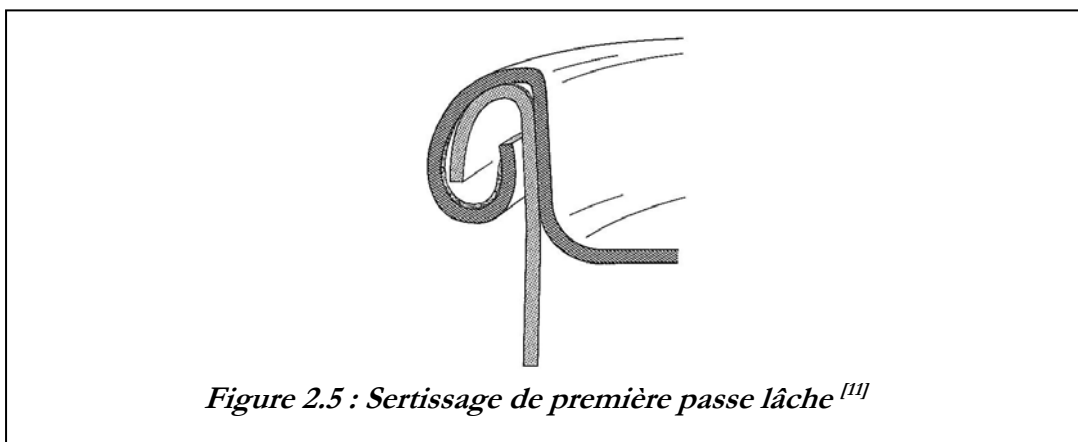
Si la première passe est large, le crochet du couvercle ne sera pas en contact avec le corps de la boîte et de cette façon il se peut que le pli du couvercle n'arrive pas à former un bon crochet et une bonne croisure (Figure 2.5).

Causes :

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

Remèdes :

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



➤ Sertissage à arête

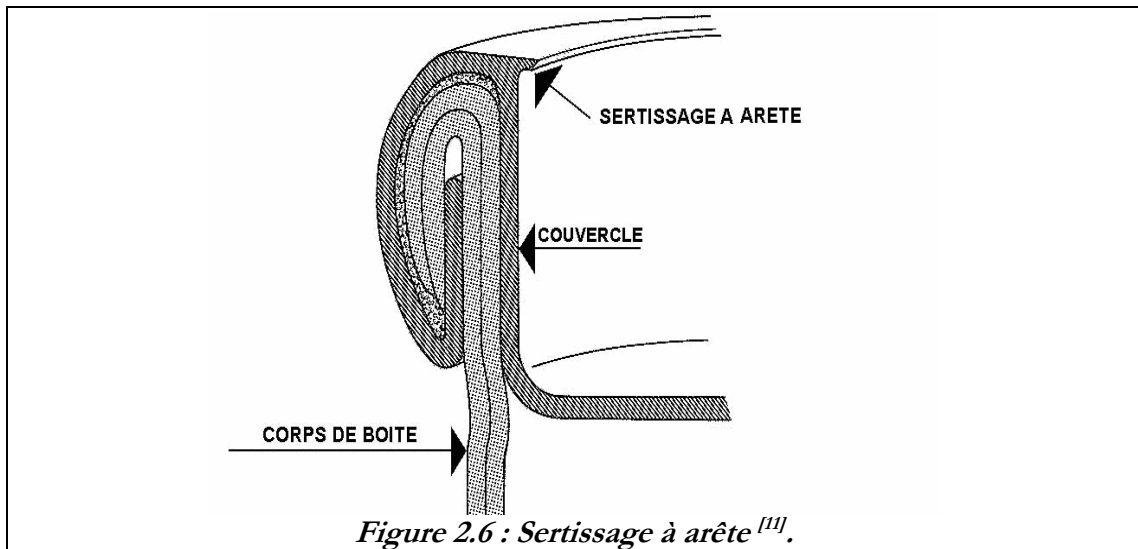
Cette condition se produit quand le sertissage forme une arête tout le long du rebord intérieur du couvercle (Figure 2.6).

Causes :

1. La molette de sertissage de première passe est réglée trop haute ou trop basse par rapport à la lèvre du mandrin.
2. Molette de première passe trop serrée.
3. La lèvre du mandrin de sertissage peut être usée ou elle est inférieure à la profondeur du fond à sertir et à ce moment le profil de la molette de première passe touche le coin supérieur de la lèvre du mandrin.
4. Profil de la molette de sertissage trop étroit.
5. Logement du couvercle dans le déchasseur trop étroits ou déchasseur endommagé.

Remèdes :

1. Régler la hauteur de la molette de première passe avec un jeu maximum de 0.08 mm entre le profil supérieur de la molette et le plan supérieur de la lèvre du mandrin.
2. Desserrer la molette de première passe.
3. Vérifier si les molettes sont endommagées et les remplacer si nécessaire.
Remplacer le mandrin de sertissage et enregistrer les molettes.
- 4) Remplacer les molettes de première passe.
- 5) Si le sertissage à arête concerne seulement une station de sertissage sans doute le déchasseur de couvercles est endommagé. Si le défaut concerne toutes les têtes de sertissage, il faut vérifier la position de l'étoile de centrage des corps de boîtes.



➤ Cut-over sur la soudure longitudinale

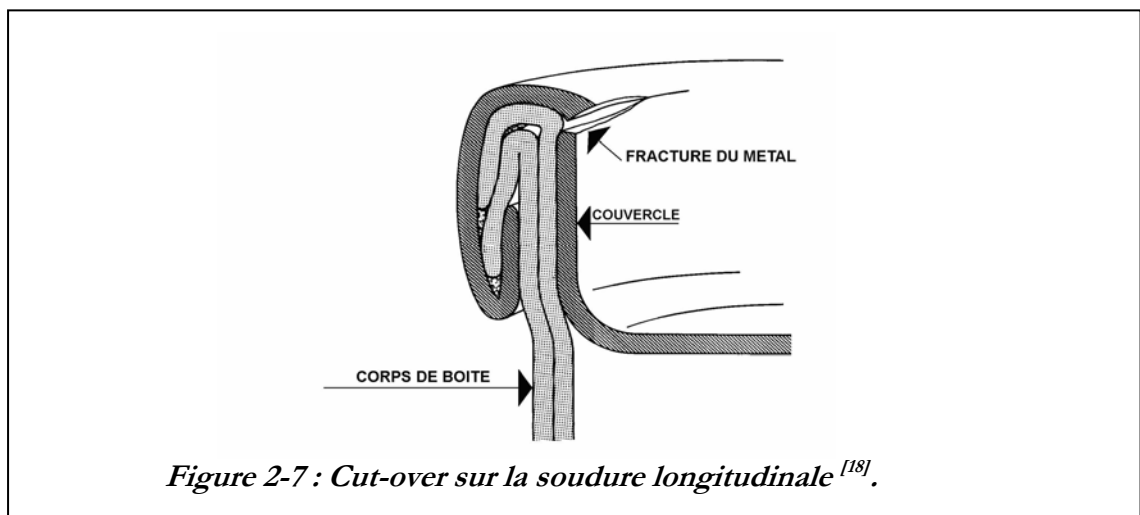
Le métal est fracturé en haut du sertissage, et en général cela se produit le long de la soudure longitudinale (Figure 2.7).

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 ».



➤ Lèvre renflée (Droop)

Condition pour laquelle la partie basse du sertissage s'étend au-dessous de la ligne normale (Figure 2.8).

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. La molette de première passe est usée.
2. Le roulement de la molette de première passe est usé.
3. Ourlage du couvercle défectueux.
4. Excès de joint du couvercle ou répartition irrégulière.
5. Crochet de corps trop long.

Remèdes :

1. Remplacer la molette.
2. Remplacer le roulement.
3. Vérifier les dimensions des couvercles.
4. Régler la jointeuse.
5. Contrôler la hauteur entre le plateau et le mandrin de sertissage et le réglage de la pression du plateau inférieur.

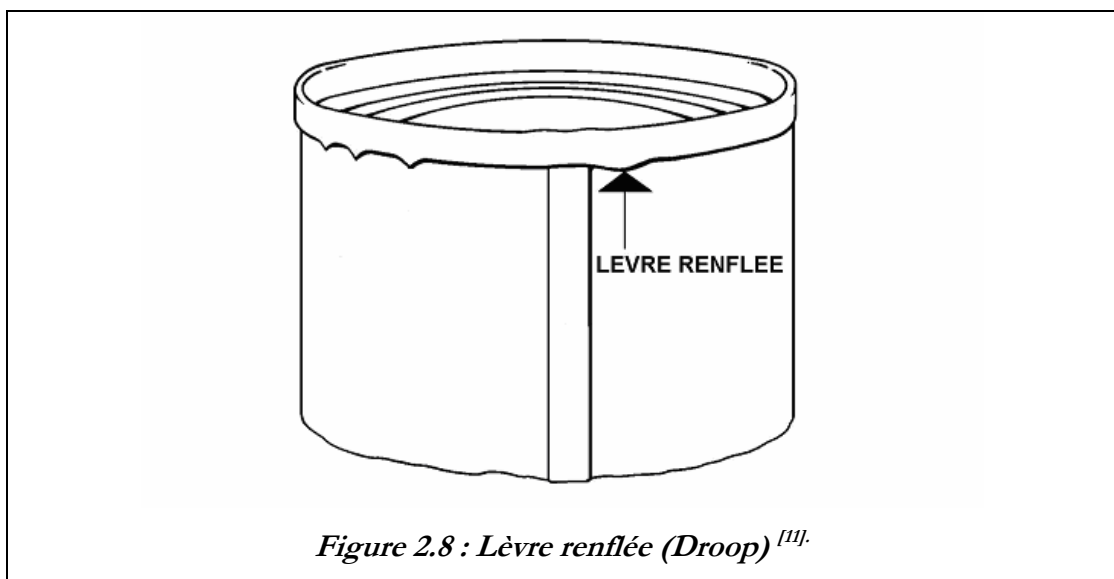


Figure 2.8 : Lèvre renflée (Droop) ^[11].

➤ 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 2.9).

Causes :

1. Positionnement incorrect de la molette de première passe.
2. Profil de la molette de première passe trop large.
3. Profil de la molette de première passe usé.
4. Excès de joint sur le rebord du couvercle.
5. Du produit est pris dans le sertissage.

Remèdes :

1. Régler l'éloignement de la molette et/ou la hauteur de la molette par rapport à la partie supérieure de la lèvre du mandrin de sertissage.
2. Remplacer la molette par une autre dont le profil soit plus étroit.
3. Remplacer la molette de première passe.
4. Vérifier les postes de jointage.
5. Vérifier les postes de presses et l'ourleuse, nettoyer.

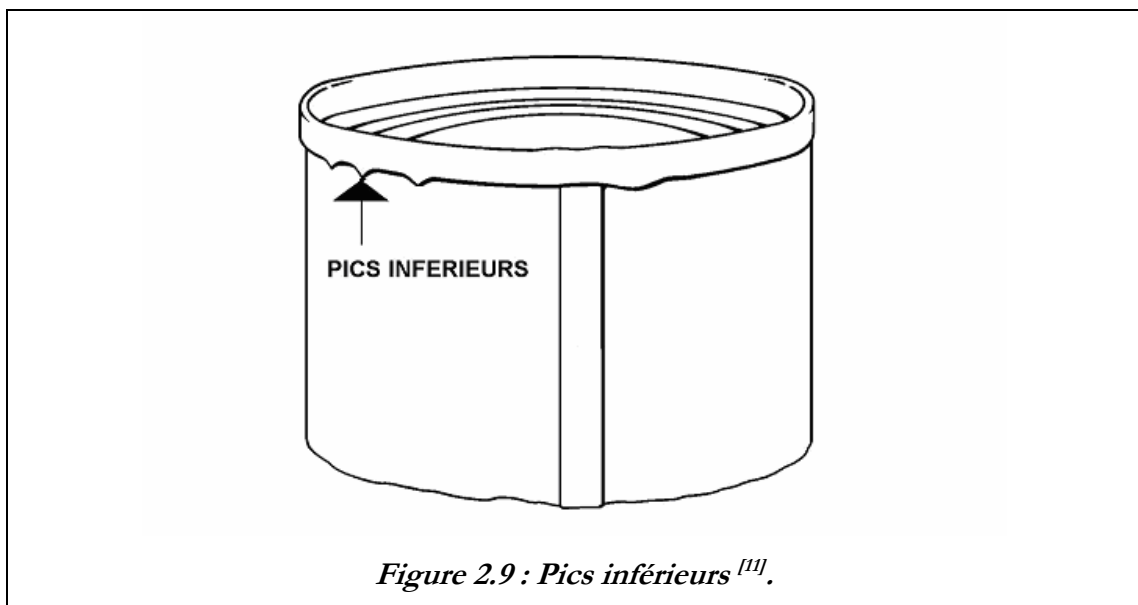


Figure 2.9 : Pics inférieurs ^[11].

➤ 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 2.10).

Causes :

1. Bord de la boîte courbé ou écrasé.
2. Ourlage du couvercle endommagé ou aplati.
3. Le rappel de la molette de première ou de deuxième passe n'est pas assez rapide et de cette manière le diamètre inférieur de la molette endommage l'ourlage du couvercle.
4. Centrage raté entre le couvercle et le bord tombé de la boîte.
5. Pression du plateau de compression faible

Remèdes :

1. Établir si la boîte a été endommagée avant ou après son entrée dans la sertisseuse. Si elle a été endommagée avant, il faut contrôler le système d'alimentation des boîtes et établir si la boîte entre correctement.

Si le bord est endommagé à l'intérieur de la sertisseuse, contrôler la synchronisation du système d'alimentation des couvercles et du système de passage entre l'alimentation des boîtes et la tourelle de sertissage.

Contrôler les guides d'alimentation des couvercles afin d'établir s'ils sont alignés de sorte qu'ils permettent à la boîte de monter correctement.

2. Contrôler le système séparateur des couvercles en cas où le défaut soit à cet endroit. Régler les lames ou les escargots séparateurs (ou d'autres éléments du système séparateur) afin que les couvercles soient séparés, sans forcer. En général, s'il y a une interférence qui endommage la boucle du couvercle, on doit contrôler le freinage et le glissement des couvercles.

3. Vérifier si le rappel de la molette en "position d'inertie" est exécuté aisément par le ressort de rappel. Contrôler le ressort de l'axe du levier de sertissage et le remplacer en cas de besoin.

4. Vérifier la pression du plateau de compression.

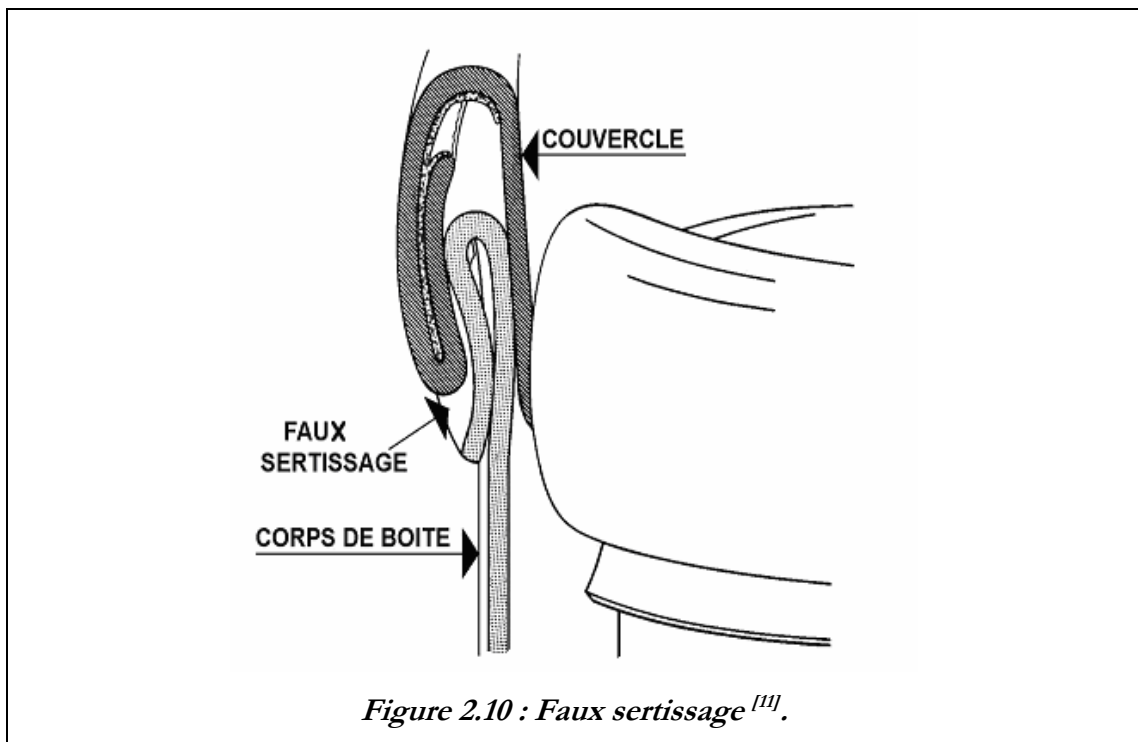


Figure 2.10 : Faux sertissage ^[11].

➤ Sertissage incomplet

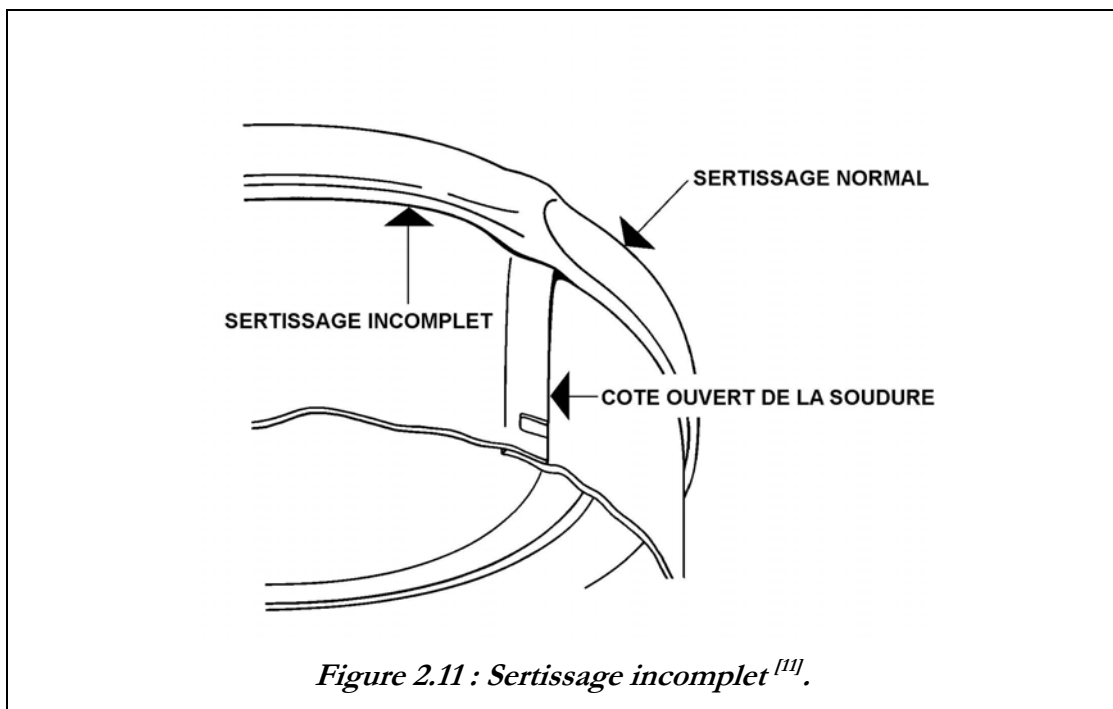
La deuxième passe de sertissage n'est pas complète. L'épaisseur du sertissage des deux côtés de la soudure longitudinale de la boîte est plus grande que le reste du sertissage (Figure 2.11).

Causes :

1. Le mandrin de sertissage est usé.
2. Les roulements des plateaux ne glissent pas parfaitement (dans les machines à boîte tournante).
3. Pression insuffisante du plateau de compression.
4. Blocage du roulement de la molette, ce qui empêche la molette même de tourner librement.
5. Les molettes de première et de deuxième passe sont trop serrées.
6. Le jeu vertical de l'arbre du mandrin de sertissage est excessif.
7. Il y a de l'huile ou de la graisse sur le mandrin ou sur le plateau.

Remèdes :

1. Remplacer le mandrin de sertissage.
2. Enlever le plateau et nettoyer les roulements inférieurs. Lubrifier avec du lubrifiant fluide. Si les roulements ne glissent pas parfaitement après le nettoyage, les remplacer.
3. Vérifier la pression du plateau de compression.
4. Remplacer le roulement.
5. Régler les molettes correctement.
6. Réduire le jeu et remplacer le roulement de l'arbre du mandrin.
7. Nettoyer.

**➤ 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 1.12).

Causes :

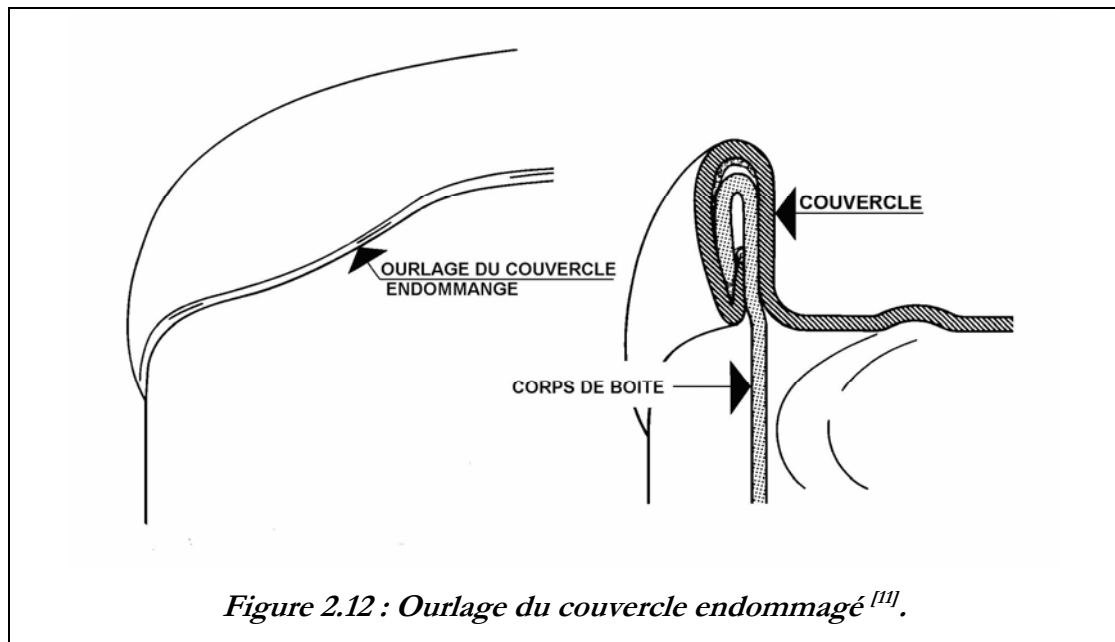
1. Les couvercles ont été endommagés dans la mouvementation.
2. Le réglage ou la synchronisation des lames ou des escargots séparateurs

n'est pas en phase avec la tourelle d'alimentation des couvercles.

3. 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 soulevée en position de sertissage.

Remèdes :

1. Vérifier l'état des couvercles.
2. S'assurer que l'étoile d'alimentation des couvercles soit synchronisée avec la tourelle de sertissage et que le guide d'entrée des boîtes soit aligné.
3. S'assurer que le ressort de rappel permette à la molette de retourner dans sa "position d'inertie" aisément.



➤ Bord de boîte tombé

C'est une condition semblable au faux sertissage (Figure 2.13).

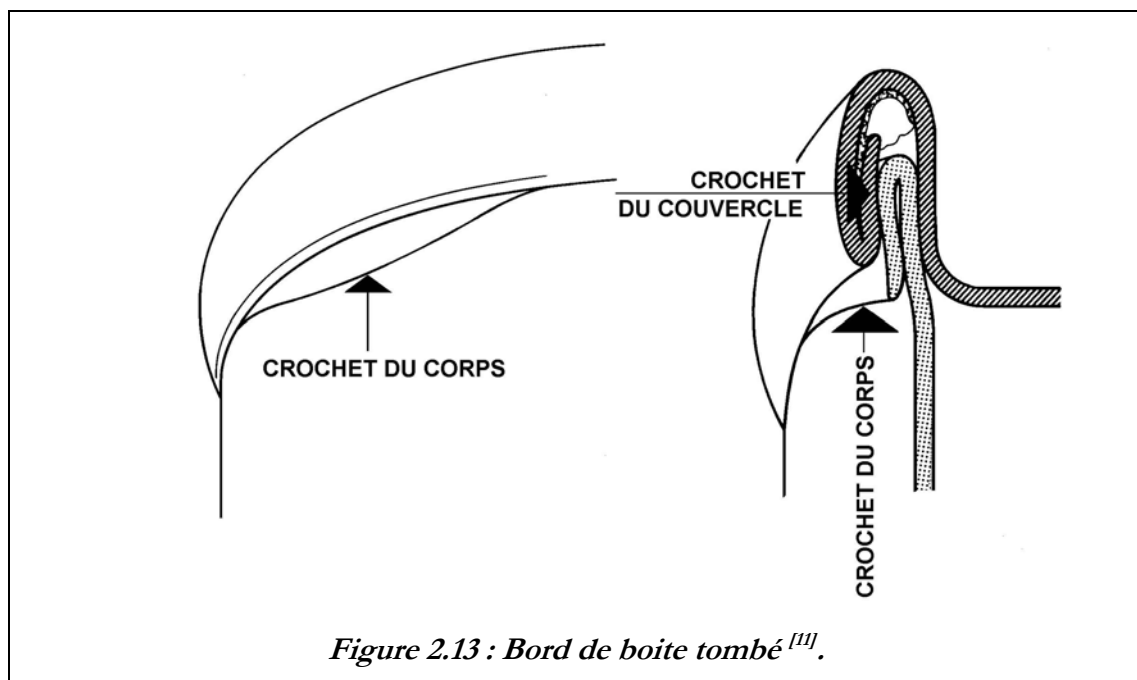
Causes :

1. Le bord de la boîte est endommagé dans le système de mouvement.
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.
3. Les molettes de sertissage de première et de deuxième passe retournent

dans leur position d'inertie trop lentement et de cette façon le bord inférieur de la molette endommage l'ourlage du couvercle et le bord de la boîte quand celle-ci est levée en position de sertissage.

Remèdes :

1. Contrôler tout le système de manutention de la boîte.
2. Vérifier si un "bord champignonné" s'est produit pendant la fabrication de la boîte.
3. Réaligner les guides de façon que le couvercle et le bord de la boîte ne se heurtent pas.
4. Synchroniser l'étoile d'alimentation des couvercles et le poussoir de la chaîne d'alimentation des boîtes avec la tourelle de sertissage.
5. S'assurer que le rappel de la molette en position d'inertie soit exécuté facilement par le ressort de rappel.



➤ 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 2.14).

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.

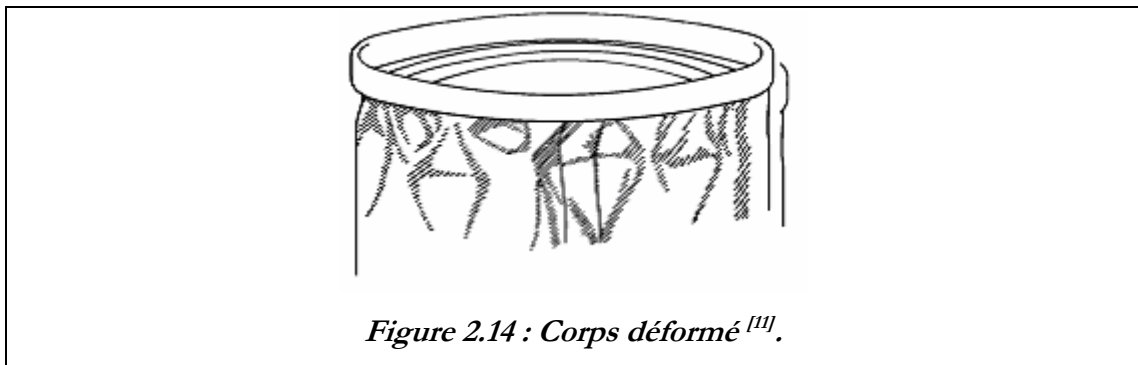


Figure 2.14 : Corps déformé ^[11].

➤ 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 2.15).

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 mouvement de la boîte.

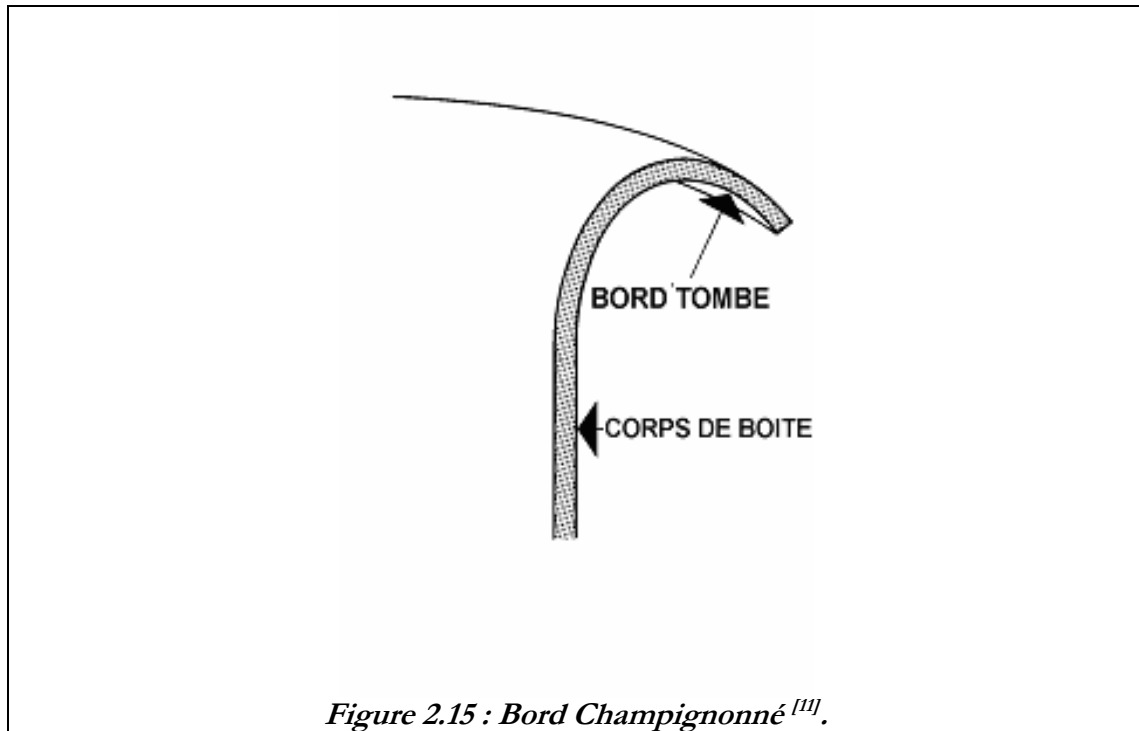


Figure 2.15 : Bord Champignonné^[11].

➤ **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.

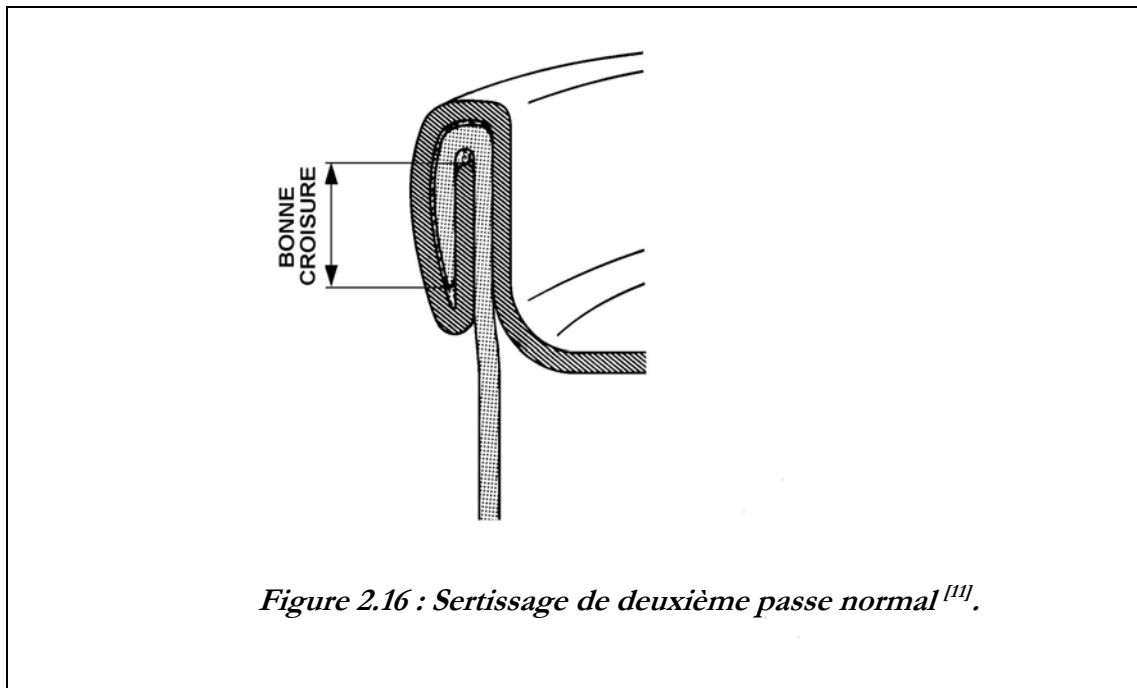
Le sertissage de deuxième passe idéal devrait être bien arrondi, la partie supérieure de la cuvette ne devrait pas être anguleuse et la soudure longitudinale de la boîte devrait avoir le minimum de droops (Figure 2.16).

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.



➤ Cuvette profonde

La profondeur de la cuvette donne une idée sur le crochet du couvercle qu'il soit court ou long, par conséquent une idée sur la croisure.

Causes :

1. Le jeu entre le profil de la molette de première passe et la lèvre du mandrin est excessif.
2. Le diamètre du mandrin est trop large pour le couvercle utilisé.
3. L'épaisseur de la lèvre du mandrin est trop grande.
4. La molette de première passe est usée.

Remèdes :

1. Régler le jeu de la molette de première passe de façon à ce que l'espace entre le profil de la molette et la surface supérieure de la lèvre du mandrin ne dépasse pas 0,08 mm au maximum.

2. Remplacer le mandrin par un autre dont l'épaisseur de la lèvre soit adéquate.

3. Remplacer la molette de première passe.

➤ 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 2.17).

Causes :

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

2. La molette de deuxième passe est trop serrée.

3. Les profils des molettes de deuxième passe sont usés.

Remèdes :

1. Remplacer les molettes de première passe.

2. Remplacer les molettes de deuxième passe.

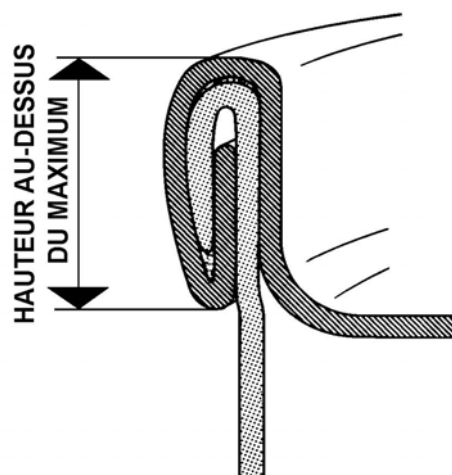


Figure 2.17 : Hauteur du serti au dessus du maximum

➤ Plis du crochet du couvercle

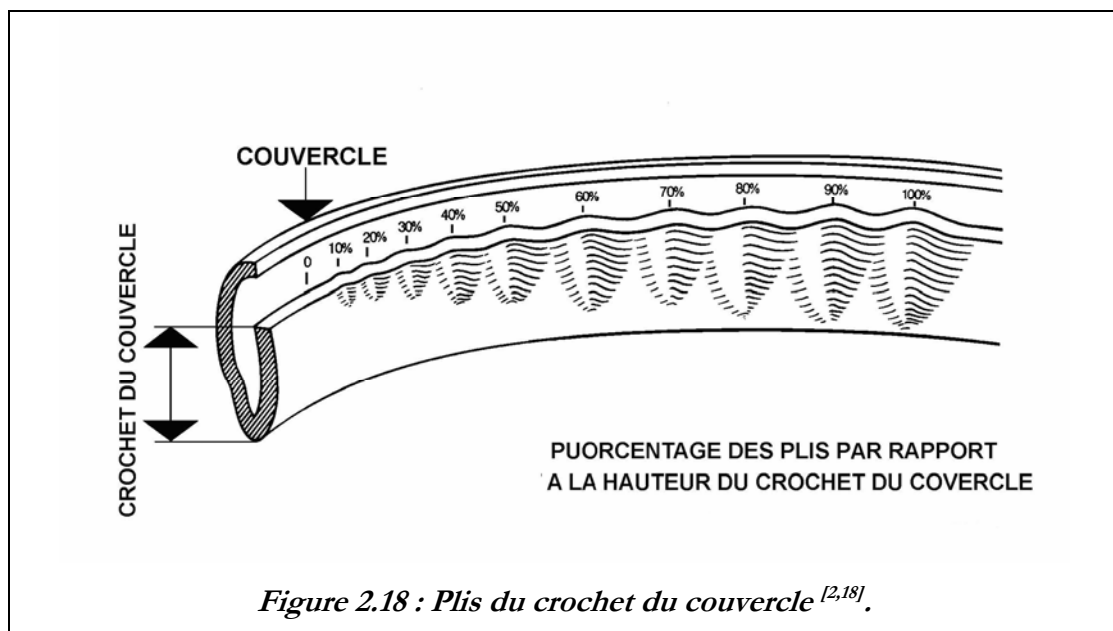
C'est un pli du couvercle qui s'étend vers le crochet du corps. On peut le détecter seulement en démontant le sertissage pour le contrôle (Figure 2.18).

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.
4. Le profil de première passe est trop large.
5. L'ourlage du couvercle est inadéquat.

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.
4. Vérifier l'état des couvercles avant le sertissage.



➤ Saut de sertissage

C'est un sertissage qui présente un relâchement près de la soudure longitudinale (Figure 2.19).

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.

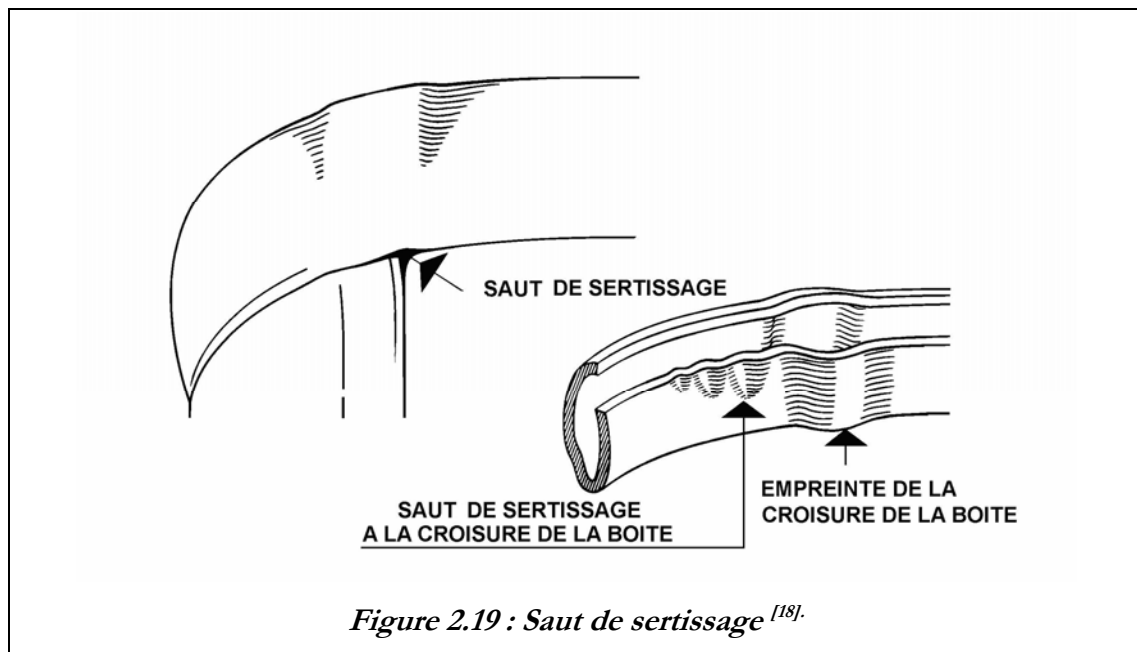


Figure 2.19 : Saut de sertissage ^[18].

➤ Crochet du couvercle court (Figure 2.20)

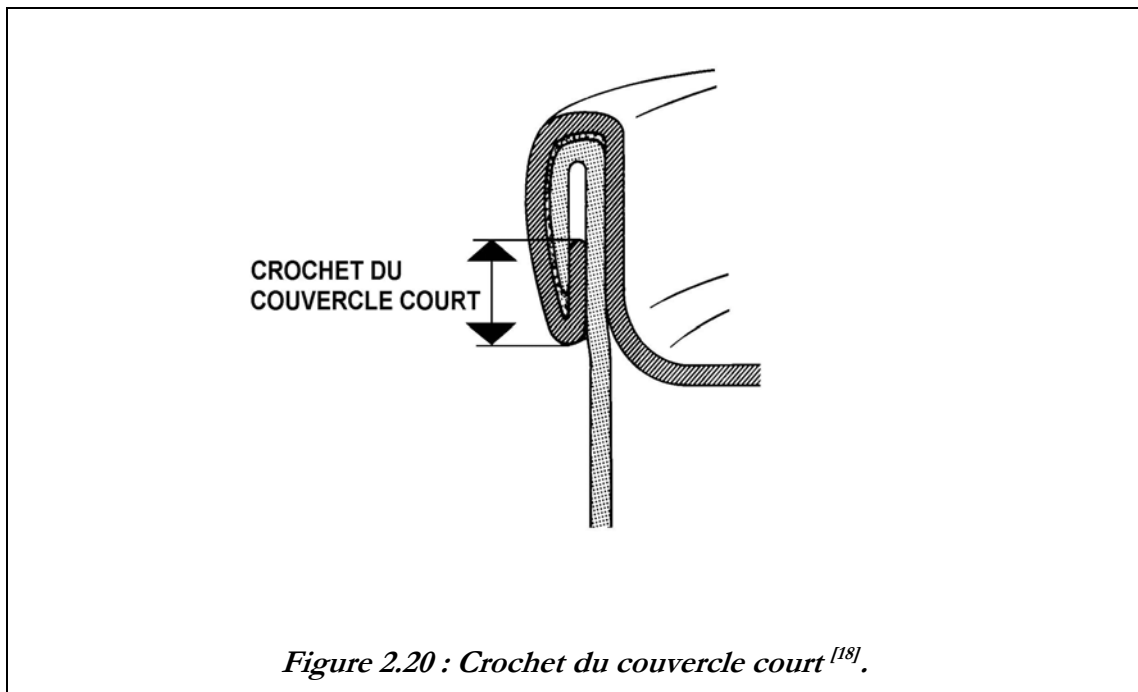
Causes :

1. La molette de première passe est lâche.
2. La cuvette est profonde et de cette façon elle limite la quantité de métal disponible pour le crochet du couvercle.
3. Le profil de la molette de première passe est usé.
4. Le profil de la molette de première passe est trop large.

5. La quantité de métal est insuffisante au niveau de l'ourlage, à cause de l'exiguïté du diamètre de coupe du moule des couvercles.
6. La pression du plateau de compression est excessive.
7. 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. Vérifier les dimensions des couvercles.
- 3 Remplacer la molette de première passe.
- 4 Remplacer la molette de première passe par une autre dont le profil soit plus étroit.
5. Vérifier l'état des couvercles.
6. Réduire la pression du plateau de compression.
7. Remplacer le roulement ou l'axe.



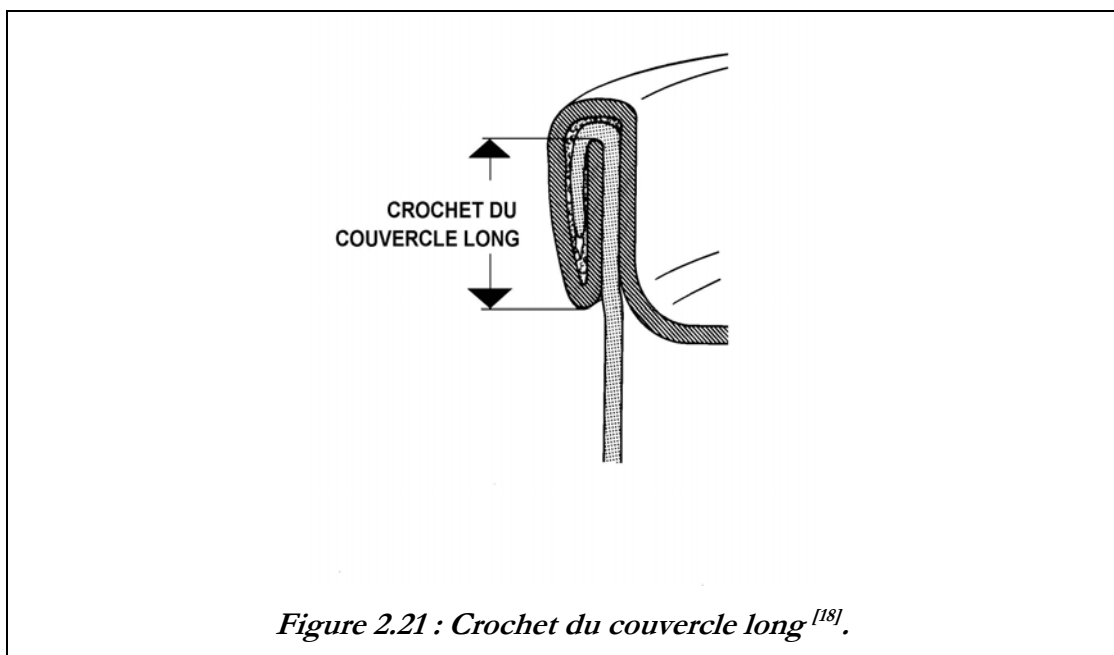
➤ **Crochet du couvercle long (Figure 2.21)**

Causes :

1. La molette de première passe est trop serrée.
2. Le profil de la molette de première passe est trop étroit.
3. La quantité de métal d'ourlage est excessive, à cause du diamètre de coupe du moule des couvercles trop large.
4. La cuvette est peu profonde à cause du mandrin utilisé ou inadéquat.
5. Le crochet du corps est court à cause de la pression insuffisante du plateau de compression.

Remèdes :

1. Régler la molette de première passe.
2. Remplacer la molette de première passe par une autre dont le profil soit plus large.
3. Vérifier l'état des couvercles.
4. Remplacer le mandrin de sertissage.
5. Augmenter la pression du plateau de compression afin d'obtenir un crochet du corps correct.



➤ 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 2.22).

Causes :

a- Sertisseuses à plateau à ressorts

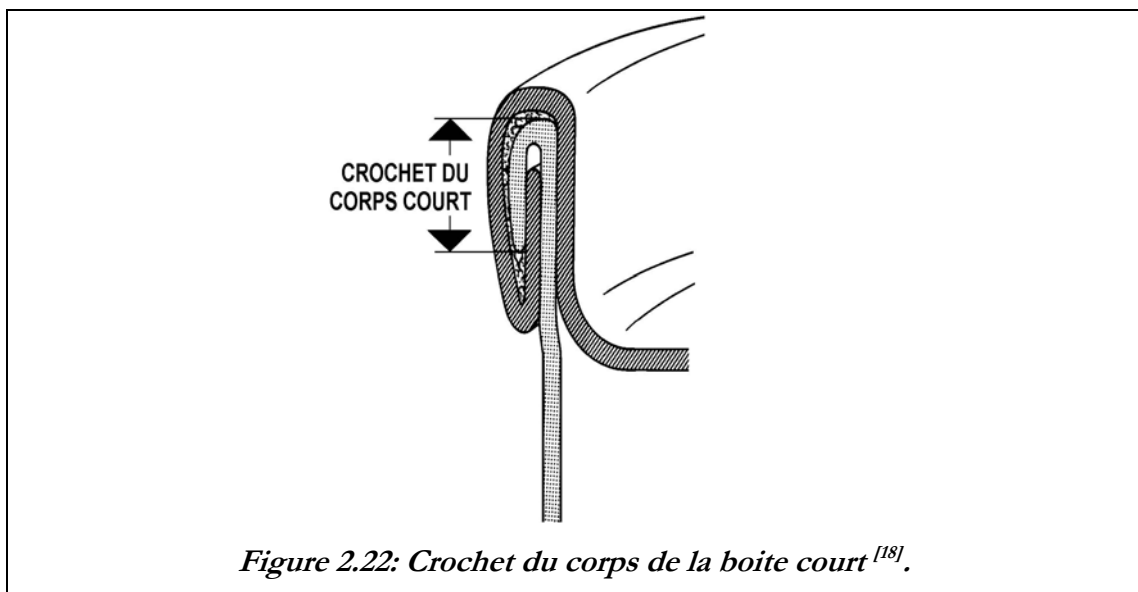
1. La pression du ressort du plateau est faible.
2. la hauteur de sertissage est faible.
3. Le ressort du plateau est endommagé.
4. Les corps ont des bordages au-dessous de la règle.

Remèdes :

1. Augmenter la pression du ressort du plateau ou le remplacer par un ressort plus fort.
2. Régler la hauteur correctement.
3. Remplacer le ressort du plateau.
4. Vérifier le bordage.

b- Sertisseuses à plateau solide

1. Le réglage de la hauteur entre le mandrin et le plateau est incorrect.



➤ 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 2.23).

Causes :

a- Sertisseuses à plateau à ressorts

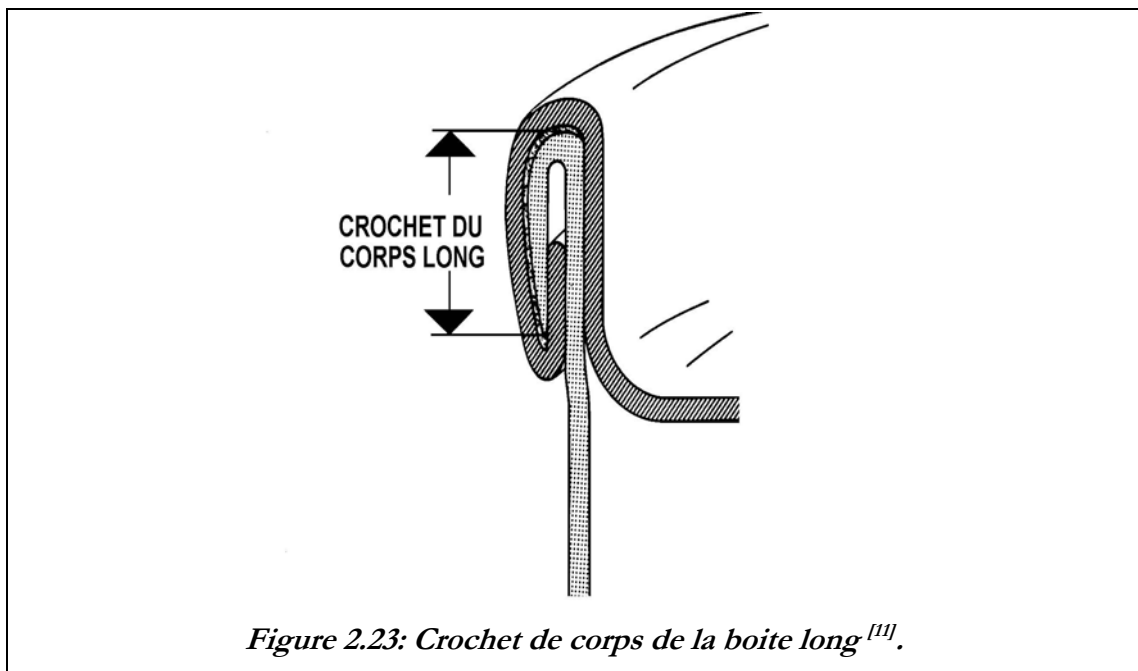
1. La pression du ressort du piston est excessive.
2. Le réglage de la hauteur entre le mandrin et le plateau est incorrect.
3. Bord à champignon.

b- Sertisseuses à plateau solide.

1. Le réglage de la hauteur entre le mandrin de sertissage et le plateau est incorrect.

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.



CHAPITRE III

PARTIE EXPERIMENTALE

INTRODUCTION

Il s'agit, durant cette partie du travail, de sertir des boites métalliques de format choisi tout en variant les paramètres de réglage et d'appliquer les différentes techniques d'évaluation du sertir pour optimiser les dimensions des paramètres relatifs à ce denier.

Les expériences sont planifiées en trois principaux essais:

Le premier essai consiste à varier trois paramètres en même temps qui sont:

- La pression du plateau de compression **P**,
- L'éloignement de la molette de première passe **R1**,
- L'éloignement de la molette de deuxième passe **R2**,

Les trois paramètres précédents étant déterminés à la fin du premier essai, ils seront pris comme paramètres fixes pour passer au deuxième essai qui consiste à varier un seul paramètre qui est le bordage du corps de boite à sertir **Bd**.

De même pour le troisième essai, la valeur du bordage déterminée à la fin du deuxième essai sera prise avec la pression **P**, les éloignements **R1** et **R2** comme paramètres fixes, la seule variable étant la profondeur du fond à sertir **Pf**.

I. EXAMEN ET CONTROLE DU SERTI DES BOITES

La technique d'évaluation d'un sertir porte sur trois aspects différents qui permettent d'obtenir des renseignements complets tant qualitatifs que quantitatifs :

1- l'examen visuel et les mesures extérieures qui fournissent une indication initiale de l'efficacité du sertir;

2- la mise à nu du sertir (décorticage du sertir) qui permet d'évaluer les caractéristiques de serrage, c'est à dire l'évaluation du taux de serrage et l'examen de l'empreinte de serrage;

3- la coupe transversale du serti qui permet de mesurer la croisure réelle au point de coupe (méthodes optiques).

1.1. EXAMEN VISUEL

L'examen visuel constitue le premier contrôle de la boîte et des sertis en vue de déceler des défauts de fabrication ou de sertissage. On procède comme suit :

1- tenir la boîte dans une main et faire glisser le serti entre le pouce et l'index de l'autre main en faisant au moins un tour complet, ceci aux deux extrémités de la boîte;

2- vérifier s'il y a des défauts de sertissage décrits au chapitre II;

3- s'assurer que les fermetures, le corps et l'agrafe des boîtes sont également examinés pour voir s'ils présentent des défauts.

1.2. CONTROLE DES DIMENSIONS EXTERIEURES DU SERTI ET POINTS DE MESURE

Toutes les mesures doivent être notées et la boîte doit être marquée de manière que les dimensions extérieures puissent être reliées directement aux dimensions intérieures (mise à nu du serti), le crochet de corps et le crochet de fond n'étant plus engagés. Il est beaucoup plus utile de relever les mesures du serti aux points qui indiquent la présence possible de défauts, comme les bourrelets ou les épaisseurs excessives. Pour les boîtes rondes, les mesures du serti doivent être effectuées en trois points de la périphérie de la boîte :

a- Sur les boîtes 2 pièces - à environ 120 degrés les uns des autres; et

b- Sur les boîtes 3 pièces - à au moins un centimètre de chaque côté de l'agrafe et à l'opposé de l'agrafe.

I.3. MISE À NU DU SERTI ET MESURE DES DIMENSIONS INTERIEURES

La mise à nu du serti permet de mesurer et d'évaluer les paramètres suivants :

- Le taux de serrage,
- La longueur du crochet de corps,
- La longueur du crochet de fond,
- L'empreinte de serrage,
- Les sauts de molettes.

Ces dimensions intérieures doivent correspondre à leurs dimensions extérieures respectives (hauteur, épaisseur, etc.).

Il est très important de reconnaître et de comprendre que le seul examen dimensionnel d'un serti ne permet pas toujours d'évaluer correctement sa qualité. L'examen visuel aux fins d'observation du serrage et d'anomalies visibles est aussi important.

Les fabricants de boîtes fournissent à leurs clients des directives qui indiquent la fréquence des essais et les points de mesure.

I.3.1. Etapes à suivre pour pratiquer un décorticage (mise à nu) du serti

Le décorticage ou la mise à nu du serti permet de mesurer les dimensions du crochet de couvercle, le crochet de corps, et permet aussi d'évaluer le taux de serrage du serti par observation de l'empreinte de serrage et les ondulations ou les rides.

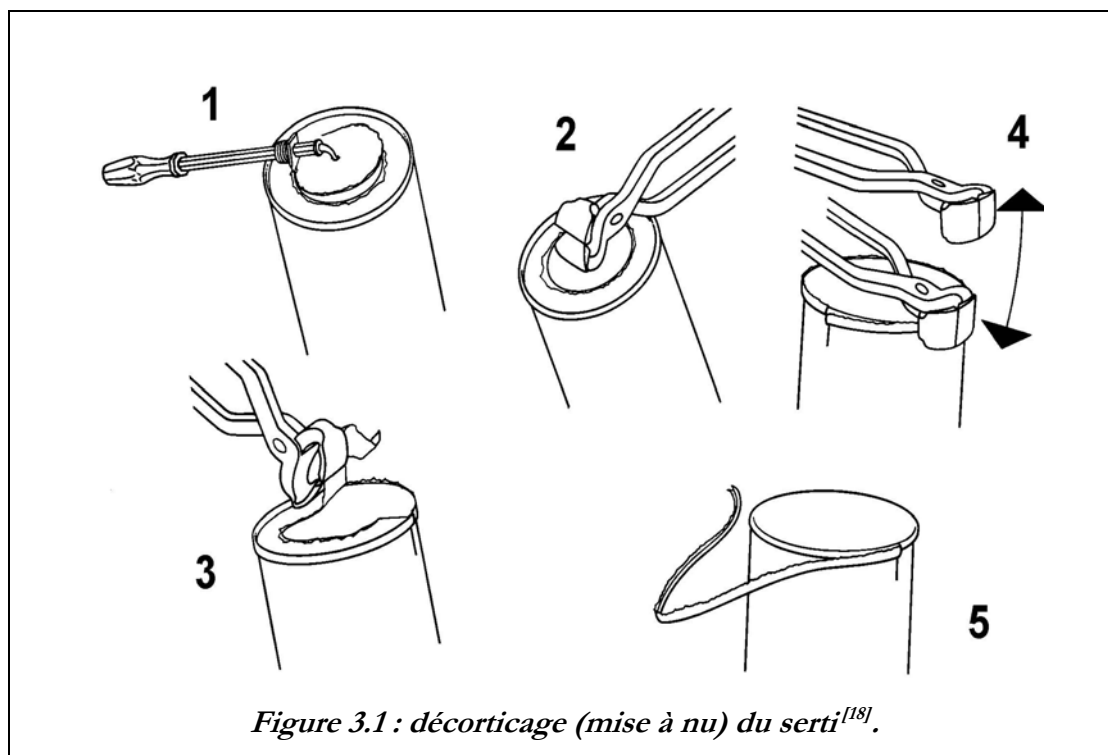
Pour réaliser une bonne mise à nu du serti il faut suivre les étapes suivantes:

1- Découper à l'aide d'un ouvre-boîte spécial ou de cisailles un disque au centre du couvercle de manière à laisser un anneau d'environ 1cm sur le pourtour du serti comme illustré à la Figure 3.1.

Dans le cas des boîtes à ouverture facile de type à languette d'arrachage, il suffit de tirer la languette et d'enlever le couvercle.

2- Enlever l'anneau résiduel à l'aide d'une pince coupante.

3- À l'aide de la pince, couper le serti à un pouce au moins de l'agrafe.



4- Dégager la partie restante du crochet de fond en tapant légèrement de point en point avec la pince sur tout le pourtour de la boîte en prenant soin de ne pas déformer le crochet de corps.

5- Mesurer la longueur du crochet de fond à l'aide du micromètre à main.

6- Mesurer la longueur du crochet de corps.

7- Examiner l'empreinte de serrage située sur la face intérieure du corps de la boîte près de la base du serti. L'empreinte doit apparaître comme une ligne continue et nette, mais pas trop profonde, sur tout le pourtour de la boîte.

8- Examiner l'intérieur du crochet de fond et déterminer le taux de serrage d'après les rides.

L'exécution de la première passe qui consiste à replier l'ourlet du couvercle sur le bord de boîte, provoque inévitablement des rides sur le crochet de fond, notamment dans le cas de boîtes non rondes dont le serti présente un changement

prononcé de courbure. Ces rides doivent être aplanies au cours de la deuxième passe par compression des cinq épaisseurs de métal constituant le serti.

1.4. RIDES

La présence de rides indique que le serti n'est peut-être pas suffisamment serré. Les rides ont trois dimensions, soit :

1- La longueur qui est la distance sur laquelle se prolonge la ride depuis le bord du crochet de fond jusqu'au point où elle n'est plus visible.

2- La profondeur qui est la distance sur laquelle la ride se prolonge depuis la face du crochet de fond en direction du corps de la boîte; et

3- La largeur qui est la distance sur laquelle la ride se prolonge le long de l'arête du crochet de fond, c'est-à-dire sa longueur circonférentielle.

A mesure que le serti devient plus serré, ces dimensions diminuent. La longueur de toute ride qui subsiste après l'exécution de la deuxième passe peut être évaluée visuellement et donner une idée du serrage obtenu, à condition que tous les autres paramètres soient dans les limites recommandées. Cette évaluation des rides d'un serti bien formé permet d'obtenir une méthode fiable de déterminer le taux de serrage.

1.5. TAUX DE SERRAGE

La méthode la plus courante pour exprimer le taux de serrage est celle du serrage exprimé en pourcentage qui est le rapport estimé entre la portion (longueur) du crochet de fond non ridée et la longueur du crochet de fond. Le taux de serrage est fonction de la longueur de la ride la plus longue présente sur tout le pourtour du crochet de fond. Le taux de laxité est l'inverse du taux de serrage (par exemple, un taux de serrage de 60% équivaut à un taux de laxité de 40%).

$$\text{Taux de serrage en \%} = \frac{\text{Portion non-ridée du crochet de fond}}{\text{Longueur du crochet de fond}} \cdot 100 \quad (1)$$

L'un des moyens de résoudre ce problème d'évaluation de degré de serrage du serti consiste à évaluer aussi l'espace libre et le pourcentage de compacité, conformément aux directives du fabricant des boîtes.

$$\text{Compacité en \%} = \frac{3 \cdot \text{épaisseur du fond} + 2 \cdot \text{épaisseur du corps}}{\text{épaisseur du serti}} \cdot 100 \quad (2)$$

Les fabricants de boîtes recommandent un pourcentage minimum de compacité de 75 % dans la principale zone de joint d'étanchéité.

1.6. COUPES ET PROJECTION DU SERTI

La coupe du serti permet de déterminer directement les dimensions du serti ainsi que les facteurs d'efficacité comme la croisure réelle, et le degré de croisure. Les coupes s'effectuent par sciage au moyen d'une petite scie électrique double. (Figure 3.2). La projection se fait à l'aide d'un projecteur de profil (Figure 3.3), calibré conformément aux instructions du fabricant utilisé pour projeter l'image du serti et à l'aide du pied à coulisse intégré, on peut mesurer à même l'image projetée, les paramètres du sertissage, à savoir : la croisure, la longueur des crochets de corps et de fond, la hauteur et l'épaisseur du serti.

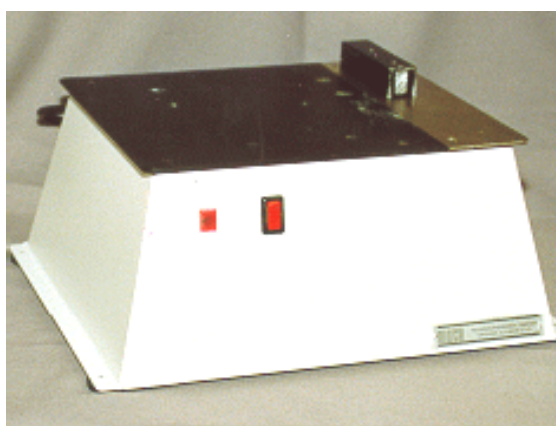


Figure 3.2: Scie électrique double.



Figure 3.3 : Projecteur de profil

II. MODE OPERATOIRE

A travers notre travail expérimental, nous allons chercher à optimiser, pour un format choisi, qui est dans notre cas, le format 108 (boîte de 108 mm de diamètre). Ce dernier étant le plus produit par l'entreprise, les paramètres du serti suivants:

1. Profondeur de cuvette **P.cv**;
2. Epaisseur du serti **E.S**;
3. Hauteur du serti **H.S**;
4. Crochet de fond/couvercle **C.CV**;
5. Crochet de corps **C.CP**;
6. Croisure;
7. Compacité **CT**.

Et ceci tout en variant les paramètres de réglage relatifs à la machine et qui sont:

1. Pression du plateau de compression **P**;
2. Eloignement de la molette de 1ère passe **R1**;
3. Eloignement de la molette de 2ème passe **R2**;
4. Bord à sertir du corps de boîte (bordage) **Bd**;
5. Profondeur du fond/couvercle à sertir **Pf**.

II.1 FER BLANC UTILISE POUR LES ESSAIS

- Les Caractéristiques de la plaque utilisée pour la fabrication des corps de boîtes:

- 0.21x718x955 – 2.8/2.8 ETP. SOLLAC. France - 1.K.T52. CA 311. Stone
- Sens de roulage: Sens de laminage

- Les Caractéristiques de la plaque utilisée pour la fabrication des couvercles:

- 0.21x936x1050 – 2.8/2.8 ETP. SOLLAC. France – 1.K T57. BA 300. Stone
- 20 mg de joint alimentaire par couvercle.

III. PRESENTATION DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS

A la fin des essais réalisés, les résultats obtenus sont présentés comme suit:

III.1. PREMIER ESSAI

Quoi que les deux paramètres qui sont le bordage du corps de boîte et la profondeur du fond à sertir sont des paramètres à définir expérimentalement, mais dans un premier temps on doit les choisir fixes afin de réaliser le premier essai.

- **Paramètres fixes:**

- a- Bordage du corps de boîte; **Bd**
- b- Profondeur du fond à sertir; **Pf**

- **Paramètres variables:**

- a- Pression du plateau de compression **P**;
- b- Eloignement de la molette de première passe **R1**;
- c- Eloignement de la molette de deuxième passe **R2**.

Les résultats du premier essai sont représentés dans le tableau 3.1, où les significations des abréviations utilisées sont :

Cr.R[mm] : Croisure réelle exprimée en mm;

Cr.R[%] : Croisure réelle exprimée en pourcentage;

Cr.Th[mm] : Croisure théorique exprimée en mm

Cr.Th[%] : Croisure théorique exprimée en pourcentage.

Essai N°	P[Kgf]	R1[10 ⁻² mm]	R2[10 ⁻² mm]	P.cv[mm]	E.S[mm]	H.S[mm]	C.CV[mm]	C.CP[mm]	Cr.R[mm]	Cr.R[%]	Cr.Th[mm]	Cr.Th[%]	CT[%]
1	265	40	20	2,29	1,25	1,68	1,27	1,10	0,80	62	0,90	86	84
2	265	40	50	2,29	1,32	1,68	1,22	1,12	0,81	65	0,87	83	80
3	265	40	80	2,24	1,44	1,64	1,13	1,07	0,77	69	0,77	76	73
4	265	75	20	2,31	1,27	1,75	1,21	1,11	0,78	58	0,78	70	83
5	265	75	50	2,31	1,33	1,74	1,20	1,09	0,73	56	0,76	68	79
6	265	75	80	2,29	1,39	1,70	1,12	1,05	0,67	53	0,68	64	76
7	265	110	20	2,34	1,26	1,83	1,09	1,05	0,60	33	0,52	43	83
8	265	110	50	2,31	1,31	1,83	1,07	1,05	0,58	40	0,50	42	80
9	265	110	80	2,31	1,44	1,76	1,03	1,04	0,44	32	0,52	46	73
10	1300	40	20	2,31	1,27	1,72	1,21	1,27	0,90	67	0,97	89	83
11	1300	40	50	2,27	1,34	1,71	1,11	1,27	0,90	72	0,88	81	78
12	1300	40	80	2,26	1,44	1,68	1,09	1,26	0,84	67	0,88	84	73
13	1300	75	20	2,27	1,26	1,74	1,21	1,28	0,86	62	0,96	86	83
14	1300	75	50	2,26	1,39	1,72	1,11	1,28	0,79	59	0,88	81	76
15	1300	75	80	2,25	1,49	1,71	1,00	1,27	0,65	52	0,77	71	70
16	1300	110	20	2,34	1,23	1,84	1,09	1,25	0,62	40	0,71	59	85
17	1300	110	50	2,29	1,31	1,82	1,01	1,22	0,61	42	0,62	52	80
18	1300	110	80	2,28	1,46	1,78	0,99	1,21	0,47	33	0,63	55	72
19	3200	40	20	2,32	1,27	1,74	1,20	1,28	0,95	73	0,95	86	83
20	3200	40	50	2,30	1,33	1,70	1,10	1,32	0,95	79	0,93	87	79
21	3200	40	80	2,24	1,49	1,65	1,06	1,25	0,87	77	0,87	85	70
22	3200	75	20	2,32	1,27	1,79	1,16	1,29	0,86	64	0,87	75	83
23	3200	75	50	2,30	1,33	1,78	1,11	1,33	0,82	60	0,87	76	79
24	3200	75	80	2,30	1,41	1,76	1,00	1,30	0,75	52	0,75	66	74
25	3200	110	20	2,36	1,25	1,85	1,03	1,31	0,70	51	0,70	57	84
26	3200	110	50	2,31	1,37	1,85	0,98	1,32	0,57	39	0,66	54	77
27	3200	110	80	2,29	1,45	1,82	0,95	1,25	0,50	35	0,59	50	72

Tableau 3.1 : Résultats du premier essai

III. 1.1. Interprétations des résultats du premier essai

a. Profondeur de la cuvette

La figure 3.4 représente l'évolution de la profondeur de cuvette pour différents essais de réglage.

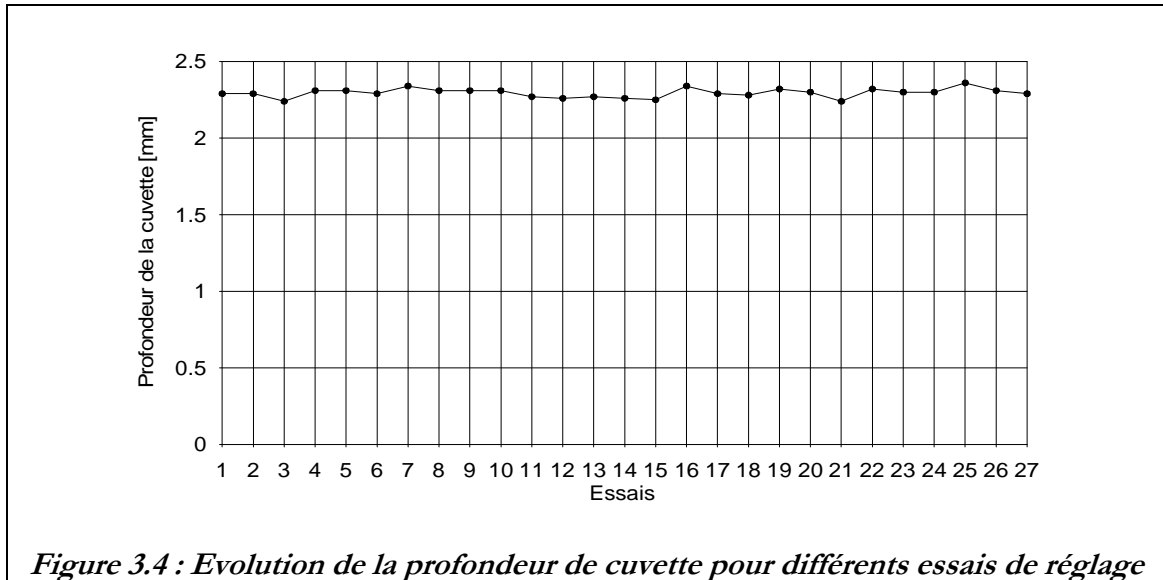


Figure 3.4 : Evolution de la profondeur de cuvette pour différents essais de réglage

D'après cette figure, on remarque que :

1. Lorsque **R2** augmente, la profondeur de cuvette diminue du fait que quand la molette de deuxième passe est proche du mandrin de serti, le métal est compressé et tend à remplir tout vide existant ce qui provoque une augmentation de la profondeur de cuvette.
2. Cette variation de la profondeur de cuvette en fonction de **R2** est faible.

b. Epaisseur du serti

La figure 3.5 représente l'évolution de l'épaisseur du serti pour différents essais de réglage. De cette figure on peut conclure que :

1. L'épaisseur du serti est proportionnelle à l'éloignement de la molette de deuxième passe **R2** : cela veut dire que tant la molette **R2** est proche du mandrin de serti, l'épaisseur du serti diminue (le métal est bien compressé)
2. C'est le réglage de la molette de deuxième passe **R2** qui influe l'épaisseur du serti.

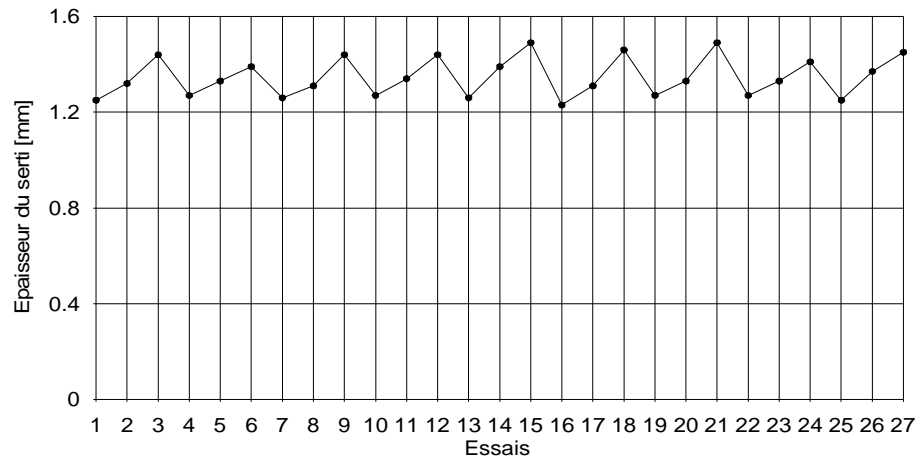


Figure 3.5 : Evolution de l'épaisseur du serti pour différents essais de réglage

c. Hauteur du serti

La variation de la hauteur du serti pour différents essais de réglage est représentée dans la figure 3.6.

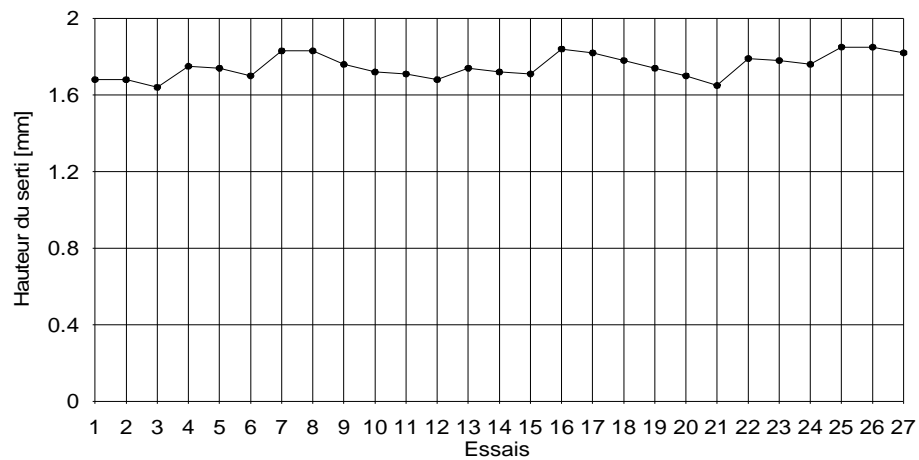


Figure 3.6 : Evolution de la hauteur du serti pour différents essais de réglage

Cette dernière montre que :

1. Lorsque **R2** augmente, la hauteur de serti diminue du fait que quand la molette de deuxième passe est proche du mandrin de serti, le métal est comprimé et tend à remplir tout vide existant ce qui provoque une augmentation de la hauteur de serti.
2. Cette variation de la hauteur de serti en fonction de **R2** est faible.

d. Crochet du couvercle

D'après la figure 3.7, on remarque que :

1. C'est la variation de la molette de première passe qui influe le crochet de couvercle, c'est-à-dire, tant que l'éloignement **R1** diminue, le crochet de couvercle augmente car le repli de ce dernier devient plus important.

2. Le crochet du couvercle est inversement proportionnel à la pression du plateau de compression exercée pour l'opération de sertissage.

3. La variation du crochet de couvercle avec l'éloignement de la molette de deuxième passe **R2** est négligeable.

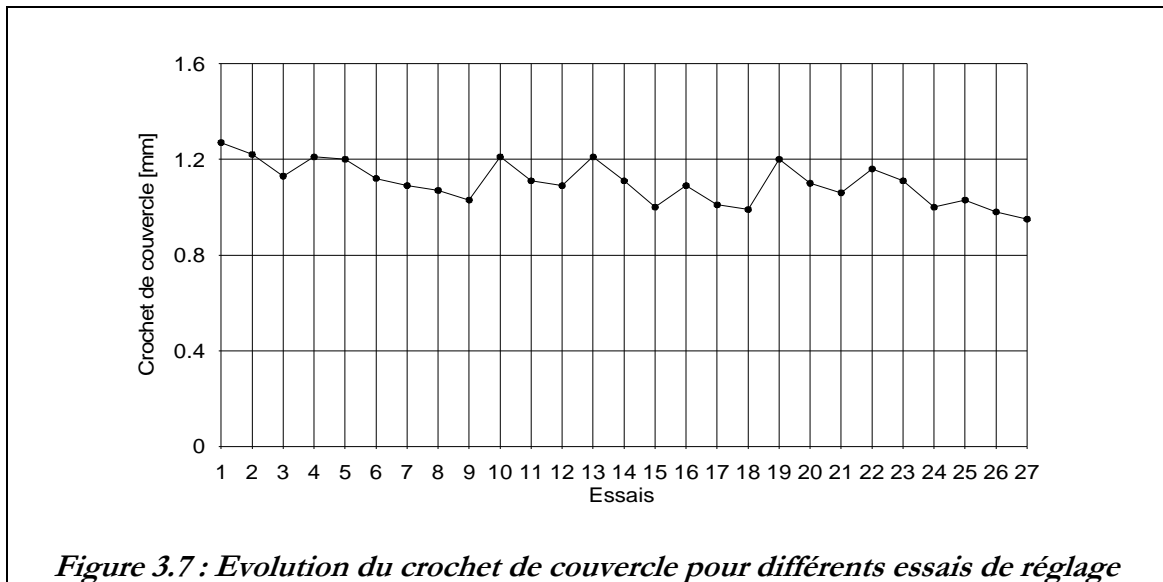


Figure 3.7 : Evolution du crochet de couvercle pour différents essais de réglage

e. Crochet de corps

Le paramètre qui influe sur le crochet de corps (figure 3.8) est la pression exercée par le plateau de compression. Si cette dernière augmente, on aura un crochet de corps relativement important.

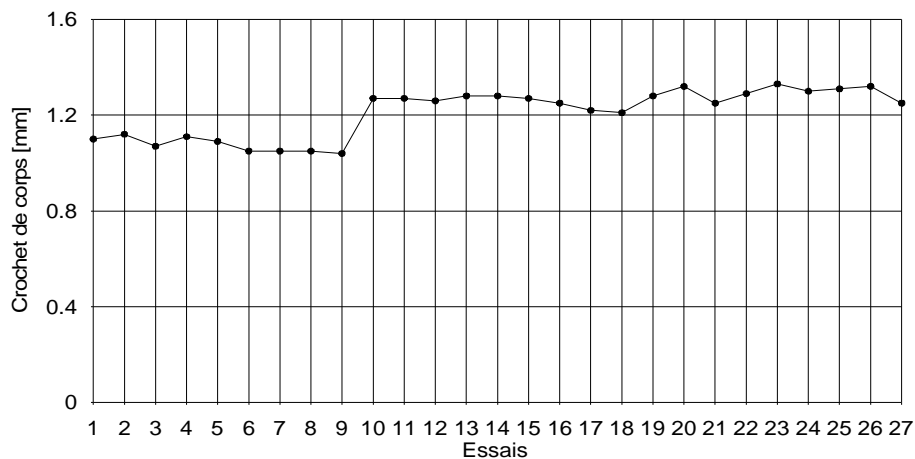


Figure 3.8 : Evolution du crochet de corps pour différents essais de réglage

f. Croisure

Les figures 3.9 et 3.10 représentent l'évolution de la croisure pour différents essais de réglage. De ces figures on peut conclure que :

1. La pression du plateau de compression influe considérablement sur la croisure ainsi elle augmente proportionnellement avec la pression.
2. Tant que l'éloignement de la molette de première passe augmente, le crochet de couvercle diminue, et par conséquent la croisure diminue.
3. La superposition des courbes des croisures réelles et théoriques montre qu'elles ont la même allure avec un léger décalage que nous jugeons expérimentalement acceptable.

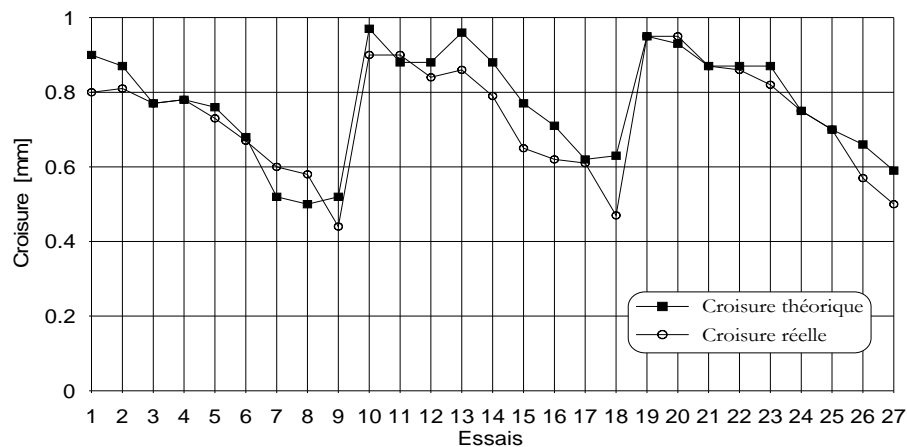
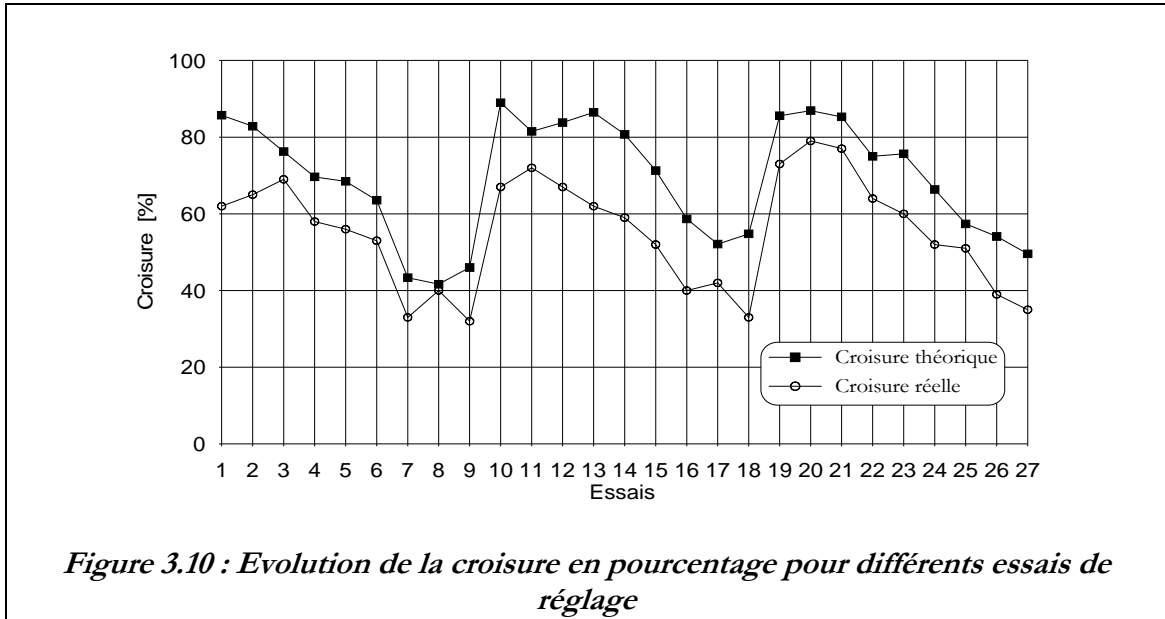
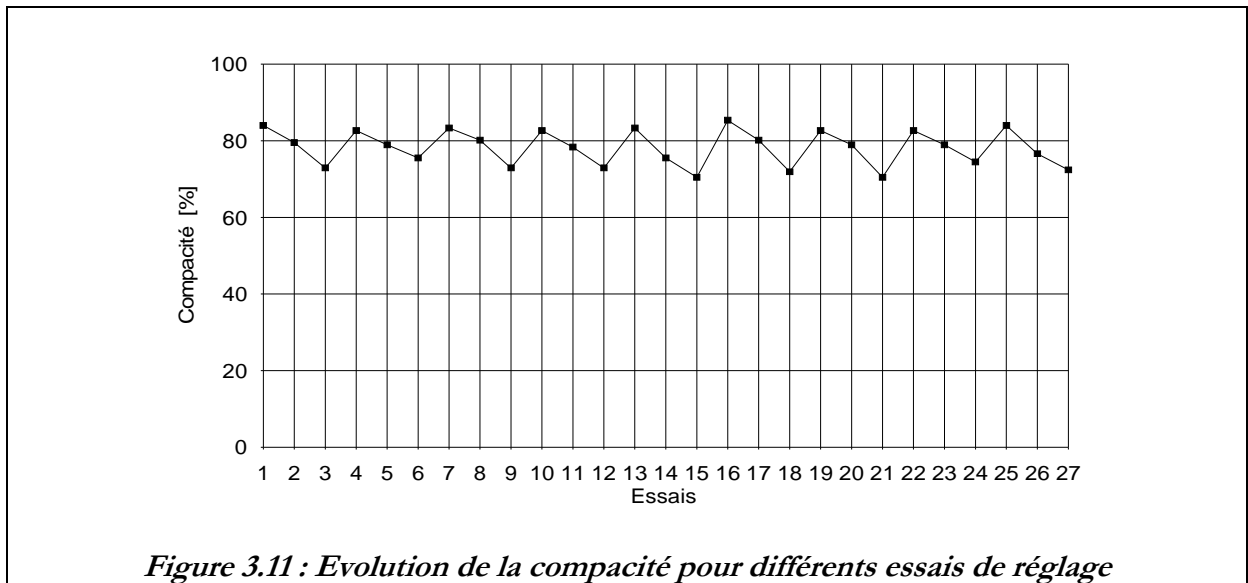


Figure 3.9 : Evolution de la croisure en mm pour différents essais de réglage



g. Compacité

La compacité (figure 3.11), dans cet essai, est inversement proportionnelle à l'épaisseur du serti qui à son tour est proportionnel à l'éloignement de la molette de deuxième passe **R2**, c'est-à-dire, quand **R2** est faible, l'épaisseur du serti est faible, par conséquent la compacité est plus élevée, autrement dit, le métal est bien comprimé et présente moins de vides à l'intérieur du serti.



III.2. DEUXIEME ESSAI

Durant cet essai, le nombre de variables est réduit à une seule variable.

- **Paramètre variable:**
 - a- **Bd**: Bordage du corps de boîte.
- **Paramètres fixes :**
 - a- **P**: Pression du plateau de compression;
 - b- **R1**: Eloignement de la molette de première passe;
 - c- **R2**: Eloignement de la molette de deuxième passe;

Les résultats du deuxième essai sont représentés dans le tableau 3.2.

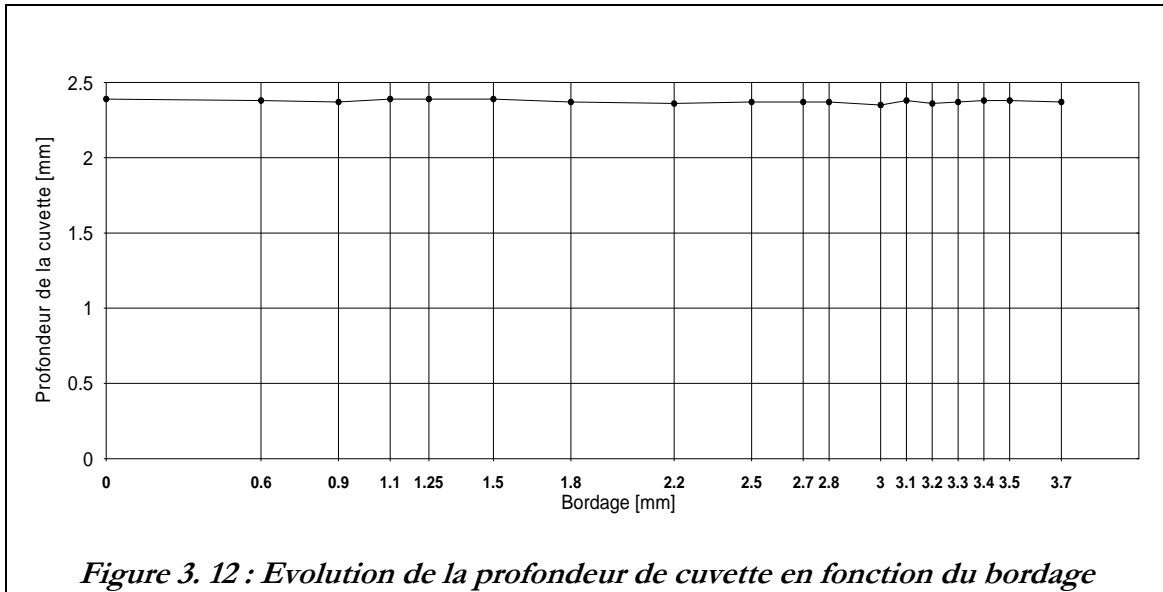
Bd[mm]	P.cv[mm]	E.S[mm]	H.S[mm]	C.CV[mm]	C.CP[mm]	Cr.R[mm]	Cr.R[%]	Cr.Th[mm]	Cr.Th[%]	CT[%]
0	2,39	1,22	1,74	1,38	0	0	0	-0,15	-14	86
0,6	2,38	1,24	1,82	1,32	0	0	0	-0,29	-24	85
0,9	2,37	1,2	1,82	1,38	0	0	0	-0,23	-19	88
1,1	2,39	1,24	1,82	1,28	0	0	0	-0,33	-28	85
1,25	2,39	1,2	1,82	1,33	0	0	0	-0,28	-24	88
1,5	2,39	1,2	1,82	1,42	0	0	0	-0,19	-16	88
1,8	2,37	1,2	1,81	1,3	0	0	0	-0,3	-25	88
2,2	2,36	1,24	1,86	1,12	0,56	0,14	11	0,03	2	85
2,5	2,37	1,2	1,79	1,24	0,67	0,23	17	0,33	28	88
2,7	2,37	1,21	1,8	1,25	0,96	0,56	41	0,62	53	87
2,8	2,37	1,21	1,81	1,31	1,07	0,71	52	0,78	66	87
3	2,35	1,21	1,81	1,24	1,25	0,82	59	0,89	75	87
3,1	2,38	1,25	1,84	1,25	1,29	0,83	58	0,91	75	84
3,2	2,36	1,27	1,83	1,29	1,32	0,87	63	0,99	83	83
3,3	2,37	1,27	1,76	1,18	1,36	0,94	68	0,99	88	83
3,4	2,38	1,3	1,84	1,23	1,49	1	70	1,09	90	81
3,5	2,38	1,3	1,84	1,27	1,46	1,03	73	1,1	91	81
3,7	2,37	1,34	1,9	1,24	1,52	1	68	1,07	84	78

Tableau 3.2 : Résultats du deuxième essai

III.2.1. Interprétations des résultats du deuxième essai

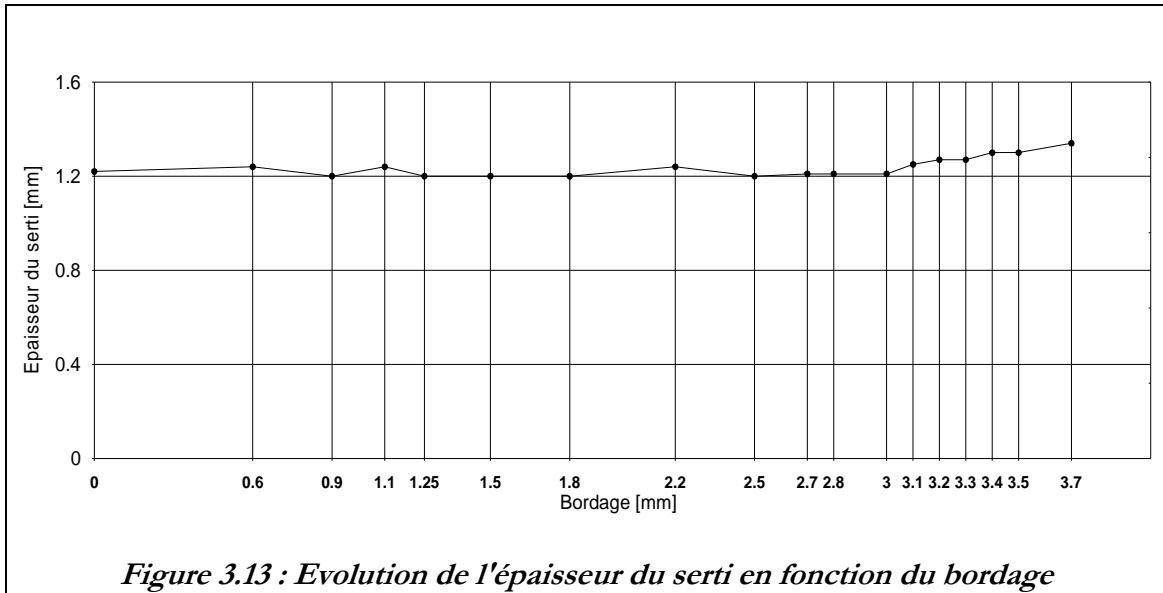
a. Profondeur de cuvette

La figure 3.12 représente l'évolution de la profondeur de cuvette en fonction du bordage, où on observe que le bordage, qui est une caractéristique du corps de boîte, n'influe pas la profondeur de cuvette, ce qui est traduit par une courbe quasi linéaire.



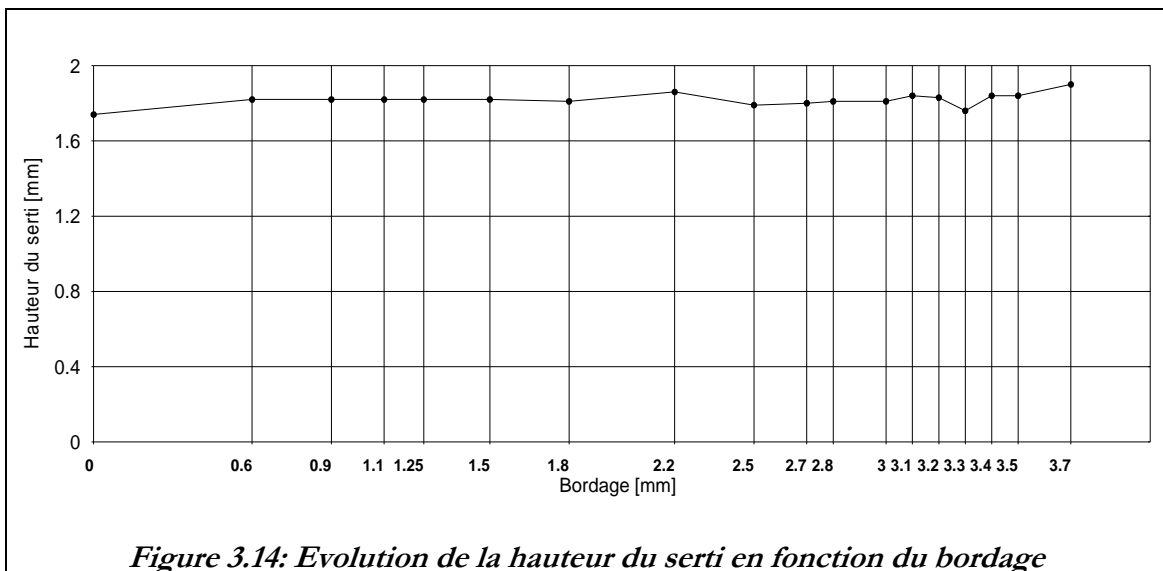
b. Epaisseur du serti

La figure 3.13 représente l'évolution de l'épaisseur du serti pour différents essais de réglage. De cette figure on peut conclure que l'épaisseur du serti varie d'une façon monotone avec le bordage, cela peut être expliqué par le fait que le crochet de corps est inexistant lorsque le bordage est faible, c'est-à-dire on aura un manque d'une épaisseur de métal parmi les cinq épaisseurs qui constituent l'épaisseur du serti.



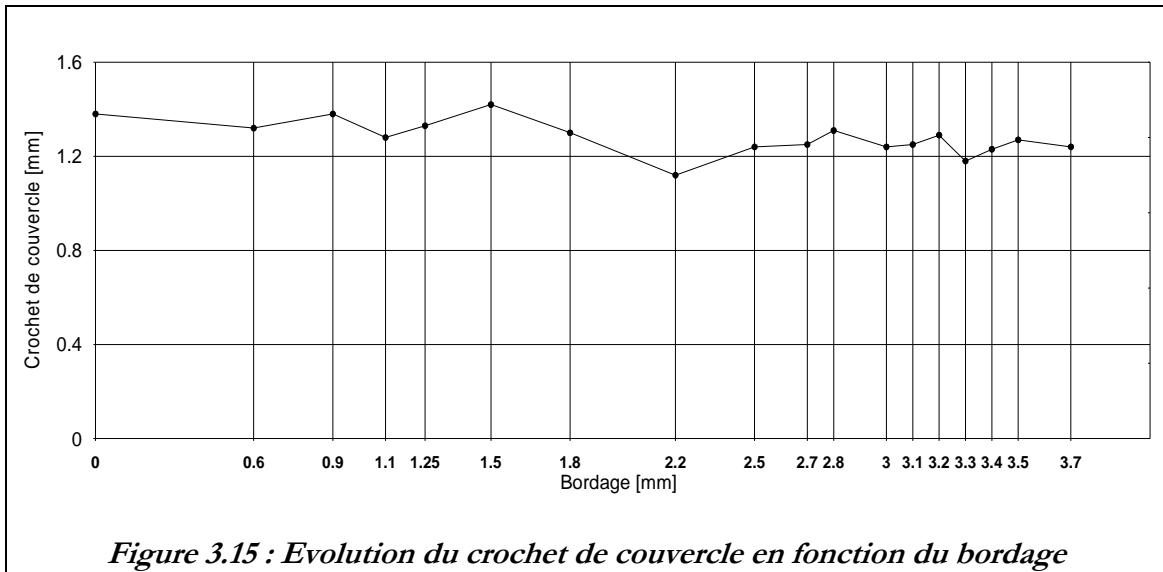
c. Hauteur du serti

Les variations de la hauteur du serti en fonction du bordage sont représentées dans la figure 3.14. Cette dernière montre que la hauteur du serti ne varie pas avec le bordage du fait que ce dernier caractérise le corps de boîte.



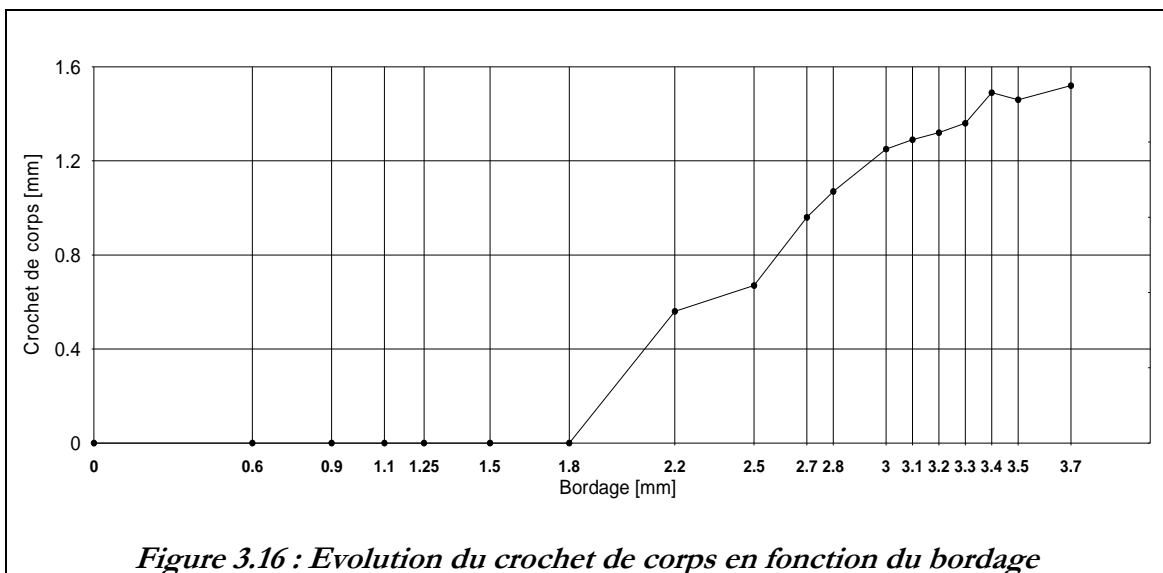
d. Crochet du couvercle

D'après la figure 3.15, on remarque qu'au début le crochet du couvercle est inexistant si non il présente une forme quelconque ce qui est traduit par une disparition du bordage et du crochet de corps, ensuite il devient constant.



e. Crochet de corps

La courbe 3.16 montre que tant que le bordage est faible, le crochet de corps est nul. Après une certaine valeur du bordage, à savoir 2.2 mm pour ce type de format choisi, on aura une augmentation du crochet de corps.



f. Croisure

Les figures 3.17 et 3.18 représentent l'évolution de la croisure en fonction du bordage. De ces figures on peut conclure que :

1. La croisure réelle est nulle au début et devient de plus en plus importante en fonction de l'importance du bordage.

2. Le calcul a donné des valeurs négatives de la croisure théorique dans la zone où la croisure réelle est nulle par le fait que le crochet de couvercle, l'épaisseur du serti et la hauteur du serti ont des valeurs réelles existantes, mais en réalité, la croisure théorique n'a de valeur que si la croisure réelle existe.

La superposition des deux courbes montre un léger décalage expérimentalement jugé logique.

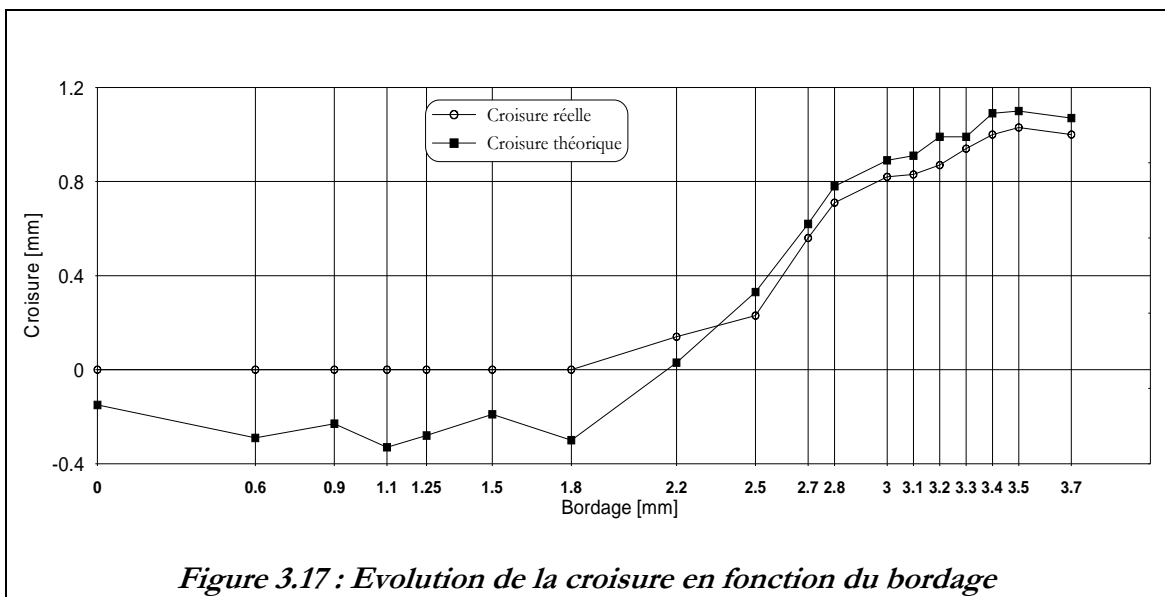


Figure 3.17 : Evolution de la croisure en fonction du bordage

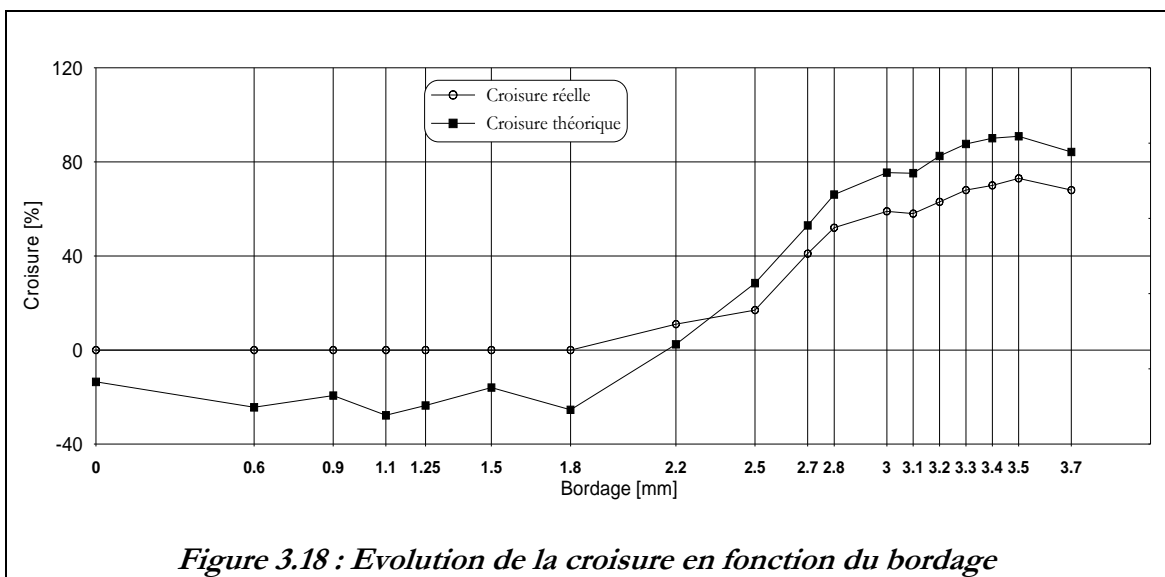
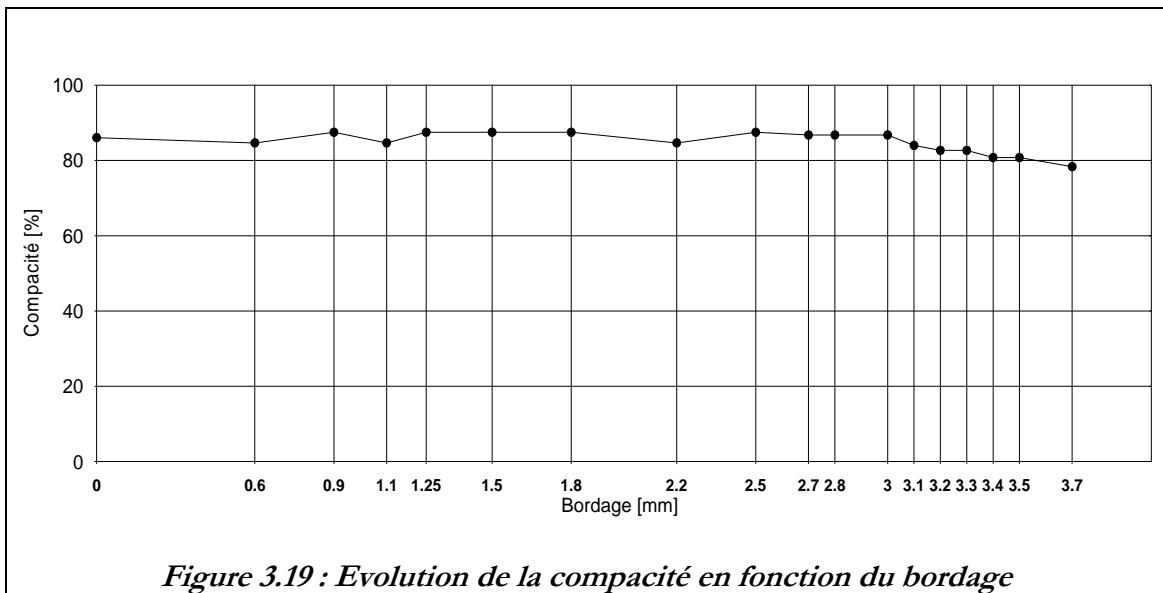


Figure 3.18 : Evolution de la croisure en fonction du bordage

g. Compacité

Durant les premiers essais (figure 3.19), la compacité est un peu élevée à cause du manque d'une épaisseur de métal (crochet de corps nul), puis elle diminue en fonction de l'augmentation du crochet de corps.



III.3. TROISIEME ESSAI

Pour ce dernier essai, il nous reste à prendre comme :

- **Paramètre variable:** **Pf**, Profondeur du fond/couvercle à sertir.
- **Paramètres fixes :**
 - a- Pression du plateau de compression **P**;
 - b- Eloignement de la molette de première passe **R1**;
 - c- Eloignement de la molette de deuxième passe **R2**;
 - d- Bordage du corps de boîte **Bd**.

Les résultats du troisième essai sont donnés par le tableau 3.3.

Pf[mm]	P.cv[mm]	E.S[mm]	H.S[mm]	C.CV[mm]	C.CP[mm]	Cr.R[mm]	Cr.R[%]	Cr.Th[mm]	Cr.Th[%]	CT[%]
1,7	2,28	1,21	1,21	0	1,45	0	0	0,35	60	87
2,2	2,28	1,25	1,3	0	1,43	0	0	0,48	72	84
2,5	2,37	1,31	1,65	0	1,4	0	0	0,8	78	80
2,7	2,36	1,32	1,79	1,4	1,39	0,55	41	0,96	83	80
2,9	2,36	1,21	1,79	1,31	1,41	0,91	68	0,85	73	87
3,2	2,37	1,28	1,81	1,16	1,41	0,99	72	0,93	79	82
3,5	2,36	1,25	1,84	1,26	1,43	1,06	75	0,94	78	84
3,8	2,37	1,31	1,92	1,12	1,42	0,89	60	1,07	83	80
4,1	2,38	1,35	1,9	1,07	1,44	0,92	62	1,08	85	78
4,5	2,64	1,4	2,03	0,8	1,45	0,63	40	1	71	75

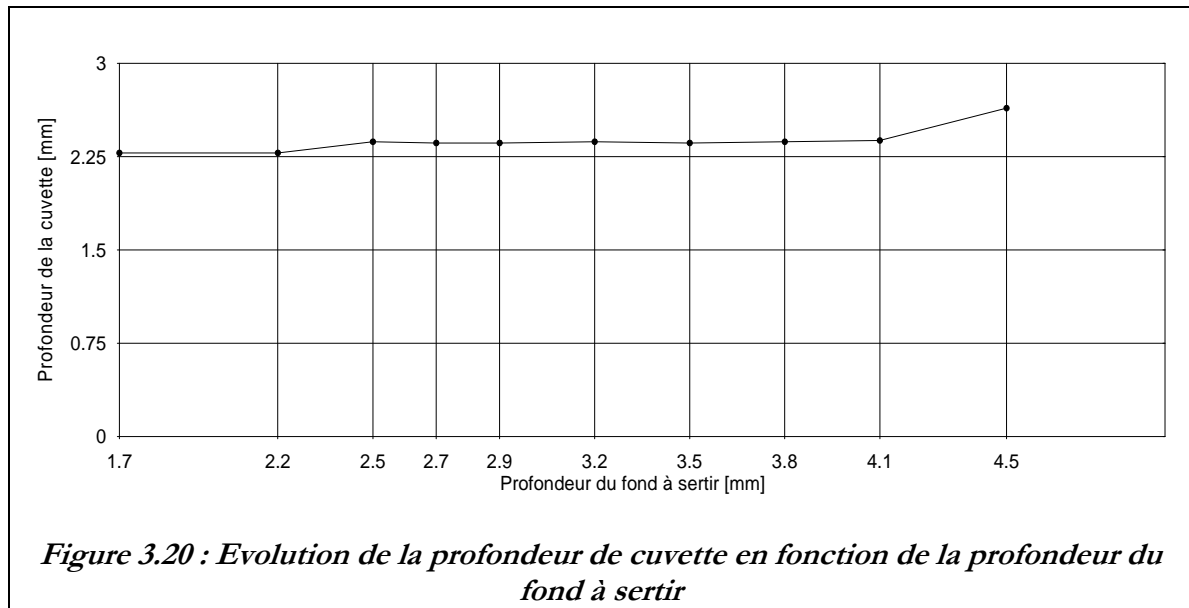
Tableau 3.3 : Résultats du troisième essai

III.3.1. Interprétations des résultats du troisième essai

Les variations de plusieurs paramètres du serti ont été étudiées, dans cette partie, en fonction de la profondeur du fond à sertir.

a. Profondeur de cuvette

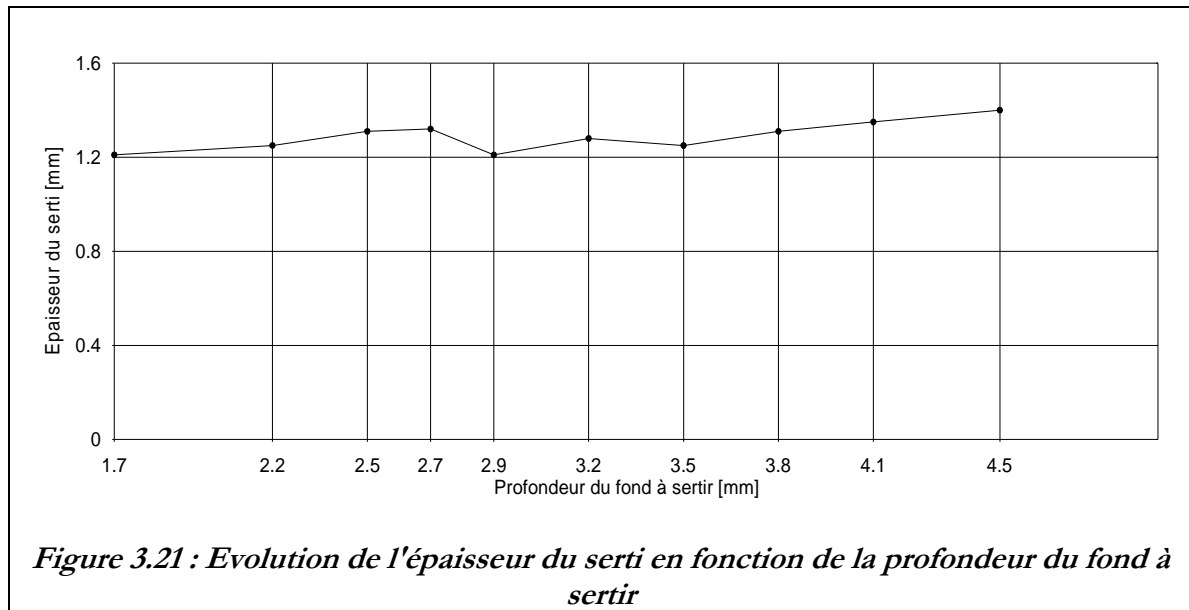
On observe dans la figure 3.20 une variation monotone de la profondeur de la cuvette avec la profondeur du fond à sertir.



b. Epaisseur du serti

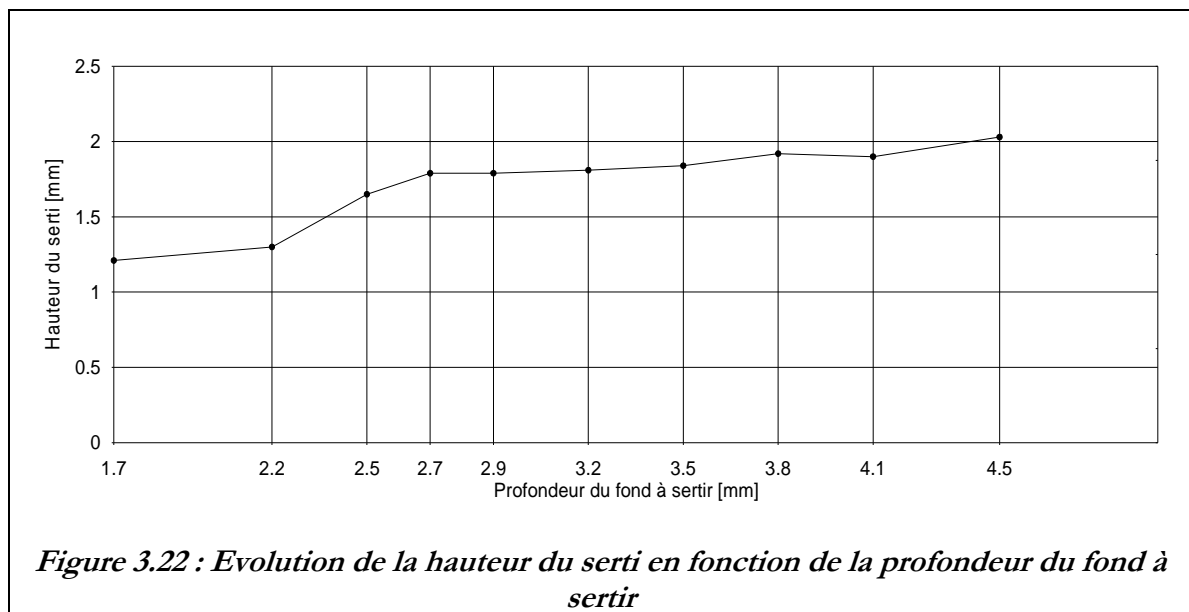
La figure 3.21 représente l'évolution de l'épaisseur du serti en fonction de la profondeur du fond à sertir. D'après l'analyse de la mise à nu du serti et des images de cet essai, on remarque que les trois premières valeurs correspondent à un serti déformé à cause de la faiblesse de la profondeur du fond, ce qui traduit l'orientation de la grande quantité de métal de l'ourlet du couvercle dans n'importe quelle direction et on a une malformation du serti. A ce niveau on ne peut pas prendre en considération les épaisseurs du serti correspondantes, et on peut dire que le serti n'est pas encore formé.

A partir du quatrième essai, l'épaisseur du serti commence à augmenter avec l'augmentation de la profondeur du fond à sertir.



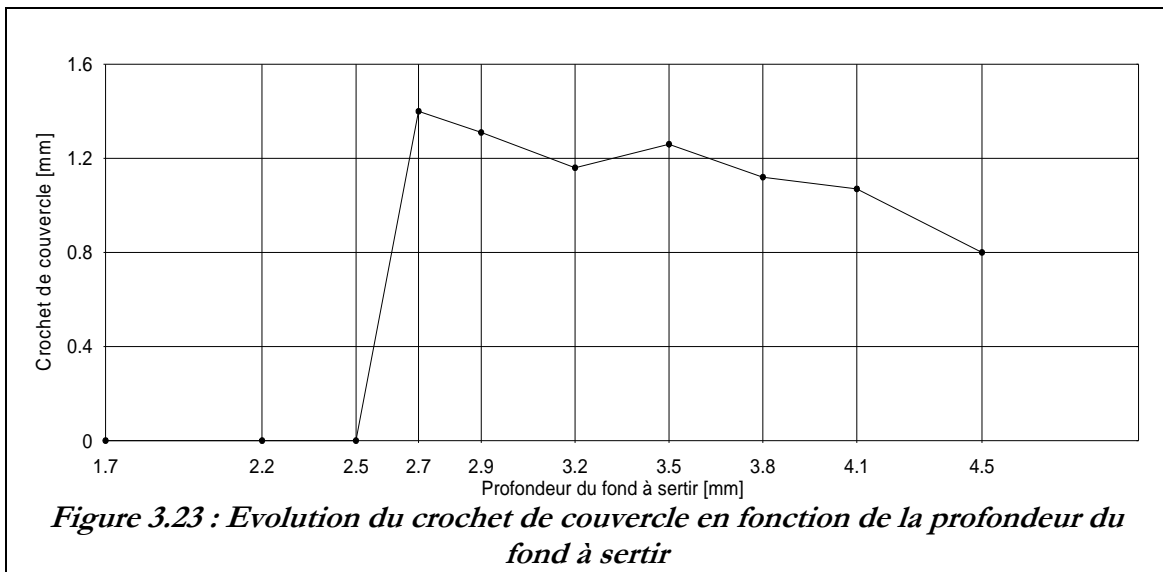
c. Hauteur du serti

Le phénomène du serti non formé se présente aussi à ce niveau durant les trois premiers essais (figure 3.22) puis la hauteur du serti augmente avec l'augmentation de la profondeur du fond à sertir puis devient quasi linéaire. Cette augmentation, dépassant une certaine valeur commence à présenter des défauts (sertissage à arête:Figure 2.6, Chapitre II)



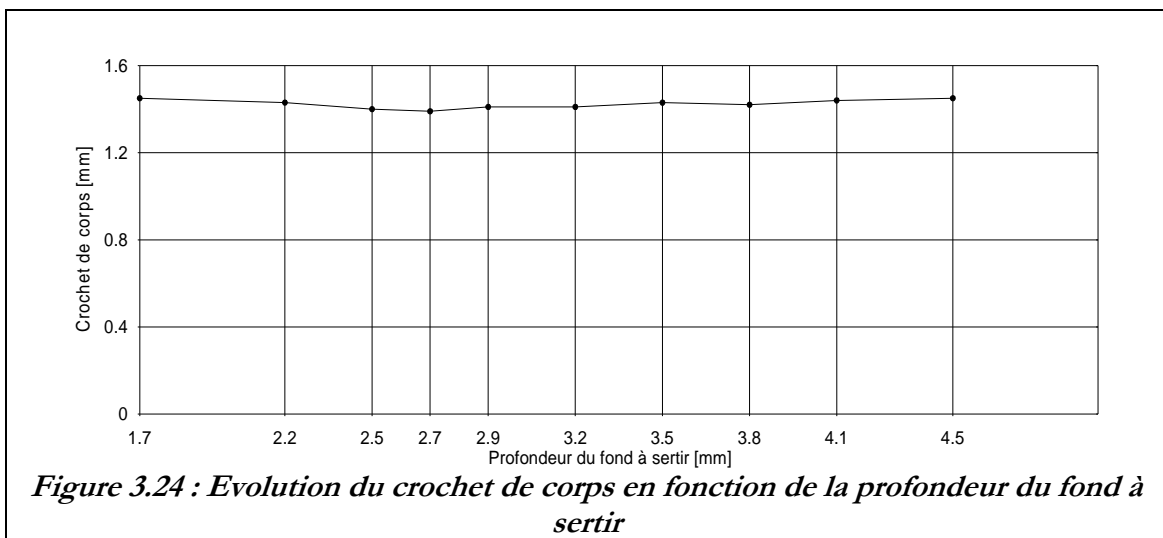
d. Crochet de couvercle

Le phénomène du serti déformé se répète toujours pour ce paramètre durant les trois premiers essais (figure 3.23). Par la suite, on remarque que le crochet du couvercle est inversement proportionnel à la profondeur du fond à sertir par le fait que quand la profondeur du fond augmente, la quantité de métal au niveau de l'ourlet du fond devient moins importante par conséquent le crochet de couvercle prend des valeurs normales.



e. Crochet de corps

La variation du crochet de corps dans ce cas (figure 3.24) est négligeable et elle n'est pas influencée par la variation de la profondeur du fond à sertir.



f. Croisure

Les figures 3.25 et 3.26 montrent :

1. la même allure que pour le crochet de couvercle. C'est-à-dire la diminution de la quantité de métal sur l'ourlet du fond causée par l'augmentation de la profondeur du fond à sertir fait diminuer aussi la croisure.

2. Le calcul a donné des valeurs de la croisure théorique dans la zone où la croisure réelle est nulle par le fait que le crochet de couvercle, l'épaisseur du serti et la hauteur du serti ont des valeurs réelles existantes, mais en réalité, la croisure théorique n'a de valeur que si la croisure réelle existe.

3. La superposition des deux courbes montre un léger décalage expérimentalement jugé logique.

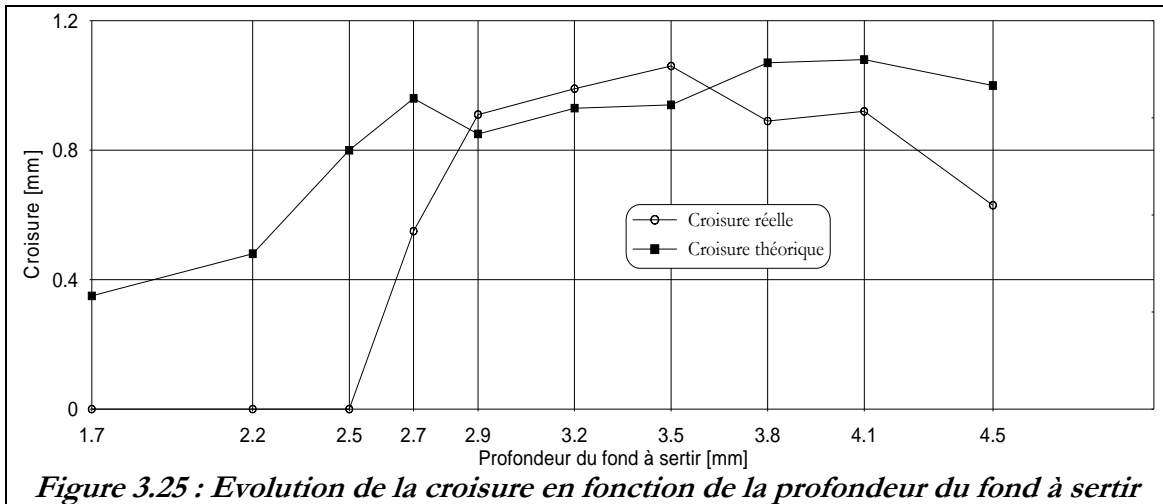


Figure 3.25 : Evolution de la croisure en fonction de la profondeur du fond à sertir

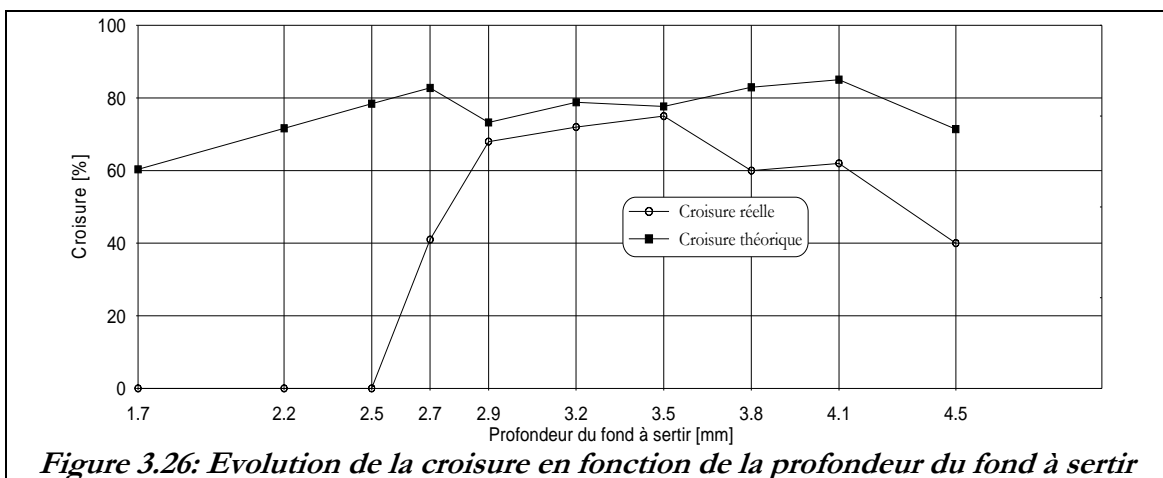
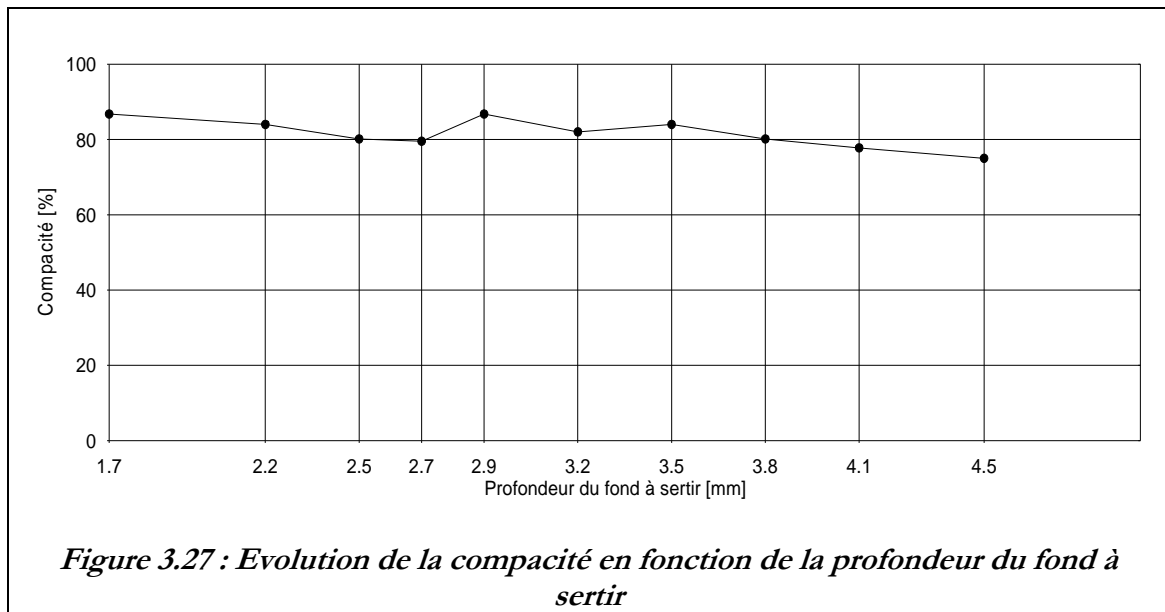


Figure 3.26 : Evolution de la croisure en fonction de la profondeur du fond à sertir

g. Compacité

Le phénomène du manque d'une épaisseur de métal du serti se présente pour le cas du troisième essai à cause du crochet de couvercle inexistant durant les premiers essais, puis la compacité diminue en fonction de la croissance du crochet de couvercle (figure 3.27).



CONCLUSION

L'analyse seule des courbes ne permet pas de définir exactement les paramètres de réglage adéquats correspondants au meilleur serti. Pour une meilleure évaluation de ce dernier, on doit se baser sur l'examen visuel, la mise à nu du serti et l'analyse des images correspondantes à chaque essai ce qui permet de donner tous les renseignements qualitatifs et quantitatifs du serti.

Pour le premier essai, ces techniques d'évaluation nous ont permis de prendre comme meilleurs paramètres de réglage, à savoir, la pression du plateau de compression, les éloignements des molettes de première et de deuxième passe, les valeurs des essais moyens, c'est-à-dire, une pression moyenne et des éloignements moyens correspondant aux valeurs suivantes:

$$\mathbf{P} = 1300 \text{ kgf};$$

R1 = 0.75 mm;

R2 = 0.50 mm.

Pour le deuxième essai portant sur le bordage du corps de boîte, ce paramètre qui est une composante de la croisure, doit satisfaire la condition que celle-ci doit être toujours dans un intervalle de valeurs garantissant un serti adéquat. (Essai où $Bd=3.1$ mm).

Pour le troisième essai, la profondeur du fond à sertir influe sur la quantité de métal à replier pour former le crochet de couvercle qui est une seconde composante de la croisure. Les techniques d'analyse du serti nous ont permis d'optimiser la profondeur du fond à sertir qui permet d'obtenir un serti acceptable (Essai où $Pf=3.5$ mm).

Notons que pour ce type d'essais:

- Chaque fabricant d'emballage métallique, et pour chaque type de format, peut juger et accepter, après des tests d'étanchéité, les valeurs des paramètres de réglage qui garantissent un serti étanche présentant un minimum de défauts.

- Les valeurs des paramètres de réglage définies en réalisant ce type d'essais sont des valeurs approximatives et non pas exactes; cela veut dire que ces dernières peuvent varier dans un voisinage proche des valeurs choisies et donnent toujours un serti qui a presque les mêmes caractéristiques dimensionnelles et d'étanchéité valables pour un serti conforme.

- La qualité du matériel utilisé pour faire ce type d'essais, qu'il soit un matériel automatique ou semi-automatique, peut influencer d'une manière ou d'une autre la qualité du produit fini à vouloir fabriquer et par conséquent la qualité du serti.

CONCLUSION GENERALE

Chaque fabricant de boîtes, établie des normes relatives à chaque format et type de boîtes qu'il fabrique en indiquant les mesures et les tolérances que le serti doit satisfaire pour que les contenants soient hermétiques. Des méthodes d'inspection doivent être élaborées afin de permettre aux fabricants de boîtes ou aux conserveurs de soumettre à des contrôles supplémentaires tout contenant qui ne répond pas aux normes recommandées.

Les normes du fabricant 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. Ces normes dimensionnelles en matière de sertissage établissent les limites justifiant des contrôles supplémentaires et garantissent l'efficacité du sertissage, mais elles ne s'appliquent pas nécessairement à toutes les boîtes mais du moins à une gamme de formats de boites dont les écarts dimensionnels ne sont pas importants.

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. L'inspection visuelle aux fins de détermination du taux de serrage et de la présence de toute anomalie visible est toute aussi importante.

Lorsqu'une ou plusieurs mesures s'écartent des limites de réglage, il faut vérifier un autre échantillon immédiatement. Si les valeurs obtenues s'écartent également des limites, il faut prendre les mesures correctrices qui s'imposent. Toutefois, le fait que des dimensions se situent hors des limites ne signifie pas nécessairement que le serti est inacceptable. On doit donc décider si le serti est satisfaisant. L'appréciation finale doit se faire en fonction de l'importance de l'écart ainsi que de toutes les autres mesures et observations effectuées.

Les principaux facteurs à considérer lors de l'évaluation d'un serti sont la croisure et le taux de serrage. Le serti peut être considéré comme étant acceptable lorsque les conditions suivantes sont satisfaites :

1. Son degré de croisure et son taux de serrage se trouvent toujours dans les limites de réglage du fabricant tout en étant comparables avec les normes établies par d'autres fabricants de boîtes pour le format en question;

2. Les autres dimensions se situent dans les limites des valeurs justifiant l'efficacité du serti.

3. Aucun défaut sérieux n'est relevé et le serti est bien formé.

Lorsque l'évaluation totale d'un serti indique une intégrité douteuse, les boîtes doivent être mises en retenue et soumises à des contrôles plus poussés comme le triage, des essais de détection de fuites ou de contamination du contenu. Le genre de mesures à prendre est fonction des circonstances et de la grandeur du doute de la qualité du serti.

Les principaux résultats de ce travail, sont regroupés dans le tableau suivant:

Paramètres de réglage	P (kgf)	R1 (mm)	R2 (mm)	Bd (mm)	Pf (mm)
Valeurs	1300	0.75	0.50	3.1	3.5

L'application des techniques d'évaluation du serti qui sont: l'examen visuel, la mise à nu, la coupe du serti ainsi que les tests d'étanchéité pratiqués sur chaque boîte, nous ont permis de définir les valeurs précédentes comme étant les meilleurs paramètres de réglage relatifs à la machine et aux différents composants de la boîte qui garantissent un serti qualifié d'hermétique dans ses deux sens. Cependant, il existe, pour chaque paramètre, une ou plusieurs valeurs qui garantissent toujours l'efficacité du serti tout en restant dans l'intervalle des valeurs admises pour ce type d'essais.

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.

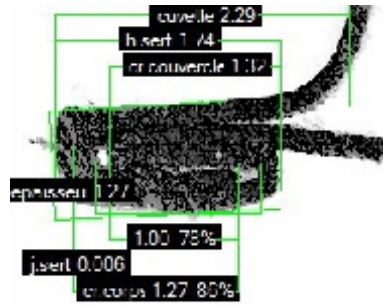
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [01]- Nathalie Gontard, Ensia-Siarc, "L'emballage des denrées alimentaires" 1998.
- [02]- Cameron Prince, "Manuel des défauts de boîtes métalliques", Agence canadienne d'inspection des aliments, Canada, 1997.
- [03]- Examination of Metal Container Integrity, Chapter XXII, U.S.F.D.A. Bacteriological Analytical Manual (BAM) 6th edition, Association of Official Analytical Chemists, 1984.
- [04]- Défauts et Altérations des Conserves - Nature et Origine, 1^{ère} édition, AFNOR France, 1982.
- [05]- Le monde alimentaire, Le magazine de l'industrie alimentaire. Dossier Emballage. Les éditions du monde alimentaire, Québec, Canada. Septembre-Octobre 1997, volume 1, n° 5 et Mai-Juin 1998.
- [06]- Etude sur l'adéquation du couple " Emballage/Produit "pour une meilleure compétitivité, Rapport final, Ministère du commerce et de l'industrialisation du Sénégal. Juin 1998.
- [07]- C. Chalvignac, Rapport de la mission sur la filière emballage en Cote d'Ivoire, 1993.
- [08]- C. Chalvignac, J-D. Rinaudo, Etude Socio-économique du secteur emballage en pays développés et en développement, 1993.
- [09]- Documents et rapports annuels de la Chambre Syndicale des aciers pour emballage,
- [10]- Informations de Sollac APE, Paris.France.2005
- [11]- Documents de l'Association Professionnelle des Producteurs Européens d'Aciers pour Emballage (APEAL), Bruxelles, Belgique. 2005
- [12]- Metal Tribune, revue du groupe Usinor, aciers pour emballages, Usinor, Paris. 1999
- [13]- Documents de Carnaud MetalBox; Paris. 2006
- [14]- Rapports annuels de Crown Cork & Seal Company, Etats-Unis. 2005
- [15]- Documents du Centre de Recherche du Fer-blanc (CRFB), Florange. 2003
- [16]- P. Marsal, "guide du Fer-blanc", CRFB, 2005.
- [17]- <http://www.bemact.com/> "Certificat D'analyse Chimiques", 2007
- [18]- www.imetasrl.com, "Contrôle du sertissage sur boites en fer blanc".

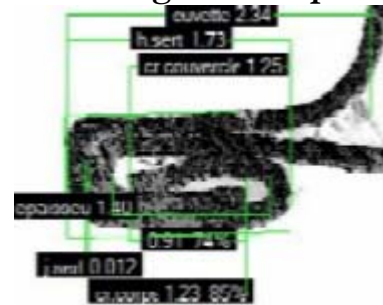
- [19]- Canned Food: Principles of Thermal Process Control, Acidification, and Container Closure Evaluation, the Food Processors Institute, Washington, Etats-Unis d'Amérique. Revised 4th edition, 1982.
- [20]- Can Seam Formation and Evaluation, The Food Processors Institute, Etats-Unis d'Amérique. 2000
- [21]- Evaluation of Double Seams, Parts 1 and 2 .The Food Processors Institute, Etats-Unis d'Amérique. 1997
- [22]- Draft Recommended Hold for Investigation Guidelines for Double Seam Measurements, Round Metal Containers for Low-Acid Foods, NFPA/CMI Container Integrity Task Force, National Food Processors Association, Etats-Unis d'Amérique. 1984.
- [23]- Evaluating a Double Seam,. Dewey and Almy Chemical Division of W.R. Grace & Co., Cambridge, Massachusetts, Etats-Unis d'Amérique. 1971.
- [24]- Double Seam Manual 1978, Metal Box Ltd., Londres, Angleterre. 1978.
- [25]- Top Double Seam Manual, Continental Can Company, Inc., 633 Third Avenue, Etats-Unis d'Amérique. 1997
- [26]- Le Sertissage - Boîtes rondes, Carnaud s.a, Paris, France. 1977.
- [27]- Conditionnement. Manuel de technologie du cycle alimentaire, Itdg-Unifem, New York, Etats-Unis d'Amérique. 1993.
- [28]- Method for the Tear-Down Examination of Double Seams of Metal cans, MFHPB-, Bureau of Microbial Hazards, Health Protection Branch, Health and Welfare Canada, Ottawa, Canada. 2002
- [29]- Double Seams for Steel-Based Cans for Foods, 1984, Australian Standard 2730, Standards Association of Australia, Standards House, Sydney, Australie. 1984.

ANNEXE I

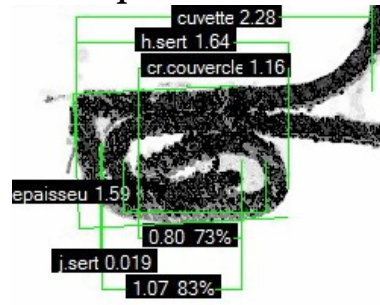
Images correspondantes au premier essai



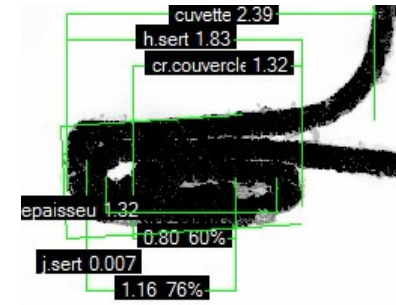
Essai I-1



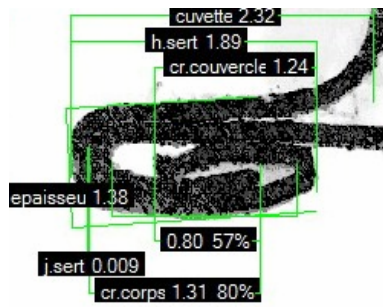
Essai I-2



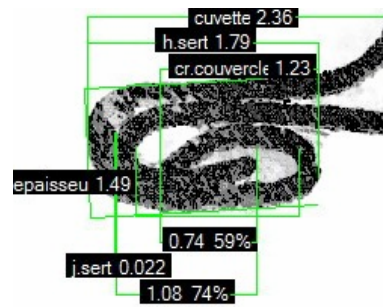
Essai I-3



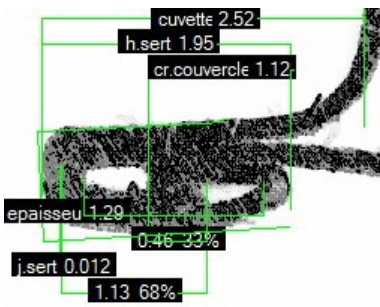
Essai I-4



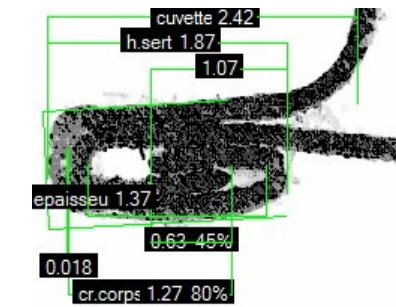
Essai I-5



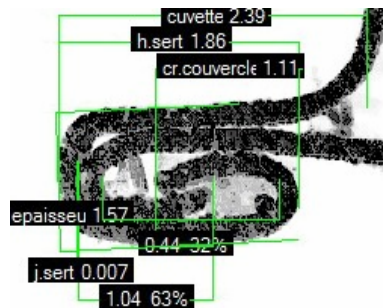
Essai I-6



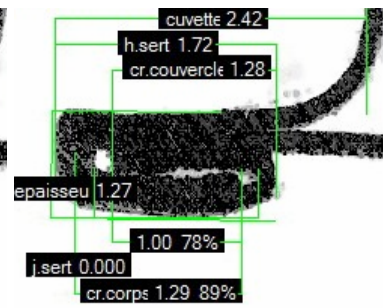
Essai I-7



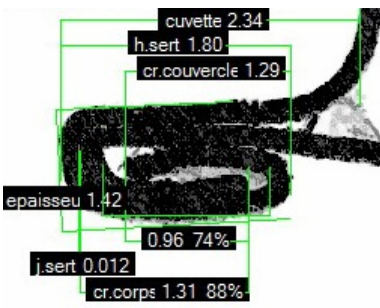
Essai I-8



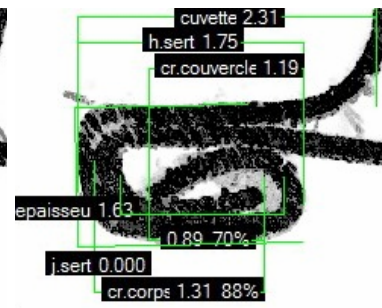
Essai I-9



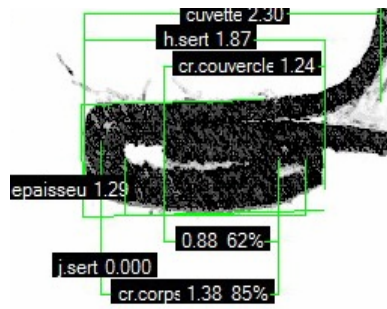
Essai I-10



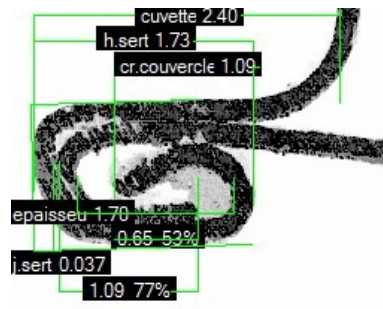
Essai I-11



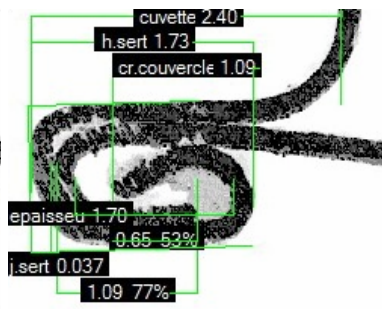
Essai I-12



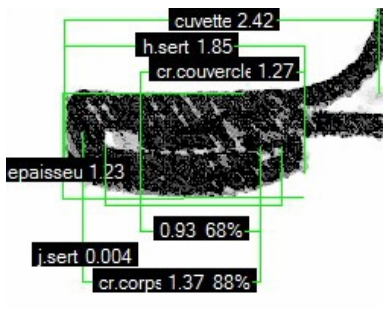
Essai I-13



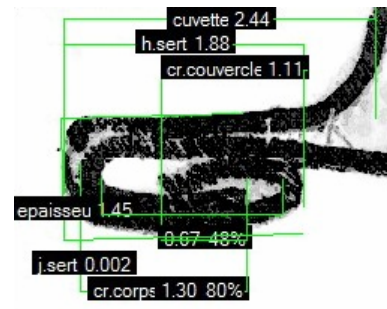
Essai I-14



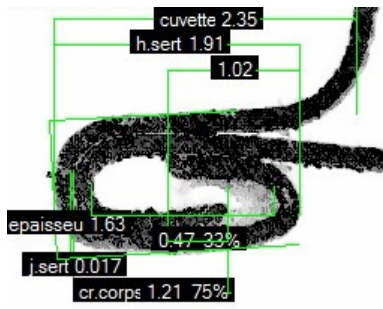
Essai I-15



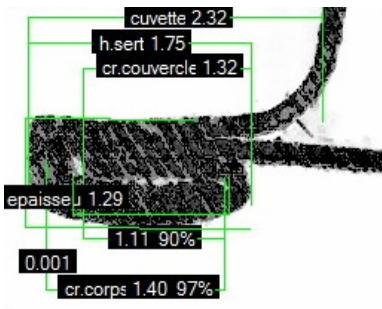
Essai I-16



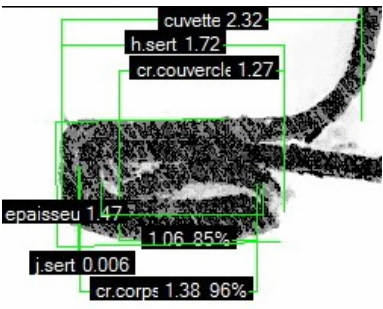
Essai I-17



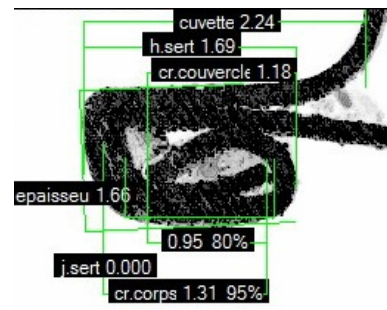
Essai I-18



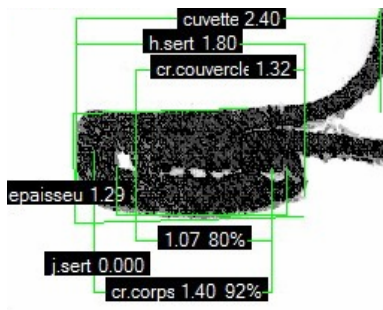
Essai I-19



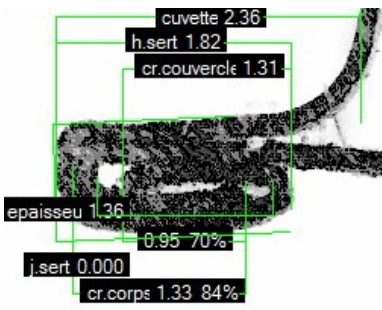
Essai I-20



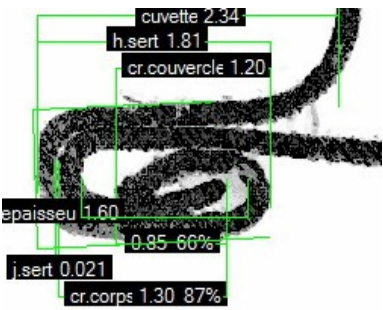
Essai I-21



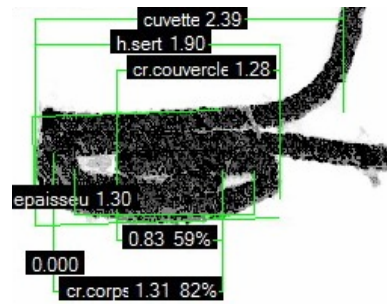
Essai I-22



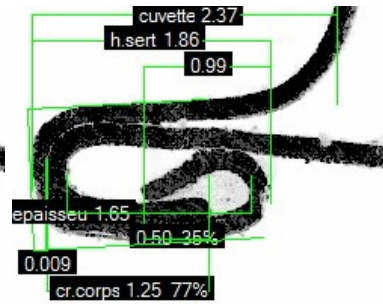
Essai I-23



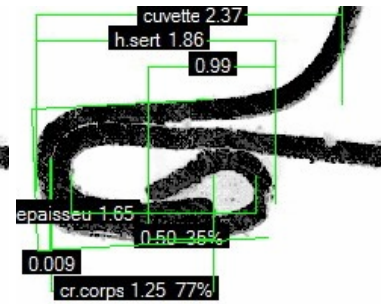
Essai I-24



Essai I-25



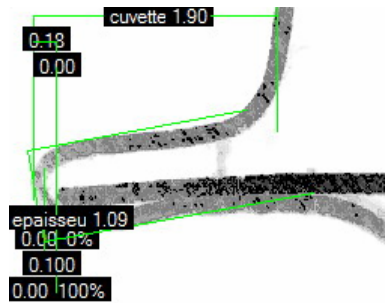
Essai I-26



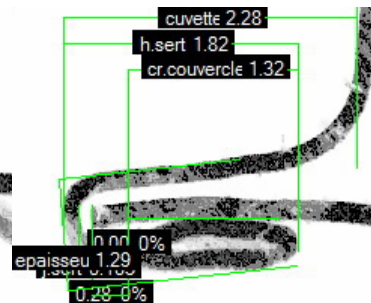
Essai I-27

ANNEXE II

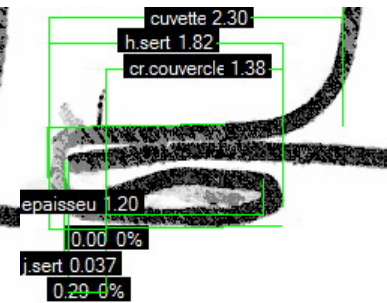
Images correspondantes au deuxième essai



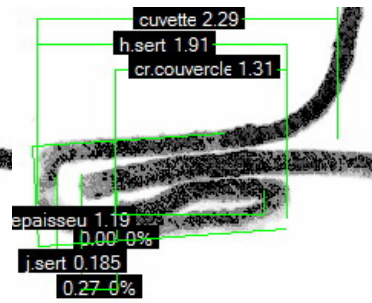
Bd = 0 mm



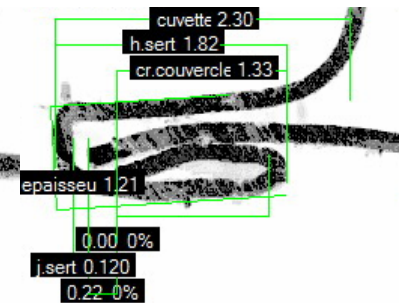
Bd = 0.6 mm



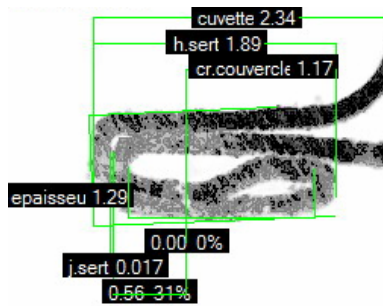
Bd = 0.9 mm



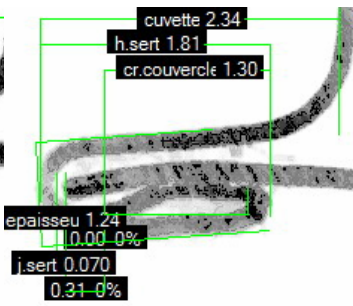
Bd = 1.1 mm



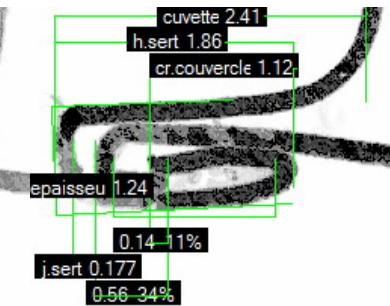
Bd = 1.25 mm



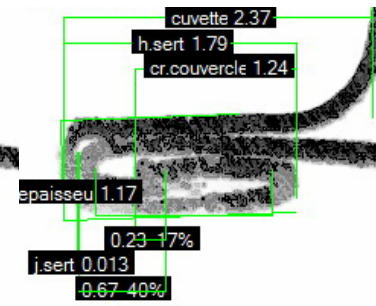
Bd = 1.5 mm



Bd = 1.80 mm



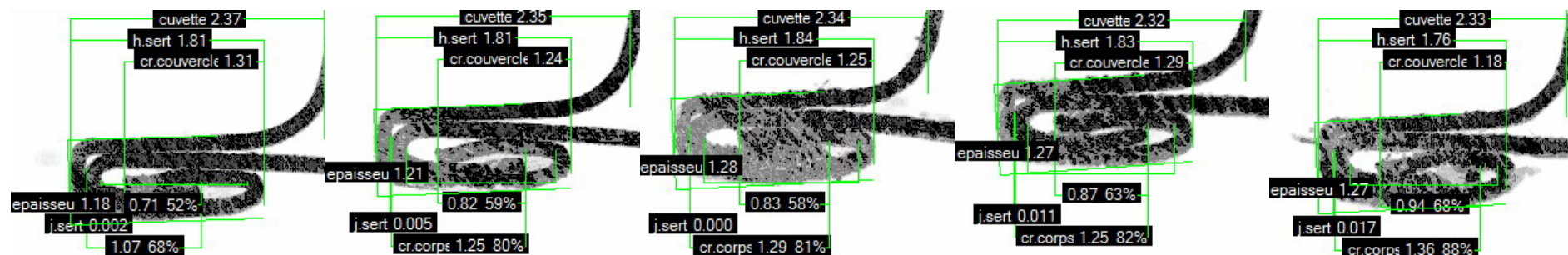
Bd = 2.2 mm



Bd = 2.5 mm



Bd = 2.7 mm



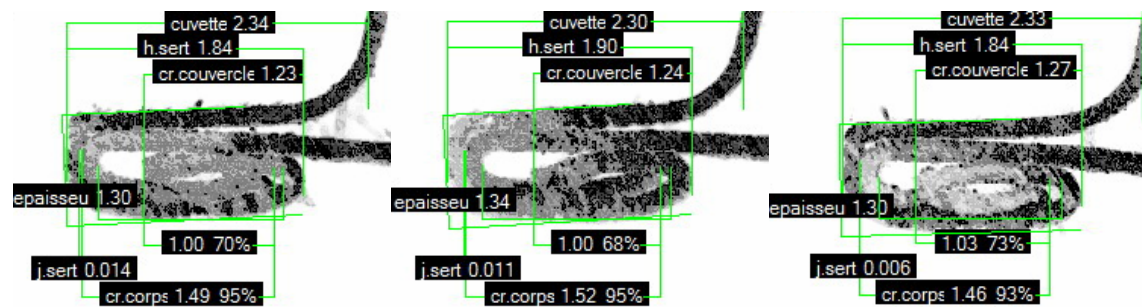
Bd = 2.8 mm

Bd= 3.0 mm

Bd = 3.1 mm

Bd = 3.2 mm

Bd = 3.3 mm



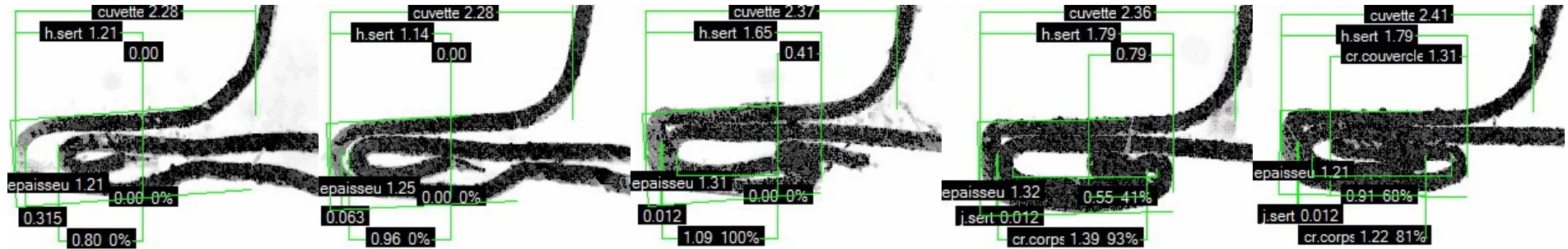
Bd = 3.4mm

Bd= 3.5 mm

Bd = 3.7 mm

ANNEXE III

Images correspondantes au troisieme essai



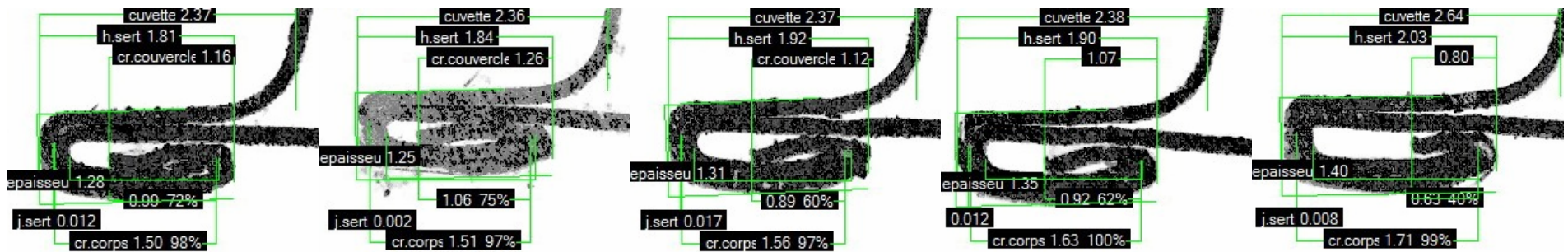
Pf= 1.7 mm

Pf= 2.2 mm

Pf= 2.5 mm

Pf= 2.7 mm

Pf= 2.9 mm



Pf= 3.2 mm

Pf= 3.5 mm

Pf= 3.8 mm

Pf= 4.1 mm

Pf= 4.5 mm