

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université Saad Dahleb Blida 1

Faculté de Technologie

Département de Génie mécanique

Mémoire de fin d'étude

**En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE EN GENIE MECANIQUE
OPTION : Fabrication mécaniques et Production**

Thème

**réalisation et simulation numérique de
lavabo collectif fabrique a IEIMS de Miliana**

Réalisé par:

- ❖ BENROKIA Abbes
- ❖ IBENAISSA Amine

Encadré par:

DR. MADANI Fateh

Année universitaire 2016/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Tout d'abord on remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné santé, courage et moyens pour pouvoir réaliser notre projet.

*Nous tenons à remercier les personnes qui grâce à eux, nous ne pourrions jamais être là,
Nos Mamans et papas .Ainsi que toute la famille.*

Nous remercions notre encadreur Dr MADANI Fateh pour avoir accepté nous diriger notre travail.

Nous remercions aussi notre co-encadreur monsieur DELLECID hamza pour avoir accepté nous diriger notre travail.

Nous remercions spécialement tous les enseignants qui grâce à eux nous avons ici ; les enseignants du Primaire, Cem, Lycée et de l'université.

On adresse nos vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger notre travail.

En fin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude

A mes chers parents à qui je souhaite une longue vie que dieu me les protège de tout mal

*Ma mère, qui m'a encouragé à aller de l'avant et qui m'a donné tout son amour pour Termier
mes études*

*Mon très cher père est le plus beau diamant du monde pour leur patience, leur amour, leur
soutien et leurs encouragements*

A mon frères Walid et mais chers sœurs que dieu les garde

Mais petit neveu yanis et hamza que dieu les protège

*A Mes amis ; Aness , Ayoub³, Hichem, Mohcen, Oussama², Raouf, Abderrahmane, Islem,
Zaki, Farouk, Mhemmed, Sidali, Mestapha et 'R', Benyahya, Mouad, Nasser, Adel.*

*A tous les gens qui me connaissent je souhaite à tous santé réussite bonheur et une vie
meilleur*

*Une spéciale dédicace a mon très cher ami Yacine qui a contribué un minimum dans ma
réussite*

Je remercie aussi 'Rou' qui m'a aidé énormément

Abbes

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À ma chère maman qui ma donnée l'amour, le courage dont son rêve était toujours de me voir réussir.

Mon chère père qui ma entoure d'amour, pour ses sacrifices et ses encouragement tout au long de mes études.

Que dieu les garde et les protège

Une dédicace pour mon frère Mohamed

À tous mes amis ; Fouad, Ibrahime, Abdenour, Mohamed², Sidali,zaki²,

Je remercie aussi mon chère amie 'Ra, qui m'asoutenu.

Je remercie aussi mon ami Yacine Rahmoune qui m'a vraiment aidé dans la préparation de mon projet

Merci d'être toujours là pour moi.

Amine

Table de matière:

Table de matière	
Liste de figures	
Liste de tableaux	
Introduction générale	

Chapitre I : Généralité de procédé d'emboutissage

1. Généralités sur les procédés de mise en forme des métaux	1
1.1. Généralités sur l'emboutissage	1
1.2. Modes d'emboutissage	2
Emboutissage en expansion.....	2
Emboutissage en rétreint.....	2
L'emboutissage à chaud.....	3
1.3. Fabrication de lavabo collectif par le procédé d'emboutissage	4
Procédé d'emboutissage à froid.....	4
1.4. Outillages.....	5

Chapitre II : Étude et analyse de l'emboutissage des lavabos collectif à l'EIMS-Miliana

Introduction	7
1. Historique	7
1.2 Activités	7
1.3 Gammes de production	7
1.4 Ressources humaines	8
1.5 Organigramme de l'EIMS.....	9
1.6 Étapes de fabrication de lavabo collectif à l'EIMS.....	9
1.6.1 Chaîne d'emboutissage	9
1.6.1.1 Description du procédé de fabrication à la ligne de presses	9
1.6.1.2 Chargement des flans.....	10
1.6.1.3 Opération d'emboutissage de la forme de lavabo collectif.....	10
1.6.1.4 Opération d'emboutissage de la table égouttoir	11
1.6.1.5 Opération de tombage bord, Cambrage poinçonnage	13
1.6.1.6 Opération de tombage bord horizontal	14
1.6.1.7 Exécution d'opérations de contrôle	15

1.6.1.8Entreposage, d'éviers	15
1.6.2 Chaîne d'émaillage.....	16
1.6.3 Principaux défauts rencontrés en emboutissage	18

Chapitre III : Modélisation et simulation numérique de l'opération d'emboutissage

1. Introduction.....	22
2. Modélisation géométrique de lavabo collectif.....	22
3. Modélisation numérique	23
4. Géométrie et maillage.....	23
5. Description du modèle	24
5.1. Données géométriques	24
5.2. Données mécaniques	25
5.3. La modélisation numérique.....	25
5.4. Les forces	25
6. Simulation numérique de procédé d'emboutissage	25
Conclusion	26

Chapitre IV : La modélisation d'emboutissage

1. Introduction.....	27
2. L'étude.....	27
2.1 Le jeu entre le poinçon et la matrice	27
2.2 Le rayon sur la matrice	28
2.3 La pression de la serre flan	28
2.4 L'effort d'emboutissage	29
2.5 La vitesse d'emboutissage.....	29
3. Conception	30
3.1. Conception de la presse	30
3.1.1 Etude de la résistance	30
3.2. Conception de l'outil	32

4. Réalisation.....	33
---------------------	----

5. Conclusion	34
---------------------	----

Chapitre V : Résultats et Discussions

1. Introduction.....	35
----------------------	----

2. La forme emboutie de lavabo collectif.....	35
---	----

3. Résultats de la simulation numérique	35
---	----

3.2 Déformation de lavabo collectif.....	36
--	----

4. Résultat de l'emboutissage	38
-------------------------------------	----

Conclusion générale	38
---------------------------	----

Références bibliographiques

Annexe

Liste de figures :

Figure 1 : Principaux procédés de mise en forme des matériaux métalliques.....	01
Figure I.2: Emboutissage en expansion.....	02
Figure I.3 : Emboutissage en rétreint.....	03
Figure I.4 : Principe du procédé d'emboutissage.....	04
Figure II.1 : Organigramme de l'EIMS [7].....	09
Figure II.2: Tôles d'emboutissage des lavabos collectif.....	10
Figure II.3 : Presse d'emboutissage des lavabos collectif.....	11
Figure II.4 : Dessine de la forme d'opération d'emboutissage.....	11
Figure II.5: Opération de la forme lavabo collectif.....	11
Figure II.6: Presse d'emboutissage de la table égouttoir.....	12
Figure II.7 : Dessine d'emboutissage de la table égouttoir.....	12
Figure II.8 : Presse d'emboutissage de tombage bord.....	13
Figure II.9 : Dessine d'emboutissage de tombage bord.....	13
Figure II.10 ; La forme de tombage bord sur lavabo collectif.....	14
Figure II.11 : Presse de tombage bord horizontal.....	14
Figure II.12 : Dessine de tombage bord horizontal sur lavabo collectif.....	15
Figure II.13 : La forme de tombage bord horizontal sur lavabo collectif.....	15
Figure II.14 : Entreposage, d'éviers.....	16
Figure II.15 : Ligne de nettoyage des lavabos collectifs.....	16
Figure II.16 : Ligne d'enduction massique.....	17
Figure II.17 : Passage au four pour caisson.....	18
Figure II.18 : Principaux défauts rencontrés en emboutissage.....	18
Figure III.1 : géométrie de la forme finale du lavabo collectif.....	22
Figure III.2 : Différentes composantes de l'opération d'emboutissage.....	23
Figure III.3 : Assemblage des différentes pièces avant l'opération de l'emboutissage.....	24

Figure III.4 : Assemblage des différentes pièces après l'opération de l'emboutissage.....	24
Figure III.5 : Simulation numérique de procédé d'emboutissage.....	25
Figure IV.1 : Schéma représente le plant de la réalisation.....	27
Figure IV. 2 : Présentation "3D" de la presse.....	30
Figure IV.3. : la force appliquée sur l'outil et les poutres 'H'.....	31
Figure IV.4 : Résulta de la simulation.....	32
Figure IV.5 : Présentation "3D" de l'outil assemble.....	33
Figure IV.6 : Presse d'emboutissage.....	33
Figure V.1 : Forme emboutie de lavabo.....	35
Figure V.2 : Les pressions de serrage et la force de l'emboutissage.....	36
Figure V3 : Distribution de la déformation dans lavabo collectif (l'épaisseur de la tôle 0.5mm)	36
Figure V.4 : Distribution de la déformation dans lavabo collectif (l'épaisseur de la tôle 3mm).....	37
Figure V.5 : Déformation de lavabo collectif après 145mm d'emboutissage.....	37
Figure V.6 : Forme extérieur.....	38
Figure V.7 : Forme intérieur.....	38

Liste de tableaux :

Tableau 1. II : Ressources humaines de l'entreprise.....	08
---	-----------

Introduction générale

Introduction générale

La fabrication par emboutissage des pièces, est souvent utilisée dans différents secteurs industriels, notamment en construction de voitures, l'électroménager, sanitaire...

L'emboutissage est un procédé de mise en forme qui consiste à transformer une tôle fine plane en une forme non développable, au moyen de presses mécaniques ou hydrauliques. Ces dernières années, pour satisfaire les besoins des industriels, en termes de qualité et de compétitivité, de nombreux travaux ont été consacrés à la simulation numérique de ce procédé afin d'optimiser et d'assurer la faisabilité des produits.

A l'Entreprise Industrielle de Matériel Sanitaire (EIMS) Miliana, l'emboutissage profond à froid est intensivement utilisé pour fabriquer des produits électroménagers et sanitaires de formes plus en moins complexes. La fabrication des lavabos collectif et l'amélioration de leur qualité fera l'objet de cette étude.

Dans un contexte industriel de plus en plus compétitif, l'EIMS est amenée à réduire les délais et les coûts de fabrication et de développement de leurs nouveaux produits, et le plus important est de réduire la mise au rebut des pièces fabriquées par emboutissage. La simulation numérique est devenue aujourd'hui un outil incontournable pour répondre aux besoins industriels en réduisant les coûts et les délais de fabrication.

Notre objectif principal est de réaliser une simulation numérique de la mise en forme d'un lavabo collectif avec des paramètres industriels (réels) utilisés dans l'EIMS. La simulation numérique était utilisé par logiciel «**SolidWorks**», Pour valider cette approche numérique, il est important de la confronté à des mesures 3D de lavabos collectif réelle. Pour atteindre ces objectifs, ce projet de fin d'études va nous présente les chapitres suivants :

- Le premier chapitre présent des Généralités sur les procédés d'emboutissage ;
- Étude et analyse de l'emboutissage des lavabos collectif à l'EIMS-Miliana fait l'objet du deuxième chapitre ;
- Le troisième chapitre est dédié aux Modélisation et simulation numérique de l'opération d'emboutissage ;
- Le quatrième chapitre débuté par La modélisation d'emboutisseuse ;
- Le cinquième chapitre nous montre les résultats et la discussion

Chapitre I :
Généralité de procédé
d'emboutissage

1. Généralités sur les procédés de mise en forme des métaux

Il existe trois voies principales de mise en forme selon l'état de départ du matériel métallique (le moulage, le façonnage et le frittage). La Figure (I.1) récapitule les principaux procédés de mise en forme des métaux utilisés actuellement. Parmi les techniques de formage sans enlèvement de matière des métaux en feuilles on trouve le procédé d'emboutissage. Il est l'un des procédés de mise en forme des tôles minces le plus ancien et le plus répandu dans le milieu industriel. [1]

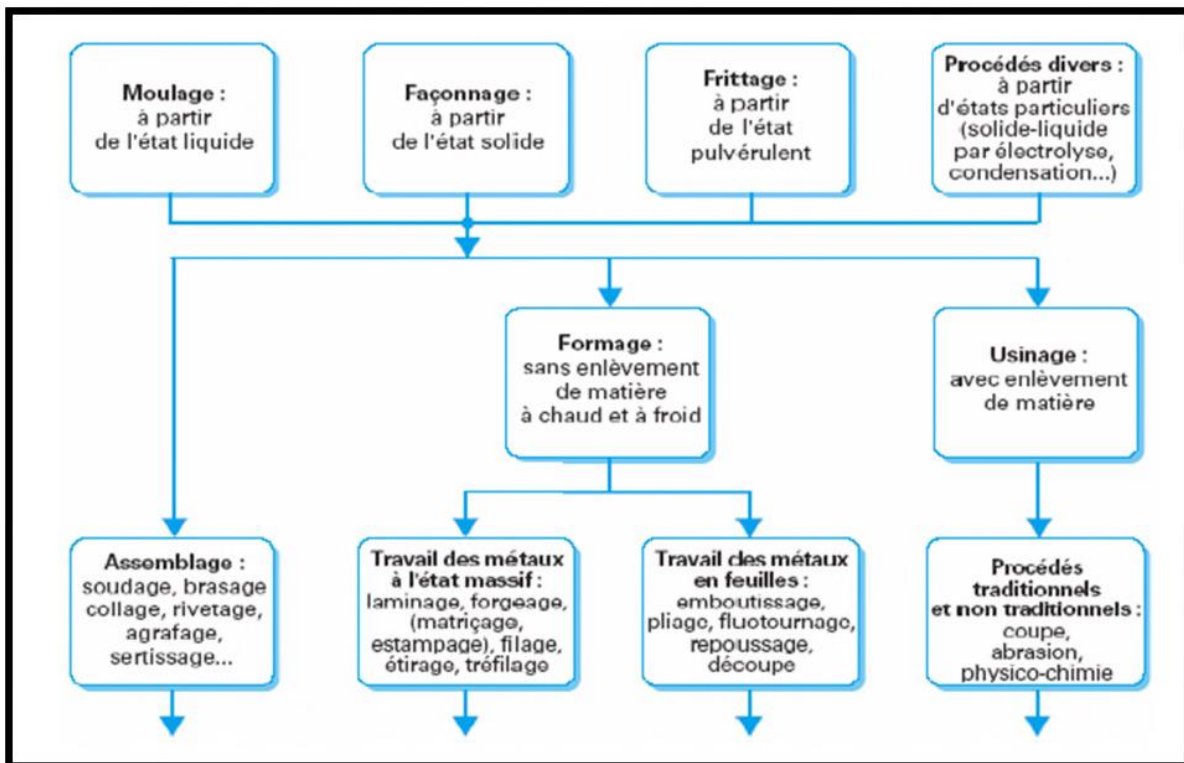


Figure I.1 : Principaux procédés de mise en forme des matériaux métalliques

1.1. Généralités sur l'emboutissage

L'emboutissage est un procédé de formage qui consiste à transformer une tôle plane en une forme creuse de géométrie plus ou moins complexe. Ce procédé nécessite une presse hydraulique ou mécanique équipée d'un outillage constitué essentiellement par un poinçon et une matrice. En général, on ajoute un serre-flan pour prévenir le plissement de la tôle en périphérie du poinçon. Le métal subit une déformation permanente lorsque la tôle est entraînée par le poinçon dans la matrice. On nomme « embouti » le corps creux avec une paroi plus ou moins cylindrique et un fond, obtenu par emboutissage. [2]

1.2. Modes d'emboutissage

Emboutissage en expansion

Si la pièce a une forme complexe mais de faible profondeur on peut bloquer le flanc entre serre-flan et matrice, si besoin est avec des joncs. La tôle ne se déforme alors que sur le poinçon en s'allongeant dans une ou plusieurs directions et en s'amincissant, nous disons que nous travaillons en expansion (Figure I.2). [3]

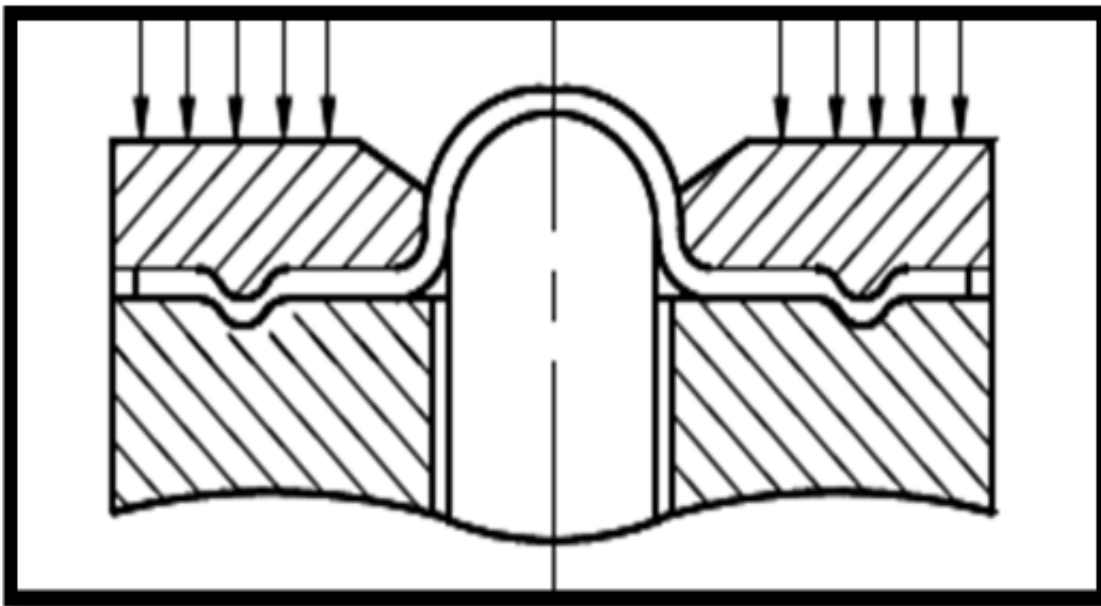


Figure I.2: Emboutissage en expansion

Emboutissage en rétreint

Si la pièce a une forme cylindrique droite (base circulaire ou quelconque) de forte profondeur on laisse glisser le flan entre serre-flan et matrice, la déformation sur le poinçon est limitée au rayon de poinçon, la majeure partie de la déformation se fait par rétrécissement sur la matrice, c'est l'emboutissage en rétreint (Figure I.3).

Une opération d'emboutissage quelconque est la combinaison de ces deux modes. Dans une opération mixte, un des gros problèmes est de régler le glissement sous serre-flan suffisamment faible pour permettre les déformations et éviter les plis, suffisamment fort pour éviter un étirage trop important qui conduirait à la rupture [3]

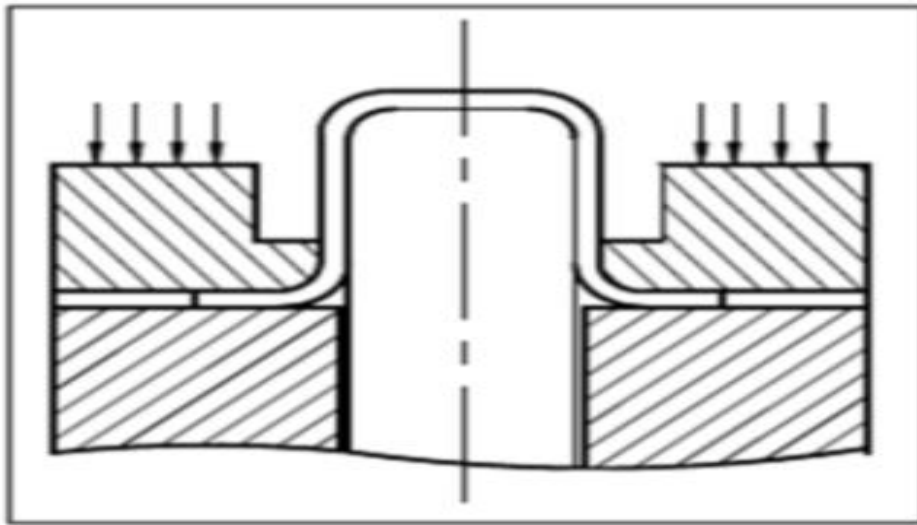


Figure I.3 : Emboutissage en rétreint

|L'emboutissage à froid

Il est réalisé sur des presses mécaniques. L'emboutissage à froid est réservé aux matériaux d'épaisseur inférieure à 6mm (aluminium, aciers inoxydables, laiton, aciers doux

(0.2% C_{max})), ce procédé impose, sauf rares exceptions, un outillage double effet. Les emboutis peu profonds ou ne nécessitant pas d'importants efforts de serrage, sont exécutés sur des presses double effet. Le serre-flan applique la tôle sur la matrice pendant toute la durée du travail du poinçon, l'opération terminée, la pièce est dégagée soit à l'aide de l'éjecteur, soit au travers de la matrice [3].

|L'emboutissage à chaud

Il est réalisé exclusivement sur presses hydrauliques. Il est réservé aux matériaux peu ductiles (magnésium, titane, zinc,...), aux emboutissages profonds, et aux tôles de forte épaisseur nécessitant de grands efforts (épaisseur supérieure à 7 mm pour l'acier). Les cadences de production sont inférieures et les aspects de surface sont moins bons, vis-à-vis de l'emboutissage à froid [3].

1.3. Fabrication de lavabo collectif par le procédé d'emboutissage

Procédé d'emboutissage à froid

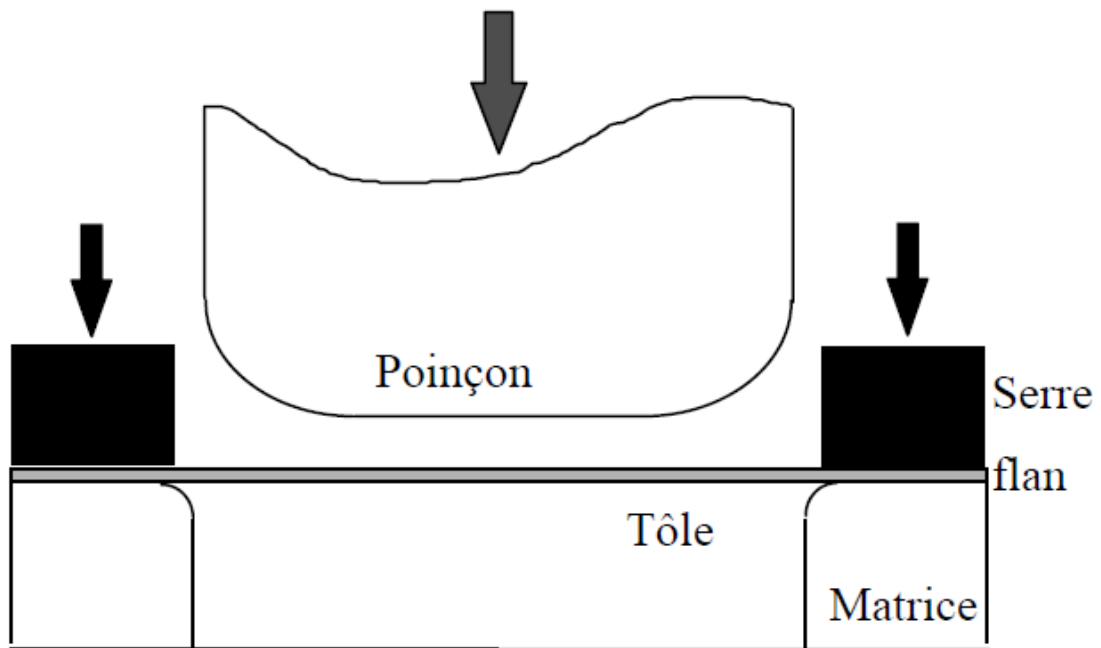


Figure I.4 : Principe du procédé d'emboutissage.

Le procédé d'emboutissage des tôles minces est une technique de mise en forme qui consiste à déformer plastiquement des tôles métalliques minces à température ambiante afin d'obtenir des pièces de formes plus ou moins complexes. Les opérations d'emboutissage sont réalisées sur des presses mécaniques ou hydrauliques. Les outillages utilisés avec ces presses sont généralement constitués d'un poinçon, d'une matrice et d'un serre-flanc. La forme de la pièce est obtenue à l'aide de l'action conjuguée du poinçon sur la matrice, qui fixe la géométrie de la pièce après déformation, et éventuellement d'un serre-flanc qui permet le contrôle de l'écoulement de la matière (Figure I-4). Un outillage spécifique est donc associé à chaque série de pièces à former.

L'emboutissage se fait donc à l'aide de presses hydrauliques ou mécaniques dans lesquelles on installe des outils comprenant quasiment toujours les outils principaux suivants :

- Une matrice qui épouse à peu près la forme extérieure de la pièce à réaliser ;
- Un poinçon, ayant la forme intérieure de la pièce, qui va pousser dans la matrice ;
- Une tôle de contour adapté qu'on appelle alors flan ;
- Un serre-flanc qui appuie le flan sur l'extérieur de la matrice pour éviter la formation de plis et réguler l'avalement du métal dans l'outil. [4].

1.4. Outillages

L'emboutissage peut comporter une ou plusieurs opérations dans chacune le flan ou pièce de l'opération précédente est préalablement plaquée contre la matrice par le serre-flan. Avec une certaine force, plus ou moins constante puis mise en forme par avancée du poinçon.

L'outillage d'emboutissage se compose généralement de trois éléments : un poinçon pour appliquer l'effort d'emboutissage et délimitant le contour intérieur de la tôle, une matrice délimitant le contour extérieur de la tôle, un serre-flan qui presse la tôle métallique contre la matrice contrôle son écoulement lors de la descente du poinçon La pénétration du poinçon dans la matrice nécessite un jeu fonctionnel entre ces deux éléments afin d'éviter l'écrasement de la tôle. L'opération d'emboutissage d'une tôle se déroule en deux phases : une phase d'emboutissage et une phase de retour élastique.

La phase d'emboutissage est elle-même composée de deux étapes : la première consiste à faire descendre le serre-flan jusqu'au contact avec la tôle et lui appliquer une pression de serrage plus ou moins élevée. La seconde étape est la descente du poinçon tout en maintenant la pression appliquée sur la serre-flan. La phase du retour élastique concerne le retrait des outils et l'extraction de la tôle emboutie. Cette étape consiste à annuler la pression de serrage, retirer le poinçon, enlever le serre-flan et éjecter la tôle hors de la matrice. [5]

|Caractéristique et importance des dimensions des outils

L'outil qui exécute une opération dans la gamme de fabrication d'une pièce peut être monté seul ou groupé sur une même presse. Dans tous les cas de groupage d'outils, on détermine les efforts nécessaires à chacun d'eux ; cela permet d'une part de vérifier que l'effort nominal de la presse est suffisant, et d'autre part de disposer ces outils de façon que le point d'application de l'effort résultant soit le plus près possible de l'axe du coulisseau de la presse

La fabrication des outillages d'emboutissage est généralement assurée sur machines – outils conventionnels tout en prenant en considération le critère économique qui est le coût horaire machine et le coût de la matière, assurant ainsi la facilité des opérations d'usinage. L'outil ne doit pas être une source d'accident pour l'opérateur. Il faut donc lui assurer une alimentation aisée et une extraction facile des pièces, de sorte que le temps de l'action manuelle sous l'outillage soit très court. [5]

| Matrice

C'est le plus gros élément de l'outil puisque le poinçon doit pousser la tôle dedans et qu'elle doit supporter entièrement le flan. En examinant une matrice, on voit donc une cavité centrale dont la forme reproduit assez exactement celle de la pièce à fabriquer, entourée d'une surface annulaire plate ou gauche sur laquelle repose le flan au départ de l'emboutissage. Cette surface peut porter des éléments de freinage tels que joncs ou redans [6].

Un élément important vis-à-vis de l'emboutissage est le rayon de matrice, celui qui entoure la cavité de matrice. Il n'a pas nécessairement la même valeur sur tout le pourtour de la cavité, pouvant être plus grand à certains endroits pour faciliter l'avalement du métal [6].

| Poinçon

Sa forme reproduit, en principe, la forme intérieure de la pièce voulue, sauf si des corrections de courbure ont été apportées pour compenser le retour élastique. Sauf dans le cas d'un nez de poinçon parfaitement plat entouré par un rayon de poinçon très faible, le métal sera soumis à l'expansion et amené à glisser sur le poinçon. Pour cette raison, un poinçon doit être soigneusement poli. Mais l'expansion se fait au détriment de l'épaisseur et, dans des cas assez rares, quand l'utilisation de la pièce nécessite de limiter l'amincissement sur le nez de poinçon, on pourra avoir recours à un sablage du nez de poinçon dont l'effet est de limiter les déformations du métal [6]

| Serre-flan

Le serre-flan est l'élément essentiel de tous les outils d'emboutissage, à de très rares exceptions près. Le serre-flan peut d'abord, comme l'indique son nom, s'appliquer directement sur le flan (la tôle) et le plaquer sur la matrice. Il s'oppose ainsi à la formation des plis, par ce que nous appelons l'effet de confinement. Il existe cependant un cas différent, très souvent utilisé industriellement avec les presses mécaniques, surtout si l'outil comporte des joncs : c'est l'appui du serre-flan sur des butées, également appelées cales de compensation, situées autour de la matrice et qui bloquent son déplacement. On ne contrôle plus alors une pression sur la tôle, mais un jeu entre serre-flan et matrice. Celui-ci doit être réduit au minimum pour éviter la naissance des plis [6]. Il existe aussi d'autres cas industriels qui utilisent un lubrifiant dans la zone de contact tôle-matrice. Ce contact qui est assuré par le serre-flan en présence du lubrifiant permet un meilleur écoulement de la tôle dans la matrice.

Chapitre II :
Étude et analyse de
l'emboutissage des lavabos
collectif à l'EIMS-Miliana

Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons l'étude et analyse de l'emboutissage des lavabos collectif à l'EIMS-Miliana et les principaux étapes et paramètres de la fabrication

1. Historique

La société nationale de construction métallique a été créée par ordonnance N°67256 de décembre 1976 sur la fabrication de produit métallique, et transféré à ENIEM en date du 01-octobre 1998. L'unité emboutissage, émaillage de MILIANA est un projet parmi plusieurs projets industriels qui ont été lancés durant le programme 1974/1977. Elle est conçue initialement pour la fabrication d'article sanitaire par décision N°74.162A148 du 07 mai 1974, elle fût réévaluée en 1975 en raison de son orientation pour la production d'article sanitaire en acier embouti/émaillé. Son individualisation a été décidée dans le cadre de 2ème plan quinquennale, d'une part pour couverture des besoins en articles sanitaires nationale, reprendre au besoin d'une double préoccupation, ce qui donne un emploi de l'avenir miniers arrêtés du fait de la fermeture des mines de Zaccar.

L'entreprise fabrique des produits aux annexes pour la satisfaction du marché national et être indépendant des fournisseurs étrangers. Cette décision a eu lieu en date du 11/06/1976, portant le N° sep/78/937/if/131/n°6.134.016.08.01.

En 1983, et en exécution du décret N°28.456 du 16 juillet 1985, portant restructuration des entreprises nationales l'unité se transformée à PROMETAL.

En 1998, elle fut rattachée à l'ENIEM en tant qu'unité. Elle est entrée en production en 1999.

En 2005, création de la Filiale EIMS. L'Entreprise Industrielle de Matériel Sanitaire.

Adresse de l'entreprise : Route de Hammama. BP 47 Miliana - W. Ain-Defla.

1.2 Activités

Fabrication et commercialisation d'articles sanitaires en acier émaillé et en Inox avec une capacité de production de 70 000 unités/an avec un seul groupe de travail (8heures de travail par jour et 6 jours par semaine).

1.3 Gammes de production

- Baignoire 1.70 x 0.70 (m)
- Baignoire 1.60 x 0.70 (m)

- Baignoire 1.40 x 0.70 (m)
- Bac à douche 0.70 x 0.70 (m)
- Lavabos 0.60 x 0.50 (m)
- Lavabos 1.20 x 0.49 (m)
- Evier à 1 bac 1.00 x 0.60 (m)
- Evier à 2 bacs 1.20 x 0.50 (m)
- Réchaud à gaz naturel
- Bac de brouette

1.4 Ressources humaines

Le tableau suivant nous représente les effectifs et les ressources humaines de l'entreprise (tableaux II.1).

Tableau 2. II : Ressources humaines de l'entreprise

EFFECTIF PAR GROUPE SOCIO-PROF. ET PAR SECTION ACTIF						
Structure	Group Socio-Professionnels					
	Cadre Dir.	Cadre Sup.	Cadre M.	Maitrise	Exécutant	Ensemble
Direction	1	2	2	1		6
D. Technique			3	10	1	14
Service de Production		1	3	12	41	57
DAF			3	6	4	13
Service. Qualité				2	2	4
Service. Commerce.				4	2	6
S. Appro			1	3	1	5
S. Sécurité			1	7	23	31
TOTAL	1	3	13	45	74	136

1.5 Organigramme de l'EIMS

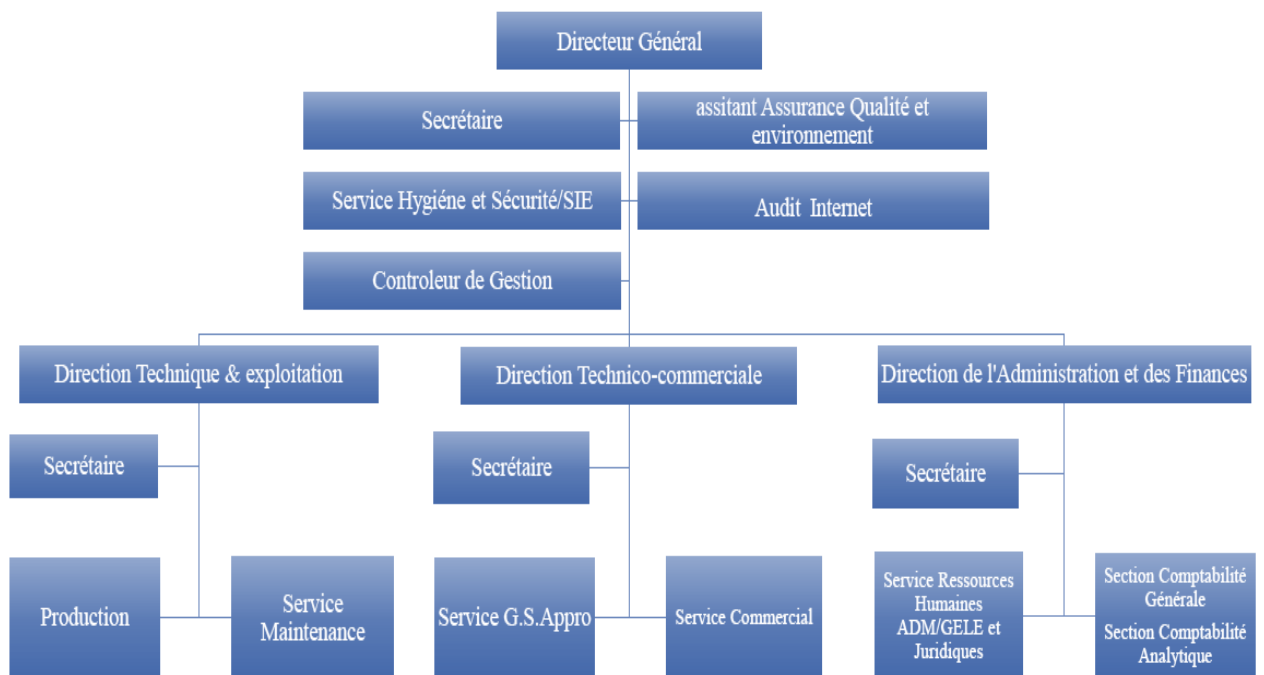


Figure II.1 : Organigramme de l'EIMS [7].

1.6 Étapes de fabrication de lavabo collectif à l'EIMS

La fabrication des lavabos collectif se produire sur deux étapes (02 chaines) :

- Chaîne d'emboutissage
- Chaîne d'émaillage.

1.6.1 Chaîne d'emboutissage

1.6.1.1 Description du procédé de fabrication à la ligne de presses

Nous avons prévu une ligne de presses à 4 presses pour la fabrication d'éviers. Des lavabos collectifs. Ceci Permet une fabrication sans nécessité d'entreposage et de Changements des outils, ce qui garantit le plus favorable déroulement des différentes phases de la fabrication. Puisque les opérations nécessaires à la fabrication des différents produits se ressemblent, nous nous limitons ici à la description de la fabrication d'éviers.

1.6.1.2 Chargement des flans

Les flans (les tôles) à dimensions fixes seront amenés à la première presse dans un paquet à travers un convoyeur à rouleaux à partir du magasin de tôles. Les flans seront enlevés de la pile à la main et chargés dans l'outil d'emboutissage (Figure II-2).



Figure II.2: Tôles d'emboutissage des lavabos collectif.

1.6.1.3 Opération d'emboutissage de la forme de lavabo collectif

Le flan sera fixé dans l'outil 1 d'emboutissage par des butées de flans. A la descente du coulisseau de la Presse la matrice (Figure II.3) repousse le serre-flan \ se trouvant sur le coussin hydraulique et tire le flan par dessus le poinçon. A la montée du coulisseau de La presse, la matrice se soulève du serre flan. Celui-ci reste d'abord à la position basse, car le coussin d'emboutissage à commande temporisée remonte. Le fond de matrice à ressorts fait sortir la pièce emboutie de la matrice (Figure II.4).

La pièce emboutie est enlevée de l'outil, placée sur un convoyeur et transportée à la prochaine presse (Figure II.5).



Figure II.3 : Presse d'emboutissage des lavabos collectif.

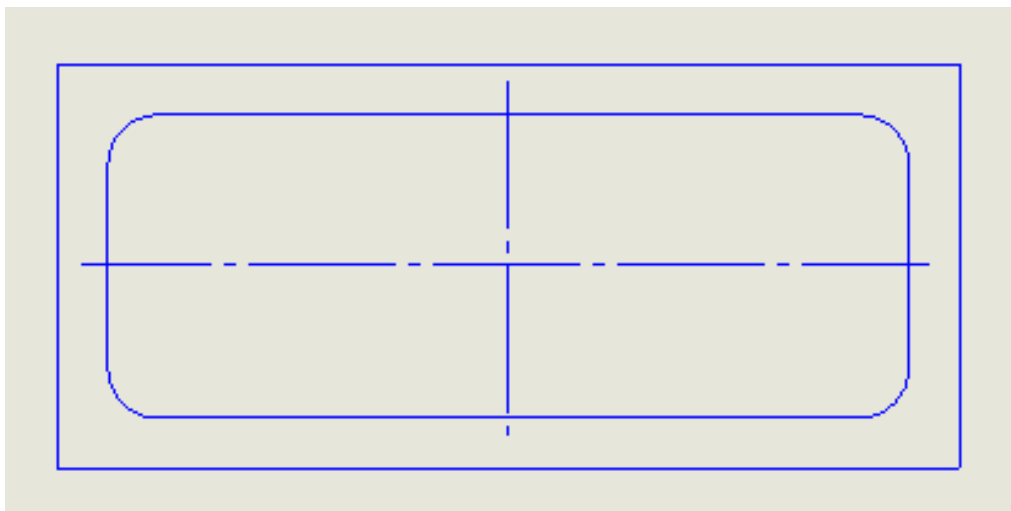


Figure II.4 : Dessine de la forme d'opération d'emboutissage.



Figure II.5: Opération de la forme lavabo collectif

1.6.1.4 Opération d'emboutissage de la table égouttoir

Emboutie préliminairement est enlevée du convoyeur manuellement et chargée dans l'outil. La pièce est placée sur 4 inserts d'élévateurs sur ressorts et est fixée dans deux centrages.

A la descente du coulisseau de la Presse La pièce, la partie Supérieure vient en appui en même temps que le serre-flan Sur La pièce en tôle, fait déplacer les inserts d'élévateurs et Presse sur le serre-flan, par la suite. La pièce en tôle est Alors retenue entre serre-flan- et partie Supérieure. 20 mm avant La fermeture de l'outil le serre-flan se pose sur la Partie inférieure et retient la pièce en tôle également. Ensuite, l'opération d'emboutissage définitive commence et le serre-flan se déplace (Figure II.6).

A la montée du coulisseau de la Presse la partie Supérieure se Soulève d'abord et, au bout de 20 mm, le serre-flan. Le serre-flan est commande a retardation et sert, par ce fait, en tant que éjecteur de la pièce en tôle (Figure II.7).

La pièce en tôle est déchargée manuellement et transportée à la prochaine presse à travers un convoyeur.



Figure II.6: Presse d'emboutissage de la table égouttoir.

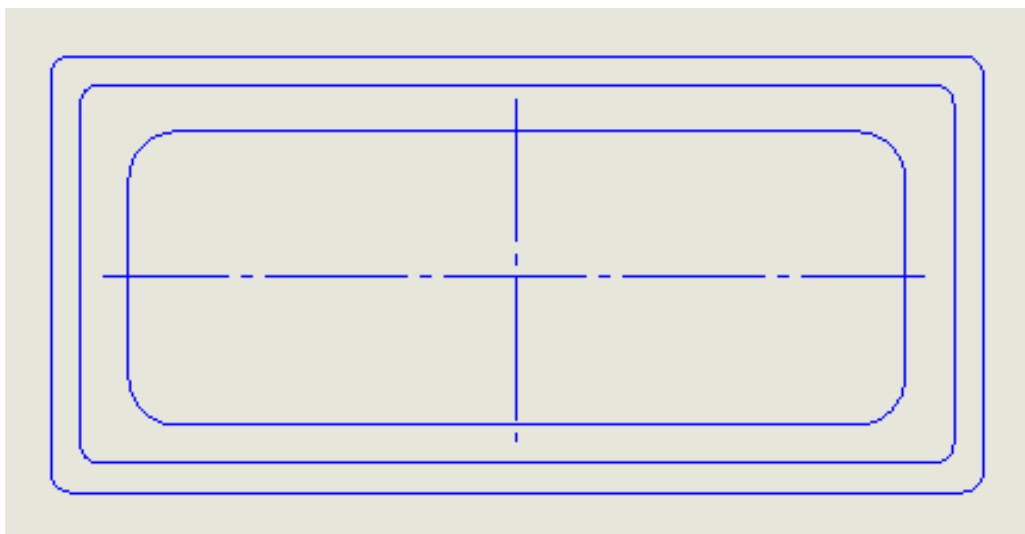


Figure II.7 : Dessine d'emboutissage de la table égouttoir.

1.6.1.5 Opération de tombage bord, Cambrage poinçonnage

La pièce emboutie définitivement est renversée de 180° chargée dans l'outil et fixée dans le centrage. A l'opération de détournage, le serre-flan à ressort Vient en appui Sur la pièce emboutie et la presse sur les lames de détournage installées à la partie inferieure. La pièce est ensuite détourné tout autour, tombe e verticalement et le trou de vidange est cambré et Poinçonné (Figure II.8).

Aux 4 angles de la partie inferieure de l'outil, à la zone de Tombage, des inserts amovibles, Placés sur des vérins pneumatiques sont installés. A l'opération de tombage la tôle est pressée contre les lames de tombage supérieures, ce qui permet d'obtenir des angles tombés sans formation de plis. A la montée du coulisseau de la presse, le serre-flan fait sortir la pièce en Tôle de la partie Supérieure. Le coussin hydraulique inférieur commandé à retardation soulève la pièce .en tôle de la partie inferieure de l'outil par l'intermédiaire de l'élévateur. La pièce en tôle est déchargée manuellement (Figure II.9), placée sur un convoyeur et transportée a la prochaine presse (Figure II.10).



Figure II.8 : Presse d'emboutissage de tombage bord

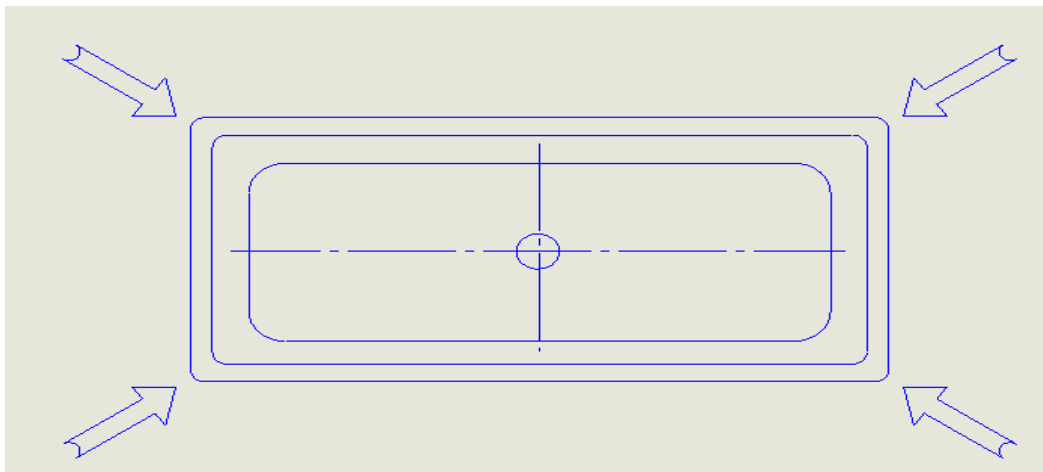


Figure II.9 : Dessine d'emboutissage de tombage bord



Figure II.10 ; La forme de tombage bord sur lavabo collectif.

1.6.1.6 Opération de tombage bord horizontal

La pièce en tôle est enlevée du convoyeur, placée dans l'outil de Tombage bord à la main et fixée par l'intermédiaire de touches Passantes (Figure II.11). A la descente du coulisseau, la forme de la pièce est positionnée par des cames de positionnement aux droites. Le serre-flan vient ensuite en appui sur la pièce en tôle (Figure II.12).

La pièce en tôle est alors tombée horizontalement aux 4 côtés par Des cames. A la montée du coulisseau, les cames de tombage bord Reculent, le Serre-flan se soulève de la pièce en tôle et les cames de positionnement passent à la position ouverte. La pièce en tôle est soulevée avec retardation, enlevée manuellement et placée sur un convoyeur (Figure II.13).



Figure II.11 : Presse de tombage bord horizontal

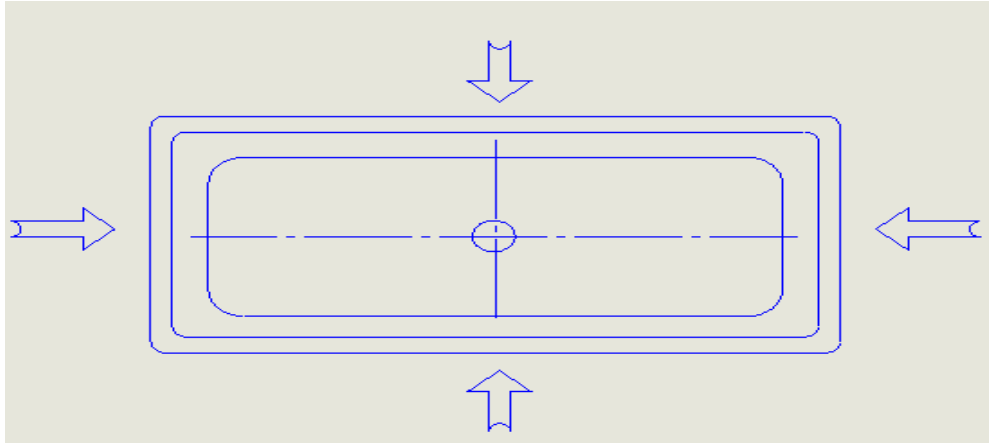


Figure II.12 : Dessine de tombage bord horizontal sur lavabo collectif



Figure II.13 : La forme de tombage bord horizontal sur lavabo collectif

1.6.1.7 Exécution d'opérations de contrôle

Un contrôle visuel de qualité se fait sur le convoyeur, à la sortie de la dernière opération de formage. Si nécessaire, un ébarbage local devra être exécuté à la main avec des meuleurs à meule assiette. En cas de nécessité, une opération de retouche se fait dans le cas de défauts de surface de la tôle ou de criques avec soudeuse à l'autogène, à un poste de retouche disposé parallèlement au tapis de contrôle.

1.6.1.8 Entreposage, d'éviers

Suivant le système d'adaptation déterminé pour les installations de fabrication "unité d'emboutissage" et "unité d'émaillage" il est prévu de faire passer les pièces au circuit à l'émaillage en les attachant directement aux suspensions de l'émaillage ou de les entreposer (Figure II.14) .



Figure II.14 : Entreposage, d'éviers

1.6.2 Chaine d'émaillage

L'atelier émaillage est divisé en trois lignes :

Ligne de nettoyage des lavabos collectifs : dans cette phase d'émaillage les lavabos collectifs sont dégraissés et nettoyés des impuretés et finalement séchés à air chaud (Figure II.15).



Figure II.15 : Ligne de nettoyage des lavabos collectifs.

Ligne d'enduction massique : après nettoyage, les lavabos collectifs sont décrochés et transférés vers le convoyeur de transport pour passage dans la cabine d'enduction. Dans cette phase, les deux surfaces avant et arrière de lavabo collectif sont émaillées d'une couche d'une tolérance entre 80-120 μ . Le séchage vient par la suite en transbordant les lavabos collectifs émaillés au four pour cuisson. Finalement, l'état de surface cuite est éventuellement contrôlé à la fin de cette ligne (Figure II.16).



Figure II.16 : Ligne d'enduction massique

Ligne de couverture : dans cette phase, la surface avant des lavabos collectifs est induite d'une couche d'émail couverture avec une tolérance entre 80 et 120 μ . Une opération de séchage vient par la suite dans un four pour cuisson sous une température entre 820 et 840 $^{\circ}$ c pour avoir un lavabo collectif fini (Figure II.17). L'état de surface est vérifié à la fin de cette ligne.

Finalement le produit fini des lavabos collectifs est stocké sur palettes en bois pour la livraison au commercial



Figure II.17 : Passage au four pour caisson.

1.6.3 Principaux défauts rencontrés en emboutissage

Au cours de l'opération de mise en forme par emboutissage la feuille métallique subit différents modes de sollicitations. Dans certaines conditions, ces modes conduisent à la formation d'ondulations que nous désignerons généralement sous le nom plis ou à un amincissement excessif conduisant à la rupture de la tôle (Figure II.18). [8].

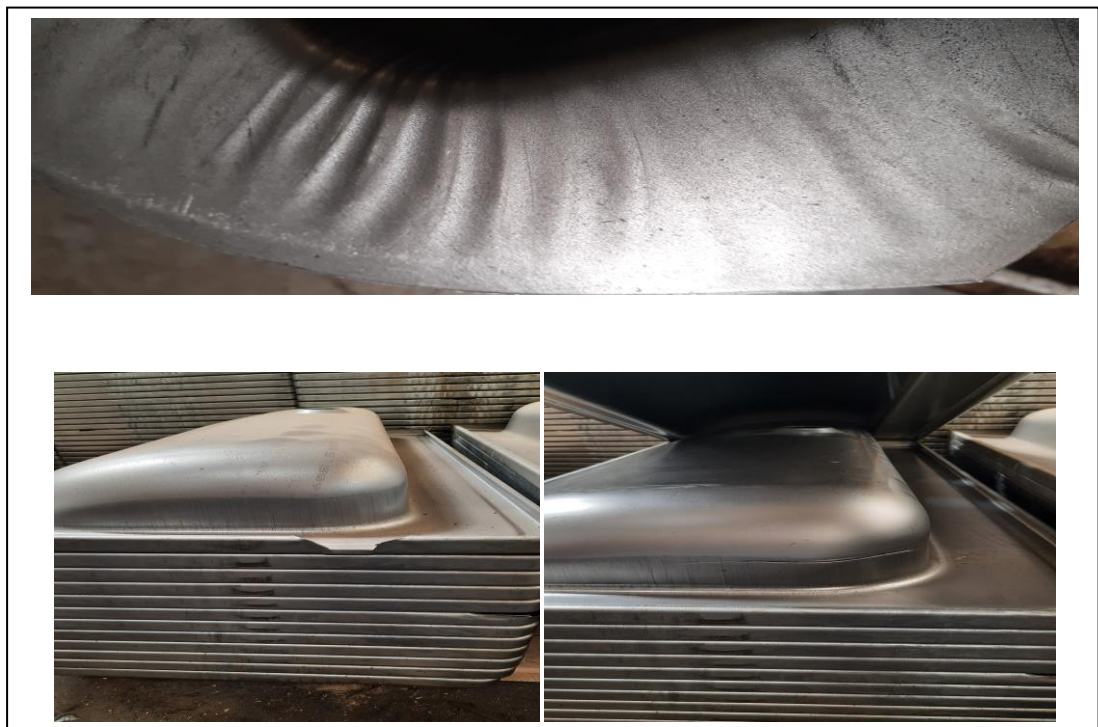


Figure II.18 : Principaux défauts rencontrés en emboutissage.

La rupture et le plissement ne sont pas les seuls critères d'acceptation ou de refus d'une pièce. En effet, selon la fonction recherchée de l'embouti final, les défauts géométriques doivent être pris en compte le plus précocement possible dans la conception des pièces. Il s'agit d'apporter des modifications sur sa géométrie et/ou adapter l'outil ou les paramètres du procédé, pour compenser les écarts géométriques et réduire le retour élastique.

La difficulté principale de l'emboutissage de pièces complexes est de contrôler le procédé à l'intérieur de ces limites de défaillances. Nous souhaitons que la pièce après mise en forme ne présente pas de défauts volumiques, surfaciques et dimensionnels

Les défauts de la surface tels que la présence de rayures, signes de grippage, etc.

- la rupture ;
- la non-conformité de la forme de la pièce qui est due à un retour élastique excessif ou à une formation de plis dans certaines zones de la pièce emboutie ;
- la détérioration du revêtement.

L'aspect de la surface constitue un critère déterminant pour l'acceptation des pièces de robe de la carrosserie et peut également être pris en compte pour certaines pièces de structure partiellement visibles

- La rupture, se traduit par une faiblesse du point de vue mécanique et du point de vue aspect. Physiquement, elle se manifeste par une localisation de la déformation. La rupture se produit généralement dans les zones où l'embouti est sollicité en expansion ou en traction plane. Elle apparaît quand les déformations locales ont dépassé la capacité d'allongement, plastique du métal. De nombreuses méthodes sont utilisées, pour prédire ce type de défaut [9]

Après extraction de la pièce, on observe souvent des défauts de tolérances dimensionnelles. En effet, la pièce emboutie n'a jamais la géométrie de l'outil. Elle s'en rapproche de très près, mais elle présente en général un écart de cote lié au retour élastique après retrait des outils. Le retour élastique est d'autant plus marqué que la limite d'élasticité du métal est plus élevée (Acier) et son module d'élasticité plus faible (Aluminium). Cet écart à la géométrie nominale peut être minimisé par une mise au point précise des outils. Si cette différence de géométrie n'est pas contenue dans des tolérances sévères, elle peut être préjudiciable au bon fonctionnement de la pièce. Une opération de calibrage peut parfois s'avérer nécessaire pour assurer la précision géométrique recherchée.

Le plissement est un phénomène d'instabilité de type flambement dû à l'existence de contraintes de compression locales dans la tôle. L'analyse du plissement est un problème complexe dans sa globalité. Les plis sont généralement associés à des déformations en rétreint, ils peuvent apparaître aussi bien dans les brins libres (facettes courbes) que sous

serre flan (facettes planes). Ils résultent aussi bien des contraintes de formage proprement dites que des contraintes résiduelles libérées après décharge et extraction de la pièce hors des outils.

La meilleure réponse à ce type de phénomène consiste à éviter de telles zones de compression lors de l'opération de mise en forme. Mais cela n'est bien sûr pas toujours possible. Sur le plan matériau, les éléments à prendre en compte sont

- **L'épaisseur** : Plus elle est faible, plus l'inertie décroît, plus le plissement est probable.
- **La limite d'élasticité** : Sous l'action d'une compression dans son plan, l'idéal serait qu'une tôle s'épaississe en se déformant plastiquement. Mais plus la limite d'élasticité est élevée, plus est retardé le début de cette déformation plastique, plus haute est la contrainte atteinte et plus brusque sera le flambement de la tôle. Les tôles ayant les plus basses limites d'élasticité sont donc celles qui plisseront le moins.
- **Le coefficient d'anisotropie normale** : S'il a une haute valeur cela signifie que le métal se rétreint facilement, donc sous des contraintes faibles. De ce fait, les contraintes de compression radiale sont limitées et le plissement sera retardé. [10]

Parallèlement, plusieurs facteurs de la même importance, contribuent à la bonne réussite d'une opération de mise en forme par emboutissage. Ceci rend donc difficile tout contrôle parfait.

Ces facteurs sont :

- Les caractéristiques mécaniques du matériau utilisé ;
- La géométrie du flan et des outils (rayons de raccordement, jeu matrice poinçon.
- L'état physique de surface de la tôle et celles des outils (en particulier la rugosité des surfaces). La rugosité est déterminante pour l'interaction avec le lubrifiant et pour les caractéristiques d'un revêtement éventuellement présent ;

- La géométrie et/ou l'emplacement des jons. [11]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude bibliographique sur des travaux et des recherches effectués pour détecter et améliorer les principaux défauts rencontrés .Ou nous avons trouvé deux possibilités d'amélioration :

- Interdire la naissance des plis et réduire les contraintes de compression circonférentielles, en retenant plus la tôle sous serre flan dans les zones en rétreint par le contrôle de la force de serrage et/ou par l'utilisation des jons ;
- Limiter autant que possible les brins libres dans les zones centrales des pièces en utilisant des systèmes appliquant une pression sur la face intérieure (hydroformage ou élastofrmage).

Chapitre III :
Modélisation et simulation
numérique de l'opération
d'emboutissage

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons réaliser une simulation numérique de la mise en forme d'un lavabo collectif avec des paramètres industriels (réels) utilisés dans l'EIMS Miliana. Le dessin de définition de lavabo avec les dimensions réelles a été aussi communiqué par l'EIMS pour le même objectif afin d'atteindre la géométrie finale de lavabo collectif. Dans une première étape, les dessins de définition de lavabo collectif en utilisant le code de modélisation géométrique SolidWorks. Les différentes étapes de simulation numérique seront détaillées par la suite.

2. Modélisation géométrique de lavabo collectif

A partir du dessin de définition (Annexe), lavabo collectif illustrée dans la Figure (III.1) a été dessiné en utilisant le logiciel de modélisation géométrique SolidWorks. L'outil la plus complexe est le poinçon puisqu'il dispose de plusieurs congés de dépouillement avec différents angles. Cet outil a été déduit à partir du modèle géométrique de lavabo collectif en utilisant l'option d'obtention d'un moule ou d'une empreinte. Les géométries de la serre flan et de la matrice sont modélisées directement. Les différentes composantes de l'opération d'emboutissage d'un lavabo collectif, qui seront utilisées dans la simulation numérique.



Figure III.1 : géométrie de la forme finale du lavabo collectif

3. Modélisation numérique

Après la modélisation géométrique des pièces dans le logiciel SolidWorks, on a utilisée la simulation numérique de l'opération d'emboutissage de lavabo collectif avec des paramètres industriels (Figure III.2).

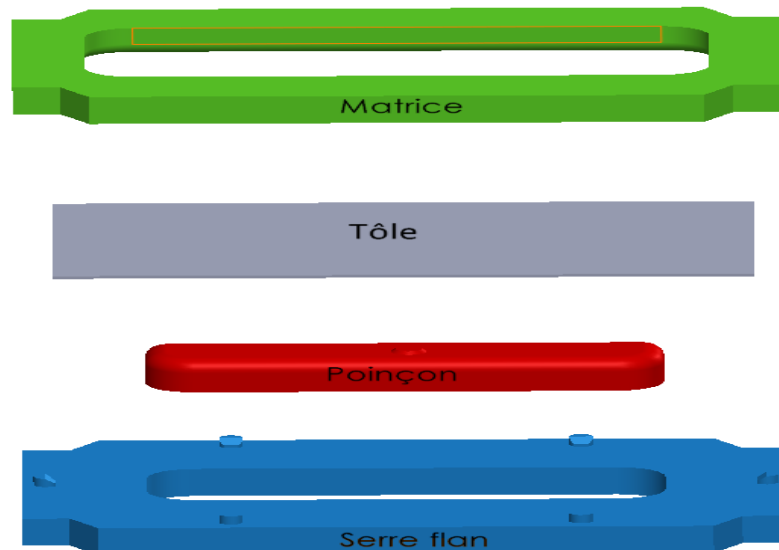


Figure III.2 : Différentes composantes de l'opération d'emboutissage.

4. Géométrie et maillage

Dans la modélisation numérique l'outil (le poinçon, la matrice, le serre flan) et la tôle sont importés. Les outils d'emboutissage sont considérés rigides sans déformation. Cependant la tôle est considérée déformable. L'assemblage des différents outils avec la tôle est représenté par la Figure (III.3) et l'outil avec la pièce emportée après l'opération d'emboutissage est représenté dans la figure (III.4).

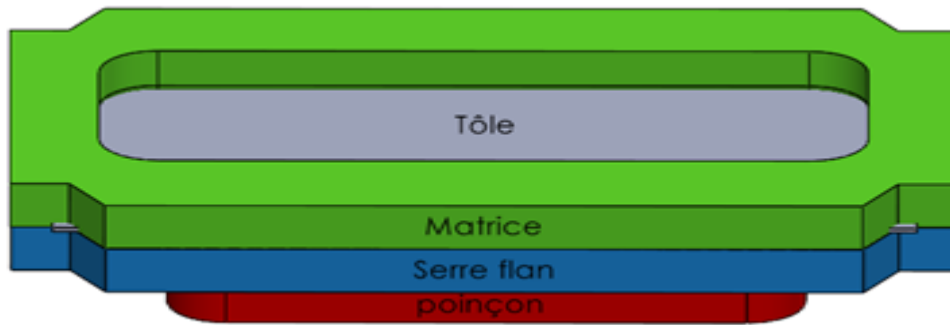


Figure III.3 : Assemblage des différentes pièces avant l'opération de l'emboutissage.

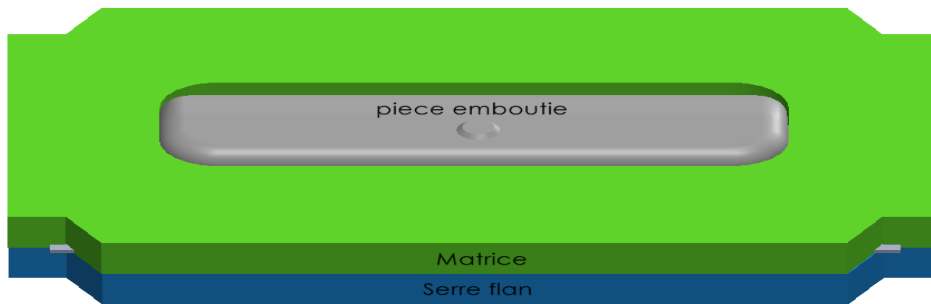


Figure III.4 : Assemblage des différentes pièces après l'opération de l'emboutissage.

5. Description du modèle

Le flan est une tôle mince d'acier doux :

5.1. Données géométriques

* Démentions de la tôle

- La longueur $L=1400$ mm

- La largeur $l=800$ mm

- Epaisseur $h=1.2$ mm

* Profondeur de l'emboutissage =145mm Pour les outils

* Rayon de la matrice = 80mm

* Rayon de poinçon = 80mm

5.2. Données mécaniques

- Le matériau de la tôle est un acier doux
- Module de Young $E=210000\text{MPa}$
- Coefficient de poisson $\nu=0.3$

5.3. La modélisation numérique

La simulation numérique est réalisée sous SolidWorks, [poinçon, matrice, sur flan] rigide.

5.4. Les forces

Force de serrage [force de sur flan]=1177200N

Force de matrice=2746800N

Profond de la matrice=145mm

Poinçon fixe

6. Simulation numérique de procédé d'emboutissage

L'utilisation du logiciel de simulation numérique SolidWork étudiée l'opération de l'emboutissage de lavabo collectif et les positions du matrice, la tôle, le serre flan et le poinçon. La position et les valeurs de la force qui applique dans l'opération de l'emboutissage, et donne un résultat (Figure III.5).

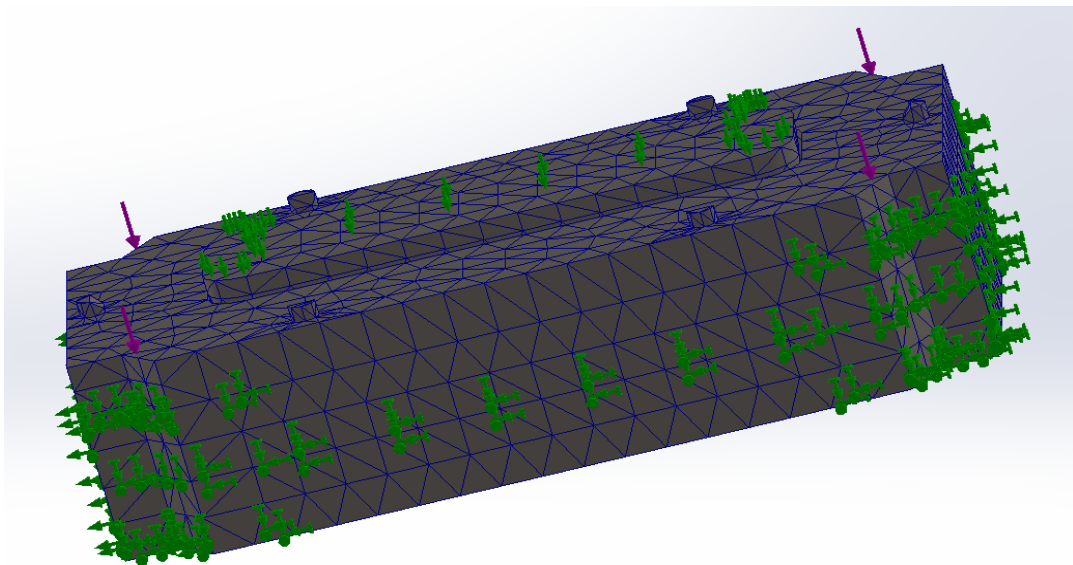


Figure III.5 : Simulation numérique de procédé d'emboutissage.

Conclusion

Dans ce chapitre, l'opération de mise en forme d'un lavabo collectif a été modélisée numériquement en utilisant les mêmes paramètres industriels. Pour valider cette approche numérique, il est important de la confronter à des mesures géométriques d'un lavabo collectif réel. Dans cet objectif, le chapitre suivant sera dédié à la mesure 3D de la baignoire réelle

Chapitre IV : La modélisation **d'emboutissage**

1. Introduction

Le travail de ce chapitre consiste à présenter la conception numérique, l'ensemble et le détaillée, sous logicielle Solide Works, plus une simulation d'une épreuve d'emboutissage, par le calcul des forces (Figure IV.1).

le schéma du processus

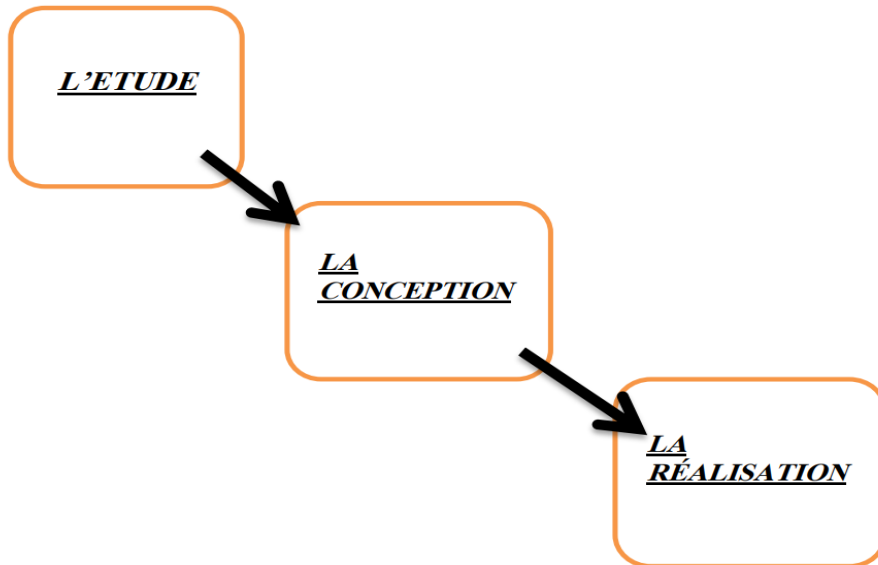


Figure IV.1 : Schéma représente le plant de la réalisation.

2. L'étude

2.1 Le jeu entre le poinçon et la matrice

Lorsque le jeu entre le poinçon et la matrice est théoriquement égal à l'épaisseur de la tôle, il se produit une augmentation de l'épaisseur de la paroi. L'augmentation de ce jeu a une influence favorable sous l'effet du poinçon, mais entraîne certains inconvénients. [12]

Pour l'aluminium : $\text{Jeu} = h + 0.02 (10h)^{1/2}$

$\text{Jeu} = 1 + 0.02 (10)^{1/2}$

$\text{Jeu} = 1.063 \text{ mm}$

2.2 Le rayon sur la matrice

Ce paramètre a une très grande importance autant pour la qualité de l'embouti que pour la répartition des forces. En effet, on comprend parfaitement que dans les deux cas extrêmes, l'emboutissage n'est pas viable. On observera pour $r_m = 0$ un déchirement du flan et pour $r_m = (D-d)/2$ la formation de plis. [12]

Afin de déterminer le rayon efficace, on utilise la relation de Kaczmarek donnant :

Pour l'aluminium :

$$r_m = 0.9 [(D - d) h]^{1/2}$$

$$r_m = 0.9 [(140 - 100) 1]^{1/2}$$

$$r_m = 5.69 \text{ mm}$$

2.3 La pression de la serre flan

La suppression des plis est un des objectifs majeurs de l'emboutissage. Le rôle du serre flan consiste à empêcher la formation de plis sur le rebord du flan en exerçant une pression appropriée. La présence du serre flan ne s'impose que si

$$d < 0.95D \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{ou } h < 0.2 (D - d) \dots\dots\dots(2)$$

$$d < 0.95D$$

$$100 < 0.95 * 140$$

$$100 < 133$$

Donc l'équation (1) est vérifiée

Dans la pratique, il faut que le serre flan soit bien trempé et rectifié. La pression est réglée à l'aide de clés dynamométriques, de ressorts ou de caoutchouc, en fonction de l'aspect de l'embouti :

- Si la paroi est sans plis et d'aspect brillant, la pression est adaptée.
- Si la paroi est bonne, mais que les bords supportent des marques de dentures, c'est que la pression est trop faible

S'il se produit un déchirement lors de la descente du poinçon, c'est que la pression est trop importante. Ainsi, pour un embouti cylindrique de diamètre d et de flan de diamètre D , l'effort de serrage appliqué sur le serre-flan sera : $Q = (\pi /4) [D^2 - (d + 2r_m^2)] p$

Où 'p' pressions spécifique

- Pour l'aluminium : $p = 10 \text{ daN/cm}^2$

Il est également possible de faire appel à une installation pneumatique ou hydraulique offrant un réglage de la pression plus facile qu'avec un dispositif à ressort ou en caoutchouc. [12]

$$Q = (\pi /4) [D^2 - (d + 2r_m^2)] p$$

$$Q = (\pi /4) [14^2 - (10 + 2(0.569)^2)] 10$$

$$Q = 1455.75 \text{ daN}$$

2.4 L'effort d'emboutissage

L'effort nécessaire pour emboutir des pièces cylindriques dépend tout d'abord des diamètres de l'embouti et du flan primitif, de l'épaisseur et de la qualité de la tôle. Il dépend également de la pression de serre flan, de la vitesse d'emboutissage, de l'arrondi de la matrice, du jeu entre poinçon et matrice et de la lubrification. Il est difficile de tenir compte de tous ces facteurs dans la détermination de l'effort du poinçon, [12] c'est pourquoi il est commun d'employer la formule simplifiée suivante

$$P = \pi d h k R_m$$

Avec k coefficient en fonction de d/D , h épaisseur du flan, R_m résistance à la rupture en traction.

$$P = \pi d h k R_m$$

$$P = \pi (100) (1) (100/140) (5.69)$$

$$P = 1276.83 \text{ N}$$

2.5 La vitesse d'emboutissage

Elle se définit comme la vitesse du poinçon au moment de l'attaque de la tôle. Les transformations que subit le métal à froid entraînent un écrouissage de celui-ci dépendant de cette vitesse. Une vitesse trop faible, tend donc à générer un écrouissage trop important sur le métal, le rendant moins malléable. Une grande vitesse tend à empêcher la propagation de la force

du poinçon jusqu'au niveau du flan. Cette altération pouvant alors se traduire par une rupture du flan. D'après BLISS1, il existe une vitesse optimale pour chaque métal :

- Pour l'aluminium : 500 mm/s

3. Conception

3.1. Conception de la presse

Après avoir terminés la conception par logiciel Solidworks de la presse utilisé nous avons sortis avec la représentation 3D suivent (Figure IV.2).

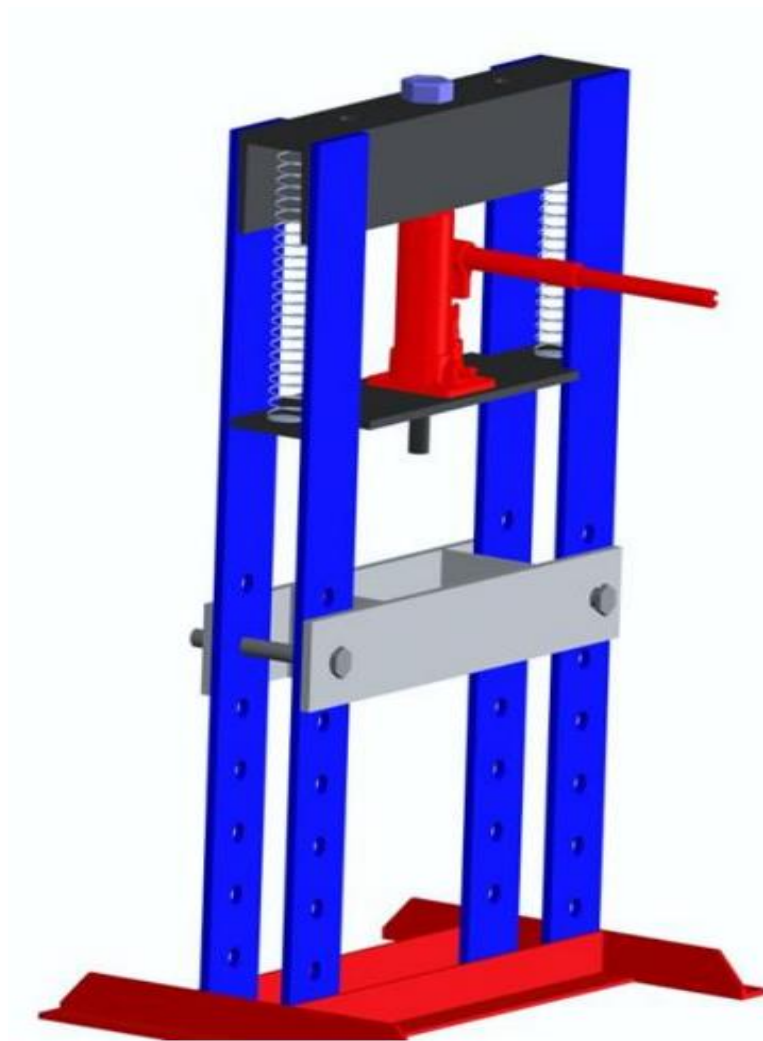


Figure IV. 2 : Présentation "3D" de la presse.

3.1.1 Etude de la résistance

Le choix de la qualité des matériaux était l'acier dur pour la matrice, le poinçon et le serre flan. Et pour la poutre de la forme 'H' et les poutres de la forme 'U' on a choisie l'acier ordinaire avec

une épaisseur de 7 mm. à la fin on a illustrée logiciel de la simulation numérique SolidWorks pour étudiée la résistance des poutres et de l'outil en appliquant la force de 19620 (Figure IV.3).

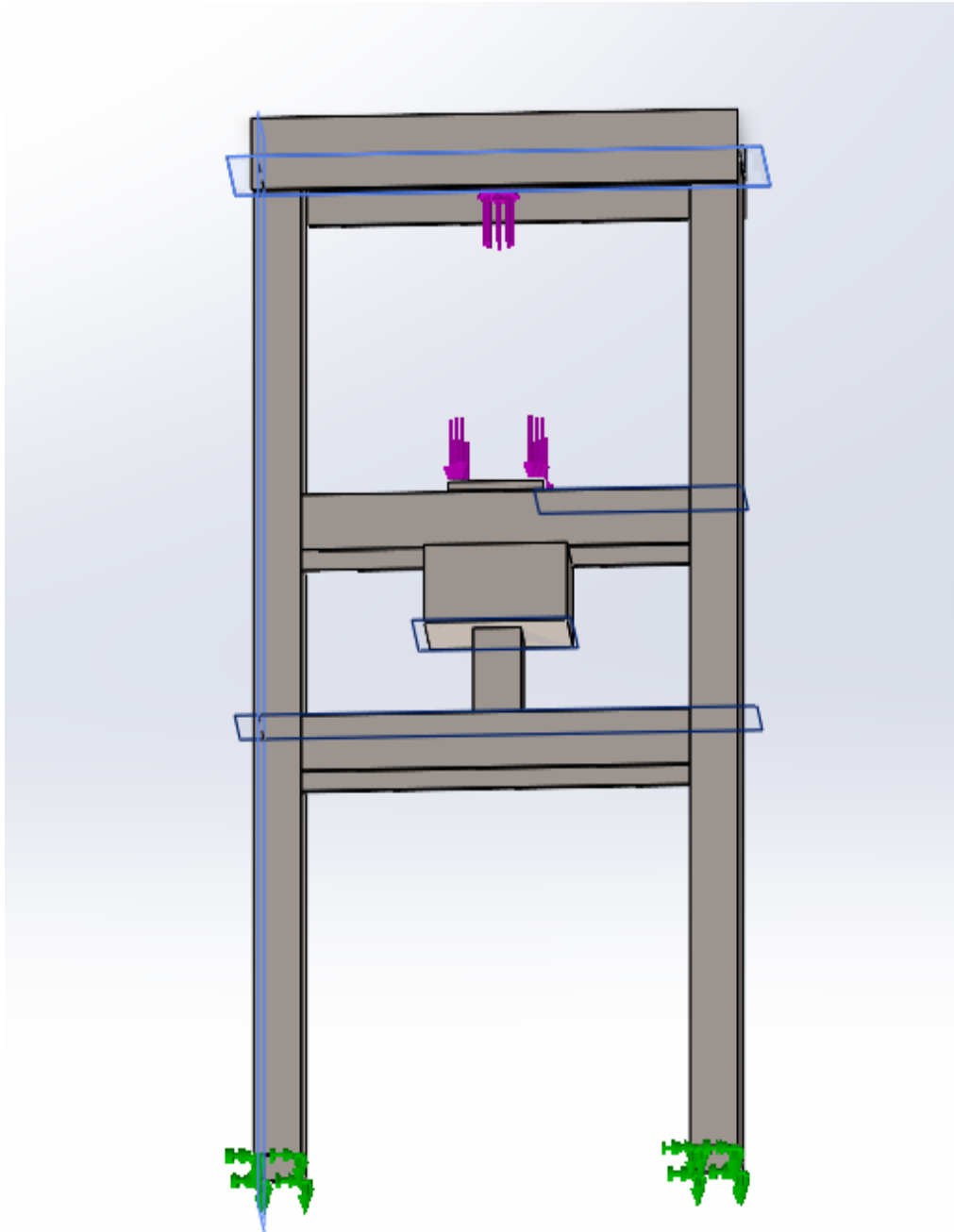


Figure IV.3. : la force appliquée sur l'outil et les poutres 'H'.

Après les résultats trouvés sur le logiciel SolidWorks, on note que les zones avec la couleur verte sont une zone qui subit une très grande force de contact. Et la couleur bleue représente le faible contact de force appliquée (Figure IV.4).

A la fin le choix de métal et l'étude sur logicielle était valide et on a sorti que la table à la résistance idéal pour la force applique.

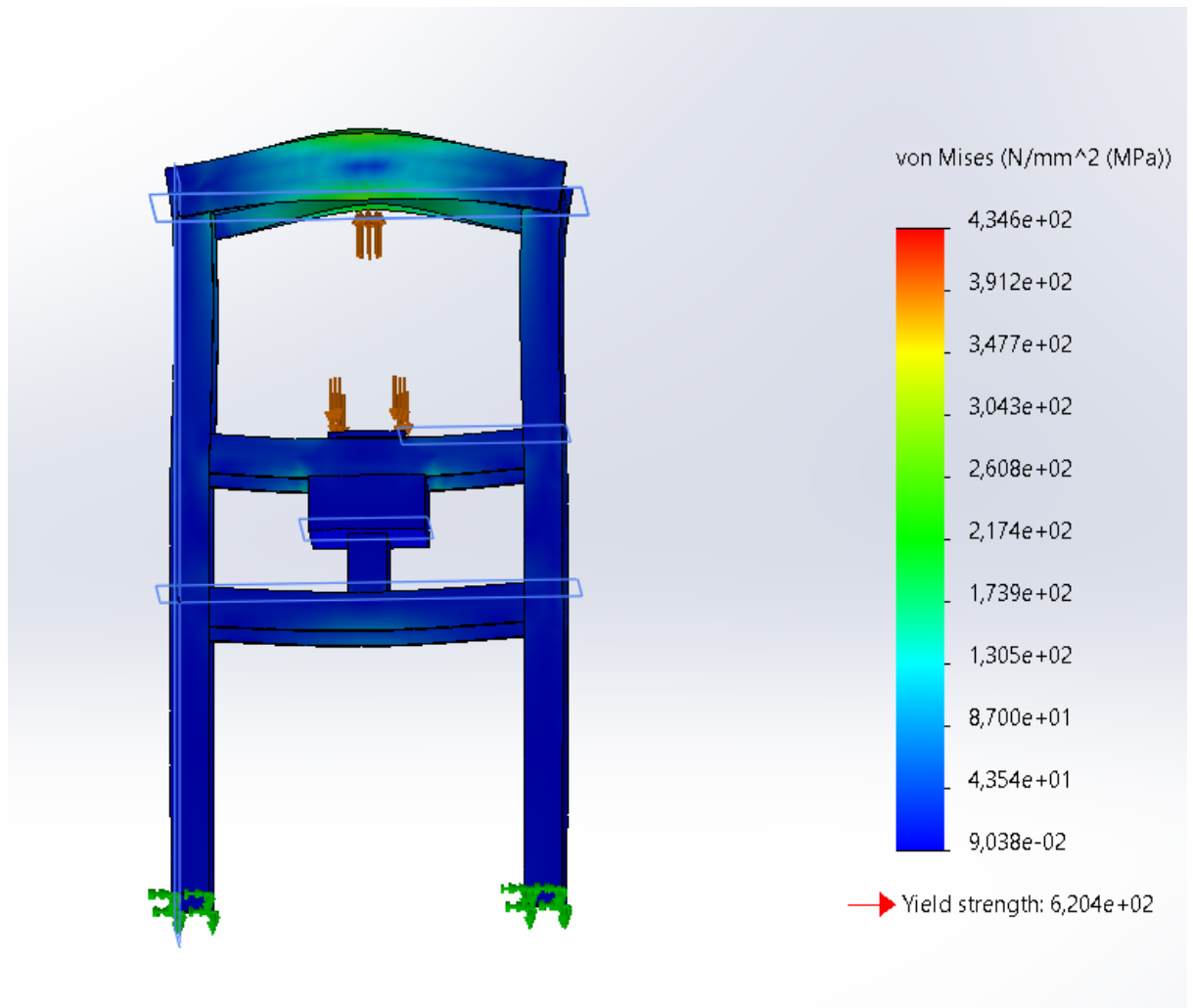


Figure IV.4 : Résulta de la simulation

3.2. Conception de l'outil

Après avoir terminé la conception de l'outil assemble par logicielle Solid Werks nous avons trouvé la présentation suivante (Figure IV.5).

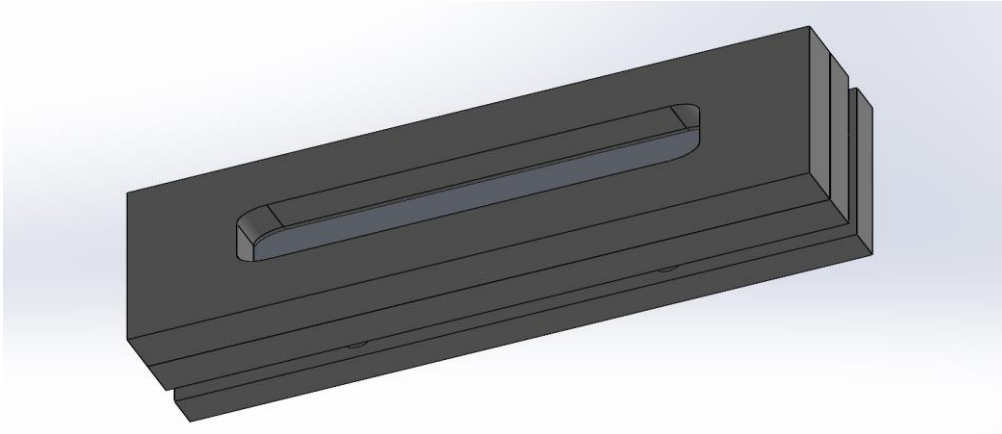


Figure IV.5 : Présentation "3D" de l'outil assemble.

4. Réalisation

Après l'achèvement de l'étude et la conception par ordinateur, un modèle de la machine a été obtenu avec le maximum de détails (Figure IV.6).



Figure IV.6 : Presse d'emboutissage.

Caractéristique de la machine:

- Machine : presse d'emboutisseuse ;
- Sous-ensembles : deux parties ;
- Mode de fonctionnement : les fonctions liées à la partie fonctionnelle: presse, pliage, emboutissage ;
- Technique d'emboutissage : L'emboutissage à froid ;
- l'épaisseur max de flan : 01 mm ;
- Forme de matrice : rectangulaire ;
- Le poids total : 45 kg ;
- Le poids de l'outil : 2 kg ;
- La force maximale : 19620 N

5. Conclusion

Pour obtenir un produit mécanique il faut passe plusieurs étapes essentielles [22] :

1- L'étude

2- la conception

3- la réalisation

Dans ce chapitre nous avons exploité tous les fourmilles mathématique liées à notre produit, et applique la meilleure solution et utilisé un programme assisté par ordinateur pour faciliter le processus de conception et obtenir une simulation de modèle numérique, parmi les nombreux programmes de conception nous avons choisi Solide Works pour sa facilité d'utilisation, précision de ses fonction

Chapitre V : Résultats et **Discussions**

1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats et la discussion des opérations d'emboutissage de lavabo collectif, ainsi que La modélisation numérique et la réalisation.

2. La forme emboutie de lavabo collectif

Après la premier étape de la simulation numérique, il a donné la forme illustrée dans la figure V.1 par logiciel solid works , et cette forme étudié dans la deuxième étape de la simulation numérique

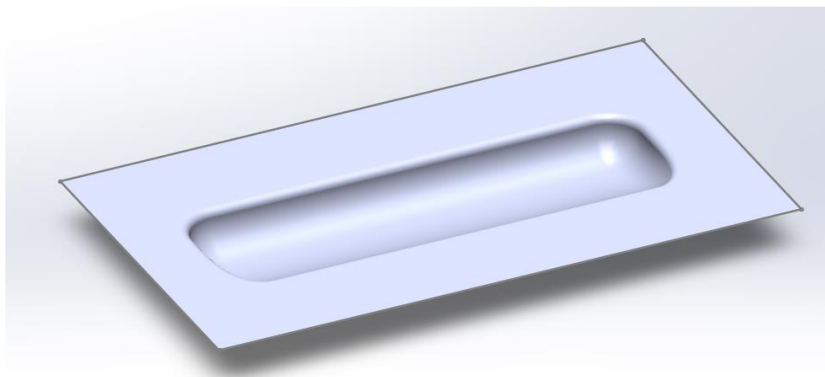


Figure V.1 : Forme emboutie de lavabo.

3. Résultats de la simulation numérique

3.1 Déplacements

Le déplacement de la tôle pendant l'opération d'emboutissage est très importante pour éviter la rupture de la tôle. Dans le procédé d'emboutissage de lavabo collectif, la tôle s'écoule, sous le serre flan, suivant la forme géométrique de la matrice et du poinçon. Les pressions de serrage et la force de l'emboutissage appliquées réellement dans la presse donnent un bon résultat (Figure V.2), c'est-à-dire pas plissement ni de rupture. Ces pressions sont appliquées directement sur la serre flan qui fixe l'écoulement de la tôle dans la matrice lors de l'emboutissage.

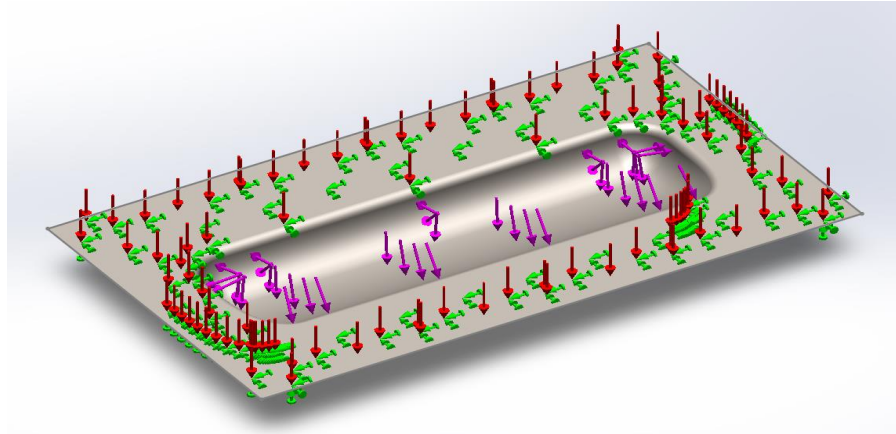


Figure V.2 : Les pressions de serrage et la force de l'emboutissage.

3.2 Déformation de lavabo collectif

- **Par une tôle 0.5mm**

La distribution de la déformation dans lavabo collectif (l'épaisseur de la tôle 0.5mm) est représentée par la Figure V.3 après 145mm d'emboutissage. On note que la déformation est localisée dans les zones de contact tôle-matrice et tôle-poinçon. Ces zones correspondent aux dépouillements de l'outil de poinçon. La déformation est maximale dans les zones rouges, donc la tôle est faible, à cause du manque de matière (l'épaisseur).

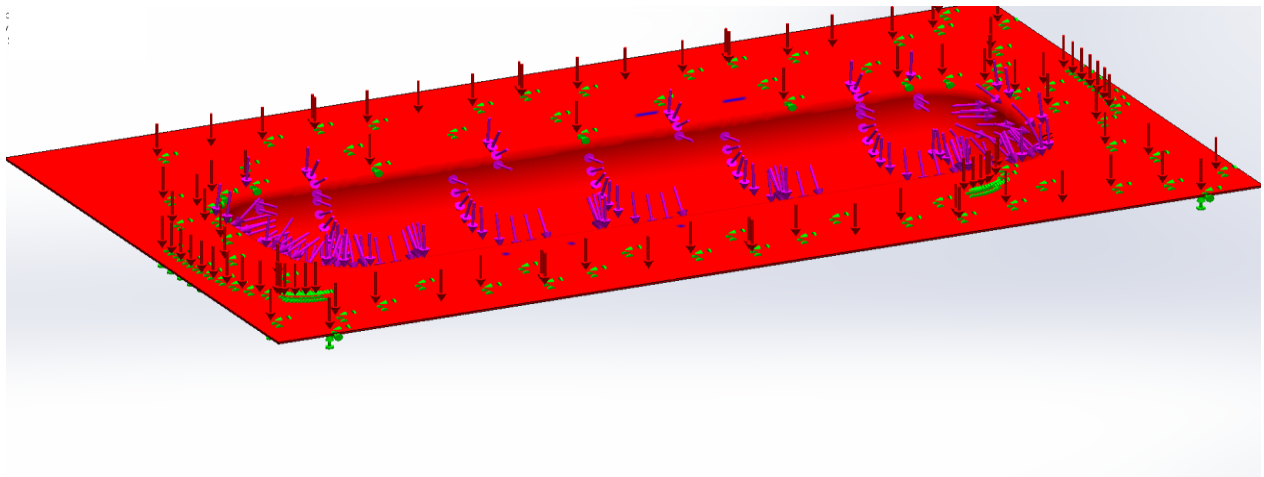


Figure V3 : Distribution de la déformation dans lavabo collectif (l'épaisseur de la tôle 0.5mm).

- **Par une tôle 3mm**

La distribution de la déformation dans lavabo collectif (l'épaisseur de la tôle 3mm) est représenté par la figure (V.4), après la simulation de l'emboutissage nous avons trouvé des zone bleu, qui représente une épaisseur excessive de la tôle

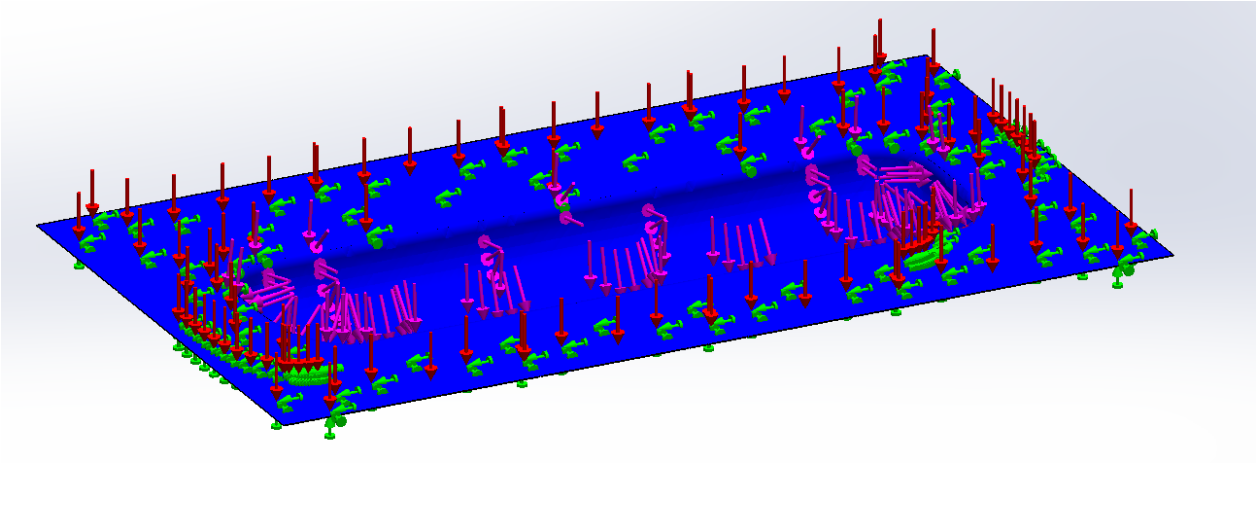


Figure V.4 : Distribution de la déformation dans lavabo collectif (l'épaisseur de la tôle 3mm).

- **Par une tôle 1.2mm**

La déformation de lavabo collectif est représentée par la cartographie de la Figure (V.6) après 145mm d'emboutissage. On note que la déformation est localisée dans les zones de contact tôle-matrice et tôle-poinçon. Ces zones correspondent aux dépouillements de l'outil de poinçon. La déformation est maximale dans la première zone rouge, et la deuxième zone en vert la déformations est parfaite, et la zone en bleus reposante une faible déformation, Donc, on constate qu'il n'y a pas de rupture.

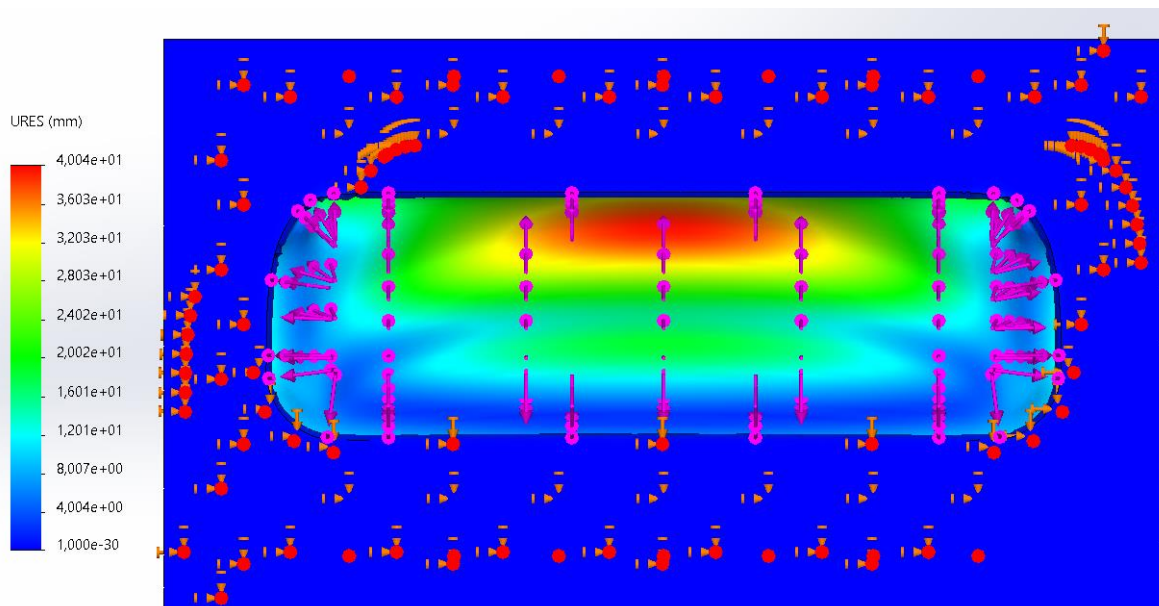


Figure V.5 : Déformation de lavabo collectif après 145mm d'emboutissage.

4. Résultat de l'emboutissage

Après la réalisations final de la presse d'emboutissage a froid nous avons commencé a produire la premier pièce et elle a donnée la forme extérieur mentionné sur la figure (V.6) , et la forme intérieur sans défaut dans la figure (V.7) .



Figure V.6 : Forme extérieur.



Figure V.7 : Forme intérieur.

Conclusion :

L'approche proposée pour la simulation de l'opération d'emboutissage d'un lavabo collectif à 1200 mm a été validée. Les résultats numériques de la réduction d'épaisseur ont été confrontés aux mesures 3D de lavabo collectif. La réduction d'épaisseur est presque la même dans certaines zones et la différence dans les autres zones peut être expliquée par rapport :

- aux déformations préliminaires dans la tôle avant emboutissage.
- aux frottements et aux conditions de contact entre la tôle et les outils
- à non prise en compte de la lubrification mixte dans le modèle numérique.
- à la sensibilité et au raffinement du maillage.

Les modes de déformation dans lavabo collectif emboutie ont été déterminés et étudiés. D'après les résultats des déplacements dans lavabo collectif, on a constaté que la forme finale ne contienne pas de défauts de plissement et ce qui correspond au cas réel de la baignoire fabriquée à l'EIMS. La distribution de la déformation équivalente dans lavabo collectif indique que la déformation est localisée dans les zones de contact tôle-matrice et tôle-poinçon.

Conclusion générale

Conclusion générale

Généralement les chercheurs et les ingénieurs font toujours recours à la simulation numérique. Cette méthode est devenue aujourd'hui un outil incontournable qui peut aider à surmonter les problèmes rencontrés. De la, l'Entreprise Industrielle de Matériel Sanitaire (EIMS) Miliana, utilise intensivement l'emboutissage profond à froid pour fabriquer les électroménagers et des produits sanitaires. Dans cette entreprise, les rebuts sont de plus en plus excessifs à cause des défauts de rupture et de plissement surtout avec le vieillissement des outils d'emboutissage. Ces deux modes d'échecs entraînent une perte en termes de coût et de temps. Pour répondre aux besoins industriels, notre objectif est de contribuer à la simulation numérique de l'opération d'emboutissage d'un lavabo collectif avec des dimensions et des conditions opératoires réelles. Les géométries des différents outils d'emboutissage (poinçon, matrice et serre flan) sont modélisées avec SolidWorks à partir du dessin de définition. Ces outils sont par la suite utilisés dans la simulation numérique. L'opération de mise en forme d'un lavabo collectif a été modélisée numériquement en utilisant les mêmes paramètres industriels.

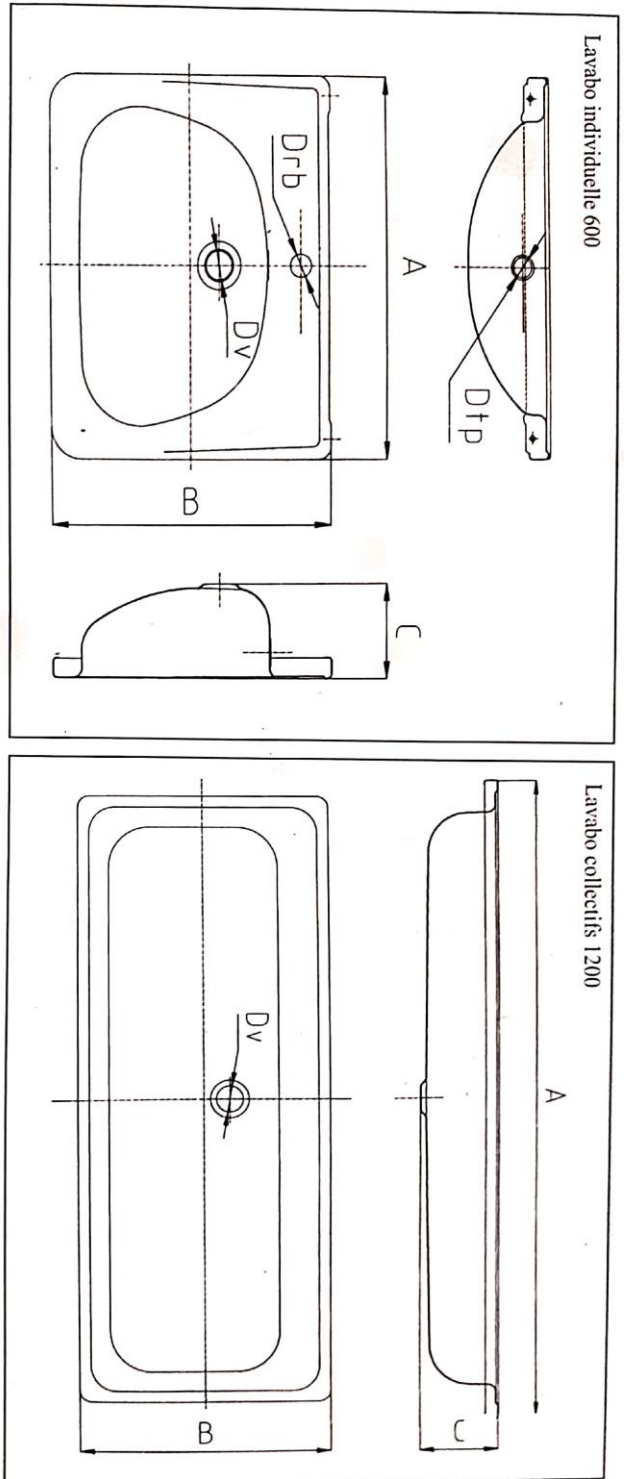
L'approche proposée pour la simulation de l'opération d'emboutissage profond lavabo collectif 1200 a été validée. Les résultats numériques de la réduction d'épaisseur ont été confrontés aux mesures 3D de lavabo collectif. La réduction d'épaisseur est presque la même dans certaines zones et la différence a été expliquée par rapport aux déformations préliminaires dans la tôle avant emboutissage et aux manques dans la simulation numérique. Les modes de déformation dans lavabo emboutie ont été déterminés et étudiés. Les cartographies de déplacements indiquent que la forme finale de lavabo collectif ne contienne pas de défauts de plissement et ce qui correspond au cas réel de lavabos collectif fabriquée à l'EIMS. Ces résultats montrent aussi qu'il n'y a pas de rupture dans le lavabo collectif.

Et à la fin de notre objectif nous avons fait une maquette représentatif de la presse réelle qui nous donne un lavabo collectif minuscule selon la norme idéal pour la distribution.

Références bibliographiques

- [1] É. Felder, Procédés de mise forme : Introduction...Techniques de l'ingénieur, M 3000, paris ,2000
- [2] le feillard technique l'emboutissage de l'aluminium centre de recherche et développement de l'aluminium Québec CANADA, 2005.
- [3] Mourad JERBI. Procédé de mise en forme. Institut supérieure des études technologiques de Nabeul. 2017.
- [4] Frédéric Mercier, Contribution à la modélisation de l'emboutissage de tôles minces par l'approche inverse. 1998. A. Col, l'emboutissage des aciers, Dunod, Paris, 2010.
- [5] formage a la presse technique d'ingénieur BT2, 7510, PB7510-3,1997
- [6] A. Col, l'emboutissage des aciers, Dunod, Paris, 2010.
- [7] EIMS, «Document de l'entreprise,» 2019. [En ligne].
- [8] Toufik SEDRAT « Étude et conception d'un procédé d'emboutissage.
- [9] N. Boudeau, Approches méthodologiques, numériques et expérimentales en mise en forme des structures minces, poudre et polymères chargés, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Franche-Comté, 2003.
- [10] Alain COL, Article sur l'emboutissage, technique de l'ingénieure,2002
- [11] O. Barlet, Contribution à l'optimisation de forme de pièces embouties pour l'industrie de l'automobile, Thèse de doctorat UTC, Compiègne, France, avril 1998.
- [12] R .Dietrich, G.Facy, E.Hugonnaud, M.Pompidou, J.P.Trotignon tome 2 méthodes fabrication et normalisation AFNOR NATHAN. Livre, 2010

Annexe



Designation	A	B	C	D v	D tp	D robinier	Poids
Lavabo individuelle 600	600	485	145	45	36	32	3,38 kg
Lavabo collectifs 1200	1200	485	140	52	/	/	6,61 kg

Les dimensions en mm

* Coloris : blanc, bleu, bleu flammé, autres couleurs à la demande

* Nature de revêtement : email sous forme vitrifiée en deux couches (masse et couverture) épaisseur 120 µ pour chaque couche

* Resistance de l'email : essais au choc à 4 kg/cm² satisfaisant, résistance aux détergents acide et / ou alcalins

NB : Lavabo 600 livrée avec deux consoles gauche et droit.

Résumé

L'emboutissage est une technique de mise en forme largement utilisée dans l'EIMS Miliana. Dans cette entreprise, beaucoup de pertes concernant le temps et les coûts de production des lavabos ont eu lieu à cause des défauts de rupture et de plissement surtout avec le vieillissement des outils d'emboutissage. Notre objectif principal est de réaliser une simulation numérique de la mise en forme d'un lavabo collectif avec des paramètres industriels (réels) utilisés dans l'EIMS. Pour valider l'approche numérique, lavabo 1200 a été mesurée avec des spéciales méthodes en utilisant des modèles 3D, puis modélisées géométriquement avec le logiciel SolidWorks. Les résultats de mesures expérimentales ont été affrontés aux résultats de la simulation numérique. Les deux approches sont plus au moins comparables et les différences sont discutées et expliquées .et a la fin une réalisation d'un presse avec des norme idéal. L'analyse des résultats numériques de déplacement, de déformations et de contraintes indiquent que la forme finale de lavabos collectifs ne contienne pas de défauts de plissement ou de rupture et ce qui correspond au cas réel de lavabos fabriquée à l'EIMS.

Abstract

Stamping is a formatting technique widely used in the EIMS Miliana. In this company, a lot of losses concerning the time and cost of production of the collective washbasin occurred because of the defects of rupture and folding especially with the aging of the stamping tools. Our main objective is to realize a numerical simulation of the shaping of a collective washbasin with real industrial parameters used in the EIMS. To validate the digital approach, the collective washbasin 1200 was measured with special methods using 3D models and then geometrically modeled with SOLIDWORKS software. The results of the experimental measurements were compared with the results of the numerical simulation. The two approaches are more or less comparable and the differences are discussed and explained and in the end a realization of a press with ideal standards. The analysis of the numerical results of displacement, deformation and stress indicate that the final shape of the collective washbasin does not contain any folding or breakage defects and what corresponds to the real case of the washbasin manufactured at EIMS.

ملخص

الختم هو أسلوب تشكيل يستخدم على نطاق واسع في المؤسسة الصناعية الخاصة بمواد الصرف الصحي بمليانة. في هذه الشركة، حدث الكثير من الضياع في الوقت وتكلفة إنتاج الأحواض بسبب عيوب التشقق والتجاعيد خاصة مع تقادم أدوات الختم. هدفنا الرئيسي هو إجراء محاكاة عددية لتشكيل حوض غسيل جماعي باستخدام معلمات صناعية (حقيقية) مستخدمة في نظام إدارة المعلومات في الشركة. للتحقق من صحة النهج العددي، تم قياس حوض الغسيل 1200 بطرق خاصة باستخدام نماذج ثلاثية الأبعاد، ثم تم تصميمه هندسيًا باستخدام برنامج الصوليدوروكس. وقوبلت نتائج القياسات التجريبية بنتائج المحاكاة العددية. المقاربتان قابلة للمقارنة إلى حد ما ويتم مناقشة الاختلافات وشرحها، وفي النهاية تحقيق صحافة بمعايير مثالية. يشير تحليل النتائج العددية للإزاحة والتشوهات والضغوط إلى أن الشكل النهائي لأحواض الغسيل الجماعية لا يحتوي على عيوب في الطي أو التمزق وهو ما يتوافق مع الحالة الحقيقية لأحواض الغسيل المصنعة في الشركة بمليانة.