



جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa

RÉF : .....

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA**

**FACULTÉ DE TECHNOLOGIE**

**DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE**

MEMOIRE

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

**MASTER**

FILIÈRE : GÉNIE MÉCANIQUE

SPÉCIALITÉ : FABRICATION MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

## Thème

---

### ETUDE ET CONCEPTION D'UN OUTIL POINCONNAGE

---

**Présenté par :**

LATRECHE Lamri

MAOUCHE Yacine

**Dirigé par :**

Mr. BOUTAANI

**Examineurs :**

Mr. BENSALIM

Melle. ADJOUADI

**Soutenu le : 22/09/2021**

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2020-2021

## **Remerciements**

*Nous remercions tout d'abord **ALLAH** qui nous a donné la foi et le courage pour accomplir ce projet.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre gratitude à notre promoteur Mr **BOUTAANI** pour ses conseils, ses orientations ainsi que sa disponibilité tout au long de notre travail.*

*Nos remerciements vont aussi aux membres de jury pour avoir accepté d'honorer par leur jugement notre travail.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui, de près et de loin ont aidé à l'élaboration de ce mémoire et en particulier nos parents, nos familles et tous (tes) nos amis(es).*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce travail a :*

*Toute ma famille. A mes très chers parents qui sont  
la source de mon éducation, mon savoir et mes  
principes*

*A ma grand-mère, mes deux frères et ma sœur ,  
pour leur Soutien.*

*A tous mes amis et tous les gens qui m'aiment.*

**LAMRI.**

## **Dédicaces**

*Je dédie ce travail à :*

*La mémoire de mon très cher grand-père (Slimane  
oulamri).*

*Mes très chers parents qui sont toujours à mes côtés.*

*Mes sœurs.*

*Toute ma famille et mes amis(es) et tous ceux qui  
mon aidé de près ou de Loïn.*

**YACINE.**

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	1
Chapitre I: Transformation de la tôle et procédés de mise en forme des pièces mécaniques	
I. 1. Introduction .....	2
I. 2. Obtention de la tôle.....	2
I.2.1 Définition .....	2
I. 3. le procédé de laminage .....	3
I.3.1 Définition .....	3
I.3.2 Le laminage à chaud .....	4
I.3.3 Le laminage à froid : .....	4
I. 4. L'emboutissage.....	5
I.4.1 Définition de l'emboutissage .....	5
I.4.2 L'outillage de procédé d'emboutissage .....	5
I.4.3 Principe de l'emboutissage .....	5
I.4.4 Types d'emboutissage.....	7
I.4.4.1 Emboutissage à froid .....	7
I.4.4.2 Emboutissage à chaud .....	7
I. 5. Le pliage .....	8
I.5.1 Les différents types de pliage .....	8
I.5.1.1 Le pliage en U.....	8
I.5.1.2 Le pliage en V.....	8
I.5.1.3 Le pliage en L: .....	9
I. 6. le découpage .....	9
I.6.1 Différents types de découpage .....	9
I.6.1.1 Le cisailage .....	9
I.6.1.2 Détourage.....	10
I.6.1.3 Ajourage .....	10
I.6.1.4 Encochage : .....	10
I.6.1.5 Soyage .....	11
I.6.1.6 Crevage.....	11
I. 7. Le procédé de poinçonnage .....	12
I.7.1 Définition et principe .....	12
I.7.2 Avantages et inconvénients du poinçonnage .....	12
I.7.2.1 Avantage .....	13

I.7.2.2	Inconvénients .....	13
I.7.3	Contraintes sur les poinçons .....	13
I.7.4	Effort de poinçonnage .....	15
I.7.5	Effort d'extraction .....	15
I.7.6	Le jeu de découpage .....	16
I. 8.	Conclusion : .....	16
	Chapitre II: Généralités sur les différents composants de l'outil de poinçonnage	
II. 1.	Introduction .....	18
II. 2.	Définition d'une presse .....	18
II. 3.	Classification type de presse .....	18
II.3.1	Selon le mode de transmission d'énergie .....	18
II.3.1.1	Les presses mécaniques .....	18
II.3.1.2	Les presses hydrauliques .....	19
II.3.2	Selon le nombre de coulisseau .....	20
II.3.2.1	Presse à simple effet .....	20
II.3.2.2	Presse à double effets .....	20
II.3.2.3	Presse à triple effets .....	21
II.3.3	Selon la forme du bâti .....	21
II.3.3.1	Presses à col de cygne .....	21
II.3.3.2	Presses à arcade .....	22
II.3.3.3	Presses à colonnes .....	22
II.3.3.4	Presses à montants droits .....	23
II.3.3.5	Presses à table mobile et bigorne .....	23
II. 4.	Quelques critères de sélection et de choix d' presses .....	23
II. 5.	Présentation du dispositif .....	24
II.5.1	Fonctionnement du dispositif .....	24
II.5.2	Les différentes pièces de l'outil de poinçonnage .....	25
II.5.2.1	Partie inférieure .....	25
a)	Semelle inferieure .....	25
b)	La matrice .....	25
c)	Les guides de tôlerie .....	26
d)	Le Serre-flan .....	26
e)	Colonne de guidage .....	27
f)	Partie supérieure .....	28
g)	Semelle supérieure .....	28

h) Le nez de fixation.....	28
i) Plaque de choc.....	29
j) Poinçon.....	30
k) Porte poinçon.....	30
II. 6. Conclusion .....	31
Chapitre III: Dimensionnement d'un outil de poinçonnage	
III. 1. Introduction .....	33
III. 2. Caractéristique des matériaux choisis.....	33
III. 3. Analyse et Calcul des efforts .....	34
III.3.1 Calcul de l'effort de poinçonnage .....	34
a) Calcul de périmètre P .....	35
b) résistance au cisaillement de la tôle a découpé Rc.....	35
c) Calcul des efforts.....	36
III.3.2 Calcul de l'effort de poinçonnage .....	36
III.3.3 Calcul de la force de pression d'extraction .....	36
III.3.4 Calcul de l'effort total que doit fournir la presse .....	36
III.3.5 Le choix de la presse à utiliser .....	37
III.3.6 Calcul des poinçons au flambement.....	37
III.3.7 Calcul des poinçons à la compression.....	39
III.3.8 Calcul de jeu entre poinçon et matrice .....	40
III. 4. Conclusion .....	40
Mise en plan.....	41
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>42</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Bobinage de tôle.....	3
Figure I.2. Le laminoir.....	3
Figure I.3. Principe de fonctionnement des cylindres de laminoir.....	4
Figure I.4. Le laminage de la tôle à chaud.....	4
Figure I.5. Le laminage de la tôle à froid.....	5
Figure I.6. L'emboutissage à froid.....	7
Figure I.7. L'emboutissage à chaud.....	7
Figure I.8. Pliage en U.....	8
Figure I.9. Pliage en V.....	8
Figure I.10. Pliage en L.....	9
Figure I.11. Représentation schématique du cisailage.....	9
Figure I.12. Détourage.....	10
Figure I.13. Ajourage.....	10
Figure I.14. Encochage.....	11
Figure I.15. Soyage.....	11
Figure I.16: Crevage.....	11
Figure I.17. procédé de poinçonnage.....	12
Figure I.18. Outil de poinçonnage.....	12
Figure I.19. Contrainte de compression sur le poinçon.....	14
Figure I.20: Exemple de flambement d'un poinçon de découpage.....	14
Figure I.21. Contraintes à l'origine de l'effort d'extraction.....	15
Figure I.22. Jeu entre le poinçon et la matrice.....	16
Figure II.1. Presse mécanique.....	19
Figure II.2. Presses hydraulique.....	19
Figure II.3. Presse à simple effet.....	20
Figure II.4. Presse à double effets.....	20
Figure II.5. Presse à triple effets.....	21
Figure II.6. Presses à col de cygne.....	21
Figure II.7. Presses à arcade.....	22
Figure II.8. Presses à colonnes.....	22
Figure II.9. Presses à montants droits.....	23
Figure II.10. Presses à table mobile et bigorne.....	23
Figure II.11. Dispositif de découpage.....	24
Figure II.12. Semelle inferieure.....	25
Figure II.13. La matrice.....	26
Figure II.14. Les glissières.....	26
Figure II.15. Le Serre-flan.....	27
Figure II.16. Colonne de guidage.....	27
Figure II.17. Semelle supérieure.....	28
Figure II.18. Le nez de fixation.....	29
Figure II.19. Plaque de choc.....	29
Figure II.20. Poinçon.....	30
Figure II.21. Porte poinçon.....	30

## LISTE DES TABLEAUX

Table I-1. Les étapes de l'emboutissage.....	6
Table III-1. La matière utilisée pour les pièces de l'outil de poinçonnage.....	33
Table III-2. Résistance mécanique des matériaux.....	34
Table III-3. Les caractéristiques de la presse utilisée.....	37
Table III-4. Valeurs de la longueur de flambage $l$ en fonction de la longueur réelle $L$ . .....	38

## Liste des symboles

$\sigma_{COMP}$  : Effort de compression [N/mm<sup>2</sup>].

F : Effort de poinçonnage [N].

S : Section du poinçon [mm<sup>2</sup>].

Re : La limite élastique du poinçon en [MPA].

Pcr : Charge critique du flambement [N].

E : Module d'élasticité ou module de Yong [N/mm<sup>2</sup>]

I : Moment d'inertie [ mm<sup>4</sup>].

l : Longueur libre de flambement [mm].

P : le périmètre de la surface a découpé en [mm].

e: épaisseur de la tôle en [mm].

Rc: résistance au cisaillement de la tôle a découpé [daN/mm<sup>2</sup>].

K : coefficient d'ajustement de la formule de calcul. Ce coefficient varie de 0,5 à 1.

$F_{ext}$  : force d'extraction [N].

C : est la valeur forfaitaire choisie, selon l'usure de l'outil que l'on admet, pourra varier de 2 à 7 % de l'effort de découpage.

Rm : résistance à la rupture [daN/mm<sup>2</sup>].

CAO : conception assistée par ordinateur.

# Introduction générale

Le procédé de mise en forme des tôles occupe une grande place dans l'industrie, ce dernier intervient pour améliorer les méthodes de fabrication, le coût, le service, la fonctionnalité, faciliter les déclinaisons de gamme d'usinage et donner une identité au produit.

Le découpage-poinçonnage reste l'un des procédés les plus utilisés pour fabriquer des pièces à partir d'une tôle. Il permet d'obtenir des pièces à des cadences très élevées. Son intérêt économique est donc indéniable.

Pour l'étude de ce projet nous avons reparti le travail comme suit :

Le premier chapitre de ce manuscrit étudie l'obtention de la tôle et les différents procédés de mise en forme des pièces mécaniques (l'emboutissage, le pliage, le découpage et le poinçonnage) .et les divers paramètres qui influent lors du poinçonnage.

Puis le deuxième chapitre qui traite les différents types des presses qui existent et leur principe de fonctionnement ainsi que les différents composants de notre outil de poinçonnage.

L'étude et la conception de l'outil est fait l'objet du troisième chapitre. Le résultat des différents efforts de poinçonnage nous a permis de calculer l'effort total que doit fournir la presse pour la réalisation de notre pièce à partir d'une feuille de tôle mince. Le choix de la presse qui convient dépend de l'effort total calculé. Ce chapitre se termine par une vérification à la résistance de l'outil aux différentes sollicitations.

# **Chapitre I: Transformation de la tôle et Procédés de mise en forme des pièces mécanique**

## **Chapitre I: Transformation de la tôle et procédés de mise en forme des pièces mécaniques**

### **I. 1. Introduction**

Inventées en 1829 par H.R Palmer, la tôle est l'un des premiers matériaux de couverture métallique utilisé dans le secteur de la construction. Elle est obtenue par un procédé appelle le laminage.

Grace à sa densité élevée, sa légèreté, la tôle garantit la facilité de son transport et ses multiples possibilités d'utilisation grâce à la variété disponibles sur le marché, pour la toiture, les produits d'électroménagers, le sol, les cloisons, les rampes d'escalier,...etc.

Enfin, ce matériau ne nécessite qu'un minimum d'entretien. Étant donné que son point faible est la rouille, il suffit d'opter pour une tôle inoxydable ou d'appliquer une peinture spéciale anti rouille.

Dans l'objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure pour d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées, on utilise les techniques de mise en forme des matériaux.

L'objectif premier de la mise en forme des métaux est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérance donnée. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des divers procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût. Parmi ces procédés, nous citerons : l'emboutissage, le pliage, le découpage et le poinçonnage.

### **I. 2. Obtention de la tôle**

#### **I.2.1 Définition**

Les tôles sont des produits plats tirés des brames par laminage à chaud, C'est-à-dire que les plaques d'acier, issues de la coulée, sont réchauffées entre 800 et 1200°C puis écrasées par un passage successif entre deux rouleaux jusqu'à l'obtention de l'épaisseur voulue. Elles sont conditionnées en bobines, en bandes refendues ou en feuilles.

Les dimensions varient en fonction de l'acier (nuance et type), de l'épaisseur et des revêtements appliqués, On distingue :

- **Suivant leur épaisseur**

1. Les tôles fines (< 3 mm).
2. Les tôles fortes (> 3 mm).

- **Suivant leur finition**

1. La tôle noire dont les faces ont un fini brut, sans revêtement.
2. La tôle galvanisée, pour sa part, elle dotée d'un revêtement anticorrosion au niveau de ses deux faces.
3. La tôle pré laquée qui présente une surface anticorrosion comme chez la galvanisée, en-dessus de laquelle on ajoute une/des couches de peinture.

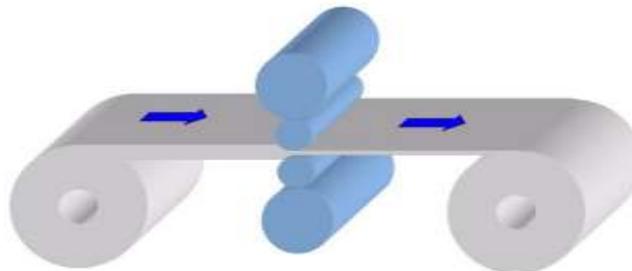


**Figure I.1.** Bobinage de tôle.

### **I. 3. Le procédé de laminage**

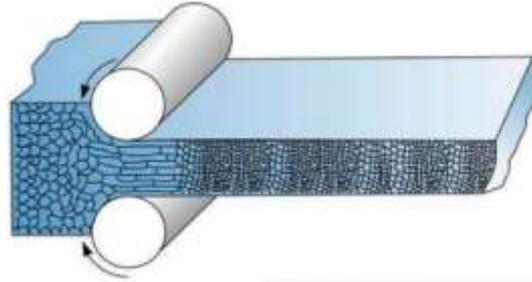
#### **I.3.1 Définition**

Le laminage est une opération de mise en forme par déformation plastique, destinée à réduire la section d'un produit de grande longueur, par passage entre deux ou plusieurs outils tournant autour de leur axe , ce mouvement de rotation produit engendre un effet de compression diminuant continuellement l'épaisseur initiale du matériau.



**Figure I.2.** Le laminoir.

C'est un outil industriel servant généralement à amincir des morceaux métalliques. Cet instrument permet aussi l'étalage, l'aplatissement et le découpage des pâtes alimentaires jusqu'à obtention de la forme et de l'épaisseur souhaitée.



**Figure I.3.** Principe de fonctionnement des cylindres de laminoir.

### I.3.2 Le laminage à chaud

Le laminage à chaud permet une grande variété de formes et de pièces, ainsi que la possibilité de fabriquer de grandes pièces sans se soucier de l'intégrité du matériau. Ce procédé est utilisé beaucoup plus pour les tôles fortes qui ont une épaisseur supérieure à 3 mm .

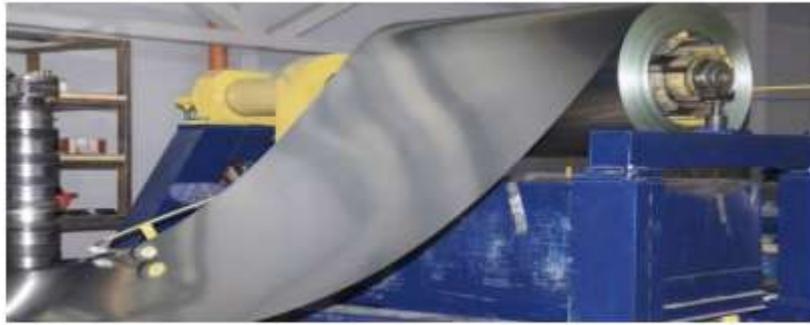
La tôle laminée à chaud est une tôle qui a subi le processus de formage à haute température (généralement entre 800 et 1200 °C) .



**Figure I.4.** Le laminage de la tôle à chaud.

### I.3.3 Le laminage à froid :

C'est généralement réservé aux produits métalliques plats à température ambiante. Le laminage à froid est le plus souvent réservé aux produits plats (tôles d'acier). Il transforme un produit laminé à chaud en bobine de métal de fine épaisseur (moins de 3 mm).



**Figure I.5.** Le laminage de la tôle à froid.

## **I. 4. L'emboutissage**

### **I.4.1 Définition de 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. [1]

### **I.4.2 L'outillage de procédé d'emboutissage**

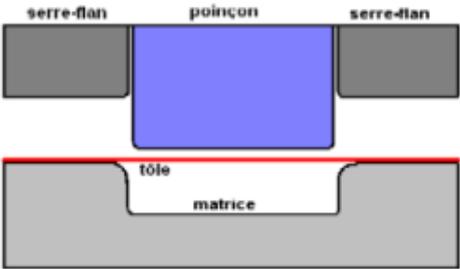
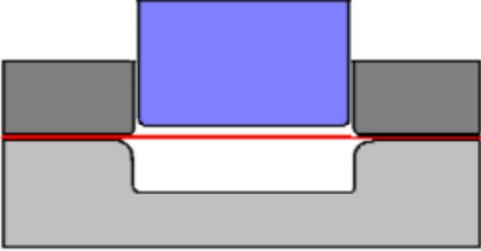
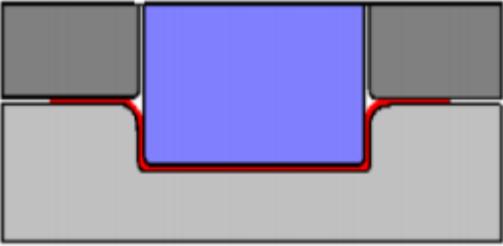
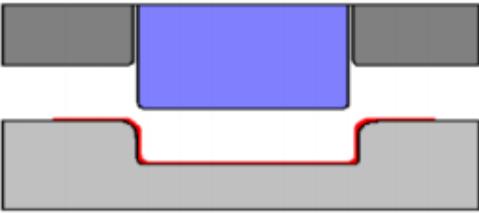
L'emboutissage se pratique à l'aide de presses à emboutir de forte puissance munies d'outillages spéciaux qui comportent, dans le principe, trois pièces

1. Une matrice inférieure, en creux, épouse la forme extérieure de la pièce.
2. Une matrice supérieure, en relief, épouse sa forme intérieure en réservant l'épaisseur de la tôle.
3. Un serre-flan entoure le poinçon, s'applique contre le pourtour de la matrice et sert à coincer la tôle pendant l'application du poinçon. et Parfois dans l'emboutissage, on utilise des joncs pour freiner le glissement de la tôle (retenue de l'acier).

### **I.4.3 Principe de l'emboutissage**

Le procédé de l'emboutissage est basé sur le principe de la déformation plastique du matériau et passe par les étapes suivantes : [3]

Tableau I-I. Les étapes de l'emboutissage .

<p><b>Étape :</b> poinçon et serre-flan sont relevés. La tôle est posée sur la matrice</p>	
<p><b>Étape 1:</b> le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, pour maintenir la tôle tout en lui permettant de glisser</p>	
<p><b>Étape 2:</b> le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.</p>	
<p><b>Étape 3:</b> on relève le poinçon et le serre-flan, la pièce reste formée au fond de la matrice puis on procède au « détourage » de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles.</p>	

## I.4.4 Types d'emboutissage

Suivant les caractéristiques mécaniques du matériau, l'épaisseur de la tôle initiale, la forme du produit final, on distingue deux types, l'emboutissage à chaud et l'emboutissage à froid

### I.4.4.1 Emboutissage à froid

L'emboutissage à froid suppose, sauf rares exceptions, un outillage double effet et des presses mécaniques. Cette technique consiste à former une pièce dans une température ambiante et principalement utilisé sur un outillage avec un serre flan mais aussi on trouve des cas sans le serre flan et ceci quand les embouties sont peu profonds ou bien nécessite pas un grand effort de serrage.

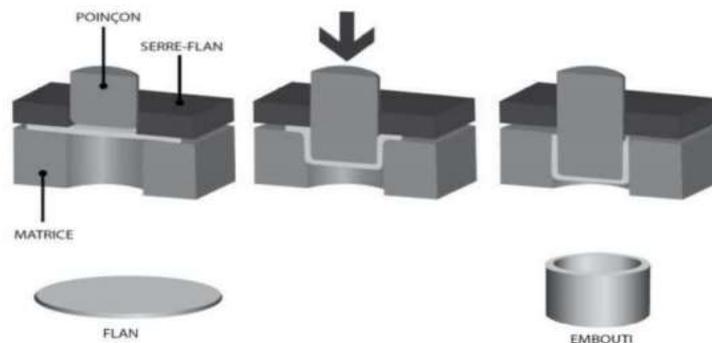


Figure I.6. L'emboutissage à froid.

### I.4.4.2 Emboutissage à chaud

Il est réalisé exclusivement sur presses hydrauliques. Il est réservé aux matériaux peu ductiles, aux emboutissages profonds, et aux tôles de forte épaisseur nécessitant de grands efforts (épaisseur supérieure à 7 mm pour l'acier). Le flan et la matrice sont chauffés puis on donne à la pièce sa forme définitive, La fréquence d'usinage est moins élevée du fait de l'opération de chauffage qui nécessite plus d'attente entre chaque opération.

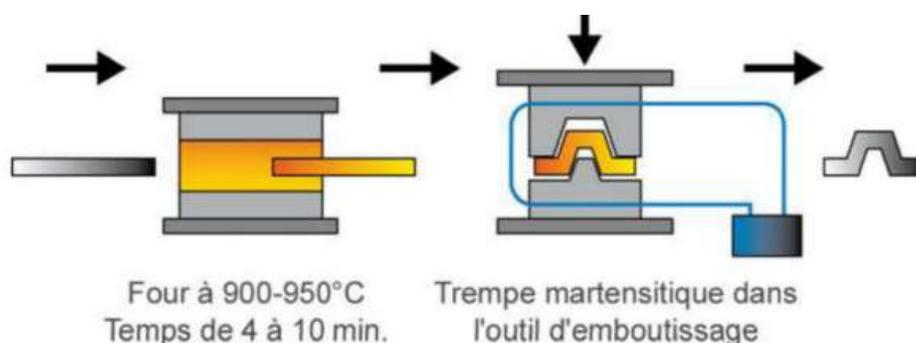


Figure I.7. L'emboutissage à chaud.

## I. 5. Le pliage

Le pliage est une opération de mise en forme à froid de tôles planes. Cette opération est réalisée suivant deux étapes : la conformation puis le retrait des outils. La conformation est utilisée pour atteindre des déformations irréversibles en vue de donner à la pièce les spécificités attendues. [5]

C'est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur deux lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.

### I.5.1 Les différents types de pliage

Suivant la géométrie des poinçons et matrices, trois types de pliage sont distingués : en U, en V et en L. [6]

#### I.5.1.1 Le pliage en U

Le pliage en U comprend un serre-flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon et évite donc les glissements de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrices.

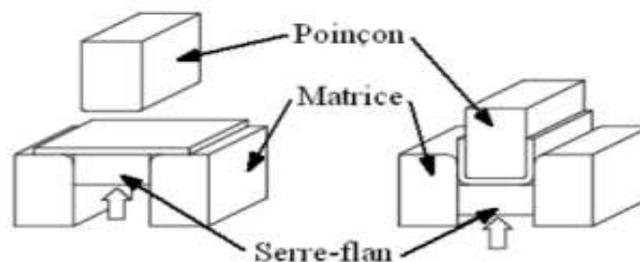


Figure I.8. Pliage en U.

#### I.5.1.2 Le pliage en V

Dans le cas du pliage en V, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du V du poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle. Selon la course imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe.

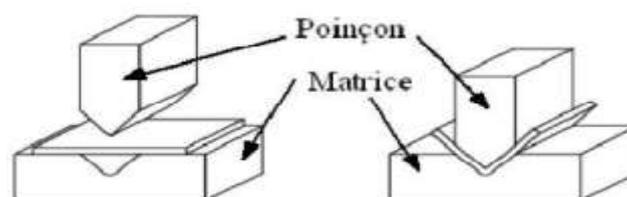


Figure I.9. Pliage en V.

### I.5.1.3 Le pliage en L:

Le pliage en L ou en tombé de bord consiste à plier un flan en porte-à-faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

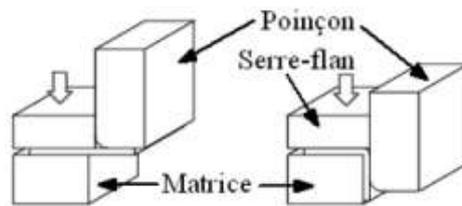


Figure I.10. Pliage en L.

## I. 6. le découpage

Le découpage de tôles est une opération courante réalisée par les entreprises de la mécanique pour produire des pièces métalliques à partir de tôles. Son but est de séparer partiellement ou complètement des zones de la tôle de façon à obtenir la forme voulue et/ou de les préparer pour d'autres opérations comme le pliage ou l'emboutissage.

La plupart du temps, le découpage accompagne une opération de formage comme l'emboutissage ou le pliage. Dans certains cas, c'est la seule ou la principale opération réalisée (cas des rondelles ou des pièces plates de connectique). [1]

### I.6.1 Différents types de découpage

Le découpage regroupe plusieurs types qui sont :

#### I.6.1.1 Le cisailage

Le cisailage consiste à couper une pièce grâce à deux lames qui glissent l'une contre l'autre, sans formation de copeaux.

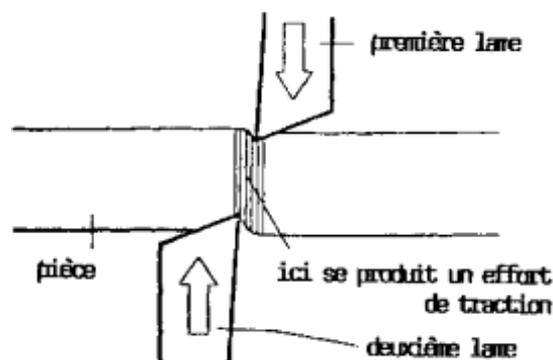
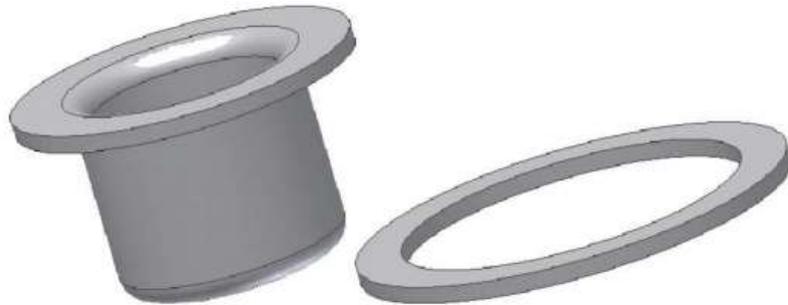


Figure I.11. Représentation schématique du cisailage.

### I.6.1.2 Détourage

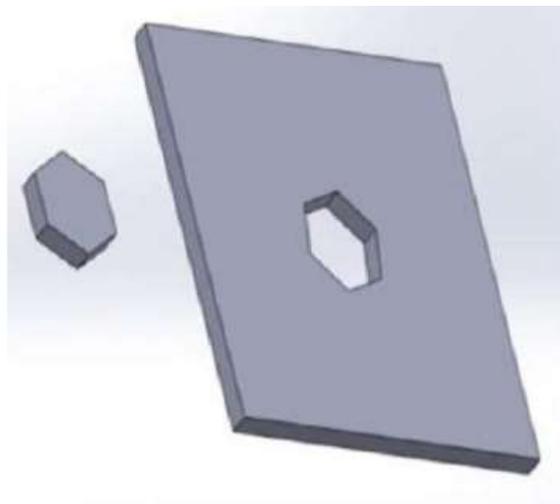
C'est une opération de découpage consistant à supprimer les surfaces excédentaires autour d'une pièce préalablement formée pour obtenir la pièce finale.



**Figure I.12.** Détourage.

### I.6.1.3 Ajourage

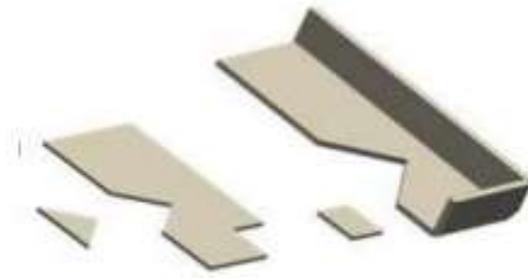
L'ajourage est une technique de découpage qui consiste à réaliser des trous de grand diamètre et des formes dans la bande ou dans un flan avant d'engager d'autres opérations de pliage ou d'emboutissage.



**Figure I.13.** Ajourage.

### I.6.1.4 Encochage :

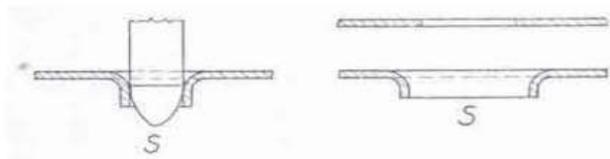
Il consiste à découper une zone partielle de métal sur le bord d'un flan ou d'une bande.



**Figure I.14.** Encochage.

### I.6.1.5 Soyage

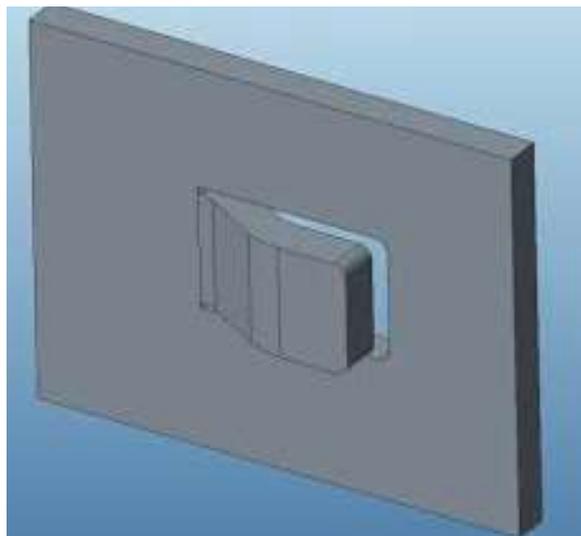
Consiste à former un collet (relevage des bords d'un trou) soit par un perçage de la tôle par un poinçon de forme pointue, soit par un profil déjà formé.



**Figure I.15.** Soyage.

### I.6.1.6 Crevage

C'est un découpage partiel, suivant une ligne non fermée sans enlèvement de matière. Généralement il est fait sur des tôles épaisses.



**Figure I.16:** Crevage.

## I. 7. Le procédé de poinçonnage

Le poinçonnage consiste à enlever de la matière. La forme poinçonnée peut être quelconque en fonction des besoins et du couple poinçon-matrice. La partie enlevée, appelée « déboucheur ».

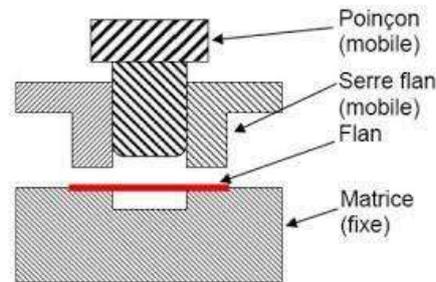


Figure I.17. Procédé de poinçonnage.

### I.7.1 Définition et principe

Le poinçonnage est un procédé de cisailage des tôles. La tôle est coincée entre un poinçon et une matrice et la descente du poinçon dans la matrice découpe le matériau comme le ferait une paire de ciseaux. Il s'agit d'un glissement de métal dans un plan transversal entre deux barres, sans que celles-ci ne se déforment ou cessent d'être parallèles. L'ouverture du trou est effectuée à l'aide du poinçon et de la matrice qui sont des outils comparables aux lames de cisaille. Selon la puissance appliquée, il est possible de poinçonner et découper diverses épaisseurs de matériaux. En principe, il n'y a pas de limite au poinçonnage ; seule la capacité de la machine fixe une limite d'épaisseur des matériaux à découper en tenant compte des propriétés du matériau. [7]

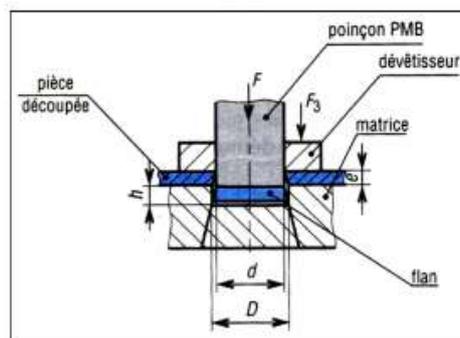


Figure I.18. Outil de poinçonnage.

### I.7.2 Avantages et inconvénients du poinçonnage

Comme tous les procédés de mise en forme le poinçonnage présente aussi des avantages et des inconvénients.

### I.7.2.1 Avantage

Par rapport au perçage, le poinçonnage est extrêmement économique (gain de temps, usure moindre des outils, affutage peu fréquent) et donne la possibilité d'utiliser toute sortes de formes pour les trous. Et par rapport au découpage à la presse, le poinçonnage sur commande numérique permet de changer de série en minimisant les couts d'outillages, de découper de grands formats, et d'utiliser des outils simples .

### I.7.2.2 Inconvénients

L'inconvénient que présente ce procédée c'est que il est Limité dans les épaisseurs a poinçonner et Section minimale du poinçon limitée.

## I.7.3 Contraintes sur les poinçons

Lors de la descente du poinçon avec un effort opposé a la bonde de tôle, il est sollicite a l'effort de compression qui se calcul comme suite : [5]

$$\sigma_{\text{comp}} = \frac{F}{S}$$

Avec

**$\sigma_{\text{comp}}$**  : Effort de compression [**N/mm<sup>2</sup>**].

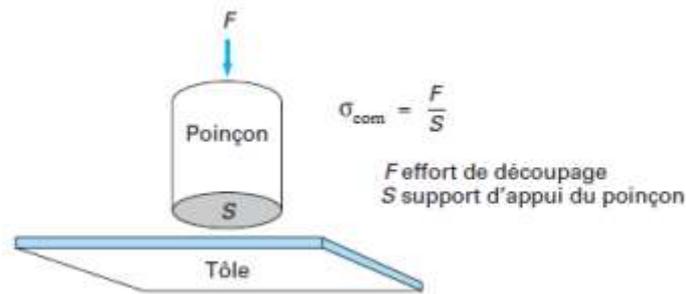
**F** : Effort de poinçonnage [**N**].

**S** : Surface du poinçon [**mm<sup>2</sup>**]

La condition de résistance du poinçon à la compression est

$$\sigma_{\text{comp}} < \text{Re}$$

**Re** : La limite élastique du poinçon en [**MPa**].



**Figure I.19.** Contrainte de compression sur le poinçon.

Dans le cas de poinçonnage de petites dimensions, le phénomène de flambement peut être provoqué à partir de la contrainte de compression, comme on peut le voir sur la figure

Il est alors important de prévoir le risque de flambement d'un tel poinçon. Pour cela on utilise la formule de flambement d'Euler avec les conditions d'encastrement d'un côté et de mouvement libre de l'autre :

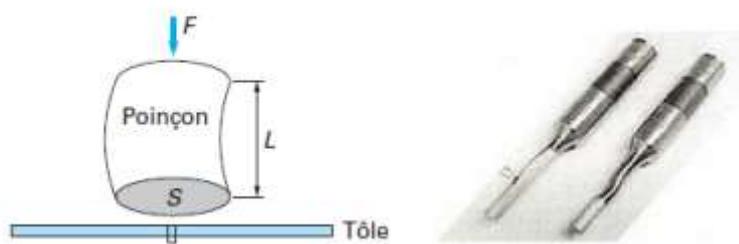
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

**P<sub>cr</sub>** : Charge critique du flambement [N].

**E** : Module d'élasticité ou module de Yong [N/mm<sup>2</sup>].

**I** : Moment d'inertie [mm<sup>4</sup>].

**l** : Longueur libre de flambement [mm].



**Figure I.20:** Exemple de flambement d'un poinçon de découpage.

La condition de résistance au flambement c'est que l'effort de poinçonnage ne doit pas dépasser la charge critique du flambement

$$F < P_{cr}$$

### I.7.4 Effort de poinçonnage

L'effort de poinçonnage égal au produit du périmètre **P** de la pièce par son épaisseur **e** et par la résistance **Rc** à la rupture au cisaillement du métal à découpe [8]

$$F = P \cdot e \cdot R_c \cdot K$$

avec :

**P** : le périmètre de la surface à découpé en [mm].

**e**: épaisseur de la tôle en [mm].

**Rc**: résistance au cisaillement de la tôle à découpé [**daN/mm<sup>2</sup>**].

**F** : Effort de poinçonnage en [N].

**K** : coefficient d'ajustement de la formule de calcul. Ce coefficient varie de 0,5 à 1.

Pour des raisons de simplicité, le coefficient K est souvent pris égal à 1.

### I.7.5 Effort d'extraction

C'est l'effort nécessaire pour dégagé le poinçon de la zone de découpage, l'effort d'extraction peut être non négligeable.

Cet effort ( $F_{ext}$ ) est calculé forfaitairement comme égal à une fraction de l'effort de découpage (F) avec un poinçon plat :

$$F_{ext} = C \cdot F$$

C : est la valeur forfaitaire choisie, selon l'usure de l'outil que l'on admet, pourra varier de 2 à 7 % de l'effort de découpage.



**Figure I.21.** Contraintes à l'origine de l'effort d'extraction.

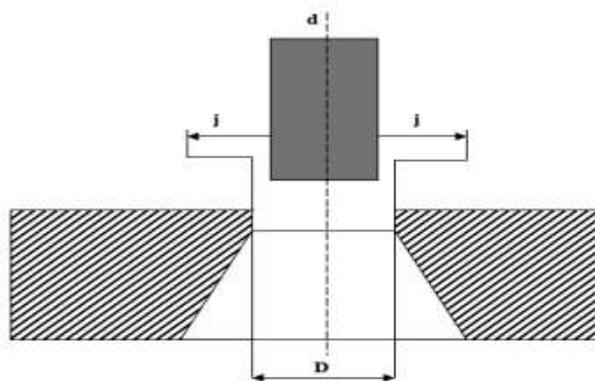
### I.7.6 Le jeu de découpage

Parmi les paramètres importants de l'opération de découpage, le jeu occupe une place majeure. Bien qu'il est défini habituellement comme étant l'écart entre les arêtes de coupe du poinçon et de la matrice, mais il influe sur les bords de la pièce obtenue (bavure).

Pour le poinçonnage un trou poinçonné aura la dimension du poinçon donc le jeu sera pris sur la matrice cela évitera sa rupture. [4]

Le jeu varie selon la nature du matériau à découper :

- $1/20$  De l'épaisseur pour laiton et acier doux.
- $1/15$  De l'épaisseur pour acier dur.
- $1/10$  De l'épaisseur pour l'aluminium.



**Figure I.22.** Jeu entre le poinçon et la matrice.

### I. 8. Conclusion :

Avant de la mise en forme en n'importe quelle manière une pièce mécanique on doit d'abord avoir le métal sous forme de tôle.

Les différents procédés et les techniques de mise en forme des pièces mécaniques quand on cite dans ce chapitre ont pour l'objectif de donner une forme précise à la tôle, en lui imposant une certaine microstructure dans le but d'obtenir un produit en forme souhaitée.

## **Chapitre II Généralités sur les différents composants de l'outil de poinçonnage.**

### **Chapitre II: Généralités sur les différents composants de l'outil de poinçonnage.**

#### **II. 1. Introduction**

Afin de réaliser la conception des produits et pouvoir transformer la tôle à des pièces précises, on passe par plusieurs opérations (poinçonnage, l'emboutissage et le pliage...), pour effectuer ces opérations l'industrie a besoin des machines spécifiées très importantes. Les machines utilisées sont généralement des presses.

Dans ce chapitre on va voir les différents types de presses qui existent et leur principe de fonctionnement ainsi que les différents composants de l'outil de poinçonnage.

#### **II. 2. Définition d'une presse**

Les presses sont des machines constituées d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour la réalisation des différents travaux industriels, souvent utilisée pour la réalisation des pièces à partir d'une tôle, en appliquant une pression.

#### **II. 3. Classification type de presse**

Les presses peuvent être classées suivant :

- Selon le mode de transmission d'énergie.
- Selon le nombre de coulisseaux.
- Selon la forme du bâti.

##### **II.3.1 Selon le mode de transmission d'énergie**

On distingue deux types de presses, les presses mécaniques et les presses hydrauliques.

###### **II.3.1.1 Les presses mécaniques**

Dans ce type de presse, l'énergie fournie par le moteur est emmagasinée dans un volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en un mouvement de translation.

Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement et généralement d'un prix moindre que celui des presses hydrauliques équivalentes, elles sont plus répandues car elles permettent d'atteindre des cadences élevées. [3]



**Figure II.1.** Presse mécanique.

### II.3.1.2 Les presses hydrauliques

Ses structures sont comparables à celles des presses mécaniques, ce qui diffère c'est le mode d'action du coulisseau. Elles sont actionnées par la pression d'un liquide (huile) qui entraîne le coulisseau par l'intermédiaire d'un vérin. [3]

Comme toutes les machines hydrauliques, elles offrent par rapport aux machines mécaniques l'avantage d'une plus grande souplesse qui est due aux possibilités de :

- Modifier la course du coulisseau.
- Avoir de très longues courses.
- Régler la pression exercée sur le coulisseau.
- Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente du coulisseau.



**Figure II.2.** Presses hydraulique.

### II.3.2 Selon le nombre de coulisseau

#### II.3.2.1 Presse à simple effet

Les presses dans ce type comportent un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs vérins.

Elles sont destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inférieur logé sous la table qui est destiné à assurer l'effet du serre-flan.



**Figure II.3.** Presse à simple effet.

#### II.3.2.2 Presse à double effets

Dans ce type, la presse comporte deux coulisseaux indépendant l'un de l'autre l'un central porte le poinçon et l'autre extérieur porte le serre-flan. Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail du poinçonnage.

Les deux coulisseaux sont actionnés par le même arbre moteur à l'aide d'un mécanisme complexe qui procure deux cinématiques différentes.



**Figure II.4.** Presse à double effets.

### II.3.2.3 Presse à triple effets

Elle est similaire à la précédente. Elle possède en plus un troisième coulisseau inférieur qui a sa propre cinématique. Ce type de presse est souvent utilisé pour la carrosserie qui nécessite des contre-emboutis peu profonds ce qui permet d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.

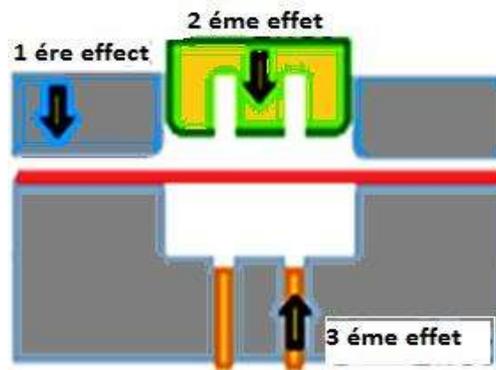


Figure II.5. Presse à triple effets.

### II.3.3 Selon la forme du bâti

#### II.3.3.1 Presses à col de cygne

ce type de presses est connu pour avoir une forme qui rend la table et le coulisseau très accessible, avec une inclinaison de 30° en arrière qui lui permet l'évacuation aisée des pièces par gravité.

Elles sont employées pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petite et grandes séries.

Avec un maximum de 2000 KN d'effort qu'elles peuvent supporter, le bâti se déforme élastiquement sous charge et provoque déplacement angulaire des deux parties de l'outil, ce qui justifie le fait d'utiliser des tirants (bretelles) pour permettre au bâti une plus grandes rigidité, mais ça réduit l'accessibilité de la table.



Figure II.6. Presses à col de cygne.

### II.3.3.2 Presses à arcade

Ces presses ont un bâti monobloc coulé ou parfois soudé, ce qui leur permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être à simple ou à double effets.



**Figure II.7.** Presses à arcade.

### II.3.3.3 Presses à colonnes

Ces presses sont équipées de quatre colonnes cylindriques qui lient les deux parties supérieures et inférieures et qui entraînent le coulisseau, elles sont généralement employées pour le forgeage et le matriçage.



**Figure II.8.** Presses à colonnes.

### II.3.3.4 Presses à montants droits

Ces presses sont de grande puissance et peuvent atteindre des dimensions importantes, le bâti à montant droit se compose de trois éléments qui sont la table le chapiteau et le montant et selon le travail à exécuter on choisit la distance entre le chapiteau et la table, et entre les montants.



Figure II.9. Presses à montants droits.

### II.3.3.5 Presses à table mobile et bigorne

Ces types de presses sont équipées d'une table réglable en hauteur avec une vis de réglage, autorise le montage d'outils très hauts, la table est éolisable par simple rotation, ce qui permet l'utilisation de la bigorne, celle-ci qui est montée à la place de la table, permet le poinçonnage latéral de gros emboutis.



Figure II.10. Presses à table mobile et bigorne.

## II. 4. Quelques critères de sélection et de choix d' presses

La sélection d'une presse pour la réalisation d'une opération est en fonction des critères suivants :

- Type de travail à envisager.
- L'effort nécessaire, (nature de transmission du mouvement).
- La dimension de l'outil et de la pièce à réaliser.
- Longueur de course des coulisseaux.
- Cadence nominale de fonctionnement, (coups / mn).

### II. 5. Présentation du dispositif

Dans le but d'optimiser la découpe, nous allons vous présenter un outil de coupe appelé dispositif de découpage. C'est un dispositif contenant un ensemble de pièce a la fois prismatique, cylindrique et sous formes complexes servant à découper des tôle sous un serre flan ce qui nous permettra d'obtenir des flans selon la forme du poinçon utilisé.

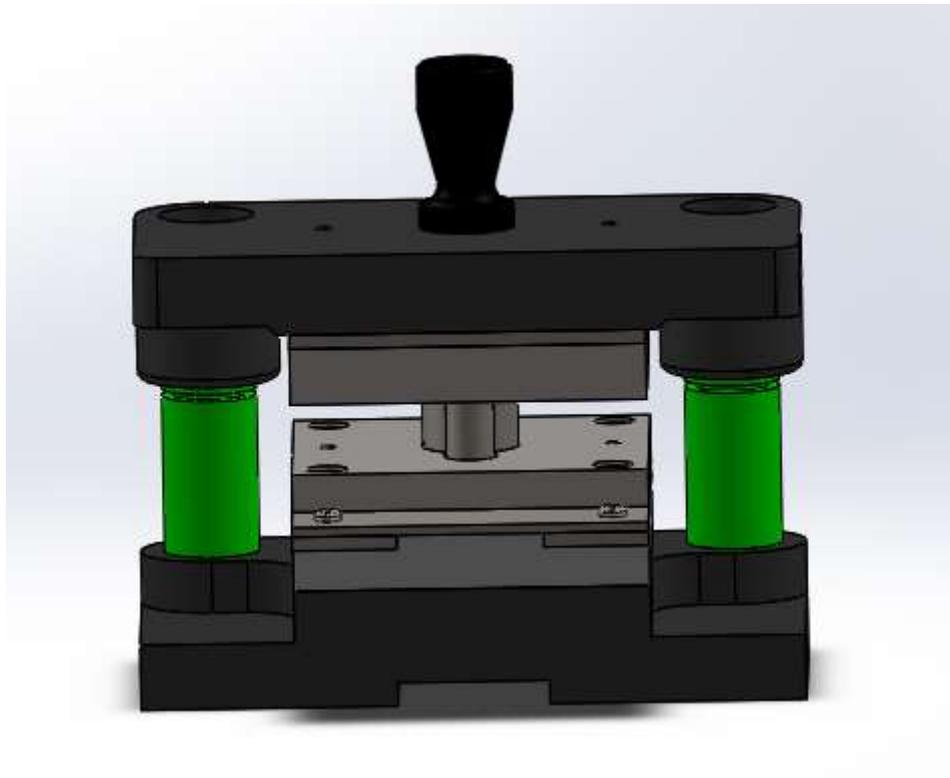


Figure II.11. Dispositif de découpage.

#### II.5.1 Fonctionnement du dispositif

Dans le but de découper une tôle. On nécessite une presse avec une puissance et une vitesse calculée on étale la tôle sur la partie supérieur de la matrice fixe sur la semelle inferieur puis on actionne la partie supérieure mobile, elle est dotée de porte poinçon et de poinçon qui fait écraser la tôle. Le serre flan maintient la tôle. Le poinçon descend et coupe la tôle. Une fois le travail terminé, ce dernier se relève et on obtient le flan selon la forme de poinçon.

## II.5.2 Les différentes pièces de l'outil de poinçonnage

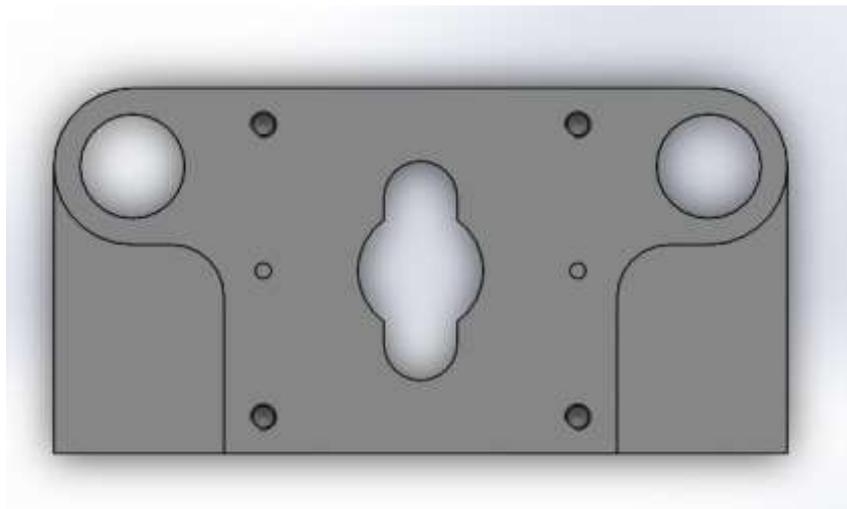
### II.5.2.1 Partie inférieure

La partie inférieure de l'outil est la partie fixe bridée sur la table de la presse, elle comporte les pièces suivantes :

#### a) **Semelle inferieure**

C'est une plaque qui mesure 25 mm d'épaisseur, sert de support pour la matrice pour mieux supporté à l'effort de compression appliqué par les poinçons.

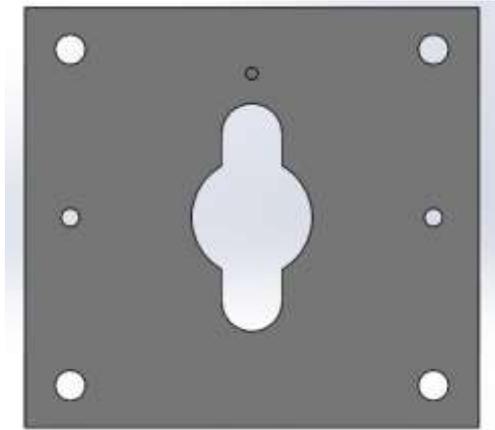
Elle comporte des dégagements pour éjecter les déchets, et des perçages pour fixé les tasseaux les embases et la matrice.



**Figure II.12.** Semelle inferieure.

#### b) **La matrice**

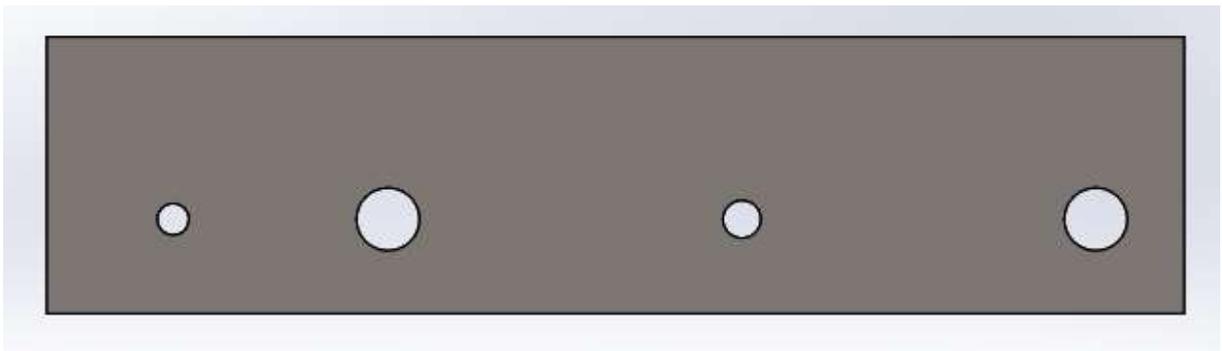
La matrice a un rôle important, elle contient un trou d'angle vif permettant le cisailage de flan lors de pénétration de poinçon. Elle un trou aux formes et dimensions du poinçon sur sa partie supérieure, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres. Et sur sa partie inferieur, on ajout un angle dépouille qui facilitant le dégagement de flan.



**Figure II.13.** La matrice.

### c) Les guides de tôlerie

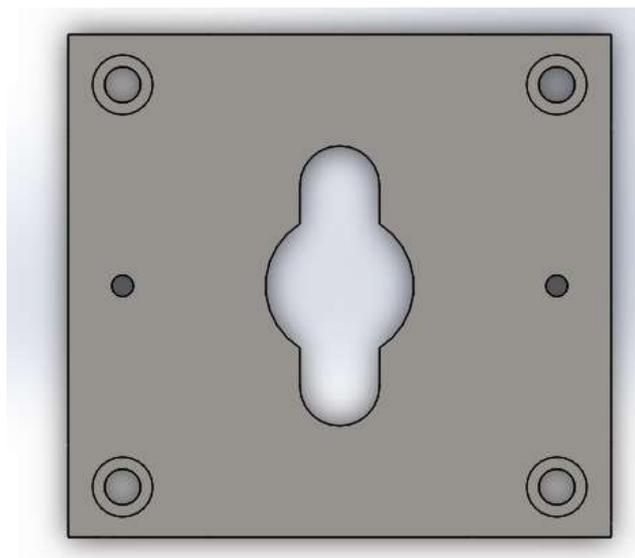
Ce sont des plaques de tôle fixé sur la matrice ayant une épaisseur de 3 mm leur rôle est d'assurer le guidage de la tôle ainsi que la fixation de serre flan sur la matrice.



**Figure II.14.** Les guides de tolérage.

### d) Le Serre-flan

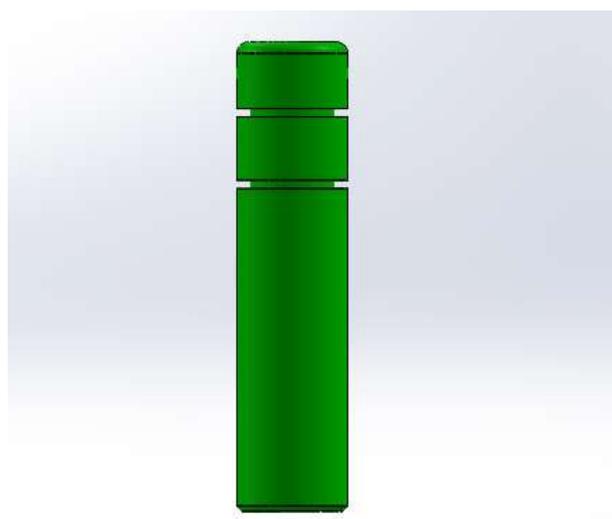
Le serre-flan est la pièce responsable de maintenir la tôle contre la matrice lors de l'actionnement du poinçon. , il est fixé à la matrice à quatre vis. Il permet aussi le guidage du poinçon pour une parfaite coaxialité avec la matrice pour obtenir un flan parfaitement découpé. Il est une pièce prismatique troué au milieu (trou de même forme que le poinçon, permettant le guidage de celui-ci).



**Figure II.15.** Le Serre-flan.

e) **Colonne de guidage**

Elle assure le guidage de la partie supérieure avec la partie inférieure. Dans notre conception le guidage de l'outil est assuré par deux colonnes de guidage. Ce composant doit être suffisamment long pour empêcher la base supérieure de se séparer du coussin pendant le fonctionnement. De plus, ils peuvent être lisses ou contenir des rainures de lubrification pour faciliter le glissement des coussinets.



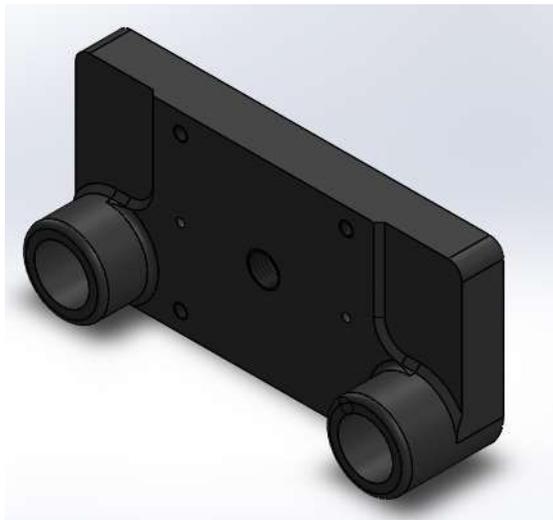
**Figure II.16.** Colonne de guidage.

### f) **Partie supérieure**

La partie supérieure de l'outil est la partie mobile bridée au coulisseau, elle comporte les pièces suivantes.

### g) **Semelle supérieure**

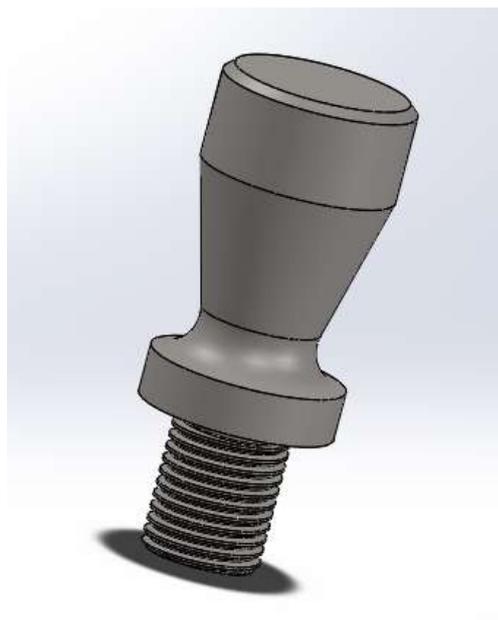
Elle sert à porter les portes poinçons et le poinçon qui fixe sur cette dernière ainsi que les la plaque du choque et sert aussi de lien avec le nez de la presse.



**Figure II.17.** Semelle supérieure.

### h) **Le nez de fixation**

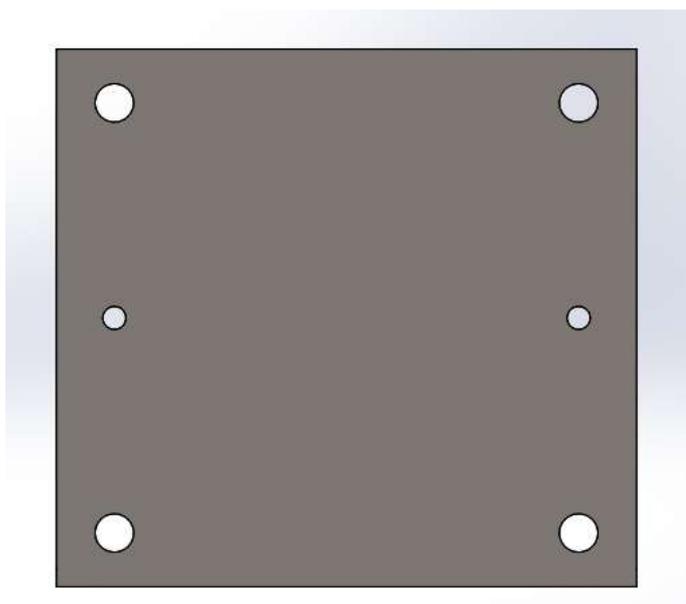
Il est fixé à la semelle supérieure. On peut le faire de deux manières, forcée et frapper ou enfileur. La première option est utilisée lorsque l'épaisseur de la tête est inférieure ou égale à 25,0 mm, sinon, elle est optée pour le filetage. La pointe doit être située au centre des forces de semelle supérieure de manière à ce qu'il n'y ait pas d'inclinaison dans les poinçons lors de l'application de force par les presses.



**Figure II.18.** Le nez de fixation.

**i) Plaque de choc**

La plaque de choc est une plaque jusqu'à 5,0 mm d'épaisseur elle sert à protéger la semelle contre les déformations au cours du travail, elle sert aussi à absorber les chocs du au découpage.



**Figure II.19.** Plaque de choc.

### j) Poinçon

Le poinçon consiste à perforer un matériau par cisaillement. Il pénètre dans la matrice en descendant vers le bas grâce à la force de la presse. Ce sont les éléments qui travaillent le plus au sein de l'outil. Un calcul au flambement de ces poinçons de faible section pour éviter ce phénomène.

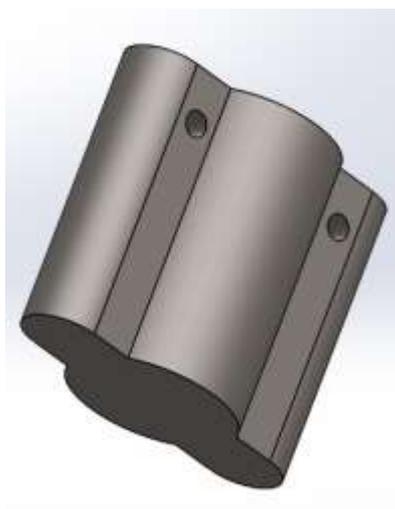


Figure II.20. Poinçon.

### k) Porte poinçon

C'est une pièce de 12mm d'épaisseur, Il sert à fixer et guider le poinçon lors de l'opération de découpage, il contient quatre trous ou se reposent les têtes devis.

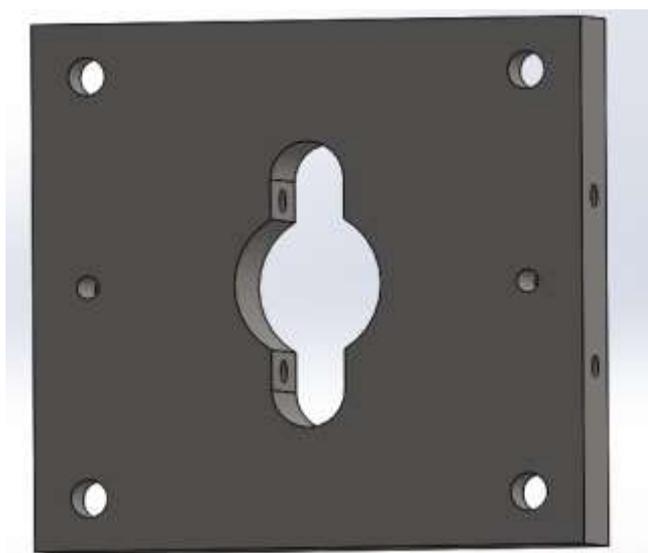


Figure II.21. Porte poinçon.

### II. 6. Conclusion

Ce chapitre nous a donné un aperçu général et global sur les différentes presses utilisées dans l'industrie, leurs principes de fonctionnement, leurs différents types selon plusieurs paramètres comme le mode de transformation de l'énergie, leurs nombre de coulisseau, ou leurs formes de bâtis.

Nous avons aussi présenté notre outil de coupe, leur principe de fonctionnent ainsi que les différent pièces qui composent notre dispositif.

## **Chapitre III : Dimensionnement d'un outil de poinçonnage.**

## Chapitre III: Dimensionnement d'un outil de poinçonnage

### III. 1. Introduction

L'outil de presse est la base du développement d'un projet, il matérialise et rend réel les résultats des réflexions et des décisions prises au cours de la conception d'un produit.

Ce chapitre précisera les différents paramètres à prendre en compte dans l'étude et développement de l'outil.

### III. 2. Caractéristique des matériaux choisis

**Table III-1.** La matière utilisée pour les pièces de l'outil de poinçonnage.

PIECES DE L'OUTIL	MATIERE	CARACTERISTIQUES
Semelle inférieur, Semelle supérieur, porte Poinçon	S235 (E 24)	Acier à la limite d'élasticité dont $Re = 235 \text{ daN/mm}^2$  Une bonne ténacité ( $R_{min} = 34 \text{ daN/mm}^2$ )
Matrice, Poinçon, plaque de choc	X200Cr12 (Z200C12)	C'est un acier fortement allié à 2% de carbone et de 12% de chrome. Une bonne résistance à l'usure, aptitude à la trempe, et faible déformation en travail. Une bonne résistance aux chocs ( $R_{min} = 218 \text{ daN/mm}^2$ ) HRC = 62
Colonnes de Guidage, nez de fixation	C65 (XC65)	C'est un extra – dur cémenté à une résistance à l'usure et aux efforts interrompus. HRC $\geq 57$ .
Serre flan, Guide de tôlerie	C45 (XC 48)	Acier doux cémenté à 0,48 de Carbone

Pour le flan on utilise l'alliage 1000, la résistance à la traction de 6.9 à 18.6 daN/mm<sup>2</sup>, elle présente une excellente résistance à la traction dans un large domaine de température. Cette série est souvent désignée comme aluminium pur.

### III. 3. Analyse et Calcul des efforts

Cette partie contient les calculs des efforts de poinçonnage ainsi que le jeu nécessaire pour l'opération de découpage d'un flan d'Aluminium de 1 mm d'épaisseur. Ces calculs assureront le bon déroulement des opérations afin de limiter les défauts et éviter les problèmes qui peuvent subvenir. [8]

#### III.3.1 Calcul de l'effort de poinçonnage

Selon la formule de la force de découpe :

$$F = P \cdot e \cdot R_c$$

**P** : le périmètre de la surface a découpé en [mm].

**e**: épaisseur de la tôle en [mm].

**R<sub>c</sub>**: résistance au cisaillement de la tôle a découpé [daN/mm<sup>2</sup>].

**F** : Effort de poinçonnage en [N].

La formule précédente nécessite l'utilisation de R<sub>c</sub> (résistance pratique au cisaillement exprimé en [daN/mm<sup>2</sup>]). On admet généralement que R<sub>c</sub> correspond à 8/10 de R<sub>m</sub>.

R<sub>m</sub> : résistance à la rupture par extension [daN/mm<sup>2</sup>].

**Table III-2.** Résistance mécanique des matériaux.

Matériaux	R <sub>m</sub> (daN/mm <sup>2</sup> )
Acier à 0,1% de carbone (recuit)	19
Acier à 0,2% de carbone (recuit)	25
Acier à 0,3% de carbone (recuit)	30
Acier inoxydable 40	49 à 69
Aluminium (doux)	12
Duralumin	45
Laiton (recuit)	18

a) **Calcul de périmètre P**

**P** : Étant le périmètre du poinçon de forme qui est égal à la somme des arcs et des arêtes comme l'indique la figure.

$$P = \text{arcAB} + \text{BC} + \text{arcCD} + \text{DE} + \text{arcEF} + \text{FG} + \text{arcGH} + \text{HA}$$

- $\text{arcAB} = \text{arcEF} = \pi \cdot R5$

$$\text{arcAB} = \pi \cdot R5 = 15,71 \text{ mm}$$

- $\text{BC} = \text{DE} = \text{FG} = \text{HA}$

$$\text{BC} = 5,34 \text{ mm}$$

- $\text{arcCD} = \text{arcGH} = 2,094 \cdot R10$

$$\text{arcCD} = 20,94 \text{ mm}$$

A.N:

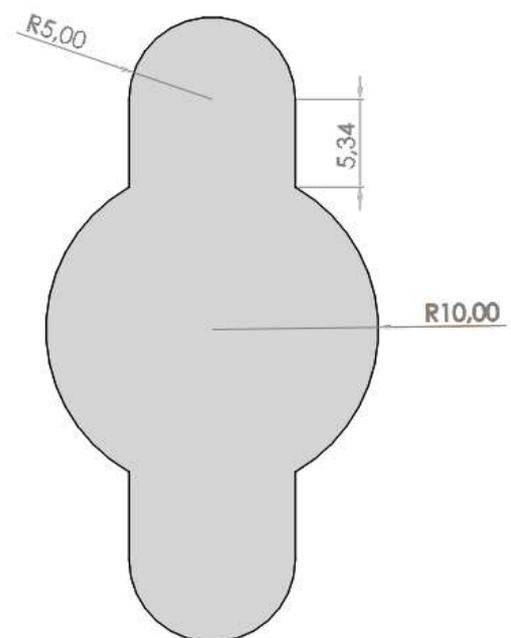
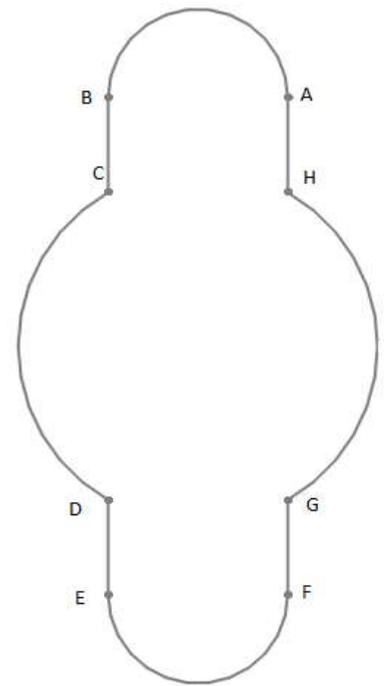
$$P = (15,71 \cdot 2) + (5,34 \cdot 4) + (20,94 \cdot 2)$$

$$P = 94,66 \text{ mm}$$

b) **résistance au cisaillement de la tôle a découpé Rc**

$$R_c = (8/10) R_m$$

$$R_c = (8/10) \times 12 = 9,6 \text{ daN /mm}^2.$$



**c) Calcul des efforts**

Dans notre cas on a une tôle d'Aluminium de 1 mm d'épaisseur. On va découper un flan de 94.66 mm de périmètre.

**III.3.2 Calcul de l'effort de poinçonnage**

$$F = P \cdot e \cdot R_c$$

$$F = 94,66 \cdot 1 \cdot 9,6$$

$$F = 908,74 \text{ daN}$$

**III.3.3 Calcul de la force d'extraction**

C'est l'effort nécessaire pour dégager les poinçons de la bande après poinçonnage.

Il varie de 2 à 7% de l'effort de poinçonnage suivant l'importance de la bande entourant le poinçon.

$$F_{\text{ext}} = 7\% F$$

A.N :

$$F_{\text{ext}} = \frac{7}{100} \cdot 908,74$$

$$F_{\text{ext}} = 63,61 \text{ daN}$$

**III.3.4 Calcul de l'effort total que doit fournir la presse**

La source de production de la force c'est la presse, elle doit produire un effort supérieur à la somme des efforts (effort de poinçonnage et d'extraction).

$$F_{\text{pr}} > F + F_{\text{ext}}$$

Avec

**F<sub>pr</sub>** : Effort de la presse.

**F** : Effort de poinçonnage.

**Fext** : Effort d'extraction.

A.N :

$$F_{pr} > 908,74 + 63,61$$

$$F_{pr} > 972,35 \text{ daN}$$

### III.3.5 Le choix de la presse à utiliser

Le choix de la presse à utiliser dans les travaux des métaux en feuille dépend essentiellement de plusieurs paramètres tel que :

- L'effort de la presse doit être supérieur aux efforts utilisés.
- La nature des opérations à réaliser.
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieur à celle de l'outil.
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieur à la hauteur de l'outil fermé.

Pour notre cas, il s'agit de découpage-poinçonnage. A partir de l'effort que nous avons calculé, nous avons opté pour une presse PPC-28 col de cygne de construction néerlandais qui a les caractéristiques suivantes:

**Table III-3.** Les caractéristiques de la presse utilisée.

Modèle	PPC-28
force de pression (tn)	28
Puissance du moteur(kW)	4
Hauteur du plan de travail(mm)	150
Taille de la table (mm)	325 x 300
Profondeur de la gorge (mm)	225
Hauteur totale de la presse (mm)	2000
Poids (kg)	650

### III.3.6 Calcul des poinçons au flambement

Le flambage intervient lorsqu'une poutre droite de grande longueur se déforme sous l'action de deux forces axiales opposées dirigées l'une vers l'autre.

C'est un phénomène qui se produit pour une certaine valeur de charge appelée charge critique.

Si :

-  $F < P_{cr}$  : la poutre reste rectiligne et ne subit qu'un faible raccourcissement qui est du à la compression.

-  $F > P_{cr}$  : la poutre se plie, les déformations deviennent très importantes et la rupture peut intervenir très rapidement.  $F$  est l'effort du poinçonnage.

$P_{cr}$  : Charge critique qui se calcule comme suit :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

Avec :

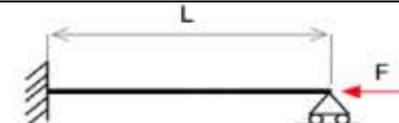
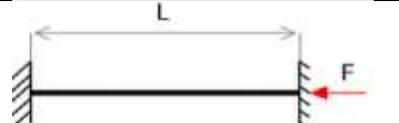
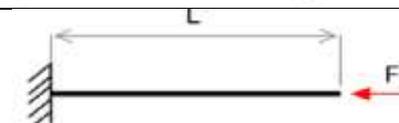
$E$ : Module d'élasticité (210000 N/mm<sup>2</sup>).

$I$  : Moment d'inertie.

$l$  : Longueur libre de flambement.

La longueur libre de flambage  $l$  est donnée en fonction du type d'appui.

**Table III-4.** Valeurs de la longueur de flambage  $l$  en fonction de la longueur réelle  $L$ .

Longueur libre de flambement		
Type de liaisons	Figure	Valeur de $l$
Encastré - Pivot		$l = 0.7L$
Encastré des deux cotés		$l = 0.5L$
Encastré - Libre		$l = 2L$
Pivot des deux côtés $l$		$l = L$

Dans notre cas les poinçons sont encastrés d'un côté et libres de l'autre côté, donc la longueur libre de flambement  $l = 2L$ .

Sachant que la longueur  $L$  soumise au flambement est la même pour tous les poinçons.

$$L = 34 \text{ mm}$$

A.N

$I = 15932.87 \text{ mm}^4$  (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS).

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 270000 \cdot 15932,87}{4 \cdot 34^2}$$

$$P_{cr} = 7141572,75 \text{ N}$$

On a :  $F = 9087,4 \text{ N}$  (Effort de poinçon)

$$F < P_{cr}$$

D'après les résultats précédents, les efforts du poinçonnage sont inférieurs aux charges critiques de flambement, donc les poinçons sont sollicités uniquement en compression.

### III.3.7 Calcul des poinçons à la compression

Condition de résistance :  $\sigma_{com} < Re$

Avec :

$Re = 750 \text{ MPa}$  (la limite élastique de l'acier Z200C12)

$$\sigma_{com} = \frac{F}{S}$$

$F$  : effort de poinçonnage ( $F=9087,4\text{N}$ ).

$S$  : surface du poinçon ( $S=481,38\text{mm}^2$ ).

AN :

$$\sigma_{com} = \frac{9087,4}{481,38} = 18,88 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{com} = 18,88\text{N/mm}^2$$

D'après le résultat précédent, la contrainte de compression inférieure à la limite élastique du matériau, donc la condition de compression est vérifiée.

### III.3.8 Calcul de jeu entre poinçon et matrice

La valeur du jeu s'évalue en fonction de l'épaisseur de la bande (de façon à ce que les deux amorces de ruptures se rejoignent parfaitement).

Dans notre cas on a utilisé un flan d'Aluminium avec une épaisseur de 1 mm.

Pour l'alliage d'aluminium le jeu est : 1/10 de l'épaisseur de la tôle  $J = (1/10) e$ .

A.N :

$$J = (1/10) \cdot 1$$

$$J = 0.1 \text{ mm}$$

### III. 4. Conclusion

Les différents calculs que nous avons effectués successivement nous ont permis d'avoir un bon déroulement de la conception de notre outil, la capacité de la presse à utiliser après le calcul de toutes les forces. Un calcul de vérification au flambement de poinçon a été fait, ainsi que le jeu nécessaire entre le poinçon et la matrice.

## 1. Mise en plan

Dans cette partie du travail nous avons utilisé le logiciel SolidWorks pour faire ressortir les différentes caractéristiques dimensionnelles et géométriques des pièces constituant l'outil et ce à l'aide des mises en plan qui suivent : [9]

### a) Partie inférieure

- Semelle inférieure.
- La matrice.
- Les guides de tôlerie.
- Le Serre-flan.
- Colonne de guidage.

### b) Partie supérieure

- Semelle supérieure.
- Le nez de fixation.
- Plaque de choc.
- Poinçon.
- Porte poinçon.

### c) Assemblage de l'outil de poinçonnage

## **Conclusion générale**

La réalisation de notre projet de fin d'études, nous a permis d'élargir nos connaissances dans le domaine de la mise en forme des tôles, et de comprendre les raisons pour laquelle les tôles possèdent une place major dans les différents secteurs industriels.

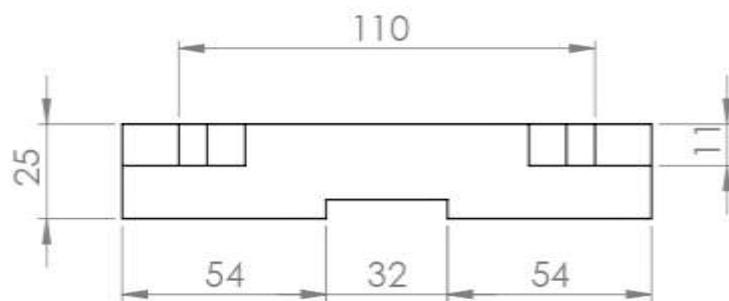
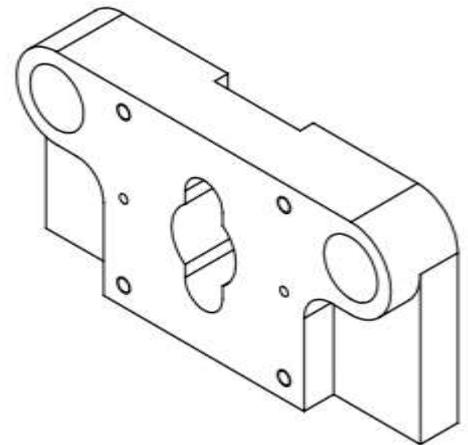
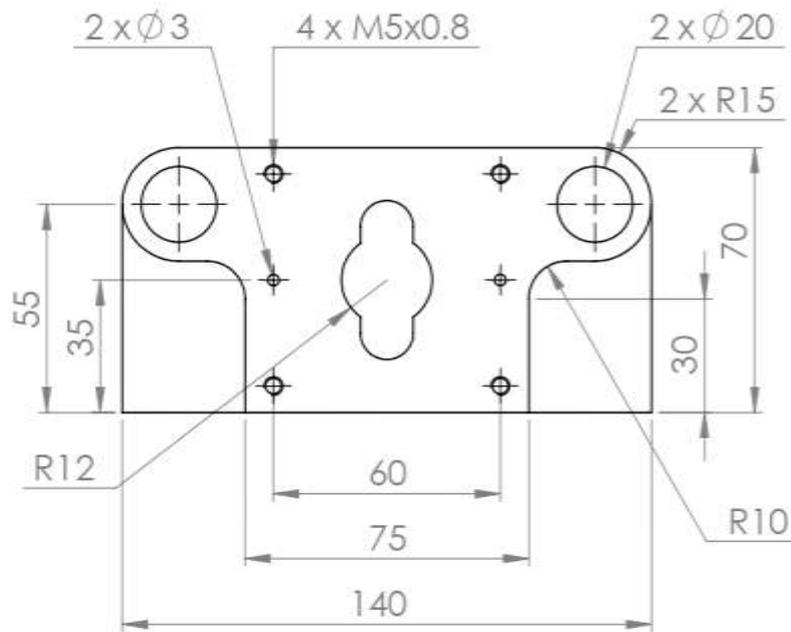
La conception de dispositif est réalisée en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur (SolidWorks) qui nous a donné les diverses caractéristiques géométriques et dimensionnelles des différents composants de l'outil. La conception de cet outil nous a admis de faire un travail de recherche sur les différents type de presses.

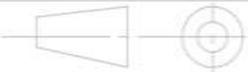
Ce travail était une opportunité pour avoir un plus dans le vaste terrain de conception et la fabrication des produits dans le domaine industriel.

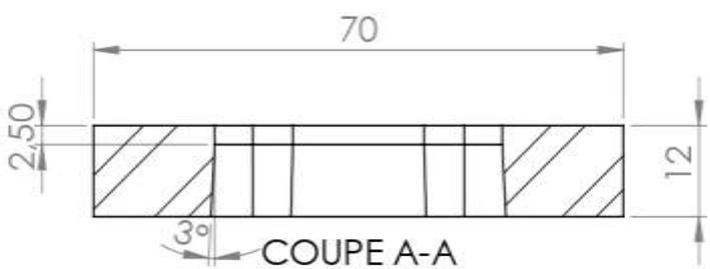
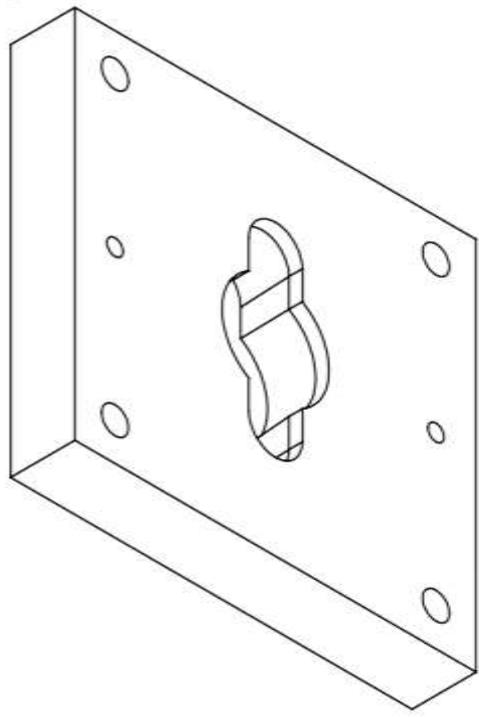
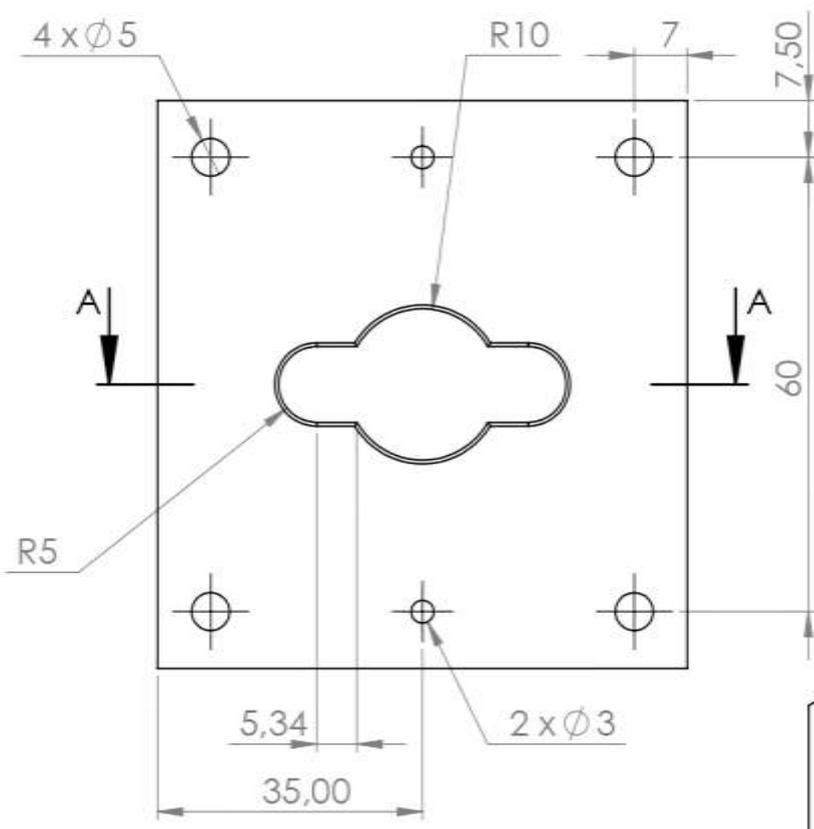
En fin, On peut dire que l'étude de l'outil proposé est suffisante pour sa réalisation et sa mise en fonction au sein de l'atelier.

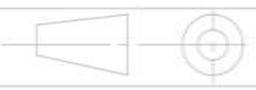
## Références Bibliographiques

- [1] M.JERBI, Procédés de mise en forme, Support de cours, Institut supérieur des études technologiques de Nabeul, Année universitaire 2017-2018.
- [2] M.ZIBATE, projet fin d'études le laminage, Université International de Casablanca ,2015.
- [3] OULD BEN HEMMOU, ABDERRAHMANI «Étude et conception d'un outil de poinçonnage-emboutissage pour la fabrication d'une pièce de cuisinière ENIEM », mémoire de master II en construction mécanique, UMMTO 2018.
- [4] SAADI Toufik « Étude et conception d'un outil à suivre à bande », mémoire de master II en fabrication mécanique, UMMTO 2014.
- [5] HADDADOU Mahdi, AICHOUN Mohammed « Etude et conception de deux outils de découpage-poinçonnage et de pliage pour clapet air bruleur », mémoire de master II en construction mécanique, UMMTO 2013.
- [6] Déformation plastique des tôles. À l'usage des techniciens en génie mécanique. Par R.QUATREMER. Edition DELAGRAVE. 1981.
- [7] TECHNIQUE DE L'INGENIEUR (SNDL).
- [8] LINHER JEROME, Microtechniques – Découpage, lycée jules haag ,2015
- [9] CHEVALIER André, Guide de dessin industriel pour la maîtrise de la communication technique, paris 2004.

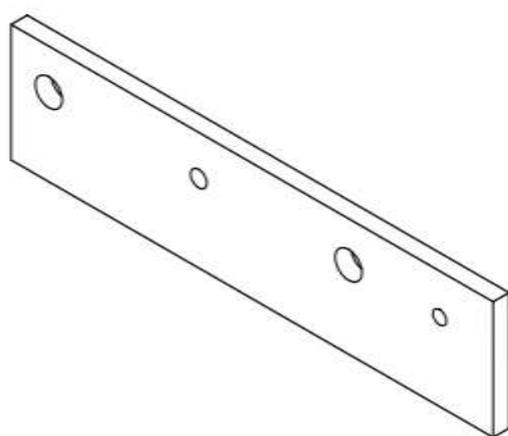
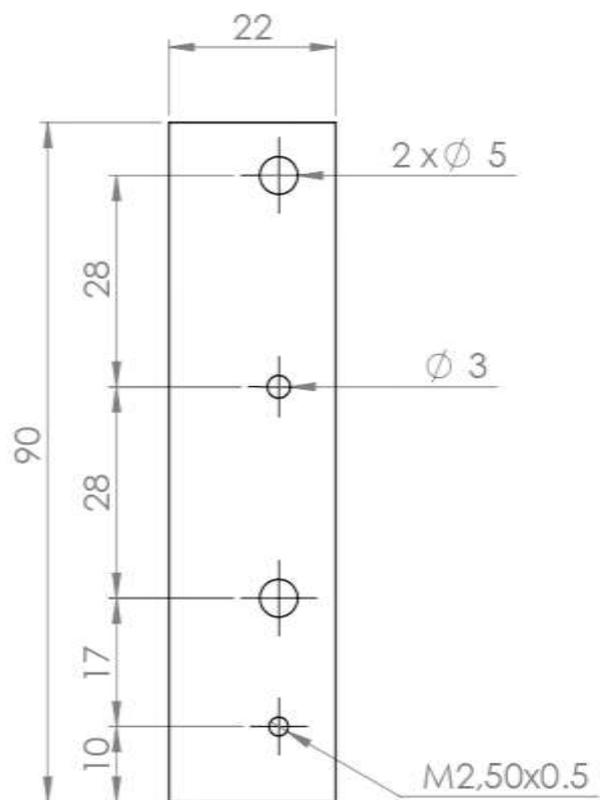


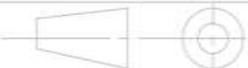
Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	E24
	<b>Semelle inferieur</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP



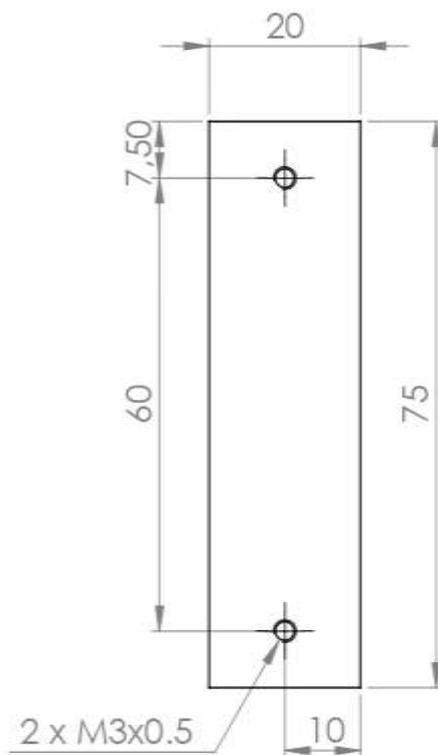
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	Z200C12
	<b>La matricie</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP

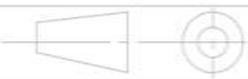
Epaisseur : 3mm

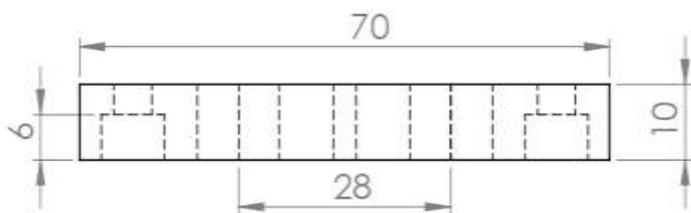
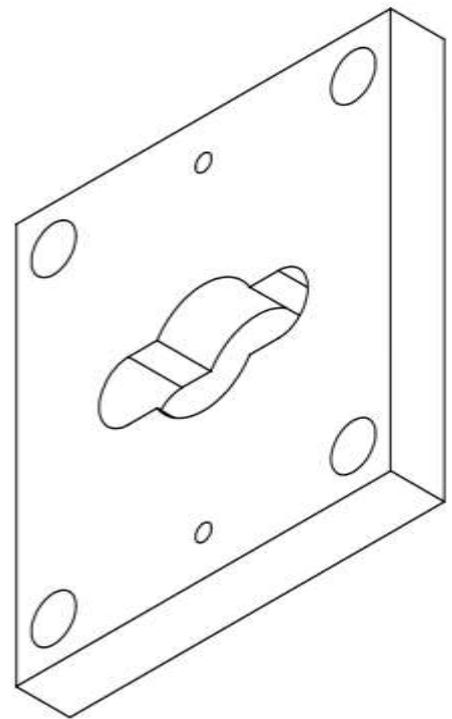
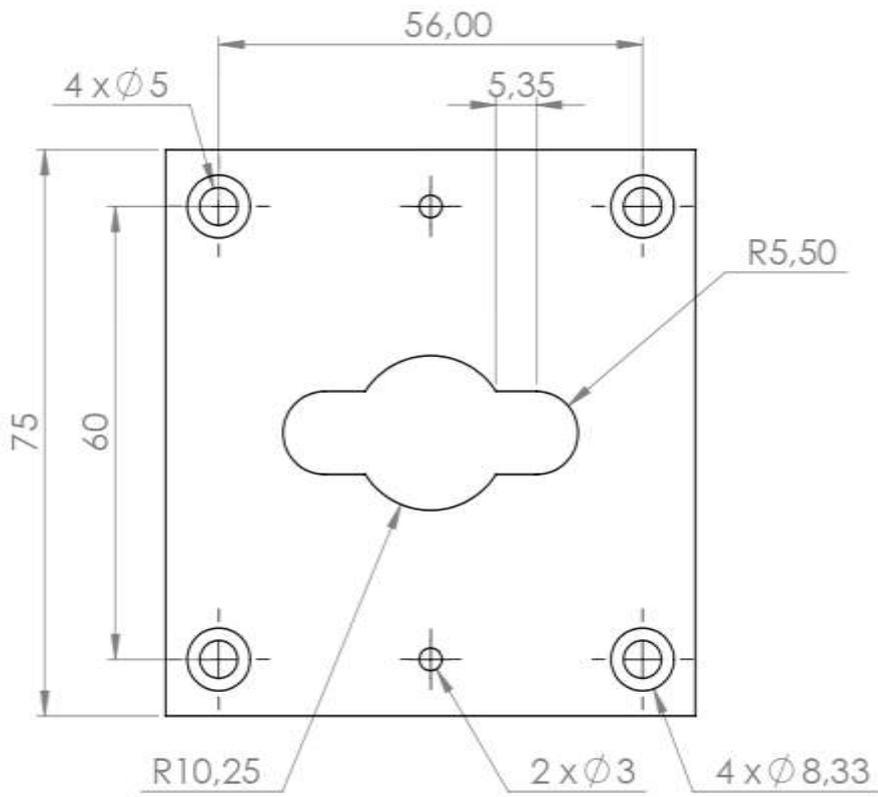


Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	XC48
	<b>Guide de tolérances</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP

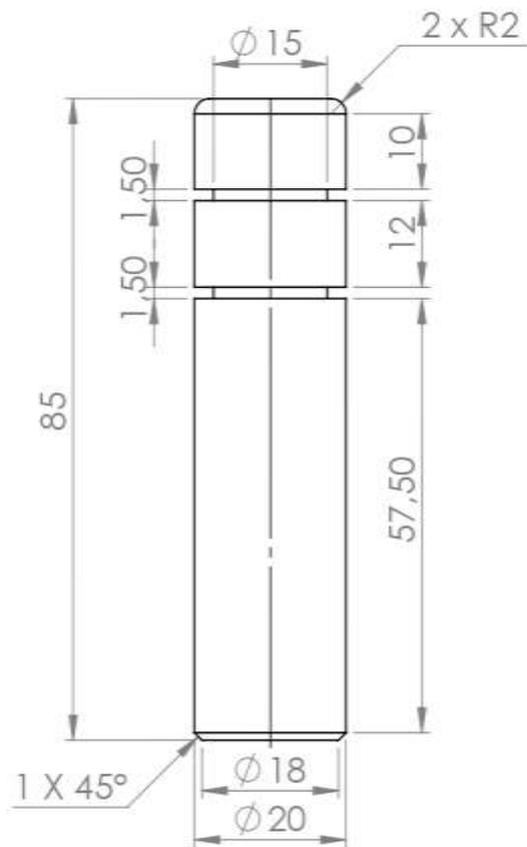
Epaisseur : 2mm



Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	XC48
	<b>Guide flottant</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP



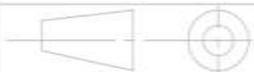
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	XC48
	<b>Serre flan</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP



Echelle : 1/1

UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA

C65

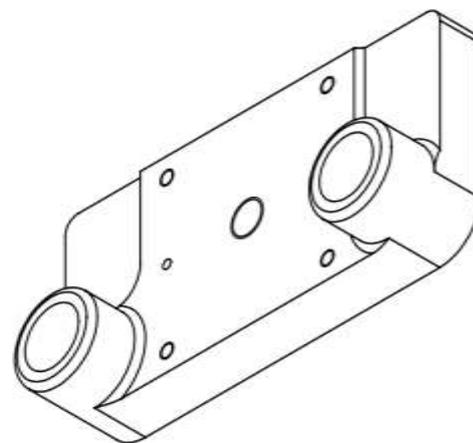
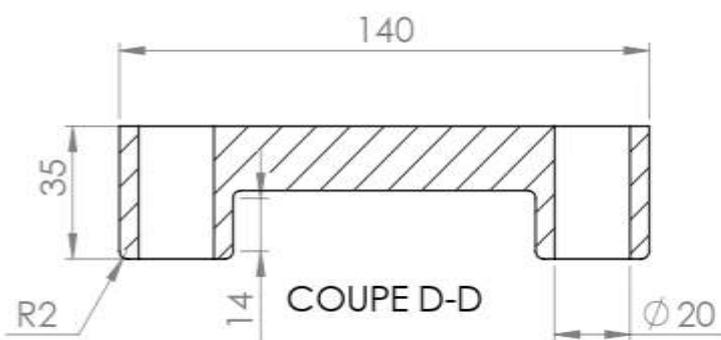
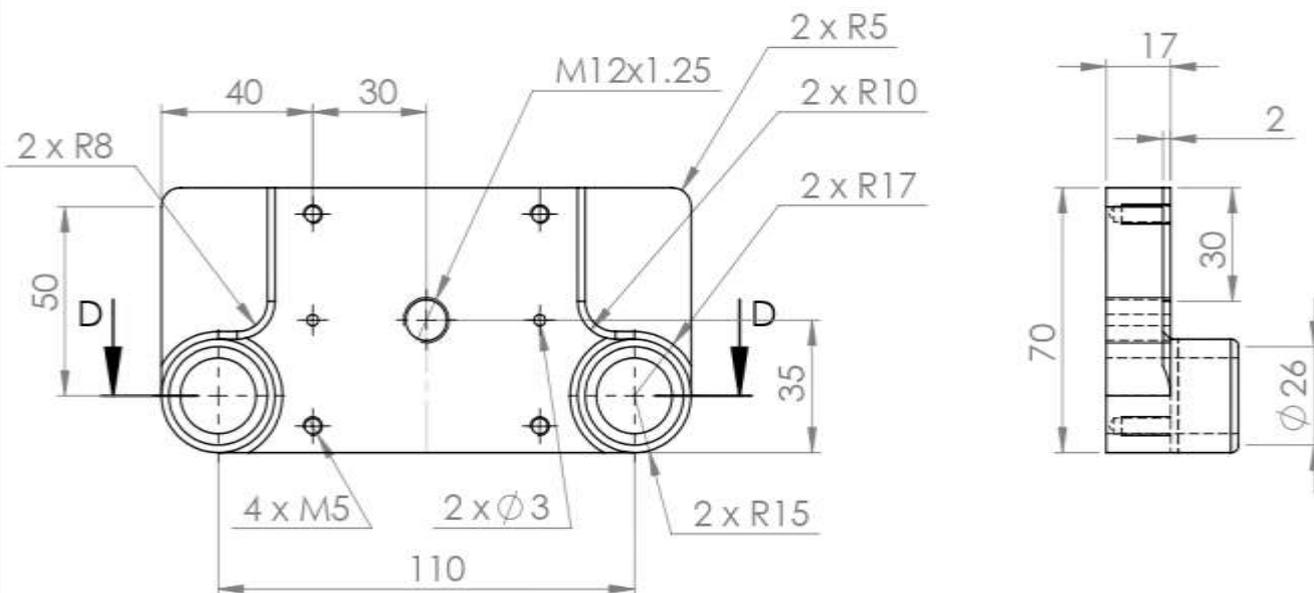


**Colonne de guidage**

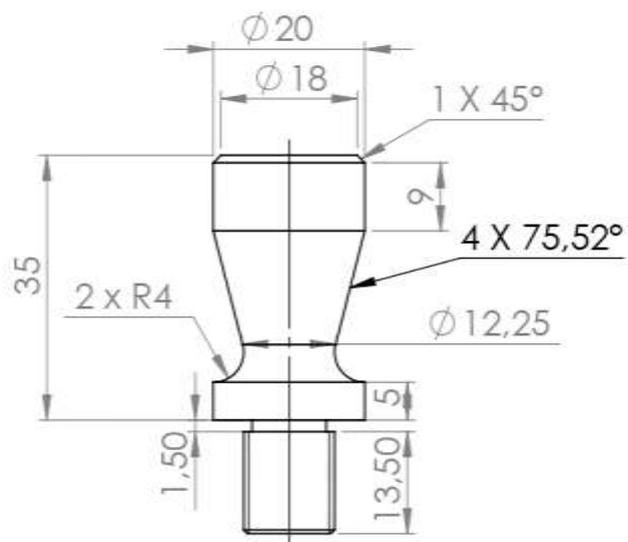
09/07/2021

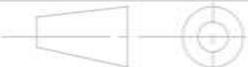
LATRECHE , MAOUCHE

M2FMP

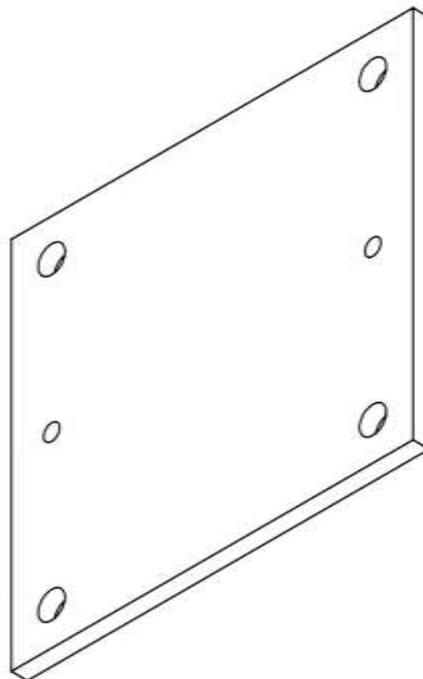
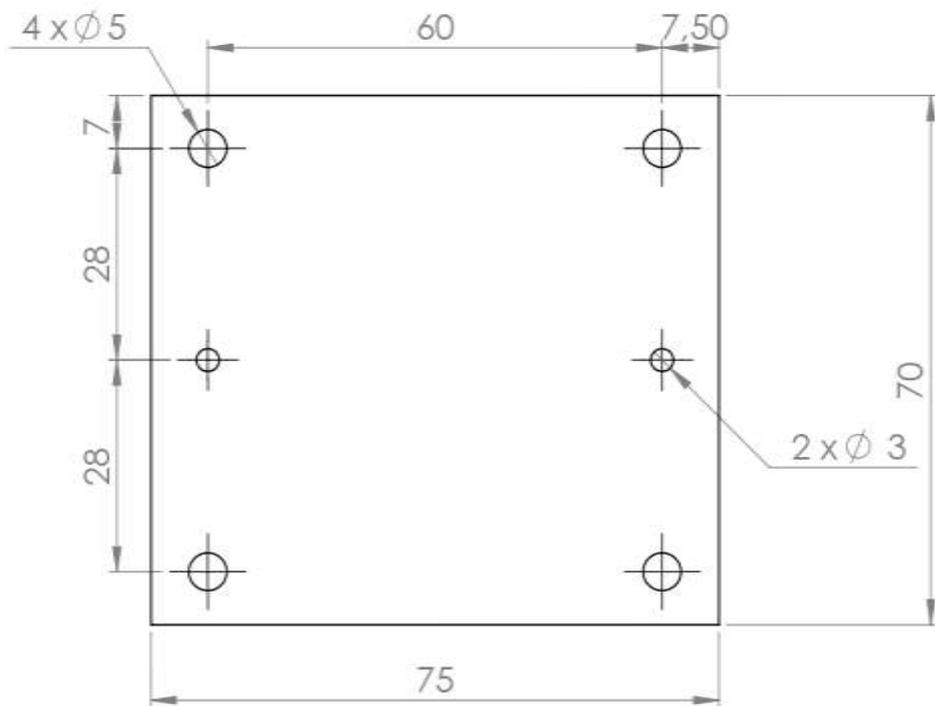


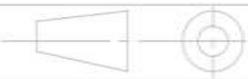
Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	E24
	<b>Semelle superieur</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP

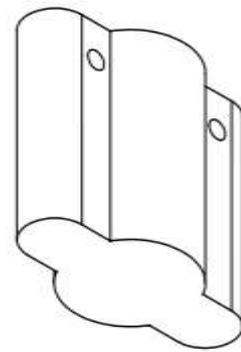
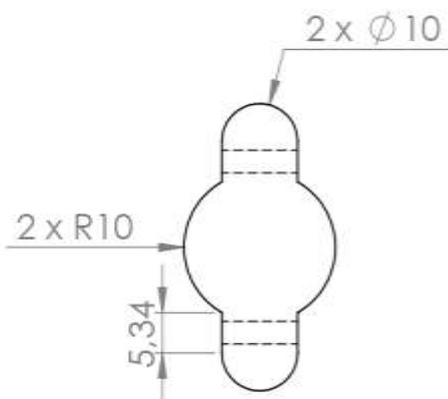
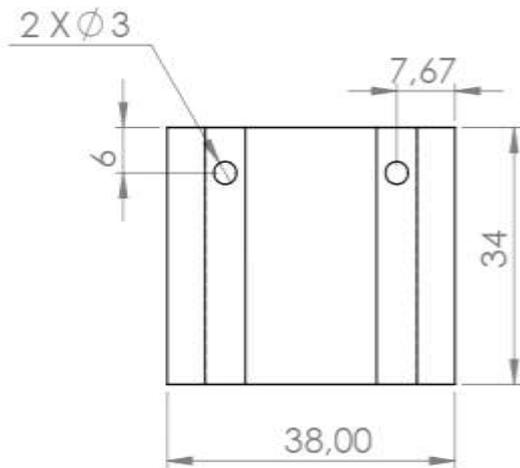


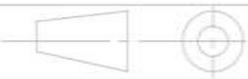
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	XC65
	<b>Nez de fixation</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAOUCHE	M2FMP

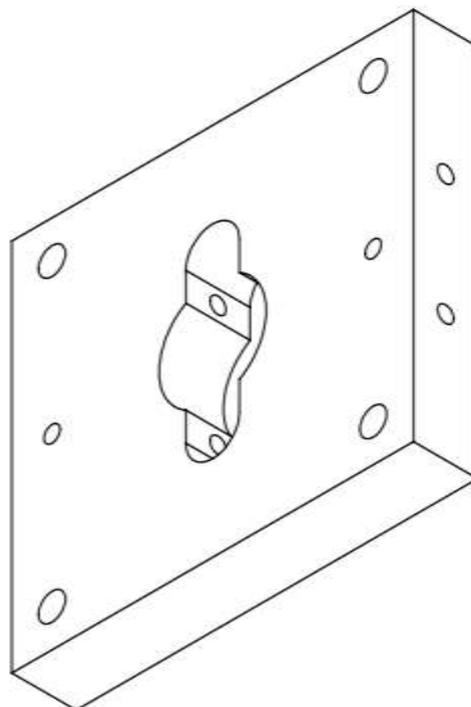
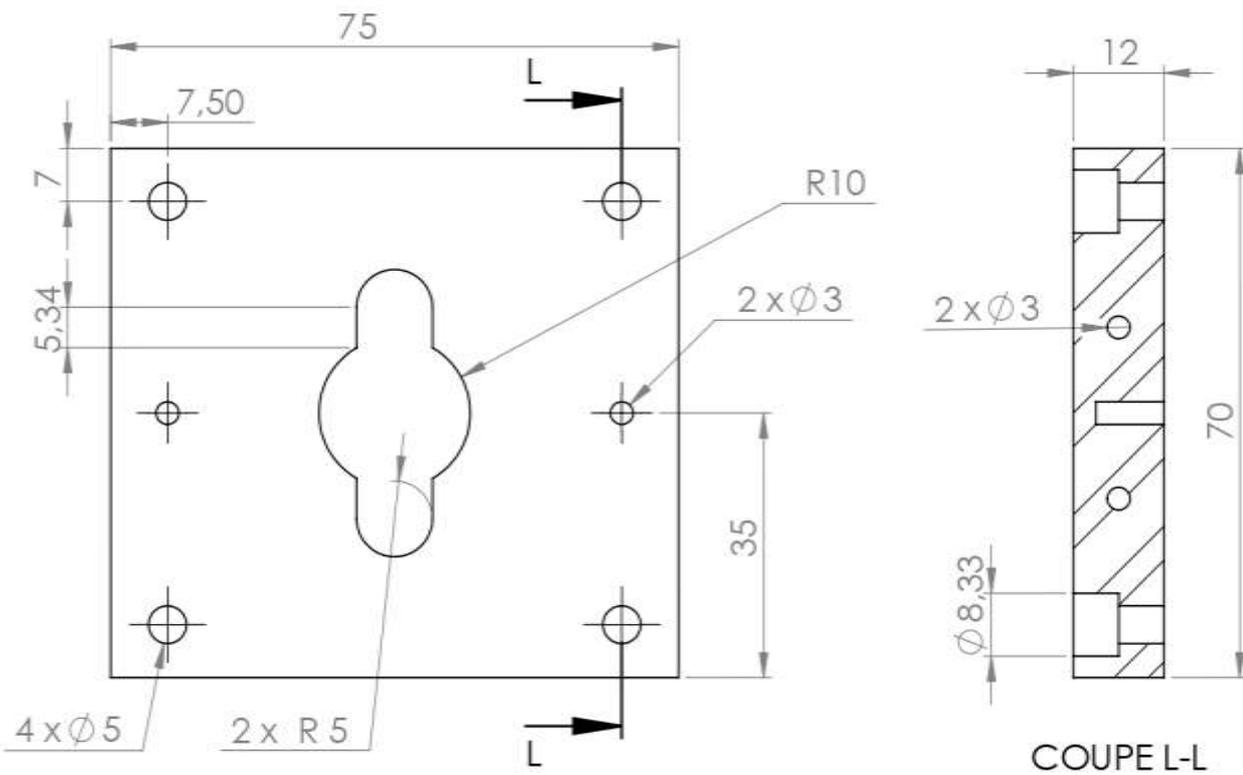
Epaisseur : 3mm



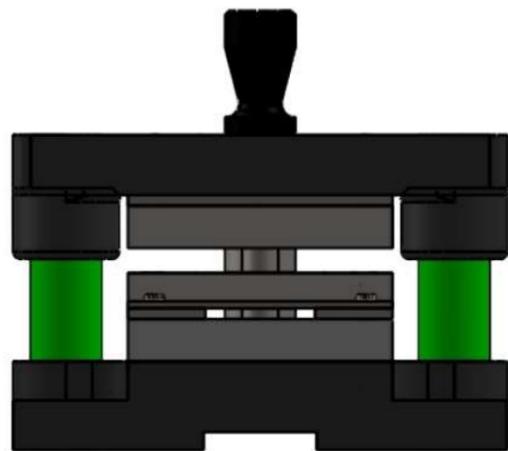
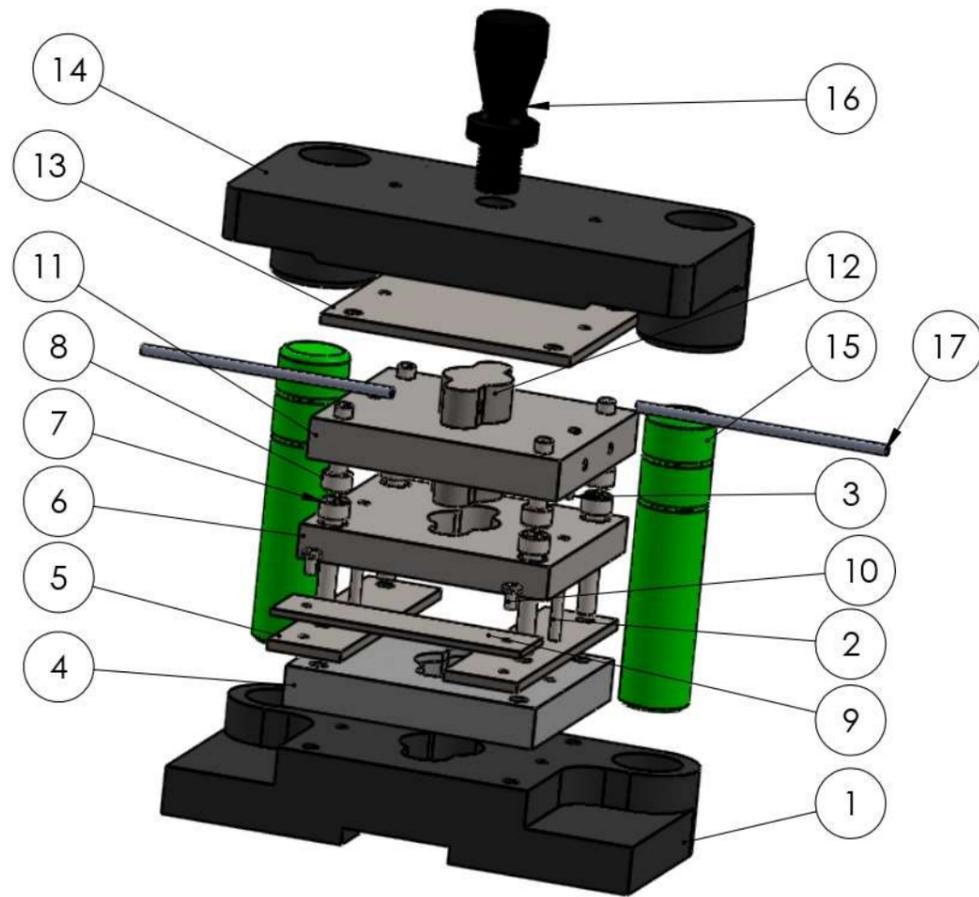
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	Z200C12
	<b>Plaque du choc</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAUCHE	M2FMP



Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	Z200C12
	<b>Poinçon</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAUCHE	M2FMP



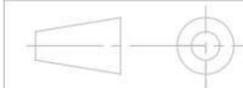
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	Z200C12
	<b>Porte poinçon</b>	09/07/2021
A4	LATRECHE , MAUCHE	M2FMP



No. ARTICLE	Désignation	Matière	Description	Nbr
1	Semelle inferieur	E24		1
2	Vis DIN EN 28734 - 3 x 30 - A - St			2
3	Vis DIN EN 28734 - 3 x 20 - A - St			2
4	matrice	Z200c12	Traitée	1
5	guide de tolerie	C45		2
6	Serre flan	C45		1
7	Vis DIN 912 M5 x 30 --- 22N			4
8	Vis DIN 912 M5 x 20 --- 20N			4
9	guide flottant	C45		1
10	Vis DIN EN ISO 1580 - M3 x 5 - 5N			2
11	Porte Poinçon	E24		1
12	poinçon	Z200c12	Traitée	1
13	Plaque du choque	Z200c12	Traitée	1
14	Semelle superieur	E24		1
15	colonne	C65		2
16	Nez de fixation	C65		1
17	Arbre	C45		2

Echelle : 1/2

UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA



Assemblage de l'outil de coupe 09/07/2021

A3

LATRECHE , MAOUCHE

M2FMP