

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique & Construction Mécanique

Par :

BOUAROURI Badis

SEBBANE Tahar

BENOUADFEL Hichem

Thème

**Conception d'un outil de découpage progressif pour réaliser deux
rondelles**

Soutenu le 26/09/2022 devant le jury composé de :

Mr. BENSaid Nesreddine	Président
Mr. BOUTAANI M. Saïd	Rapporteur
Mr. IDIR Abdelhek	Examineur

Année Universitaire 2021-2022

Remerciement

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

Nous remercions notre promoteur Mr. BOUTAANI .M qui nous a aidé et soutenu tout le long de notre travail.

Nos remerciements vont également à tous les membres du jury qui ont bien voulu accepter de juger ce travail.

Nous tenons à remercier tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, sans oublier les étudiants du département de Génie mécanique de l'université a- mira Bejaia.

Enfin, nos remerciements vont à 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

Il m'est agréable de saisir cette occasion pour

Dédier ce travail à toute ma famille :

Mes parents.

Mes frères et sœurs.

Tous mes amis (es) et tous ceux qui mon aidé de près ou de Loin

B. Badis

Je dédie ce travail à :

*Toute ma famille. À mes très chers parents qui sont
La source de mon éducation, mon savoir et mes
Principes.*

*À ma grand-mère et ma sœur, pour leur Soutien.
À tous mes amis et tous les gens qui m'aiment.*

B.Hichem

Dédicaces

Je tiens c'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail.

À l'être de plus cher de ma vie, ma mère.

À ce lui qui m'a fait de moi un homme, mon père.

À mes chères sœurs.

À tous mes amis de promotions de 2^{ème} année master FMP et CM.

*À tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom
S.E.B.BANE, je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma
réussite.*

S.Tahar

Table des matières

Introduction générale	1
I.1 Introduction	2
I.2 Définition	2
I.3 Principe	2
I.4 Quelques Types de découpage	3
I.4.1 Poinçonnage	3
I.4.2 Crevage	3
I.4.3 Encochage	4
I.4.4 Arasage et repassage.....	4
I.4.5 Détourage.....	5
I.4.6 Ajourage.....	5
I.5 Analyse du processus	5
I.6 Effort de découpage	7
I.7 Effort d'extraction.....	8
I.8 Effort d'éjection.....	8
I.9 Jeux de découpage	9
I.10Angles des lames	9
L'angle tranchant :.....	9
I.11. Effets de coupe	10
I.12 Vitesse de découpage	10
I.13 Conclusion.....	11
II. 1. Introduction.....	12
Première partie : Généralités sur les presses	12
II. 2. Définition d'une presse	12
II. 3. Classification type de presse	12
II.3.1 Selon le mode de transmission d'énergie	12
II.3.1.1 Les presses mécaniques	12
II.3.1.2 Les presses hydrauliques	13
II.3.2 Selon le nombre de coulisseau	13
II.3.2.1 Presse à simple effet	13
II.3.2.2 Presse à double effets	14
II .3.2.3 Presse à triple effets	14
II .3.3 Selon la forme du bâti.....	15
II .3.3.1 Presses à col de cygne.....	15

II .3.3.2 Presses à arcade	16
II .3.3.3 Presses à colonnes.....	16
II .3.3.4 Presses à montants droits	16
II .3.3.5 Presses à table mobile et bigorne	17
II.4. Caractéristiques d'une presse	17
II.5 Exigence de choix d'une presse	18
II.6. Sécurité sur les presses	18
II.7. Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécaniques [10]	18
Deuxième partie : les outils de presse	19
II.8. Définition d'un outil de presse	19
II.9 Différents constituants d'un outil de presse	20
II.9.1 Poinçon	20
II.9.2 Matrice.....	20
II .10. Différents types d'outils de presse	20
II.10.1. Outil de découpage	20
II.10.1.1. Outil simple découvert.....	20
II.10.1.2. Outil buté à découvert.....	21
II.10.1.3. Outil à contre plaque.....	21
II.10.1.4. Outil suisse (outil bloc)	22
II.10.2. Outil de détournage	23
II.10.2.1. Outil de détournage à Ras	23
II.10.2.2. Outil de détournage-poinçonnage	24
II.10.3. Les outils de reprise.....	24
II.10.4. Outil de poinçonnage à serre-flan	24
II.10.5. Outil combiné.....	25
II.10.6. Outil à camen	25
II.10.7. Outil monté sur une presse à simple effet	26
II.10.7.1. Outil direct	26
II.10.7.2. Outil inverse	26
II.11. Montage des outils sur les presses.....	27
II .11.1. Petites presses.....	27
II.11.2. Grosses presses.....	27
II. 12. Présentation du dispositif	28
II.12.1 Fonctionnement du dispositif.....	28
II.12.2 Les différentes pièces de l'outil de poinçonnage	28
II.12.2.1 Partie inférieure	28
II.13. Conclusion.....	34
Chapitre III : Dimensionnement d'un outil de poinçonnage	35

III.1 Introduction.....	35
III. 2. Caractéristique des matériaux choisis.....	35
III.2.1 Caractéristiques du matériau de l'outil	35
III. 3. Analyse et Calcul des efforts	36
III.3.1 Calcul de l'effort de poinçonnage.....	36
a) Calcul de périmètre P.....	37
b) résistance au cisaillement de la tôle a découpé Rc	37
III.3.2 Calcul de l'effort de poinçonnage.....	37
III.3.3 Calcul de la force d'extraction.....	38
III.3.4 Calcul de l'effort total que doit fournir la presse	38
III.3.5 Le choix de la presse à utiliser.....	38
III.4. Calcul des poinçons à la résistance :	39
III.4.1 Calcul des poinçons au flambement.....	39
III.4.2 Calcul des poinçons à la compression.....	42
III.5. Calcul de jeu entre poinçon et matrice.....	43
III.6. Conception de la presse à l'aide de SolidWorks	43
III. 6. Conclusion.....	45
Conclusion générale	45
Références Bibliographiques	
Annexe	

Liste des figures

Chapitre 1

Figure 1: Principe du découpage.....	3
Figure 2: : Poinçonnage.....	3
Figure 3: Crevage.....	4
Figure 4: Encochage.....	4
Figure 5: Arasage et repassage.....	4
Figure 6: Détourage.....	5
Figure 7: Ajourage.....	5
Figure 8: Effort et contrainte sur poinçon lors des phases du découpage.....	6
Figure 9: phase de déformation élastique.....	6
Figure 10: Effort de cisaillement.....	7
Figure 11: Découpe.....	7
Figure 12: Jeu de découpage.....	9
Figure 13: L'angle tranchant des lames.....	10
Figure 14: Les effets de coupe.....	10

Chapitre 2

Figure II 1: presse mécanique.....	13
Figure II 2: Presse hydraulique.....	13
Figure II 3: Presse à simple effet.....	14
Figure II 4: Presse à double effets.....	14
Figure II 5: Presse à triple effets.....	15
Figure II 6: Presses à col de cygne.....	15
Figure II 7: Presses à arcade.....	16
Figure II 8: Presses à colonnes.....	16
Figure II 9: Presses à montants droits.....	17
Figure II 10: Presses à table mobile et bigorne.....	17
Figure II 11: Outil simple découvert.....	20
Figure II 12: Outil buté à découvert.....	21
Figure II 13: Outil à engrenages.....	21
Figure II 14: Outil à presse bande.....	22
Figure II 15: outil suisse.....	23
Figure II 16: Outil de détourage normal.....	23
Figure II 17: Outil de détourage à Ras.....	23
Figure II 18: Outil de détourage-poinçonnage.....	24
Figure II 19: deux outils de reprise faits avec SolidWorks.....	24
Figure II 20: Outil de poinçonnage à serre-flan.....	25
Figure II 21: Outil combiné.....	25
Figure II 22: Outil à came.....	25
Figure II 23: Outil direct.....	26
Figure II 24: Outil inverse.....	26
Figure II 25: Dispositif de découpage.....	28
Figure II 26: Semelle inférieure.....	29
Figure II 27: La matrice.....	29
Figure II 28: Les guides de tôlerie.....	30
Figure II 29: Le Serre-flan.....	30
Figure II 30: Colonne de guidage.....	31
Figure II 31: Semelle supérieure.....	31
Figure II 32: Le nez de fixation.....	32
Figure II 33: Plaque de choc.....	32

Figure II 34: Poinçons 33
Figure II 35: Porte poinçon..... 34

Liste des tableaux

Tableau 1: Résistance au cisaillement R_c de quelques matériaux.....	8
Tableau 2: Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper	9
Tableau 3: Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécaniques	18
Tableau 4: La matière utilisée pour les pièces de l'outil de poinçonnage.....	35
Tableau 5: Résistance mécanique des matériaux.....	36
Tableau 6: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L	40

Liste des symboles

σ_{com} : Effort de compression [N/mm^2].

S : Section du poinçon [mm^2].

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

Pcr : Charge critique du flambement [N].

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

I : Moment d'inertie [mm^4].

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^2].

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

Fext: 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^2].

CAO : conception assistée par ordinateur.

Introduction générale

Introduction générale

Les procédés de formage de la tôle ont une grande place dans l'industrie, ces derniers intervenant pour améliorer les méthodes de fabrication, les coûts, les services, les fonctionnalités, pour faciliter les changements de périmètre de transformation et pour donner une identité au produit.

Le découpage et le poinçonnage restent l'un des procédés les plus utilisés pour fabriquer des pièces en tôle. Cela permet d'obtenir des pièces à des cadences très élevées. Par conséquent, ses avantages économiques sont indéniables.

Pour la recherche de ce projet, nous avons divisé le travail comme suit :

Le premier chapitre de ce manuscrit étudie l'acquisition de la tôle et les différents procédés de formage (emboutissage, pliage, découpage et ajourage... etc.) des pièces mécaniques et les différents paramètres qui affectent le processus de poinçonnage.

Le deuxième chapitre présente ensuite les différents types de presses qui existent et leur fonctionnement ainsi que les différents composants de nos outils de poinçonnage.

La recherche et la conception d'outils font l'objet du chapitre 3. Les résultats pour les différentes forces de poinçonnage nous ont permis de calculer la force totale que la presse devait fournir pour réaliser nos pièces en tôle fine. La sélection de la bonne presse dépend de l'effort total calculé. Le chapitre se termine par la vérification de la résistance de l'outil à différentes sollicitations.

Chapitre I : Découpage des tôles

I.1 Introduction

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 le poinçonnage.

I.2 Définition

Le découpage est un procédé de fabrication des pièces qui consiste à cisailer sur un contour fermé une pièce de faible épaisseur [1]. Une différence est faite sur les termes :

- Découpage, afin d'obtenir un pourtour défini selon une forme et de cotes précises.
- Poinçonnage, afin d'ajouter une pièce (exemple : une perforation). On peut distinguer trois types d'opération de découpage :
 - Découpage simple : on utilise deux outils de découpage sur deux presses et la pièce est obtenue en deux opérations (exemple obtention d'une rondelle).
 - Découpage consécutif : on utilise une presse et on fixe sur son coulisseau deux ou plusieurs poinçons. La pièce est obtenue après deux pas d'avance de la bande.
 - Découpage simultané : la pièce est obtenue après une opération de découpage et poinçonnage simultanément.

I.3 Principe

Il consiste à détacher un contour donné d'un produit plat (une tôle). L'opération s'effectue sur une presse qui porte un outil dont les parties travaillantes sont les poinçons et les matrices qui permettent de cisailer la tôle sur sa profondeur en donnant la forme de la pièce désirée [1].

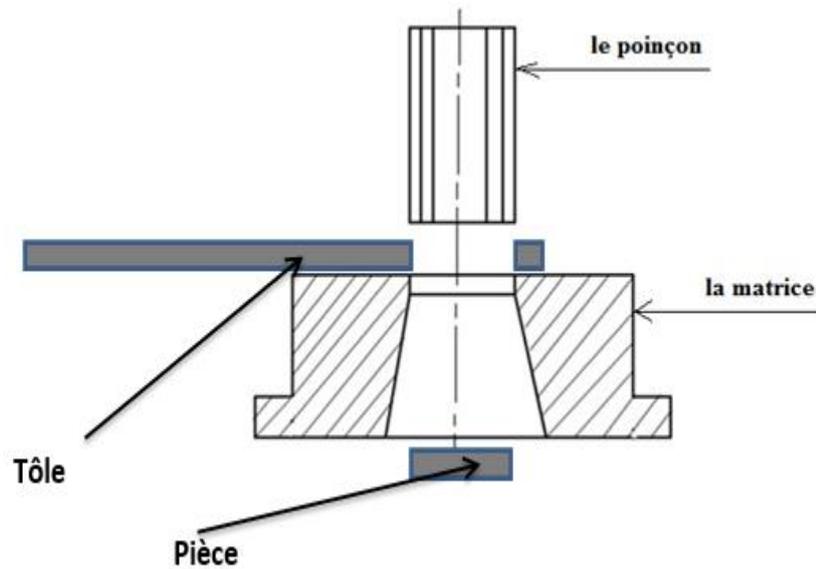


FIGURE 1: PRINCIPE DU DECOUPAGE.

I.4 Quelques Types de découpage

I.4.1 Poinçonnage

C'est une opération semblable au découpage, mais l'on conserve la partie extérieure, le déchet étant la débouchure [2].

Le terme perforation désigne plus particulièrement des opérations de poinçonnage de petits diamètres (1 à 3 fois l'épaisseur de la tôle par exemple), sur un flan ou en pleine tôle.

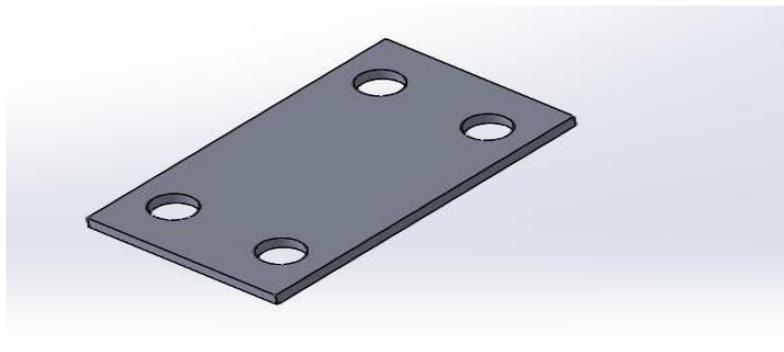


FIGURE 2: : POINÇONNAGE.

I.4.2 Crevage

C'est un découpage incomplet, généralement fait sur des tôles épaisses, il consiste de ne pas détacher la chute complètement de la pièce [2].

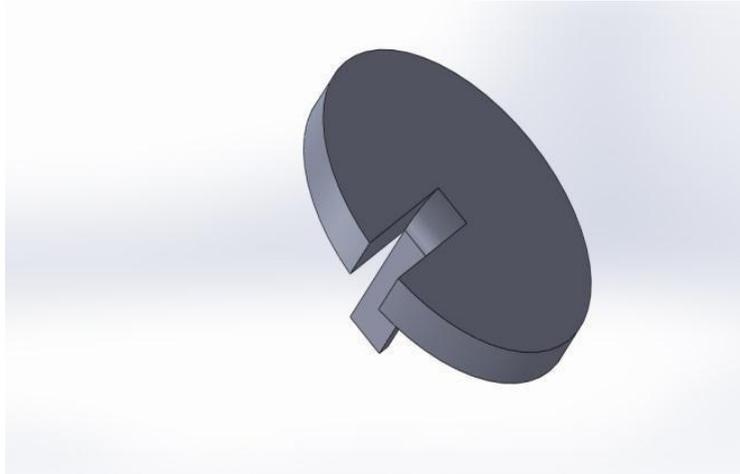


FIGURE 3: CREVAGE.

I.4.3 Encochage

C'est une opération qui s'effectue sur des pièces finies, consiste à découper des encoches débouchant de la pièce considérée [2].

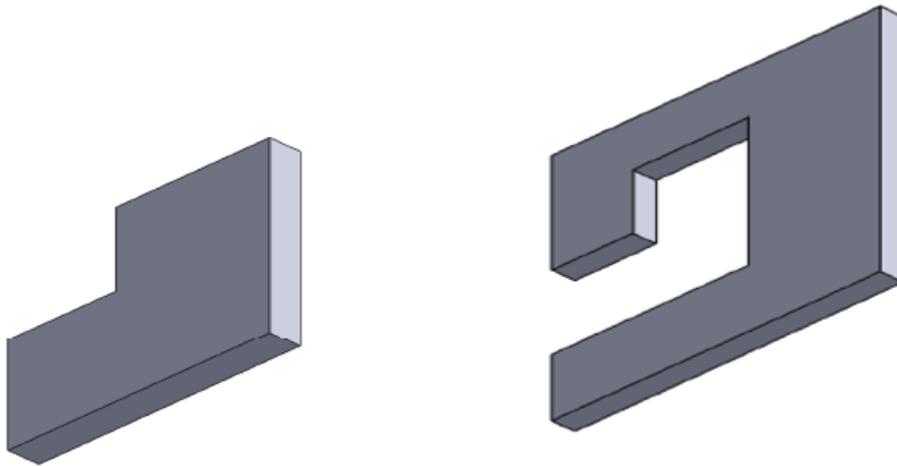


FIGURE 4: ENCOCHAGE.

I.4.4 Arasage et repassage

Découpage en reprise (précision et état de surface).



FIGURE 5: ARASAGE ET REPASSAGE.

I.4.5 Détourage

Le détourage est une opération de finition du contour d'une pièce déjà pliée au cours d'une déformation. Il consiste à enlever par découpage un excédent de métal autour d'une pièce préalablement formée : le détourage est alors la dernière opération de formage. Suivant le type de pièce, on trouve plusieurs techniques [2] :

- les collerettes, après emboutissage, ne sont jamais régulières, il est possible de leur donner une forme régulière par détourage.
- lorsqu'on ne désire pas de collerette, l'arête de l'outil découpe suivant un bord non perpendiculaire à la surface de la tôle.



FIGURE 6: DETOURAGE.

I.4.6 Ajourage

L'ajourage est une technique de découpage qui consiste à réaliser des trous dans la bande autour de la pièce (ou du flan) avant d'engager d'autres opérations de pliage ou d'emboutissage.

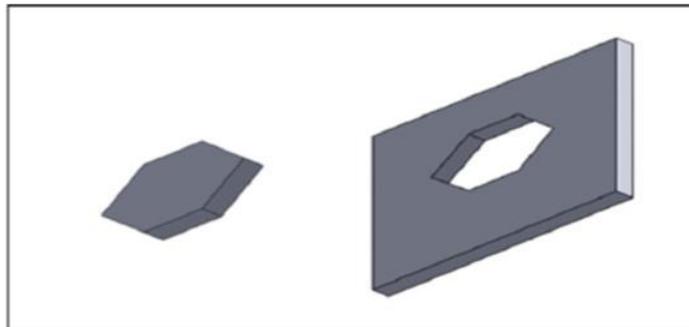


FIGURE 7: AJOURAGE.

I.5 Analyse du processus

Un outil de découpage est principalement constitué d'un poinçon et d'une matrice. La tôle à découper étant située entre les deux. Lors du découpage, on distingue 3 phases [3] :

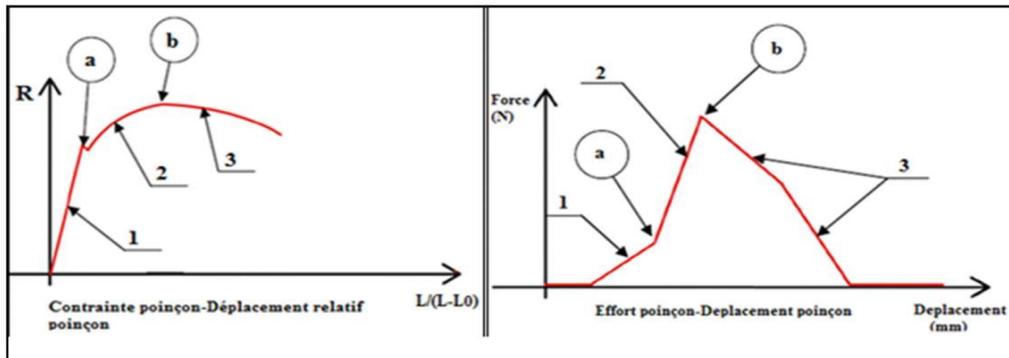


FIGURE 8: EFFORT ET CONTRAINTE SUR POINÇON LORS DES PHASES DU DECOUPAGE.

1. Au début, l'effort croît lentement jusqu'au point (a) le poinçon s'enfonce lentement sans détacher les particules de métal. C'est la phase de déformation élastique

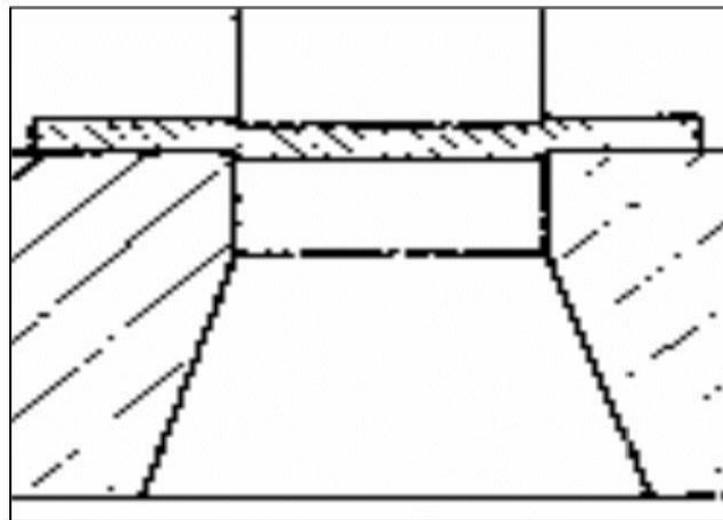


FIGURE 9: PHASE DE DEFORMATION ELASTIQUE.

2. Ensuite, l'effort prend sa valeur maximale (b) c'est l'effort de cisaillement (séparation et accélération des particules de métal).

Des fissures apparaissent au voisinage des arêtes du côté poinçon et du côté matrice.

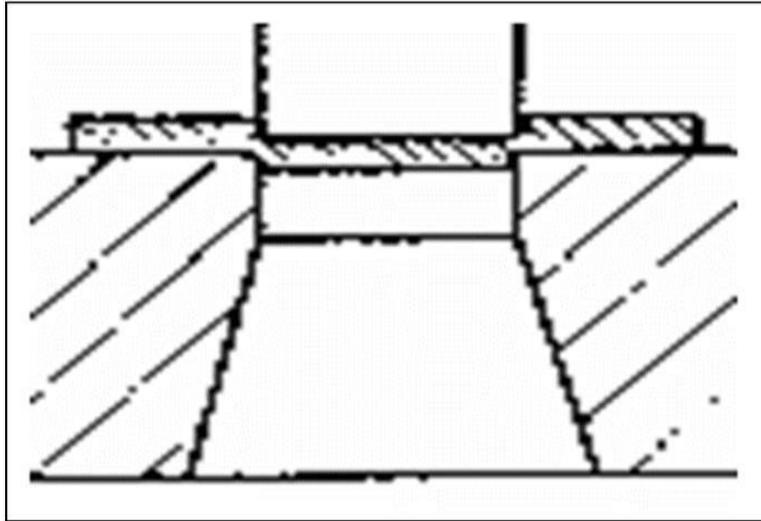


FIGURE 10: EFFORT DE CISAILLEMENT.

3. Enfin, l'effort tombe jusqu'à la valeur nécessaire pour vaincre le frottement entre les parties détachées de matière et pour l'éjection de la pièce découpée. Les fissures se rejoignent, la pièce est alors découpée

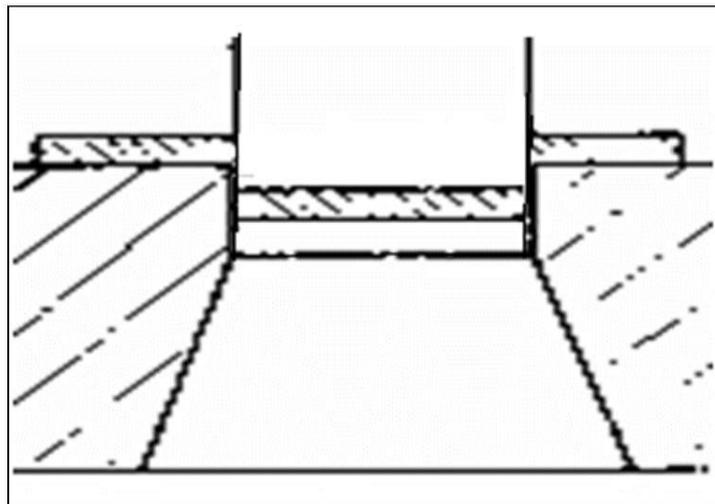


FIGURE 11: DECOUPE.

I.6 Effort de découpage

C'est l'effort nécessaire au découpage d'une pièce donnée, il est égal au produit du périmètre P de la pièce par son épaisseur e et par la résistance R_c à la rupture au cisaillement du métal à découpé [1].

$$F_d = P \times e \times R_c$$

Avec :

F_d : effort de découpage (daN)

P : le périmètre de la surface à découper en mm ;

e : épaisseur de la surface à découper en mm ;

Rc : résistance au cisaillement de la tôle à découper (daN/mm²).

Le tableau suivant donne **Rc** pour les métaux les plus fréquemment découpés à la presse. On admet, lorsqu'on ne connaît pas Rc, qu'elle est 4/5 de la résistance à la rupture par traction, mais ce n'est qu'une approximation [1].

Matériaux	Rc (daN/mm ²)
Acier dur	70
Acier inoxydable	55
Acier mi-dur	50
Tôle au silicium	50
Acier doux	40
Tôle d'emboutissage	35
Laiton recuit	30
Cuivre recuit	20
Aluminium	10

TABLEAU 1: RESISTANCE AU CISAILLEMENT RC DE QUELQUES MATERIAUX.

I.7 Effort d'extraction

C'est l'effort nécessaire pour dégager le poinçon de la zone de découpage, il varie de 2 à 7% de celui du découpage selon la bande entourant le poinçon soit :

- 7 % de l'effort de découpage en pleine tôle.
- 2 % si la chute de découpage est faible

I.8 Effort d'éjection

C'est l'effort nécessaire pour sortir la pièce découpée de la matrice. Cet effort est d'environ 1.3% de l'effort de découpage.

I.9 Jeux de découpage

Les fissures sont obliques pour qu'elles se rejoignent, et que la tranche de la pièce découpée soit propre, il est important de prévoir entre la matrice et le poinçon un jeu [4].

Pour le découpage le jeu est à prendre sur le poinçon varie selon la nature et l'épaisseur (e) du matériau à découper.

$$j = \frac{R_m - R_p}{e_0} \times 100$$

Où

- R_m et R_p représentent respectivement les rayons de matrice, du poinçon,
- e_0 l'épaisseur initiale de la tôle

Matériaux	Jeu diamétral
Laiton et Cuivre : 1/20ème de l'épaisseur de la bade	$J=1/20*e$
Acier demi-dur : 1/16ème de l'épaisseur de la bande	$J=1/16*e$
Acier : 1/14ème de l'épaisseur de la bande	$J=1/14*e$
Alliage d'aluminium : 1/10ème de l'épaisseur de la bande	$J1/10*e$

TABLEAU 2: VALEUR DU JEU SUIVANT LES DIFFERENTS MATERIAUX A DECOUPER [4]

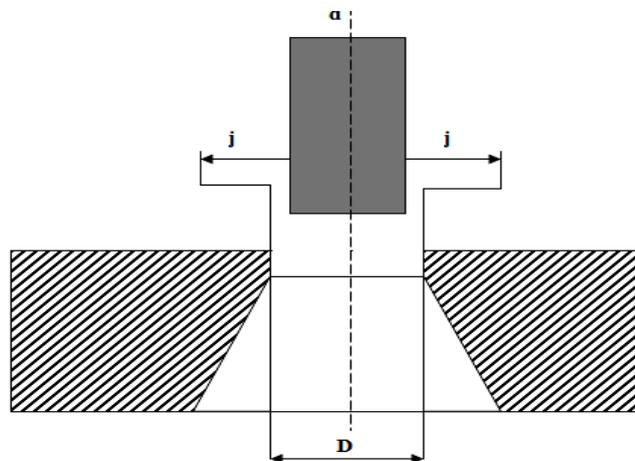


FIGURE 12: JEU DE DECOUPAGE.

I.10 Angles des lames

L'angle tranchant :

C'est l'angle qui permet d'avoir une arrête tranchante, varie de 80° à 90° selon le type de la cisaille [2].

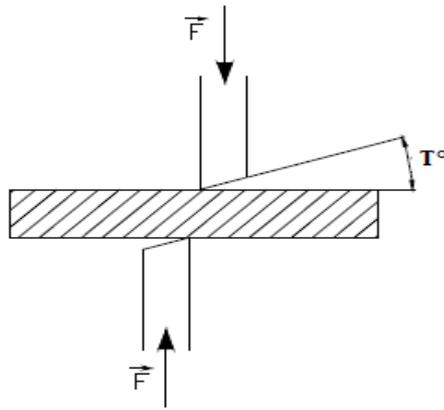


FIGURE 13: L'ANGLE TRANCHANT DES LAMES.

I.11. Effets de coupe

- La force F_1 est obtenue par une butée qui tend à éliminer le couple qui soulève la pièce dans le sens opposé de cette dernière [4].
- Quand la force F_2 , et le jeu sont inexistants, le cisailage tend à rejeter la pièce sur les côtés, c'est pourquoi une butée est aussi nécessaire pour palier à cet effort.

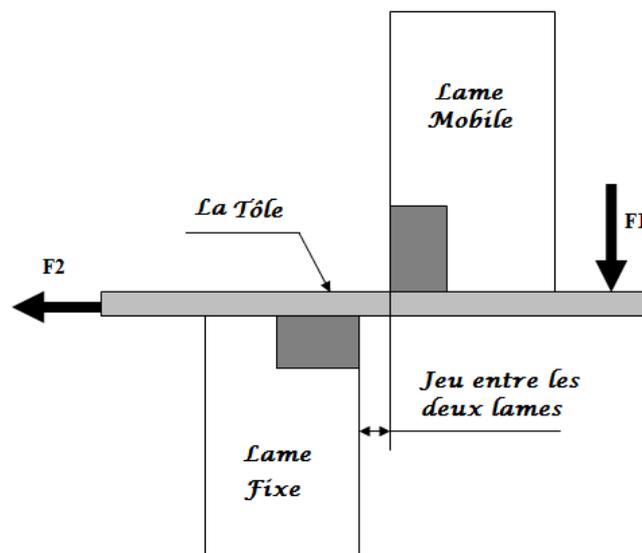


FIGURE 14: LES EFFETS DE COUPE.

I.12 Vitesse de découpage

Dans le travail des tôles sur presse, on parle plus volontiers de cadence que de vitesse. Or, si la cadence est le paramètre que l'on règle sur la presse, c'est implicitement la vitesse d'impact du poinçon de découpage sur la tôle que l'on va changer.

Cette vitesse n'est pas seulement dépendante de la cadence de la presse, mais également des réglages de la course et de la distance de travail par rapport au point mort bas [5].

La vitesse s'exprime habituellement en millimètre par seconde (mm/s) et correspond à la vitesse de pénétration du poinçon dans la tôle. Les vitesses typiques, dans le découpage traditionnel, varient entre 40 et 400 mm/s.

I.13 Conclusion

Ce chapitre présente une description non exhaustive des travaux bibliographiques liés au découpage mécanique et aux phénomènes caractérisant cette opération de mise en forme.

Il se dégage des études expérimentales que la caractérisation du processus de découpe se fait principalement par la courbe effort/déplacement identifiée lors d'un cycle de la presse de découpe, et par le profil dans l'épaisseur de la tôle découpée. Ces deux éléments sont liés à la nature du matériau découpé et aux différents paramètres liés au process.

La qualité de découpage des tôles peut être vérifiée en mesurant l'importance relative des zones bombée, cisailée, arrachée et la taille des bavures. La qualité est meilleure quand la zone cisailée est importante sur le bord découpé, parce qu'elle respecte la géométrie désirée sur les pièces découpées.

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.

Première partie : Généralités sur les presses

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 de la manière suivante :

- 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. [6]



FIGURE II 1: PRESSE MECANIQUE

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. [6].

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: PRESSE 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 A SIMPLE EFFET.

II.3.2.2 Presse à double effets

Dans ce type, la presse comporte deux coulisseaux indépendants 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 A 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.

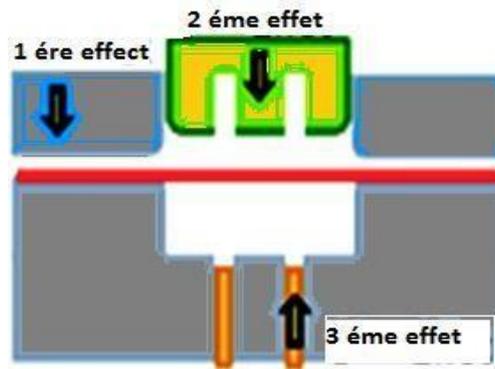


FIGURE II 5: PRESSE A TRIPLE EFFETS.

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 grande rigidité, mais ça réduit l'accessibilité de la table.



FIGURE II 6: PRESSES A 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 A 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 A 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 A 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 A TABLE MOBILE ET BIGORNE.

II.4. Caractéristiques d'une presse

Sur une presse on peut effectuer une ou plusieurs opérations, mais elle ne peut être universelle.

La presse porte certains nombres de caractéristiques qui peuvent se résumer à :

- Sa capacité (tonnes).
- La course de son coulisseau (mm).
- La cadence (nombre de coupe/minute).
- La dimension du coulisseau
- La hauteur de l'outil fermé

II.5 Exigence de choix d'une presse [9]

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

- Type de travail à envisager.
- L'effort nécessaire (nature de transmission de mouvement).
- Dimension de l'outil et de la pièce.
- Longueur de course des coulisseaux.
- Cadence nominale de fonctionnement.

II.6. Sécurité sur les presses : [9]

La sécurité au sein de l'atelier est un paramètre très important qui permet de travailler en toute sécurité. Les constructeurs des machines ont mis divers dispositifs qui assurent la protection des utilisateurs :

- Alimentation automatique : le dispositif d'alimentation automatique est indispensable lorsqu'il s'agit de satisfaire aux impératifs de sécurité et de la productivité.
- Protection par appareil à bracelets : protection efficace pour les mains dans la mesure où aucun risque d'accrochage n'est possible.
- Protection optique : la machine s'arrête automatiquement si la main de l'opérateur traverse les rayons lumineux

II.7. Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécaniques [10]

TABLEAU 3: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES PRESSES HYDRAULIQUES ET LES PRESSES MECANIQUES

Presses	Mécanique	Hydraulique
Avantage	-Les presses sont très fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression. -Elles sont idéales pour l'hydroformage qui est une technique de formation des métaux nécessitant la présence d'un agent liquide, et elles sont lentes ce qui donne	-Un moteur plus puissant que celui de la presse mécanique parce qu'il n'y a pas un volant d'inertie pour stocker l'énergie. -Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail. -Modification de la course du coulisseau. -Très souples. - Vitesse de réglage et

	<p>suffisamment du temps au métal pour se former.</p> <p>-Le tonnage de la presse est facilement ajusté ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles.</p> <p>-Destinés pour les travaux de grandes séries.</p>	<p>de travail lente. - Vitesse d'approche et de retour rapide</p>
Inconvénients	<p>-La presse ne peut pas être surchargée car le système est protégé par deux soupapes de décharge séparément ajustées.</p> <p>- Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger.</p> <p>- Réglage d'approche du coulisseau difficile</p>	<p>-La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables. - Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance : Risque de pannes (joints, pompes...etc.). L'huile doit toujours être présente à l'intérieur de la presse. -Lentes dans les cadences élevées.</p>

Deuxième partie : les outils de presse

II.8. Définition d'un outil de presse [9]

L'outil de presse matérialise les résultats de réflexions et des décisions prises au cours de sa conception, il se compose généralement par deux (02) parties : la partie fixe (c'est la partie qui contient la matrice) ; et la partie mobile (c'est la partie qui contient le poinçon). Il contient la formalisation de la façon dont la tôle de départ est conçue et permet la réalisation d'une pièce conforme à la sortie de la presse.

Cet outil de presse est une construction mécanique de précision, ayant des caractéristiques mécaniques qui évitent des déformations pouvant altérer la forme finale de la pièce. Il doit satisfaire en plus de l'opération à effectuer (poinçonnage, emboutissage, détournage...), un certain nombre de conditions :

- -Séparer la pièce et les déchets.
- -Guider la bande du métal et régler sa position.
- -Assurer la sécurité et une production élevée.
- -Faciliter le changement d'éléments usés et l'affûtage.

II.9 Différents constituants d'un outil de presse [11]

En général, l'outil est composé d'une partie supérieure (poinçon) fixée sur le coulisseau de la presse, et d'une partie inférieure (matrice) fixée sur la table de presse (Figure III.1). Cet ensemble est parfaitement guidé et permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée (finie).

II.9.1 Poinçon

Le poinçon est un outil qui a pour fonction de laisser une marque sur une autre pièce ou même de la percer. Cet instrument est utilisé depuis la préhistoire. On appelle aussi poinçon la marque laissée par cet outil. Il est nécessaire de vérifier le poinçon à la compression et au flambement pour déterminer sa longueur.

II.9.2 Matrice

Une matrice est l'empreinte en creux, réalisée dans un bloc de matière, qui représente la pièce à créer. Dans la plupart des cas, la matrice est dépendante du poinçon.

II .10. Différents types d'outils de presse [12]

II.10.1. Outil de découpage

II.10.1.1. Outil simple découvert

Cet outil est constitué uniquement d'un poinçon et d'une matrice, c'est le moins cher et le plus rapidement exécuter des pièces à découper ; il est conçu pour le travail de petites unités mais en vue de la remonter de la bande de tôle avec le poinçon, il ne peut effectuer les travaux de série.

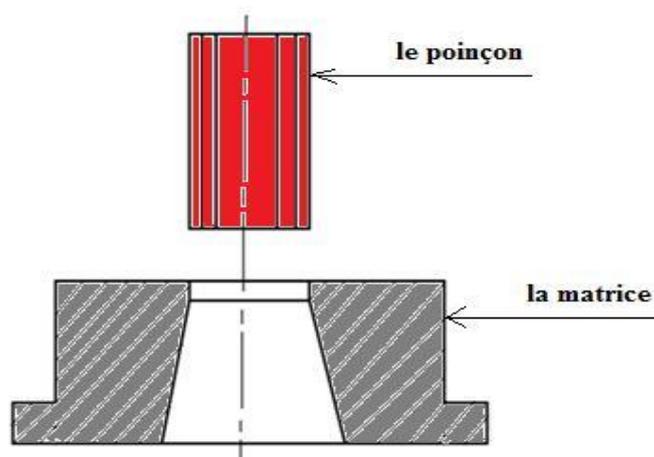


FIGURE II 11: OUTIL SIMPLE DECOUVERT

II.10.1.2. Outil buté à découvert

Il est particulièrement pour le découpage des flans circulaires ; en plaçant deux butées sur la matrice dans deux sens perpendiculaires ; une est pour le guidage de la bande de tôle et l'autre pour assurer le contrôle de l'avance de tôle

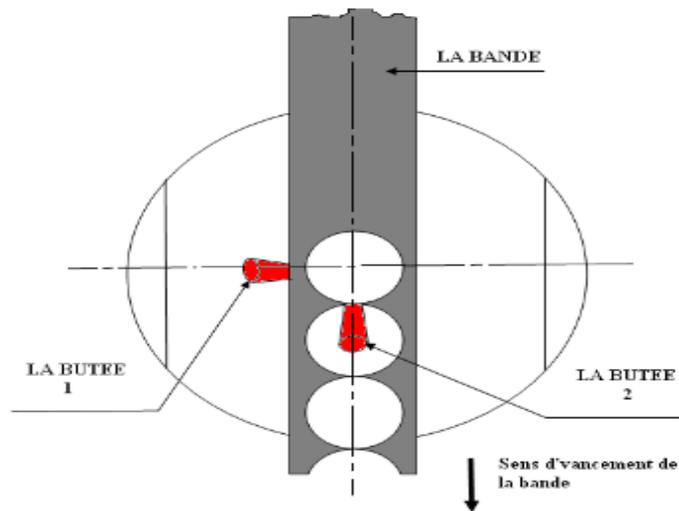


FIGURE II 12: OUTIL BUTE A DECOUVERT

II.10.1.3. Outil à contre plaque

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. On distingue deux types d'outil

a-À engrenage

L'avance du flan sur la matrice est assurée par un engrenage, malgré son manque de précision pour contrôler l'avance, on envisage une butée de départ qui met la tôle en position du premier coup de presse.

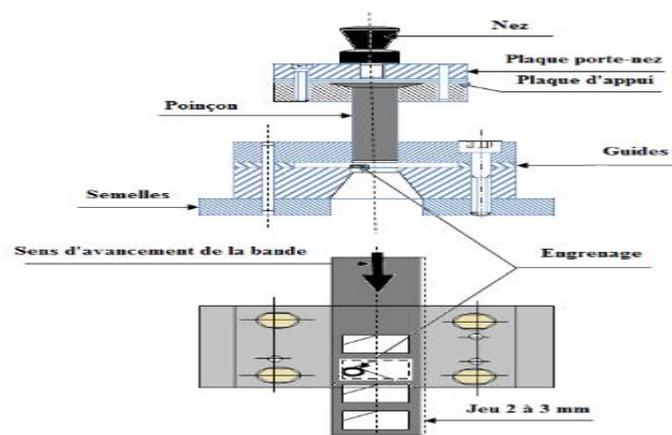


FIGURE II 13: OUTIL A ENGRENAGES

b-A couteau

Il porte un poinçon latéral et sa largeur est égale au pas (poinçon de pas) appelé couteau. Il n'y a pas d'engrenage.

c-A presse band

Il est aussi appelé outil colonne, la contre plaque est remplacée par une pièce semblable montée sur des ressorts, tout le système est appelé presse-bond (dévêtisseur), cette dernière sert à maintenir la bande pour éviter toute déformation.

Le guidage de la partie mobile est assuré par des colonnes de guidage

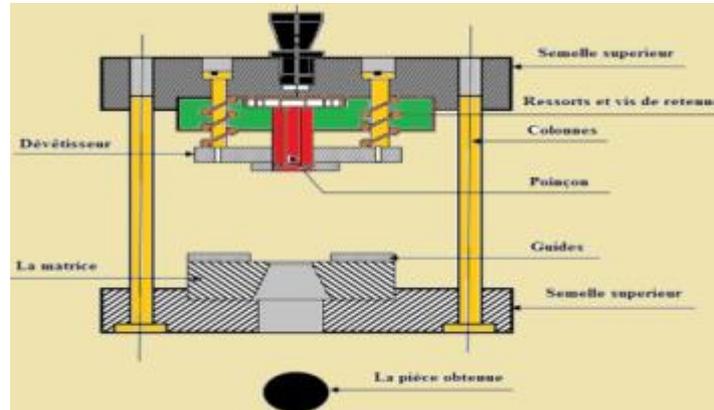


FIGURE II 14: OUTIL A PRESSE BANDE

II.10.1.4. Outil suisse (outil bloc) : [9]

L'outil Suisse est un système combiné de découpe où poinçon et matrice sont inversés. Le poinçonnage des ajours et la découpe de profil sont effectués en une seule frappe. La précision de position des différentes formes est excellente, et en fonction de la précision de l'outillage (quelques centièmes de mm).

- -La précision de répétabilité est assurée (production de série).
- -Les Pièces produites sont extraites de la matrice par un éjecteur.
- -Le procédé utilisé pour la découpe des tôles minces (quelques dixièmes de mm)

Formes de tôles (bruts), sans précision ; la mise en position du brut est sans influence sur la qualité de production des pièces.

On peut appliquer ce procédé pratiquement sur tous les matériaux non cassants en feuilles. Exemple: les alliages d'acier au carbone, inoxydable et à faible taux d'alliage, les alliages d'aluminium, les panneaux en fibres).

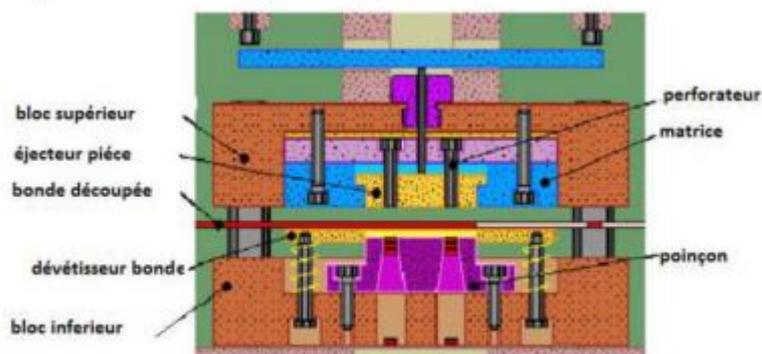


FIGURE II 15: OUTIL SUISSE

II.10.2. Outil de détourage

La qualité des tôles, cause des cornes d'emboutissage, de ce fait, l'impossibilité d'obtenir une pièce aux contours acceptables.

Le détourage est l'opération qui donne à la pièce son contour définitif par enlèvement de matière excédentaire, le procédé du découpage s'effectue avec un outil de forme.

On distingue différents types d'outils :

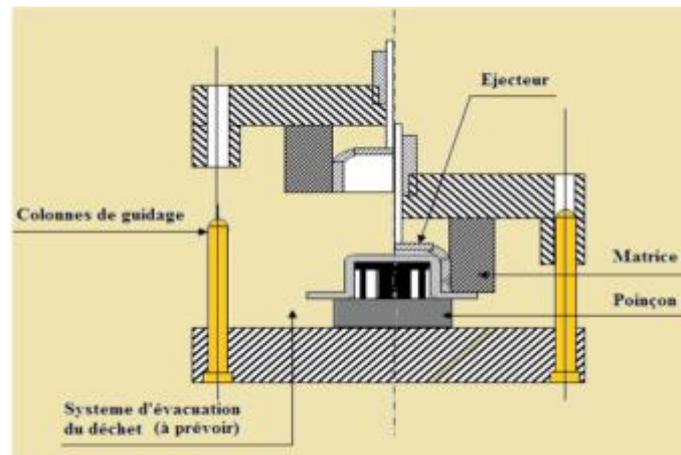


FIGURE II 16: OUTIL DE DETOURAGE NORMAL

II.10.2.1. Outil de détourage à Ras

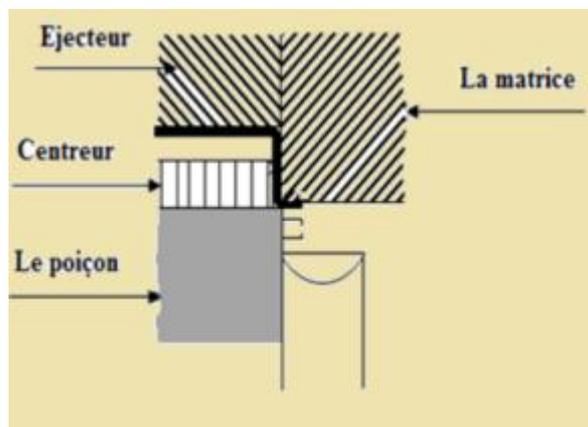


FIGURE II 17: OUTIL DE DETOURAGE A RAS

II.10.2.2. Outil de détourage-poinçonnage

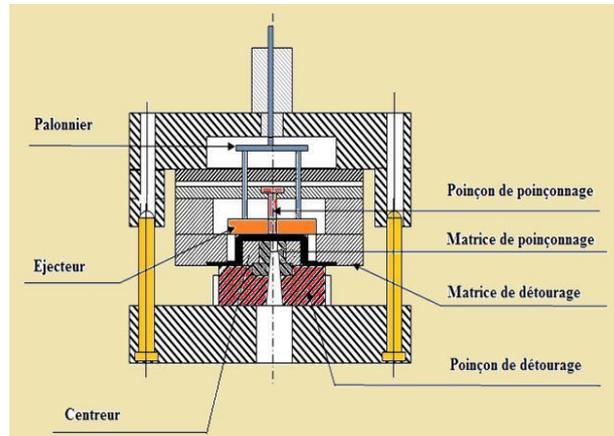


FIGURE II 18: OUTIL DE DETOURAGE-POINÇONNAGE.

II.10.3. Les outils de reprise

L'outil de reprise fait partie d'un ensemble de plusieurs outils. Chacun d'eux réalise une ébauche de mise en forme de la pièce à fabriquer. Ces ébauches se succèdent une à une, permettent d'obtenir la pièce finale. On distingue souvent ces outils par les opérations principales réalisées : découpage, cambrage ou pliage, emboutissage, détourage... À chaque opération, l'ébauche de la pièce issue de l'outil précédent est positionnée dans l'outil suivant grâce à différents moyens de centrage (drageoirs, pions de centrage...). Le déplacement et la manutention des flans, ainsi que des ébauches de la pièce sont réalisés par une personne.

Ce type d'outil est principalement utilisé pour les pièces de petite et moyenne série.

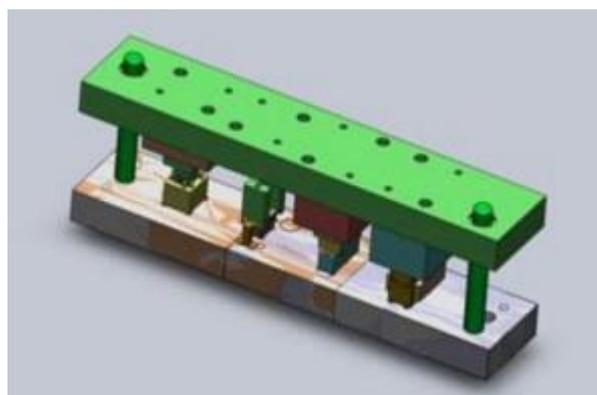


FIGURE II 19: DEUX OUTILS DE REPRISE FAITS AVEC SOLIDWORKS

II.10.4. Outil de poinçonnage à serre-flan

Cet outil convient pour les flans de faible épaisseur. Comporte des colonnes de guidage pour assurer le centrage des poinçons par rapport à la matrice.

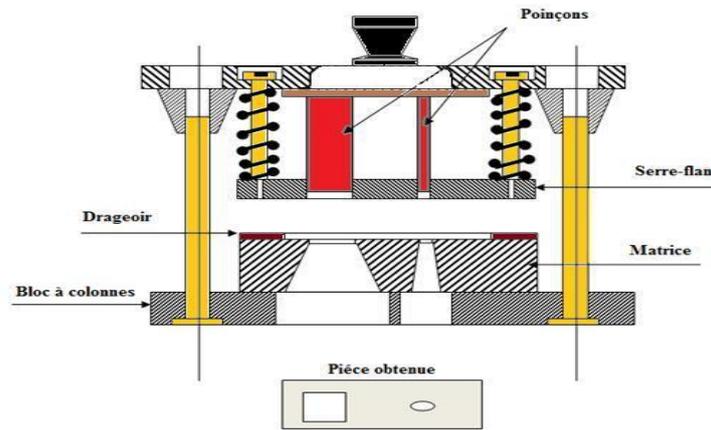


FIGURE II 20: OUTIL DE POINÇONNAGE A SERRE-FLAN

II.10.5. Outil combiné

Cet outil convient pour les tôles d'épaisseurs inférieures à 1 mm

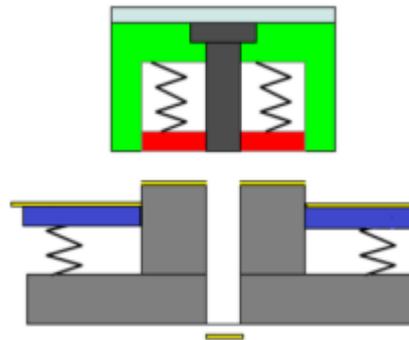


FIGURE II 21: OUTIL COMBINE

II.10.6. Outil à came

Le but de la came est de transformer le mouvement vertical des coulisseaux en mouvement horizontal. Ils sont utilisés dans les outils de poinçonnage ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées, et aussi dans les outils combinés à suivre pour cambrer ou poinçonner les pièces liées à la bande.

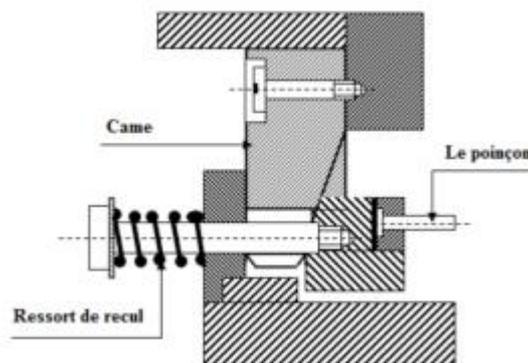


FIGURE II 22: OUTIL A CAME

II.10.7. Outil monté sur une presse à simple effet [9]

II.10.7.1. Outil direct

Le poinçon et le serre flan sont montés directement sur les coulisseaux de la presse à simple effet.

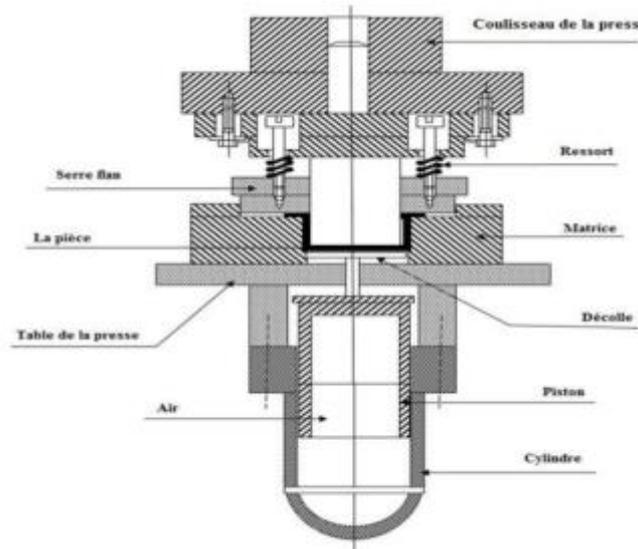


FIGURE II 23: OUTIL DIRECT

II.10.7.2. Outil inverse

A l'inverse de l'outil direct. La matrice est placée sur les coulisseaux.

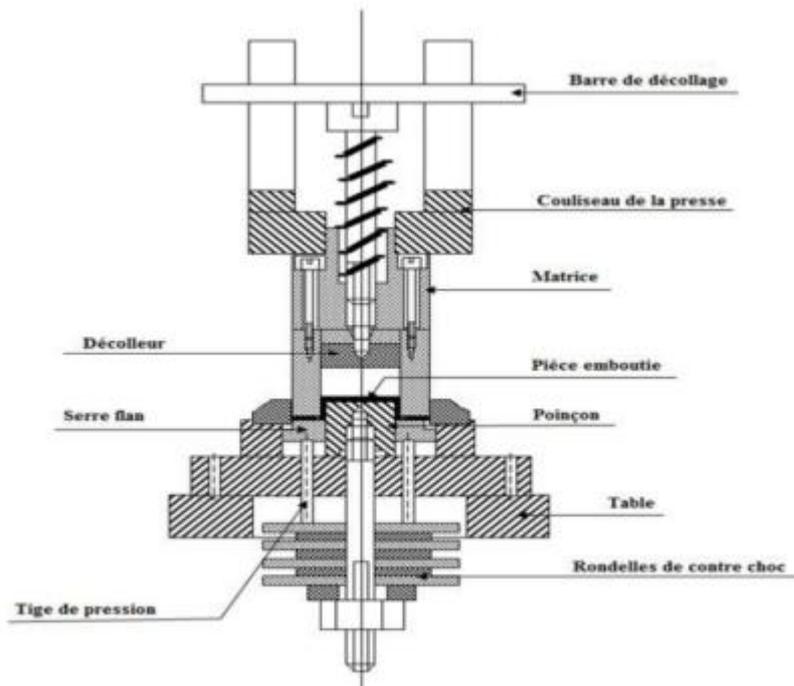


FIGURE II 24: OUTIL INVERSE

II.11. Montage des outils sur les presses

II .11.1. Petites presses

-Partie inférieure de l'outil

Dans la presse, le plateau présente des trous taraudés ou filetés à l'intérieur, cela est dans le but de la fixation de la semelle inférieure, et on distingue deux manières de fixation de la semelle

- a) Fixation par bridage.
- b) Fixation par vis.

-Partie supérieure de l'outil

Pour la partie supérieure de l'outil, elle se fixe avec un nez, qui sera monté dans le trou lisse du coulisseau, le nez sera serré par un chapeau puis bloqué avec des vis de pression, et pour des outils longs, ces derniers peuvent être fixés par les trous de coulisseau. Des outils longs, ces derniers peuvent être fixés par les trous de coulisseau.

II.11.2. Grosses presses

Dans les grosses presses les semelles et les plateaux ont des rainures sous forme d'un T, les semelles seront fixées, soit par des boulons ou par des brides.

II. 12. 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 à la fois prismatique, cylindrique et sous formes complexes servant à découper des tôles sous un serre flan ce qui nous permettra d'obtenir des flans selon la forme du poinçon utilisé.

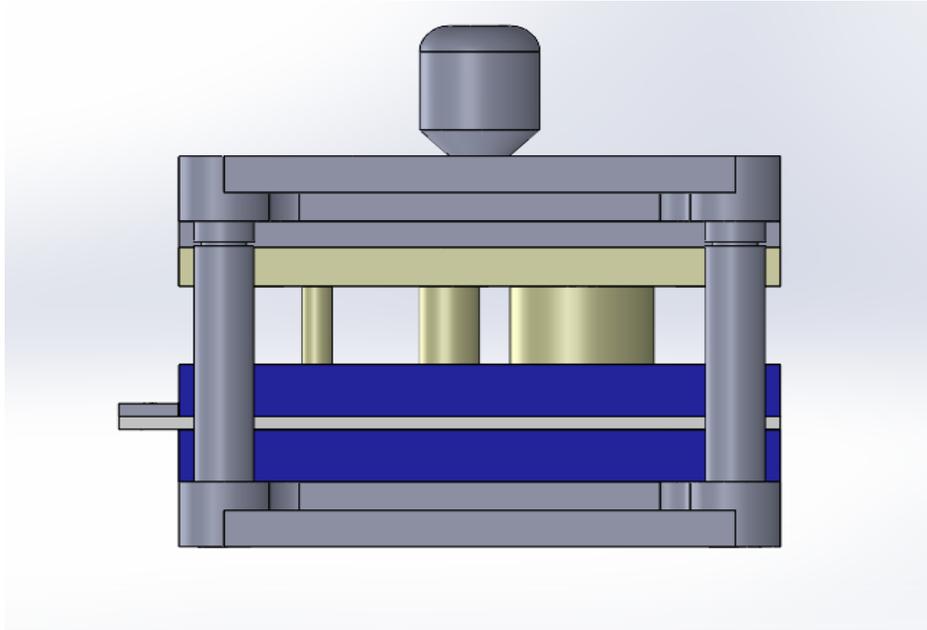


FIGURE II 25:DISPOSITIF DE DECOUPAGE.

II.12.1 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 supérieure de la matrice fixe sur la semelle inférieure 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.12.2 Les différentes pièces de l'outil de poinçonnage

II.12.2.1 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 inférieure

- C'est une plaque qui mesure 25 mm d'épaisseur, sert de support pour la matrice pour mieux supporter à l'effort de compression appliqué par les poinçons.
- Elle comporte des dégagements pour éjecter les déchets, et des perçages pour fixer les tasseaux les embases et la matrice.

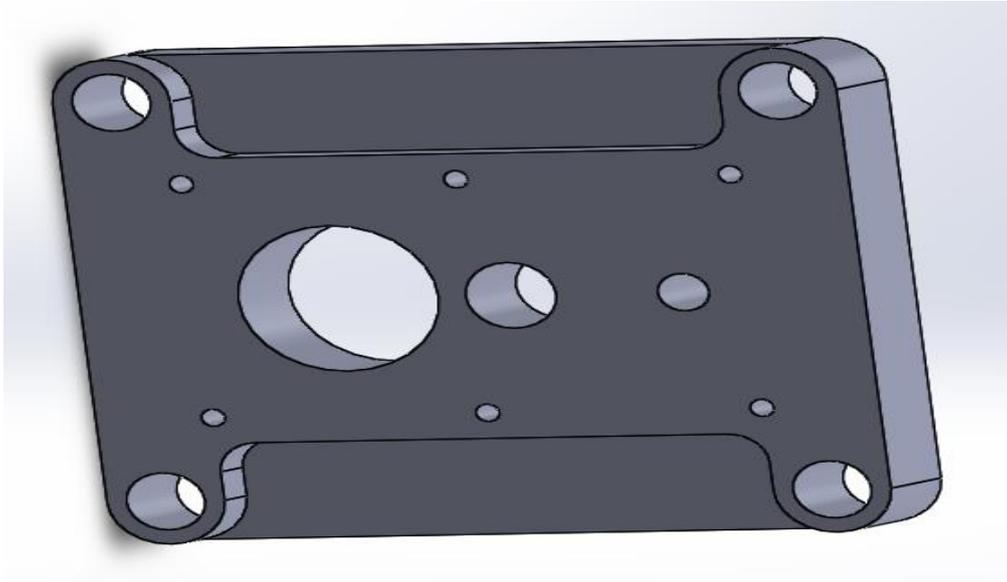


FIGURE II 26: SEMELLE INFERIEURE.

b) La matrice

La matrice a un rôle important, elle contient trois trous de dimensions différentes permettant ainsi le cisailage du flan lors de la pénétration des poinçons. Ces trous ont les mêmes formes et les mêmes dimensions des poinçons sur sa partie supérieure, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres. Et sur sa partie inférieure, on ajoute un angle dépouille qui facilite le dégagement du flan.

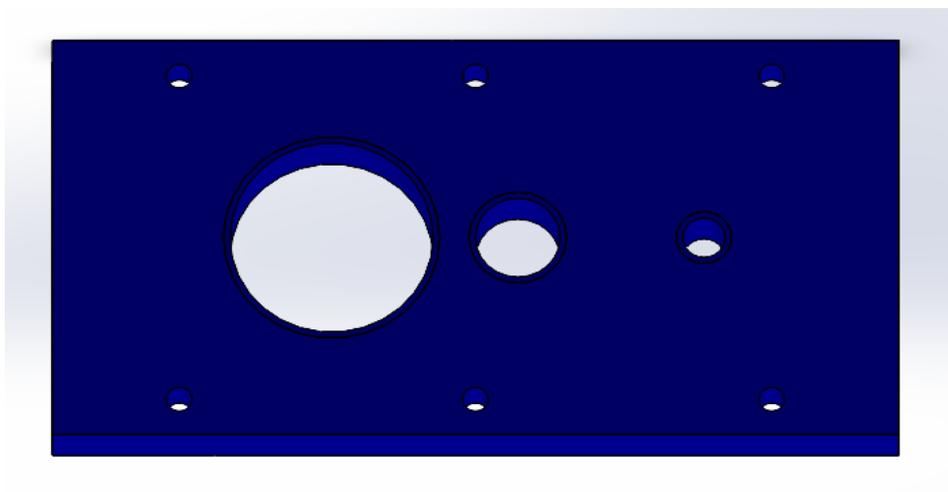


FIGURE II 27: LA MATRICE.

c) Les guides de tôle

Ce sont des plaques de tôle fixé sur la matrice ayant une épaisseur de 5 mm leur rôle est d'assurer le guidage de la tôle ainsi que la fixation de serre flan sur la matrice.

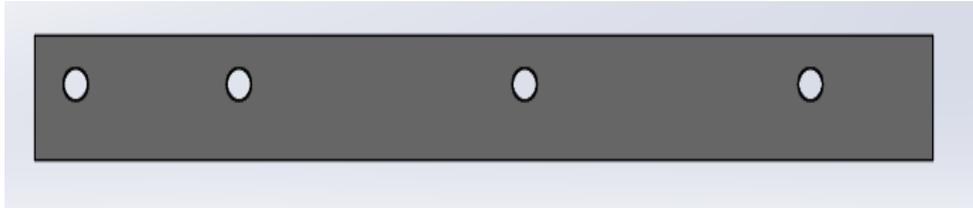


FIGURE II 28: LES GUIDES DE TOLERIE.

d) Le Serre-flan

Le serre-flan est la pièce responsable de maintenir la tôle contre la matrice lors de l'actionnement des poinçons., il est fixé à la matrice à six vis. Il permet aussi le guidage des poinçons pour une parfaite coaxialité avec la matrice pour obtenir un flan parfaitement découpé. C'est une pièce prismatique trouée qui possède trois trous (trous de même forme que les poinçons, permettant le guidage de celui-ci).

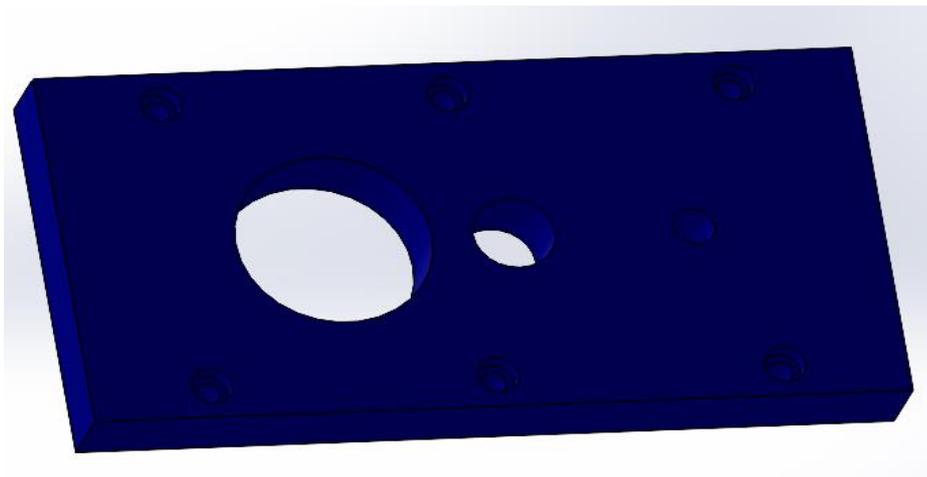


FIGURE II 29: LE SERRE-FLAN.

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 quatre 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 30: 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 la plaque du choque et sert aussi de lien avec le nez de la presse.

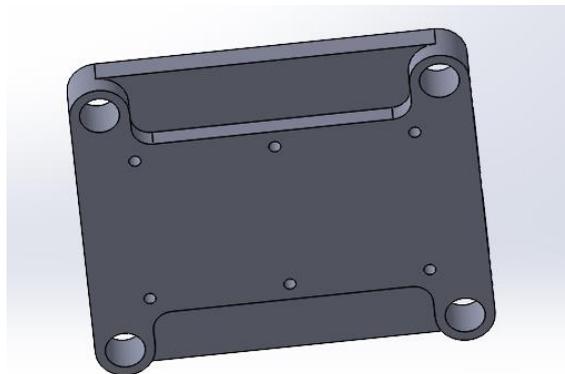


FIGURE II 31: SEMELLE SUPERIEURE.

h) Le nez de fixation

Il est fixé à la semelle supérieure. On peut le faire de deux manières, forcer et frapper ou enfiler. 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 la 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.

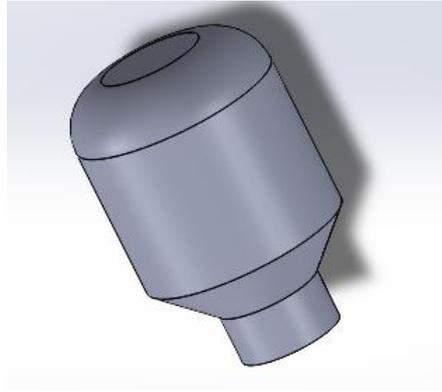


FIGURE II 32: LE NEZ DE FIXATION.

i) Plaque de choc

La plaque de choc est une plaque 10,00 mm d'épaisseur elle sert à protéger la semelle contre les déformations au cours du travail, elle sert aussi à absorber les chocs lors du découpage.

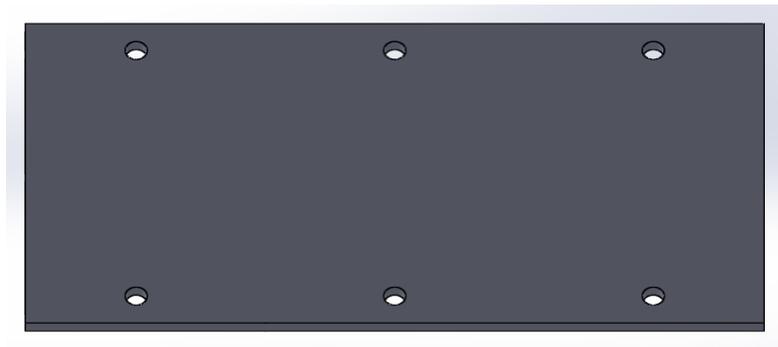


FIGURE II 33 : PLAQUE DE CHOC.

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.

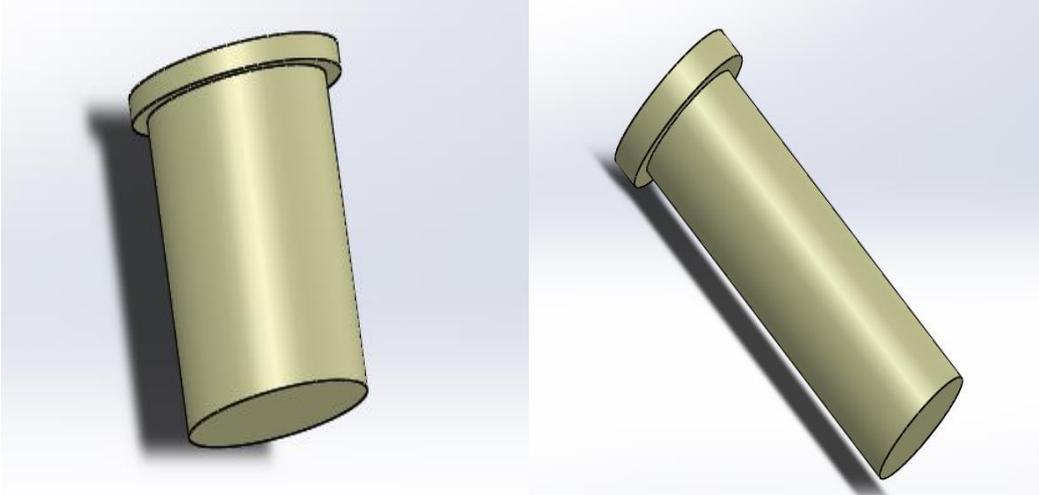


FIGURE II 33: POINÇONS.

k) Porte poinçon

C'est une pièce de 15mm d'épaisseur, il sert à fixer et guider les poinçon lors de l'opération de découpage, il contient six trous où se reposent les têtes de vis.

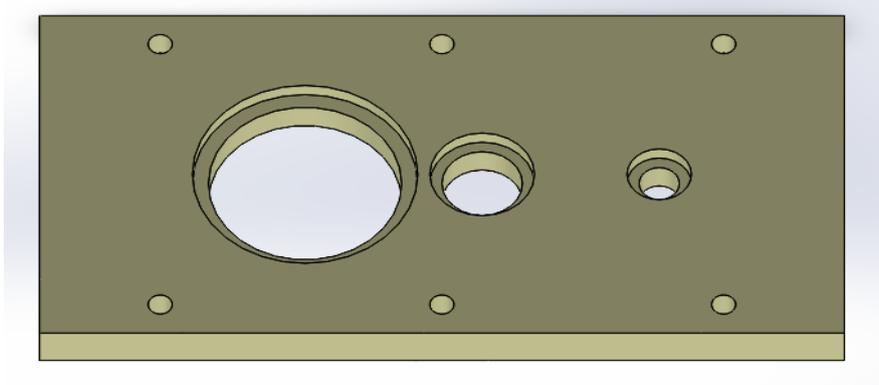


FIGURE II 34: PORTE POINÇON.

II.13. Conclusion

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

Leurs équipements comme les différents outils et les différents systèmes et mécanismes entrants, ce qui nous aidera à choisir la presse qui convient à notre outil ont également fait l'objet de ce chapitre.

Chapitre III :
Dimensionnement d'un outil
de poinçonnage.

Chapitre III : Dimensionnement d'un outil de poinçonnage

III.1 Introduction

L'outil de presse doit répondre à un cahier des charges défini par le donneur d'ordre, tout en étant en adéquation avec les limites du savoir-faire du métier de transformation et mise en forme des tôles.

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

III. 2. Caractéristique des matériaux choisis

TABLEAU 4: LA MATIERE UTILISEE POUR LES PIECES 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 ≥ 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/mm², elle présente une excellente résistance à la traction dans un large domaine de température. Cette série est souvent désignée comme aluminium pur.

III.2.1 Caractéristiques du matériau de l'outil [13]

Les parties actives de l'outil doivent satisfaire deux groupes d'exigence :

- a- Bonnes propriétés liées à la tenue en service :
- Résistance à l'usure.

- Résistance aux chocs.
- Ténacité (capacité d'absorption de fortes charges sans rupture brutale).
- b- bonnes propriétés liées à la mise en œuvre :
 - l'usinabilité.
 - absence de déformation et de rupture aux traitement thermique.

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 2 mm d'épaisseur. Ces calculs assureront le bon déroulement des opérations afin de limiter les défauts et éviter les problèmes qui peuvent subvenir.

[7]

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 à découper en [mm].

e : épaisseur de la tôle en [mm].

R_c : résistance au cisaillement de la tôle à découper [daN/mm^2]. F : Effort de poinçonnage en [N].

La formule précédente nécessite l'utilisation de R_c (résistance pratique au cisaillement exprimé en [daN/mm^2]). On admet généralement que R_c correspond à 8/10 de R_m .

R_m : résistance à la rupture par extension [daN/mm^2].

Matériaux	R_m (daN/mm^2)
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

TABLEAU 5: RESISTANCE MECANIQUE DES MATERIAUX.

a) Calcul de périmètre P

$$P_1 = \pi \cdot D_1$$

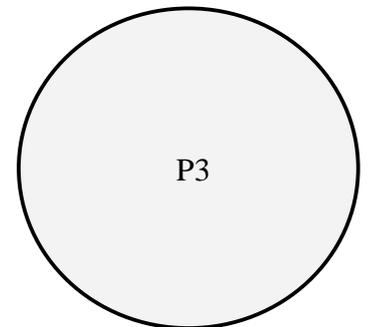
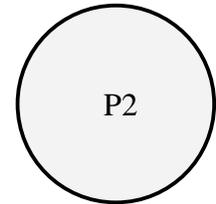
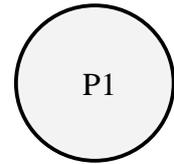
$$= 3,14 \cdot 10 = 31,4 \text{ mm}$$

$$P_2 = \pi \cdot D_2$$

$$= 3,14 \cdot 20 = 62,8 \text{ mm}$$

$$P_3 = \pi \cdot D_3$$

$$= 3,14 \cdot 48 = 150,72 \text{ mm}$$

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

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

$$R_c = 0,8 \cdot 12$$

$$= 9,6 \text{ daN/mm}^2$$

Dans notre cas on a une tôle d'Aluminium de 2 mm d'épaisseur.

III.3.2 Calcul de l'effort de poinçonnage

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

$$F_1 = 31,4 \cdot 2 \cdot 9,6$$

$$= 602,8 \text{ daN}$$

$$F_2 = 62,8 \cdot 2 \cdot 9,6$$

$$= 1198,2 \text{ daN}$$

$$F_3 = 150,72 \cdot 2 \cdot 9,6$$

$$= 2893,824 \text{ daN}$$

Effort de poinçonnage total :

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_T = 602,44 + 1198,2 + 2893,824$$

$$= 4694,464 \text{ daN}$$

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 :

$$F_{\text{ext}} = (7/100).4694,464$$

$$F_{\text{ext}} = 328,61 \text{ daN}$$

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_{pr} : Effort de la presse.

F : Effort de poinçonnage.

F_{ext} : Effort d'extraction.

A.N :

$$F_{\text{pr}} > 4694,464 + 328,61$$

$$F_{\text{pr}} > 5023,074 \text{ daN}$$

Donc le choix de la presse se fait selon la force suivante :

$$F_{\text{pr}} > 5,122109996788 \text{ tonne-force}$$

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.

A partir de l'effort que nous avons trouvé, on a opté pour une presse " T10 FV col de cygne"

De construction Italienne qui a les caractéristiques suivantes :

- ❖ Capacité de la presse (10 tonnes)
- ❖ Distance entre la table et le coulisseau en (PMH)..... (210 mm)
- ❖ Passage entre les montants..... (136 mm)
- ❖ Dimensions de la table (longueur et largeur) (280 mm × 420 mm)
- ❖ Profondeur col de cygne..... (149 mm)
- ❖ Poids de la machine..... (720 kg)

III.4. Calcul des poinçons à la résistance :

III.4.1 Calcul des poinçons au flambement

Une poutre longue et droite, soumise à deux forces axiales opposées, subit une déformation par flambement.

Ce dernier se produit pour une certaine valeur de charge appelée charge critique.

Si :

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

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

- $F = F_{cr}$: La poutre est en équilibre instable, il peut y avoir changement d'état d'équilibre pour atteindre un état d'équilibre stable en flexion composée.

F : effort de découpage

F_{cr} : Charge critique qui se calcule comme suit :

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / l^2$$

F_{cr} : Charge critique du flambement [N].

E : Module d'élasticité ou module de Young [210000N/mm²].

I : Moment d'inertie [mm⁴].

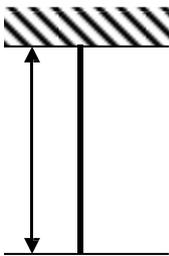
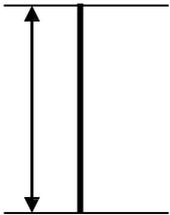
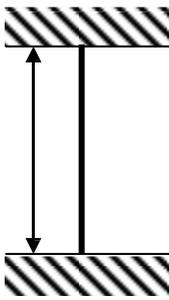
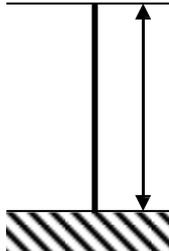
l : Longueur libre de flambement [mm].

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

$$F < F_{cr}$$

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

TABLEAU 6: VALEURS DE LA LONGUEUR DE FLAMBAGE l EN FONCTION DE LA LONGUEUR REELLE L .

Longueurs libres de flambage				
Types	Encastré en A Et libre en	Liaisons pivotantes en A et B	Encastré en A et B	Encastré en A Et Pivots en
Valeurs de l	 $l = 2L$	 $l = L$	 $l = L/2$	 $l = 0,7L$

Dans notre cas les poinçons sont encastés d'un et libre de l'autre, la longueur de flambement $l = 2L$

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

$$L = 60 \text{ mm}$$

Poinçon Circulaire $\varnothing 10 \text{ mm}$

$$I = \pi d^4 / 64$$

A.N :

$$I = 3,14. (10^4) / 64$$

$$= 490,62 \text{ mm}^4$$

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / l^2$$

A N :

$$F_{cr} = 3,14^2 \cdot 210000 \cdot 490,62 / (4,60^2)$$

$$= 70544N = 70,544 KN$$

$$\text{On a : } F_1 = 6028N = 6,028KN$$

$$F_{cr} > F_1$$

La condition de résistance est vérifiée

Poinçon Circulaire Ø 20 mm

$$I = \pi d^4 / 64$$

A.N :

$$I = 3,14 \cdot (20^4) / 64$$

$$= 7850mm^4$$

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / l^2$$

A N :

$$F_{cr} = 3,14^2 \cdot 210000 \cdot 7850 / (4,60^2)$$

$$= 1128718,79N = 1128,71879KN$$

$$\text{On a : } F_2 = 11982N = 11,982KN$$

$$F_{cr} > F_2$$

La condition de résistance est vérifiée

Poinçon Circulaire Ø 48 mm

$$I = \pi d^4 / 64$$

A.N :

$$I = 3,14 \cdot (48^4) / 64$$

$$= 260444,16mm^4$$

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / l^2$$

A N :

$$F_{cr} = 3,14^2 \cdot 210000 \cdot 260444,16 / (4,60^2)$$

$$= 37448180,6 \text{ N} = 37448,1806 \text{ KN}$$

$$\text{On a : } F_3 = 28938,24 \text{ N} = 28,93824 \text{ KN}$$

$$F_{cr} > F_3$$

La condition de résistance est vérifiée.

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.4.2 Calcul des poinçons à la compression

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

Avec :

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

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

F : effort de poinçonnage (N).

S : surface du poinçon (mm^2).

$$S = \pi r^2$$

A N :

$$\sigma_{com1} = F_1/S_1$$

$$= F_1/\pi r_1^2 = 602,8/78,5 = 7,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{com1} < Re$$

$$\sigma_{com2} = F_2/S_2$$

$$= F_2/\pi r_2^2 = 1198,2/314 = 3,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{com}_2} < R_e$$

$$\sigma_{\text{com}_3} = F_3/S_3$$

$$= F_3/\pi r_3^2 = 2893,82/1808,64 = 1,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{com}_3} < R_e$$

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

III.5. 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 2mm. Pour l'alliage d'aluminium le jeu est : 1/10 de l'épaisseur de la tôle $J = (1/10) e$.

A.N :

$$J = (1/10) \cdot 2$$

$$J = 0.2 \text{ mm}$$

III.6. Conception de la presse à l'aide de SolidWorks

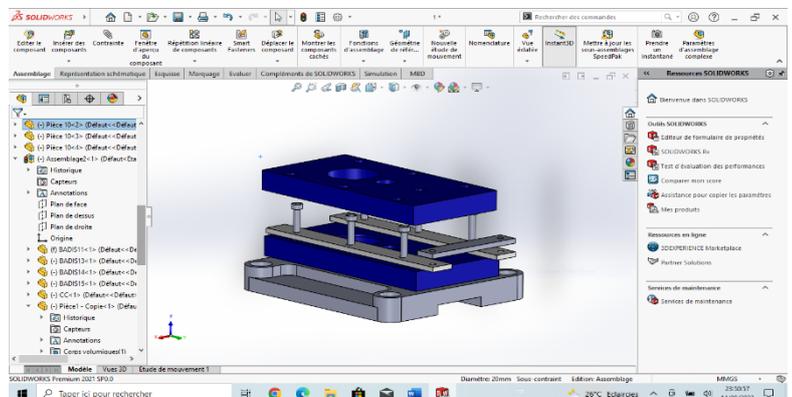
Dans cette partie du travail nous avons utilisé le logiciel SolidWorks pour faire ressortir les différentes caractéristiques dimensionnelles et géométriques des pièces constituant l'outil.

Notre conception SolidWorks de mécanisme contient plusieurs étapes

Etape 01 :

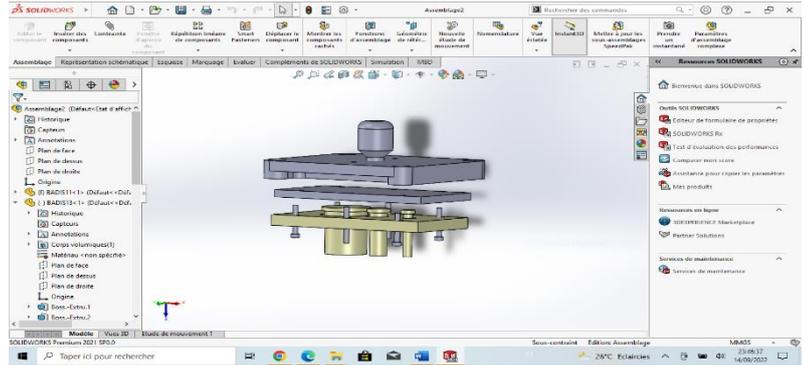
➤ La conception de la partie inférieure

- Semelle inférieure
- Serre flan
- Guide de tôlerie
- La matrice
- Guide flottant



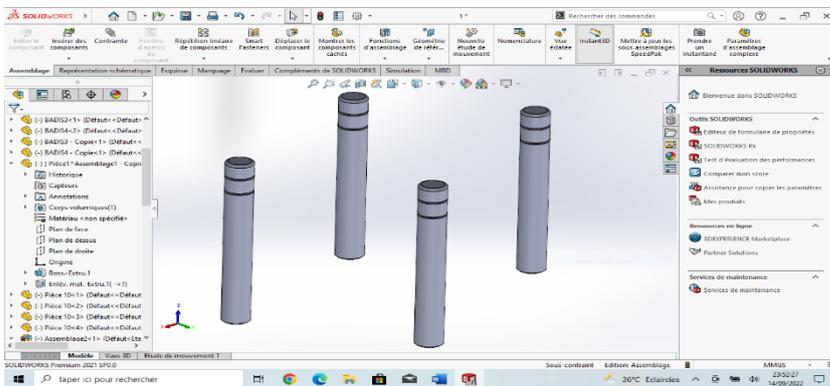
Etape 02 :

- La conception de la partie supérieure
 - Nez de fixation
 - Semelle supérieure
 - Plaque de choc
 - Porte poinçons
 - Poinçon



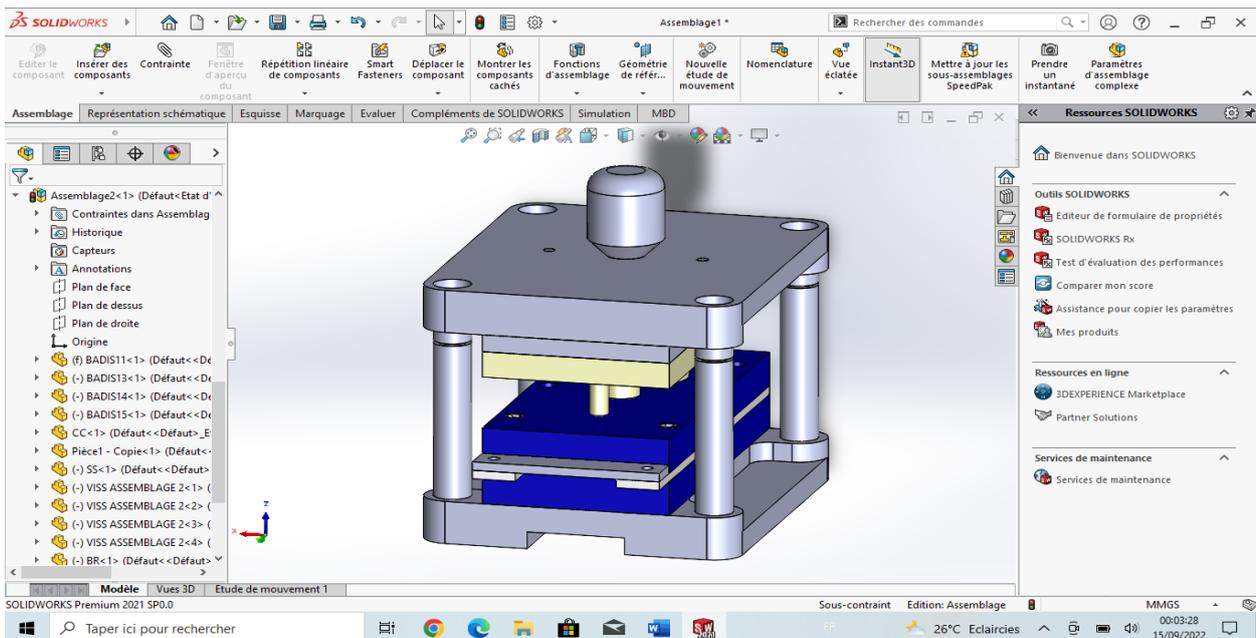
Etape 03 :

- La conception de colonnes de guidage



Etape 04 :

- L'assemblage des pièces



III. 6. 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.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le procédé de fabrication des pièces en tôlerie dans l'industrie est connu depuis Longtemps et qui ne cesse de s'agrandir au fil des dernières années. Il permet d'obtenir un Produit en grande série et à des prix de revient abordables.

La conception de l'outil nous a permis de faire un travail de recherche sur les presses Et leurs outils et de leur mise en œuvre.

La conception réalisée en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO) qui nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des

Différents composants de l'outil Certains éléments de l'outil comme les poinçons de poinçonnage et de découpage on Fait l'objet de vérifications de résistance par simulation numérique à l'aide du même logiciel.

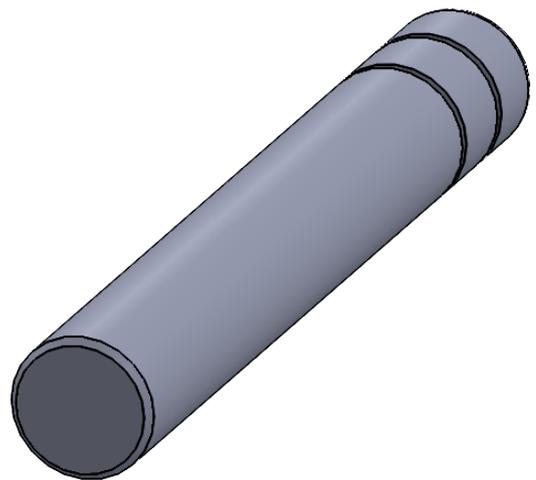
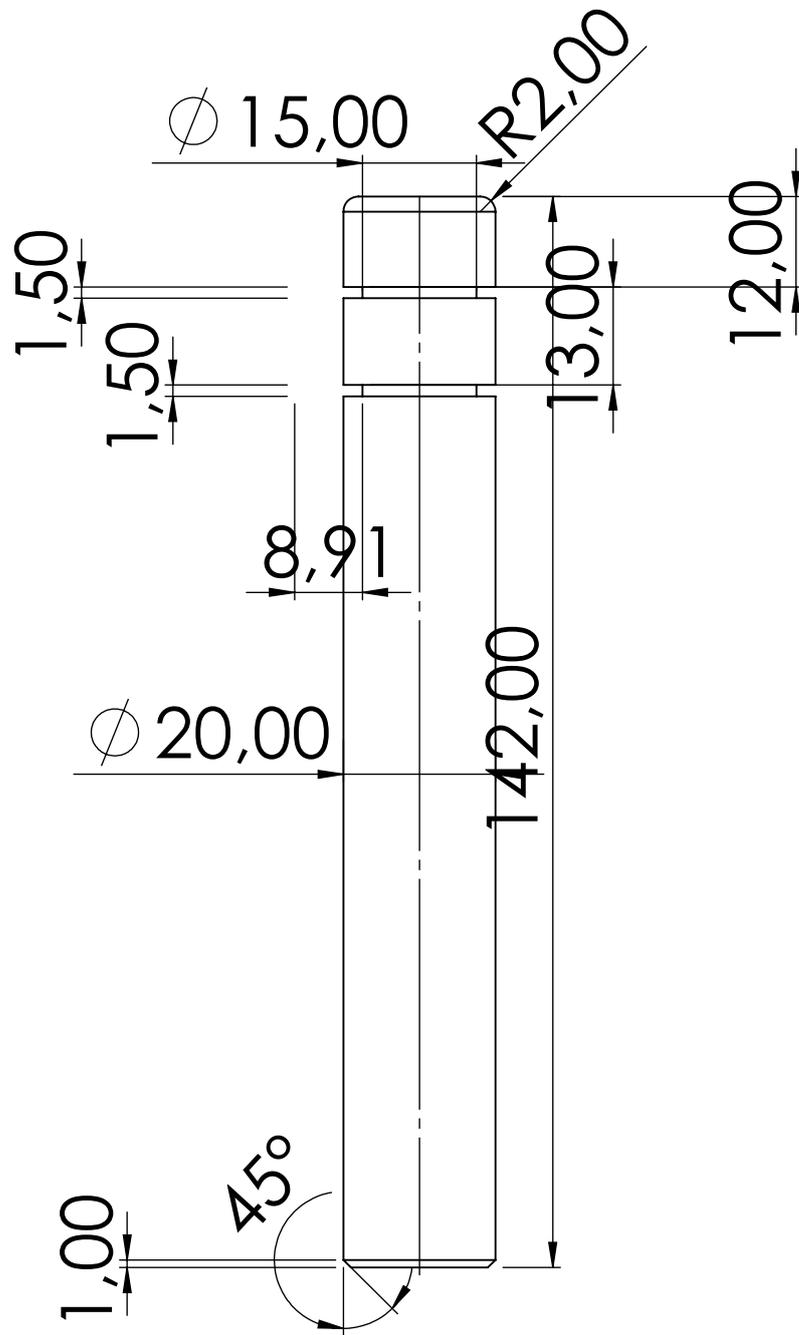
Enfin on peut dire que l'étude de l'outil proposé est suffisante pour sa réalisation au sein de l'entreprise.

Références Bibliographiques

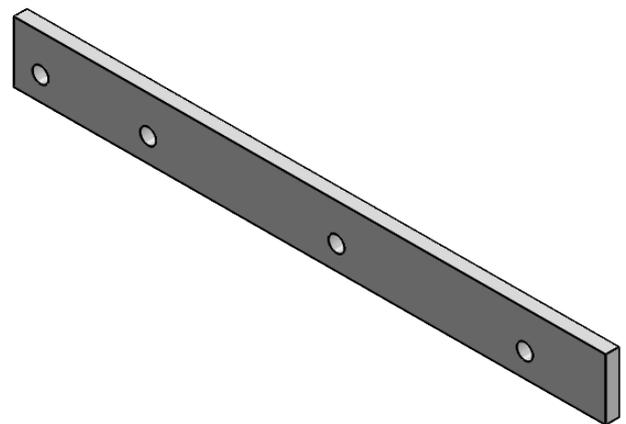
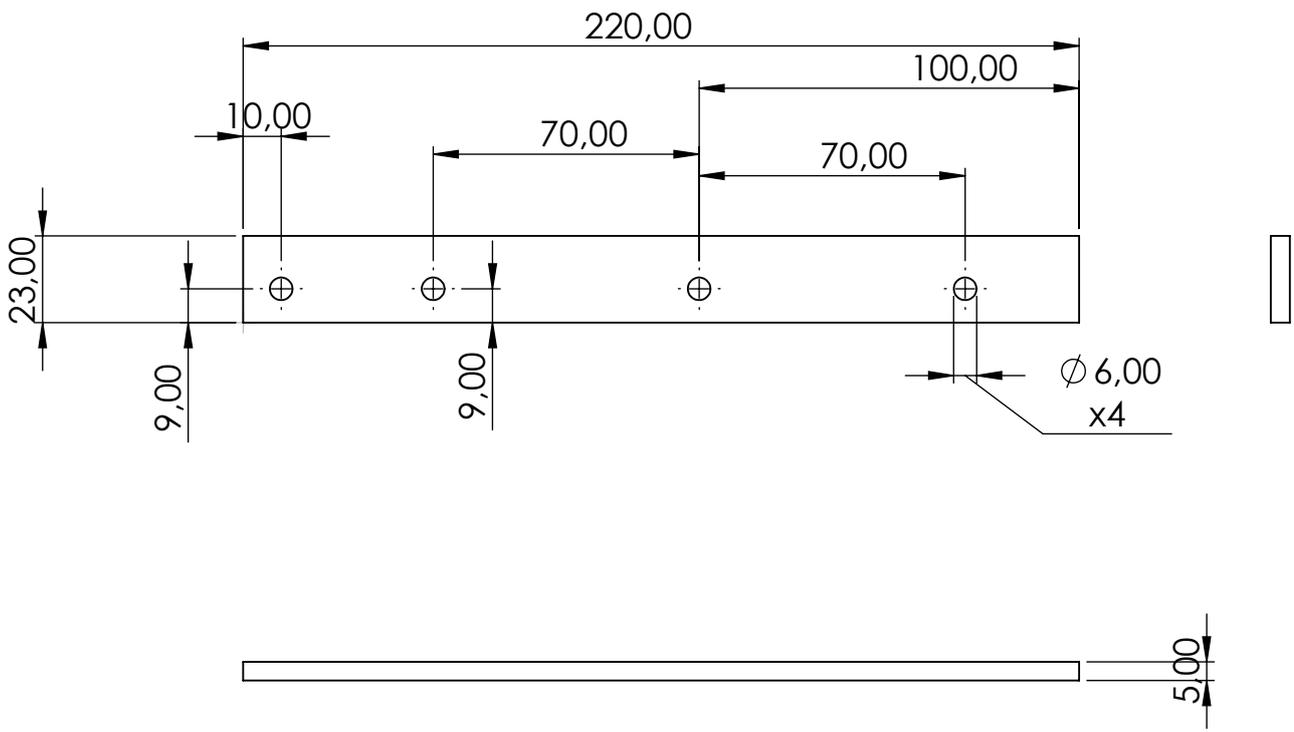
Références Bibliographiques

- [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] LATRECHE Lamri, MAUCHE Yacine « Etude et conception d'un outil poinçonnage », mémoire de master II en fabrication mécanique et productique, universite a-mira bejaia 2021.
- [7] LINHER JEROME, Microtechniques – Découpage, lycée jules haag ,2015.
- [8] CHEVALIER André, Guide de dessin industriel pour la maîtrise de la communication technique, paris 2004.
- [9] Etude et conception d'un outil à suivre à bande, Mr. SAADI, mémoire de fin d'étude promotion 201
- [10] Technique d'ingénieur.
- [11] Cours mise en forme des métaux, Mr. JERBI Mourad, 2018
- [12] Déformation plastique des tôles à l'usage des techniciens en génie mécanique, par R. QUADREMER Edition DELAGRAVE.
- [13] Document de l'ENEL.

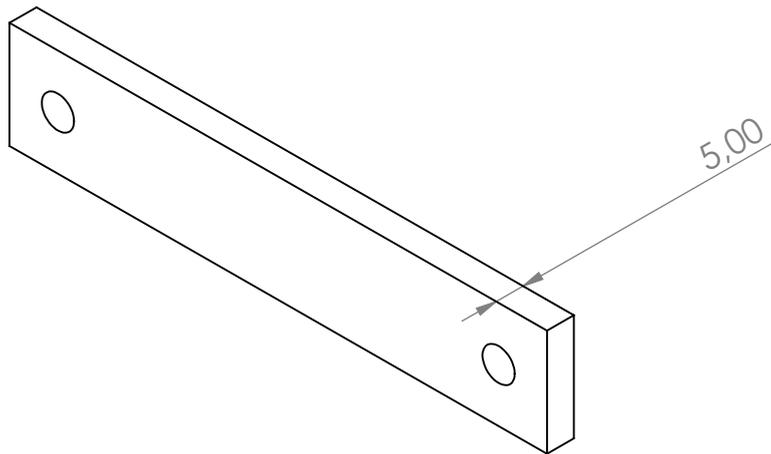
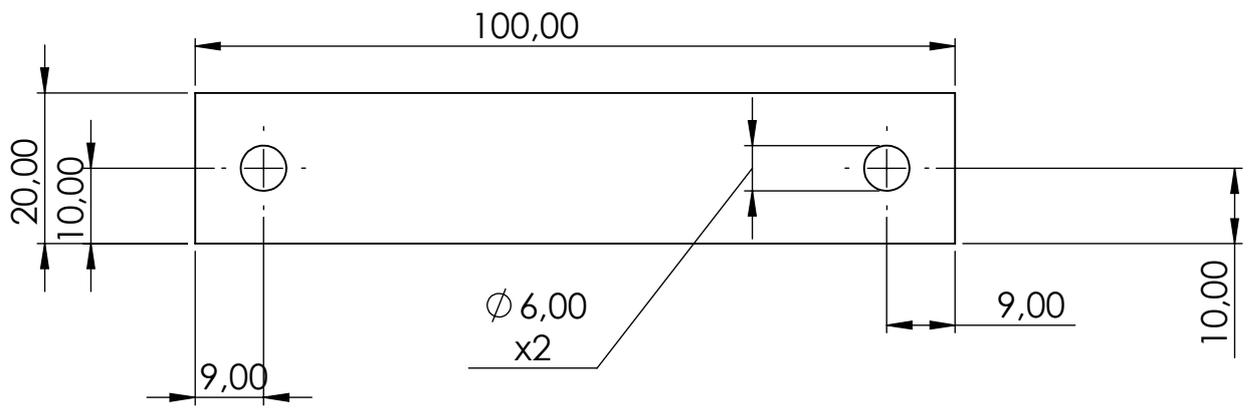
Annexe



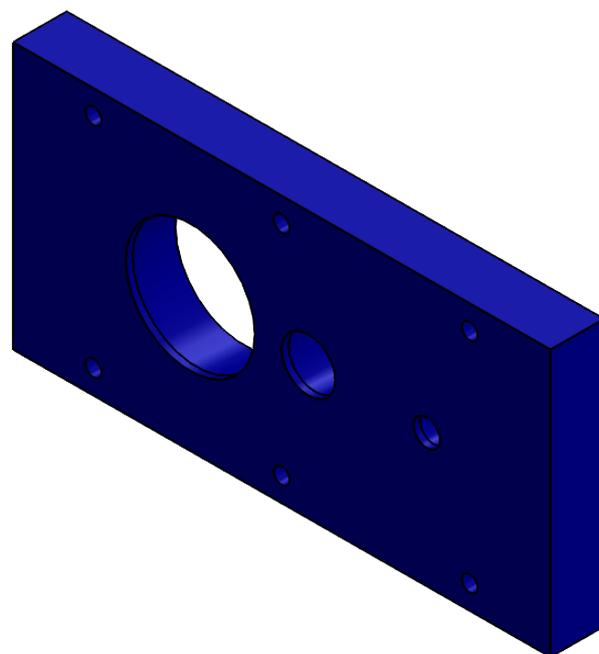
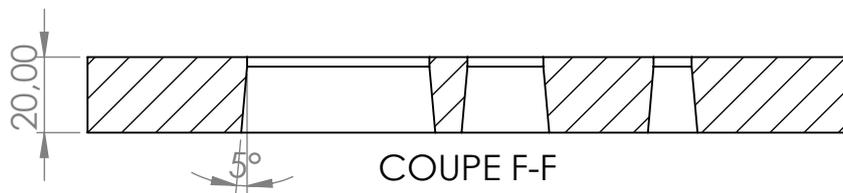
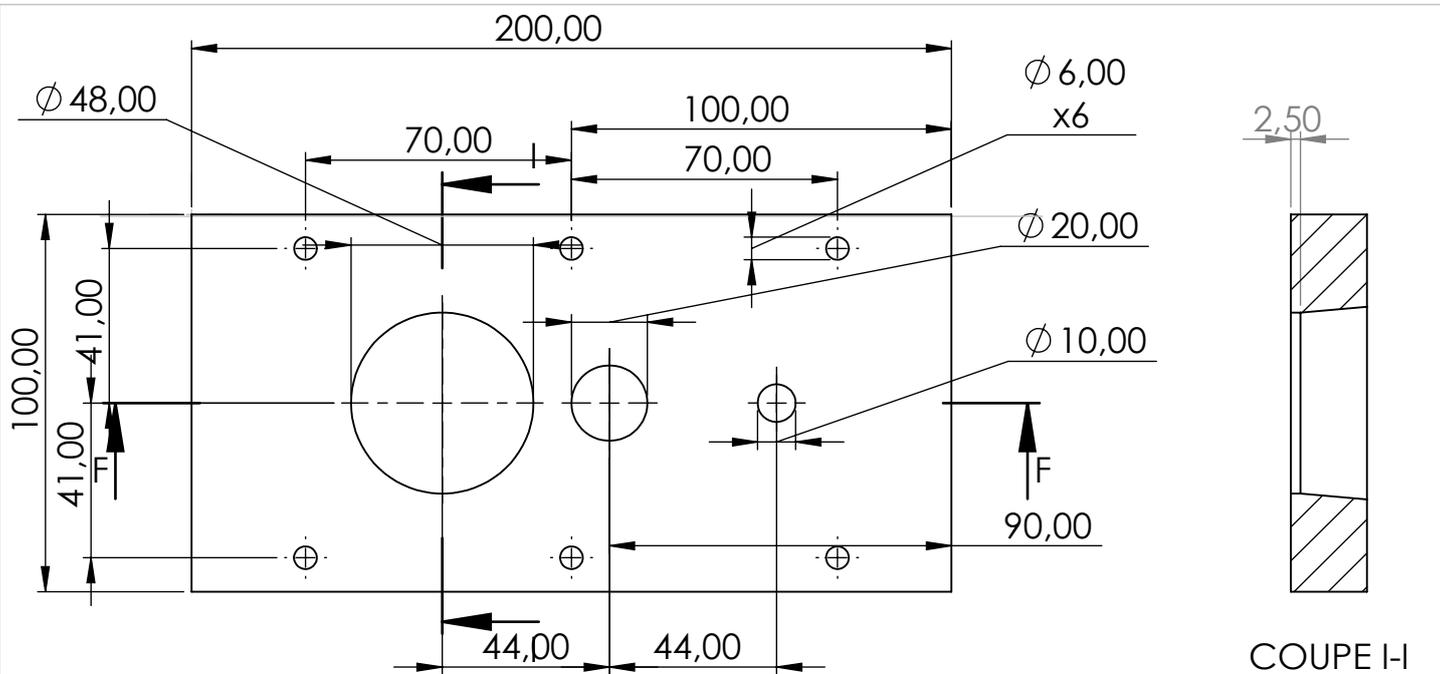
Echelle :1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	C65 (XC65)
		Septembre 2022
A4	colonne de guidage	FMP & CM



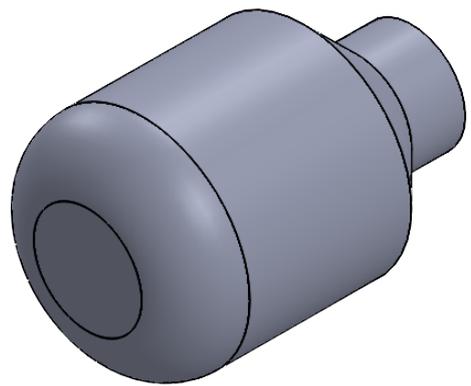
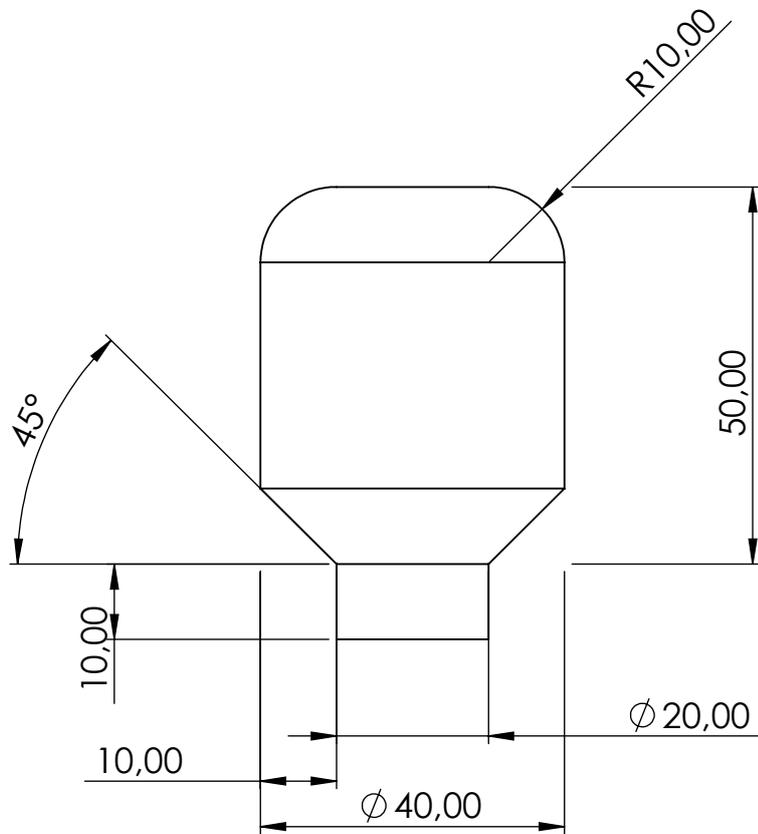
Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	C45 (XC48)
		Septembre 2022
A4	guide de tollerie	FMP & CM



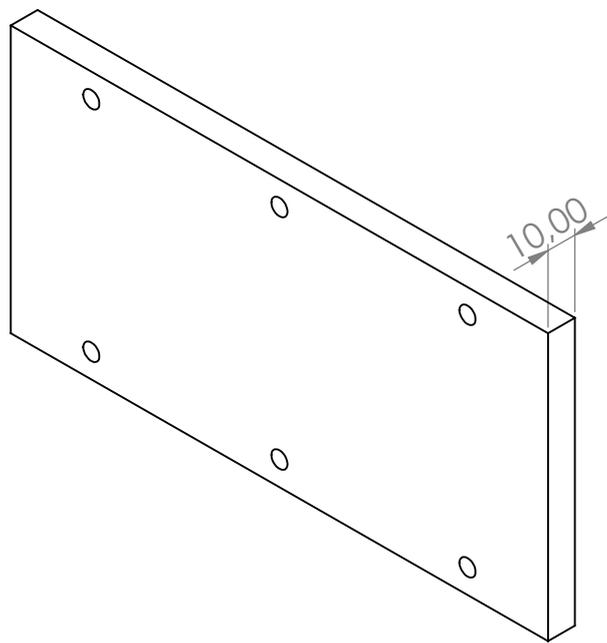
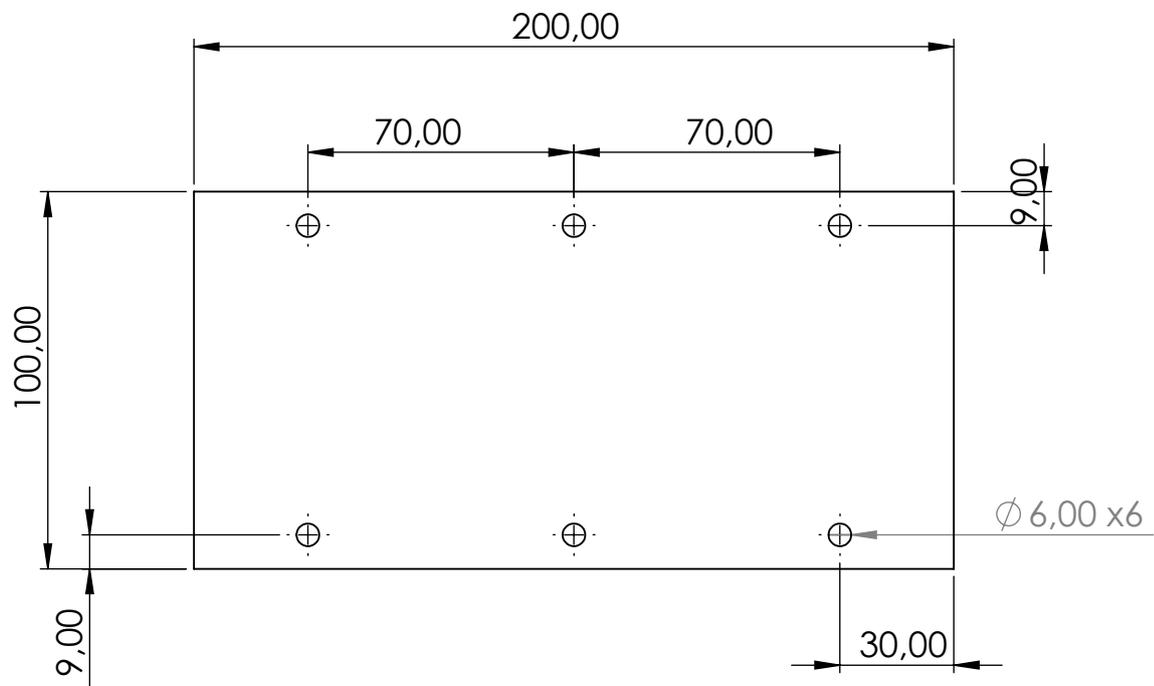
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	C45 (XC48)
		Septembre 2022
A4	guide flottant	FMP & CM



Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	X200Cr12 (Z200C12)
		Septembre 2022
A4	la matrice	FMP & CM



Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	C65 (XC65)
		Septembre 2022
A4	nez de fixation	FMP & CM



Echelle : 1/2

UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA

X200Cr12
(Z200C12)

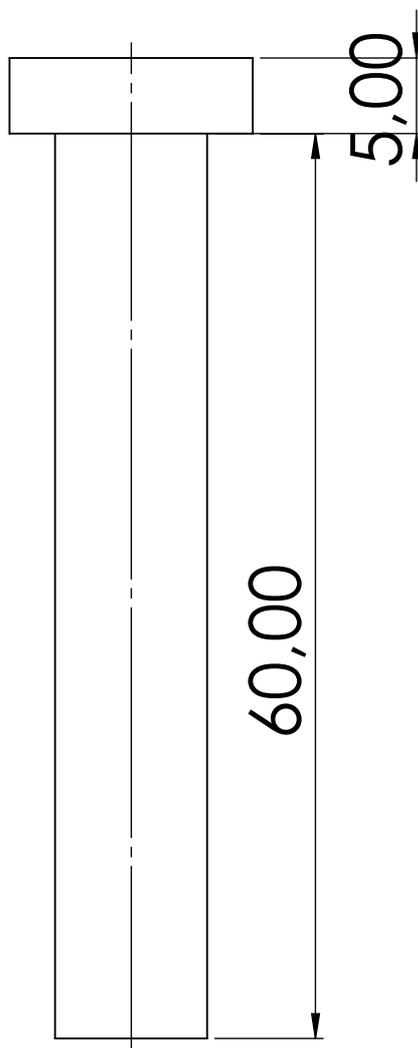
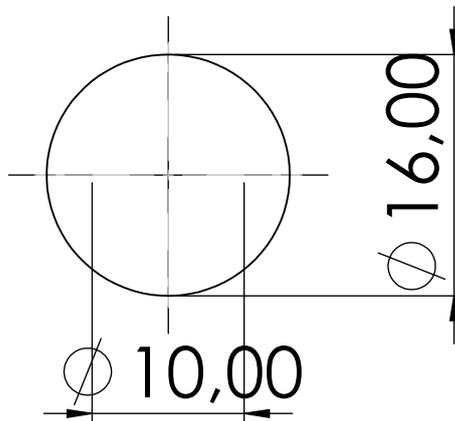


Septembre 2022

A4

plaque du choc

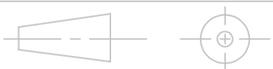
FMP & CM



Echelle : 2/1

UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA

X200Cr12
(Z200C12)

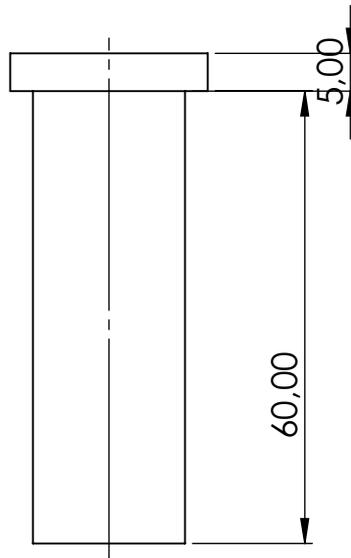
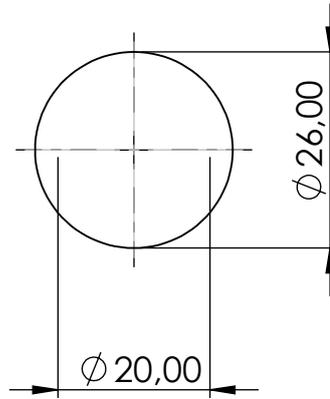


Septembre 2022

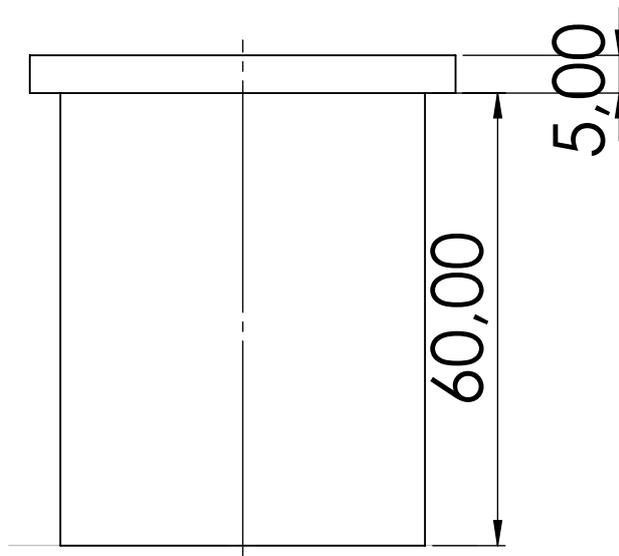
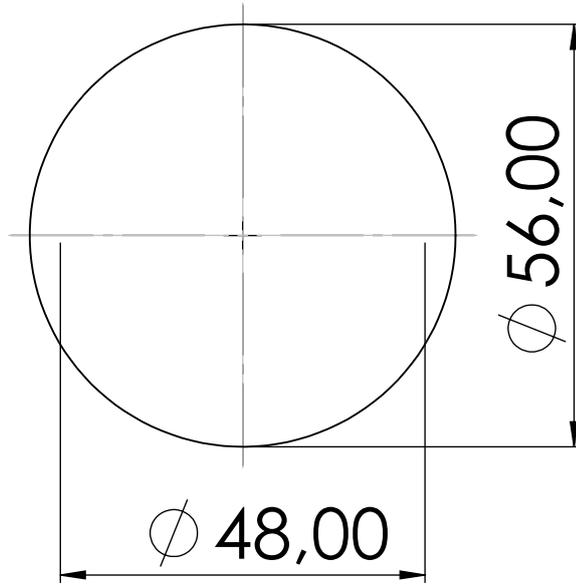
A4

poinçon 1

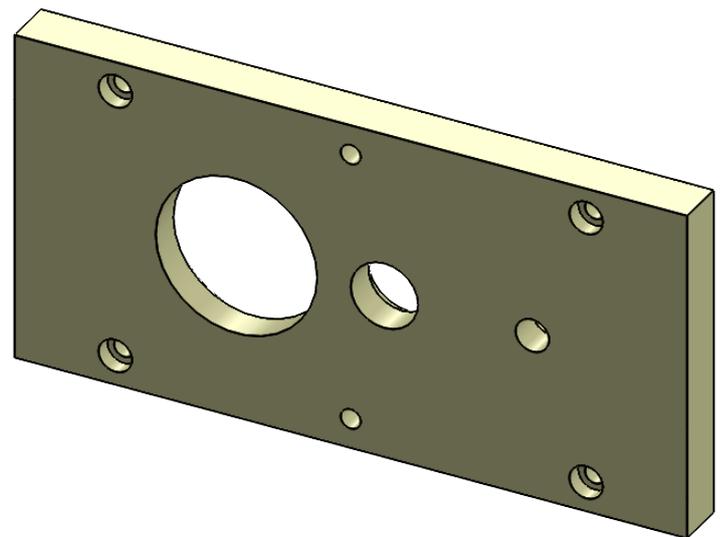
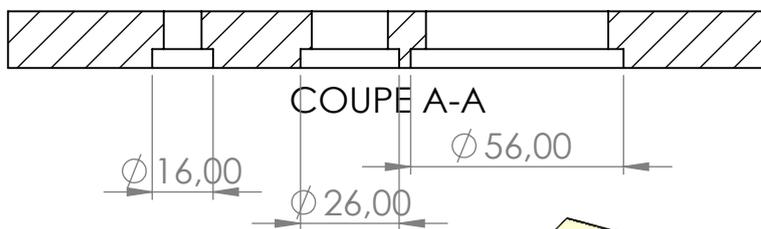
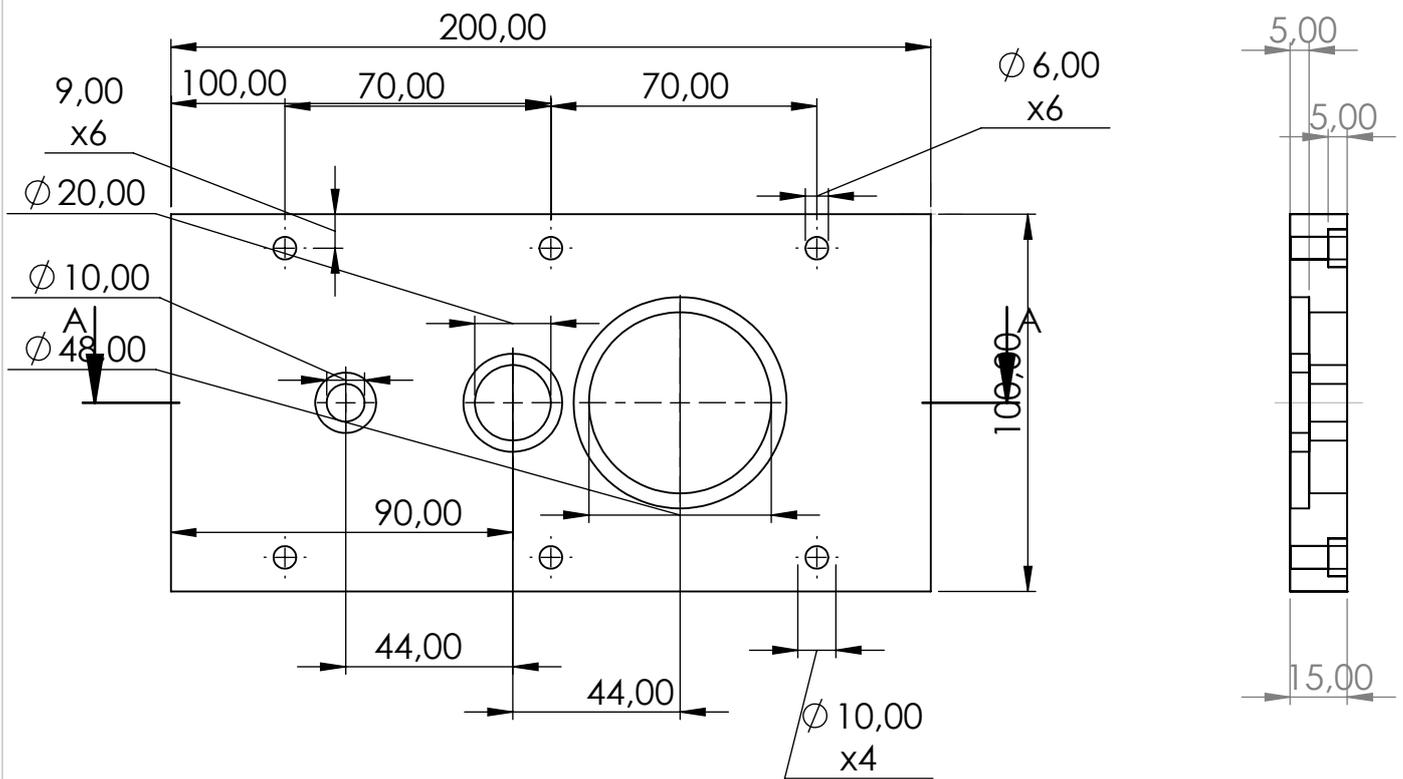
FMP & CM



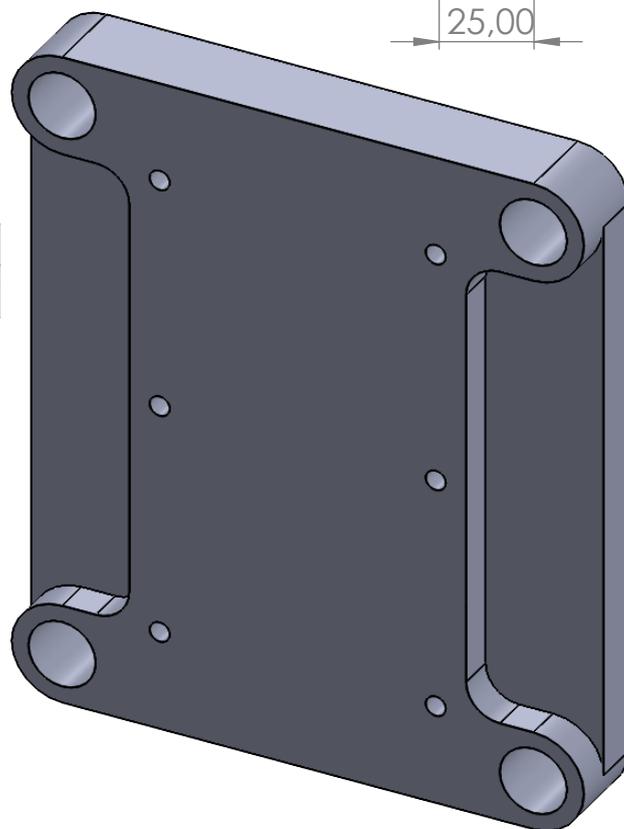
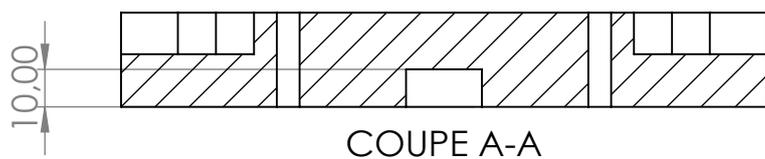
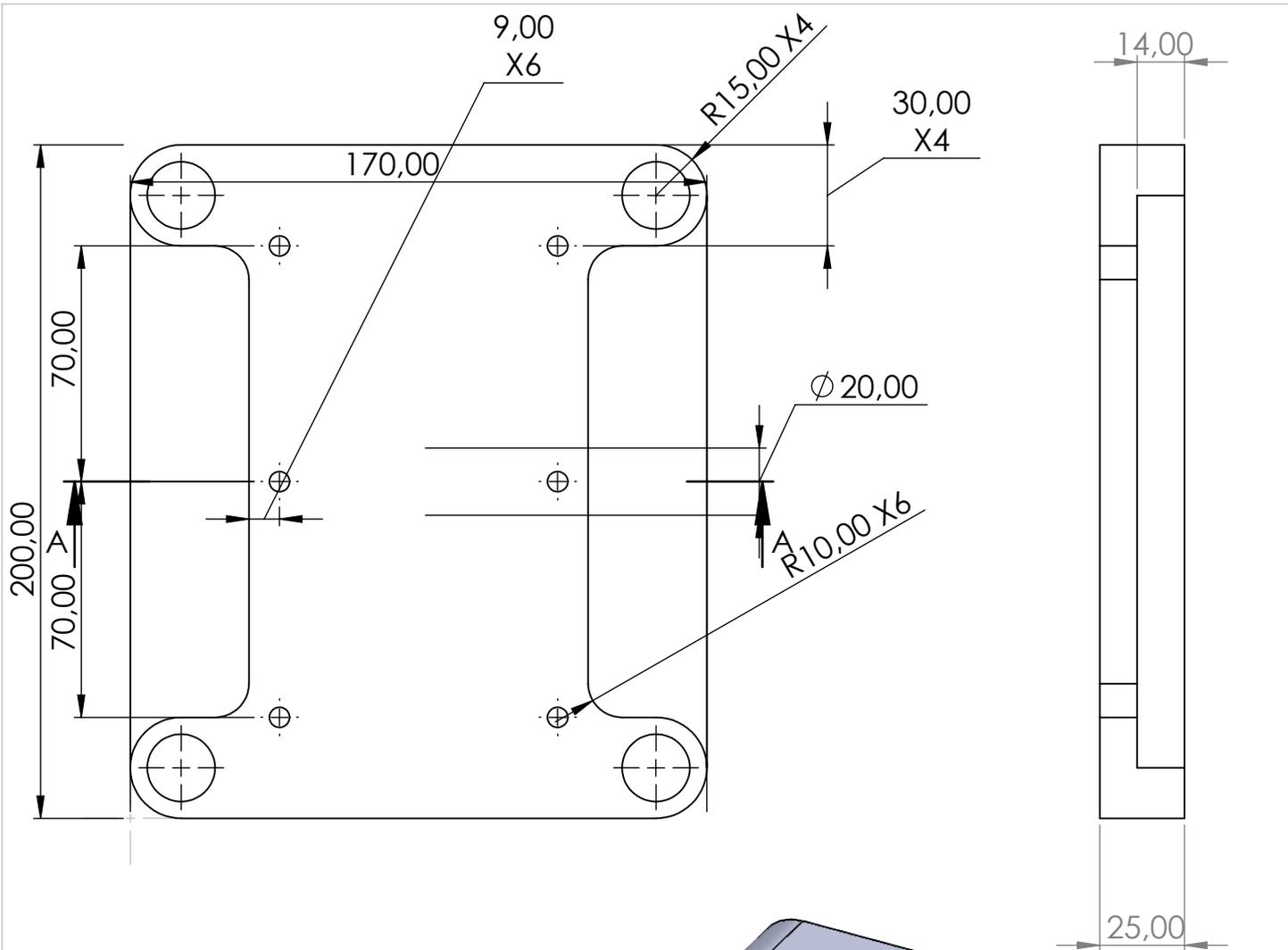
Echelle : 1/1	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	X200Cr12 (Z200C12)
		Septembre 2022
A4	poinçon 2	FMP & CM



Echelle : 2/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	X200Cr12 (Z200C12)
		Septembre 2022
A4	poinçon 3	FMP & CM



Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	S235 (E24)
 		Septembre 2022
A4	porte poinçons	FMP & CM



Echelle : 1/2

UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA

S235 (E24)

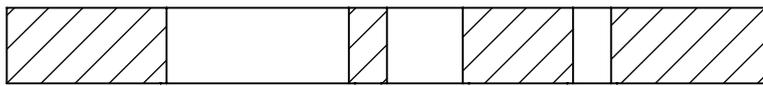
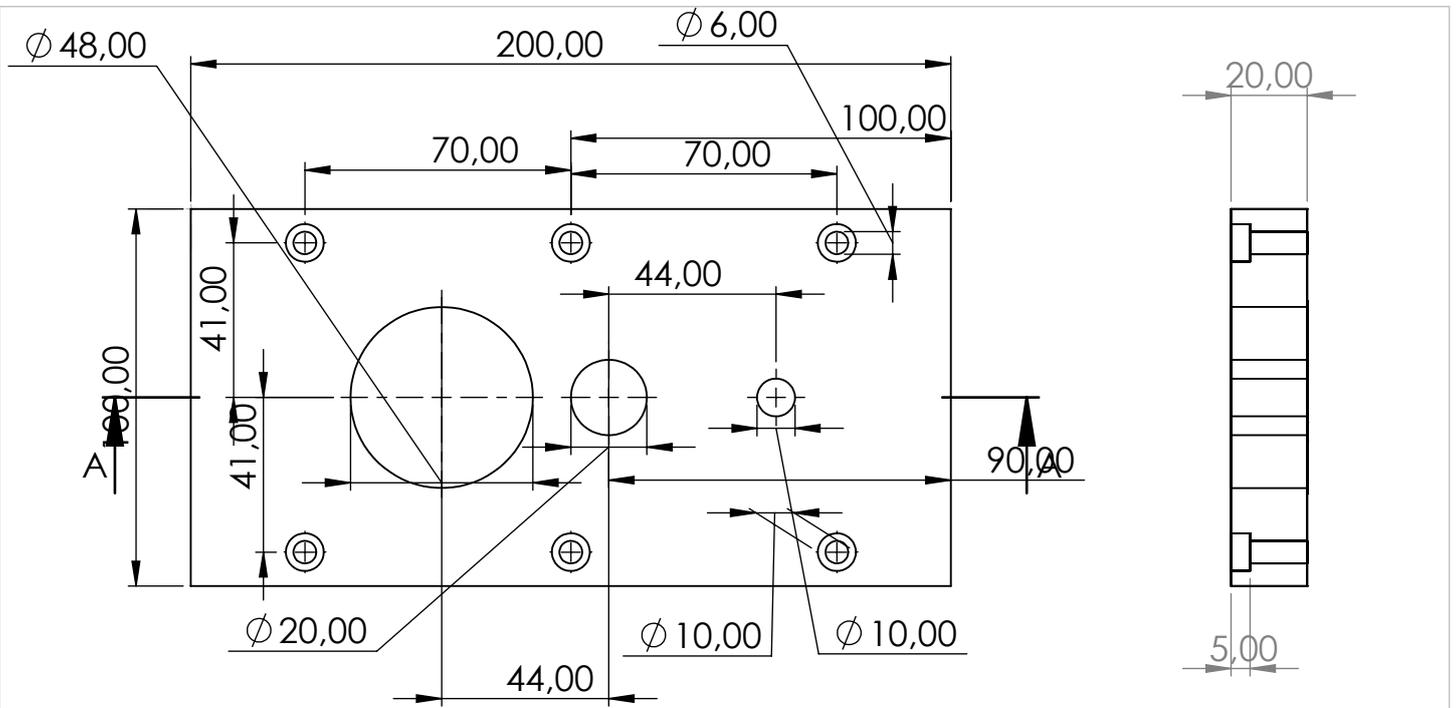


Septembre 2022

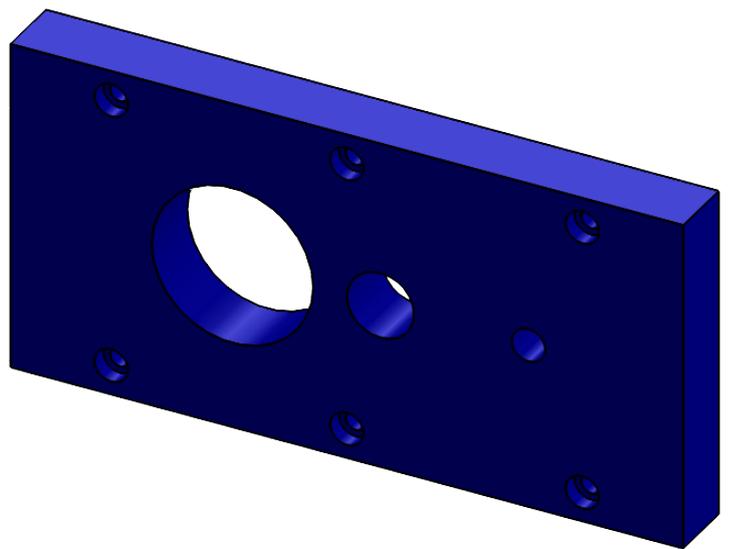
A4

semelle superieure

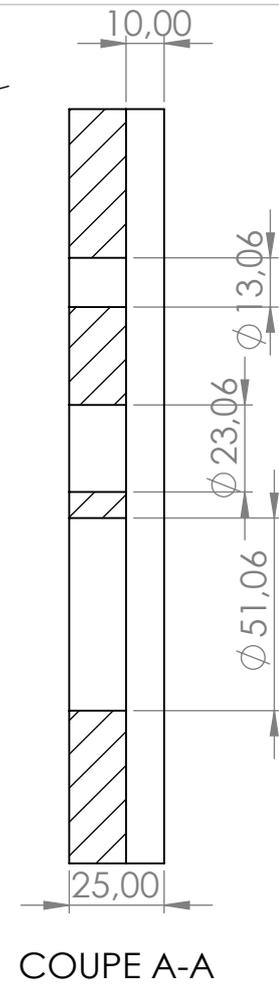
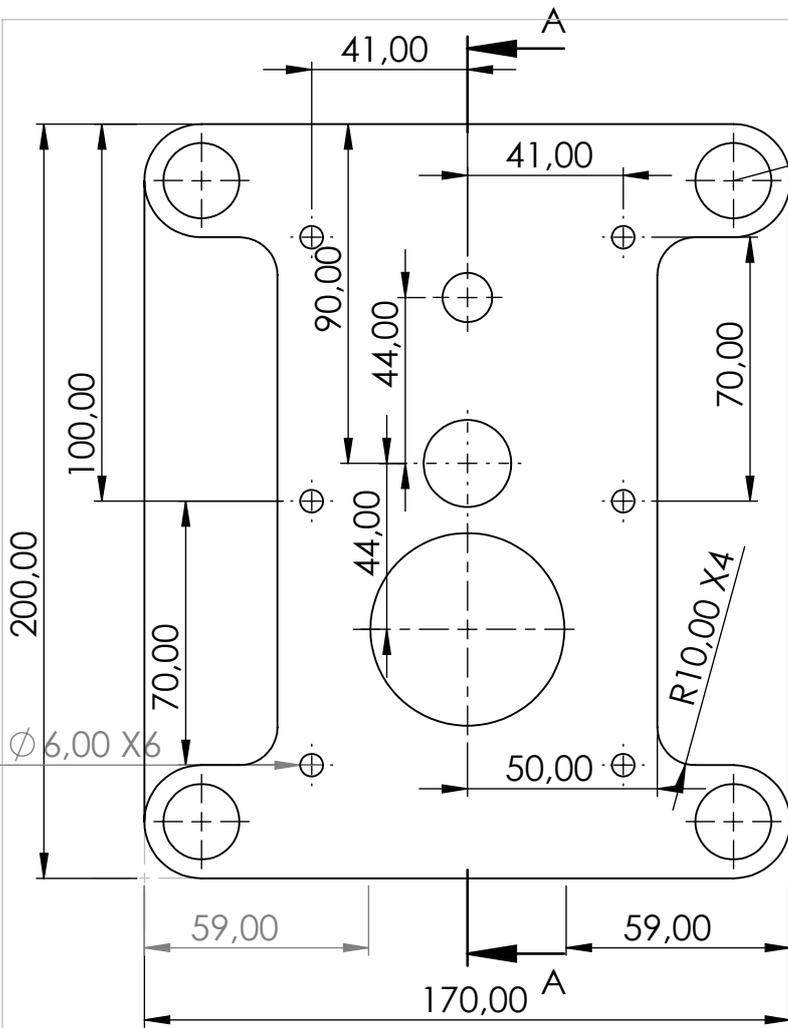
FMP & CM



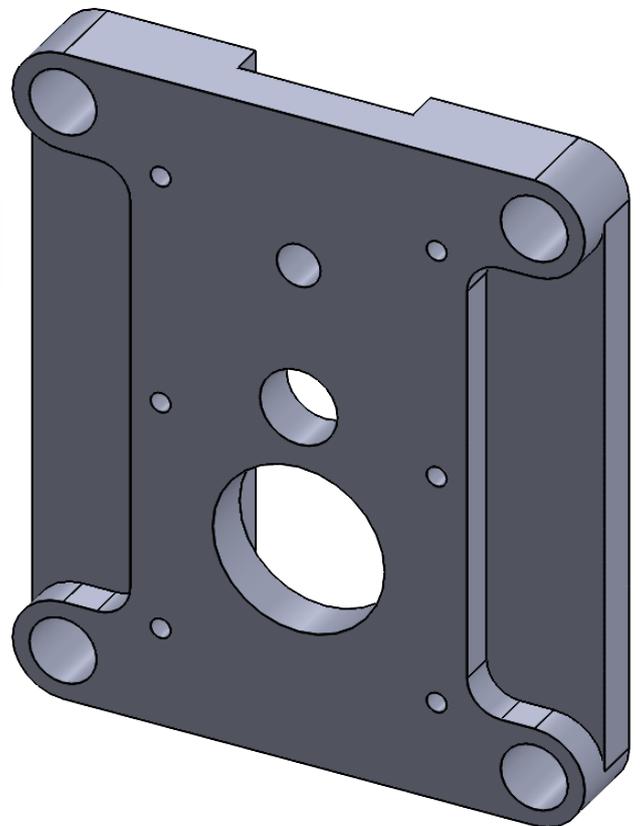
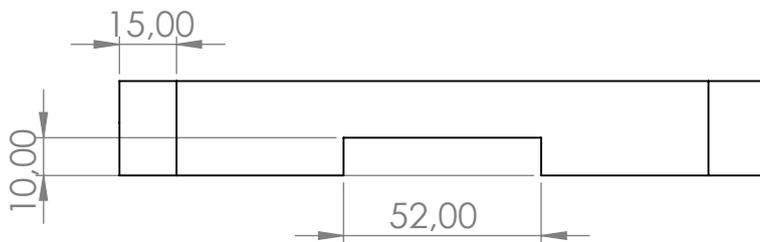
COUPE A-A



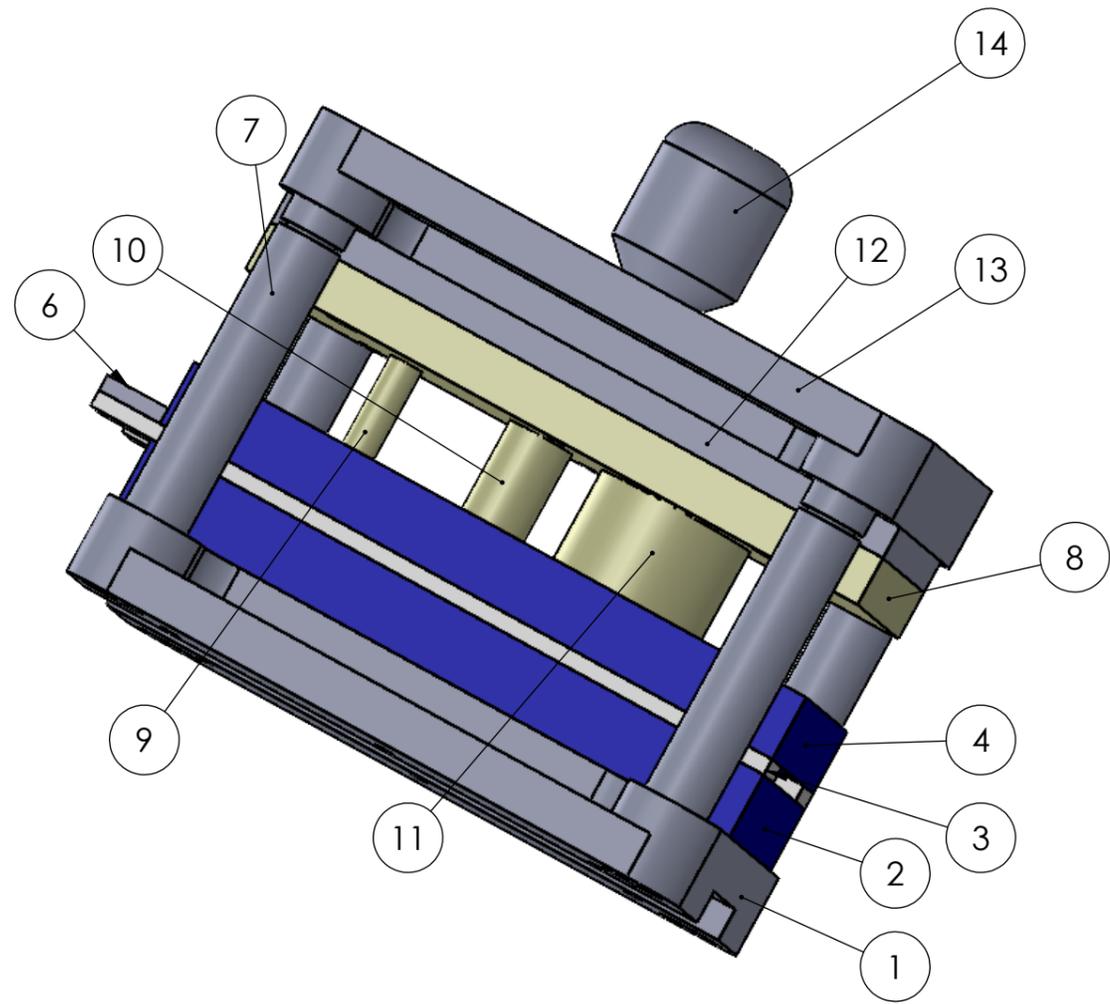
Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	C45 (XC48)
 		Septembre 2022
A4	serre flan	FMP & CM



COUPE A-A



Echelle : 1/2	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	S235 (E24)
 		Septembre 2022
A4	semelle inferieure	FMP & CM



Numéro	Désignation	Quantité
01	sumelle inférieur	01
02	serre flan	01
03	guide de tollerie	02
04	matrice	01
05	vis d'assemblage	12
06	guide flottant	01
07	colonne de guidage	04
08	porte poinçons	01
09	poinçon 1	01
10	poinçon 2	01
11	poinçon 3	01
12	plaque de choc	01
13	semelle superieur	01
14	nez de fixation	01

ECHELLE :1/2  A3	UNIVERSITE A- MIRA BEJAIA	Materiaux
	Dessin d'ensemble	septembre 2022
		FMP & CM

Résumé :

La révolution industrielle dans nos jours connaît un développement remarquable dans divers domaines, par conséquent la rénovation des machines industrielles était obligatoire pour répondre à cette nécessité.

Notre travail consiste à découper des tôles afin de donner une meilleure coupe des pièces en tôle, Cela permet de produire des pièces métalliques à des cadences très élevées. Par conséquent, ses avantages économiques sont indéniables. D'abord on a :
Réaliser un modèle 3D de mécanisme à l'aide de logiciels CAO Solidworks qui nous a permis de visualiser les différentes articulations et les parties mécaniques de notre système, ensuite
On a procédé dans l'étude des transmissions de mouvement pour les différents systèmes existants, à l'issue de l'étude théorique, nous avons obtenu le résultat final, un outil de découpage progressif pour réaliser des rondelles.

Mots clés : Révolution, Industrielle, Mécanisme, CAO et Solidworks.

Summary :

The industrial revolution in our days knows a remarkable development in various fields, consequently the renovation of the industrial machines was obligatory to answer this need.

Our work consists of cutting sheet metal in order to give a better cut to sheet metal parts. This makes it possible to produce metal parts at very high rates. Therefore, its economic benefits are undeniable. First we have :
Produced a 3D model of the mechanism using Solidworks CAD software which allowed us to visualize the different joints and mechanical parts of our system, then
We proceeded in the study of the transmissions of movement for the different existing systems, at the end of the theoretical study, we obtained the final result, a progressive cutting tool to make washers.

Key words: Revolution, Industrial, Mechanism, CAD and Solidworks.