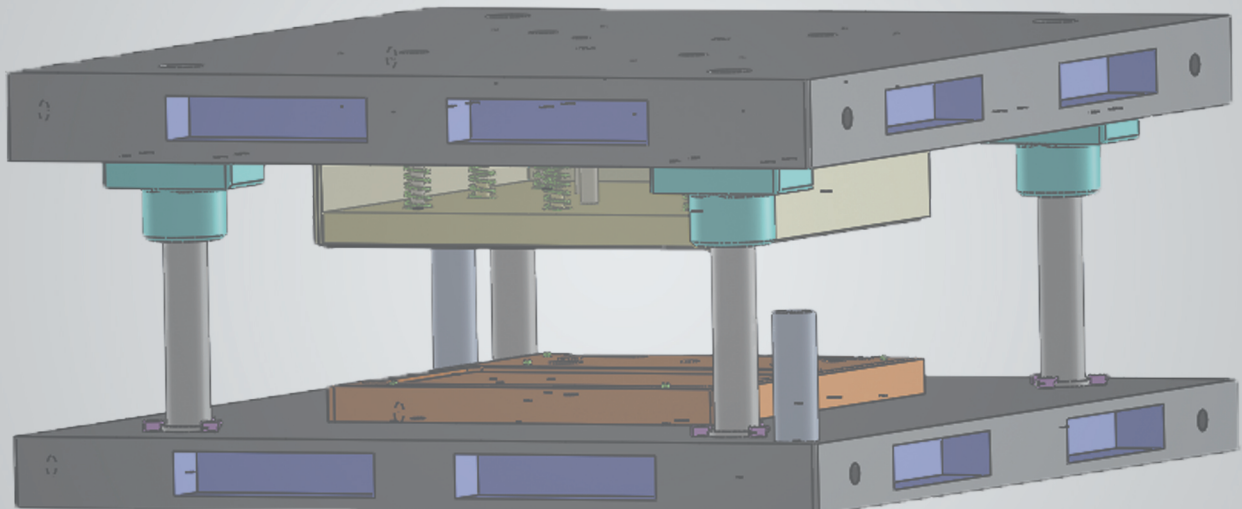




MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme
de Master en Génie Mécanique
Option : Construction mécanique



THEME

Etude est conception d'un outil de pliage des cotés
carcasse d'une cuisinière ENIEM 6500

Présenté par :

DEBIT Yahia

HETTAL Salim

Proposé par :

M^r. CHALAL Mourad

Encadré par :

M^r. HAMOUR Mohamed

2019/2020

REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions le Bon Dieu de nous avoir indiqué le bon chemin et la voie du Savoir.

C'est par un soupir de soulagement que nous nous avançons, afin de présenter nos remerciements à tous ceux qui nous ont aidés à réaliser notre modeste travail.

Pour commencer, nous tenons spécialement à remercier avant tout le personnel de notre département, qui a veillé à nous donner une formation de haut niveau ;

Nos remerciements les plus chaleureux et notre gratitude la plus sincère à nos enseignants pour leurs passions et leurs volontés à nous donner chaque jour le meilleur d'eux mêmes pour enrichir nos connaissances, merci pour tous ce qu'ils nous ont appris depuis notre première année jusqu'à ce jour.

- Notre promoteur Monsieur HAMOUR.M

- Notre encadreur Monsieur CHALLAL.M

- Les membres de jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

A toute personne qui nous a aidés de près ou de loin pour réussir ce modeste travail.

MERCI

Dédicace

A ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A ma très chère Farida. Merci d'être toujours à mes côtés.

A mon très cher frère Yuva et sa femme, à mes chères sœurs Souhila, samira, lyticia.

A tous mes amis Djamel, Moh, Jugurtha, Noredine ...etc

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Salim

Dédicace

Je dédie cet événement marquant de ma vie :

A la mémoire de mon défunt frère.

A ma chère mère,

À qui je dois la réussite, pour l'éducation qu'elle m'a prodigué; avec tous les moyens et au prix de toutes les sacrifices qu'elle a consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'elle m'a enseigné depuis mon enfance. Qu'elle puisse recevoir à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mon cher père,

Qui a toujours soutenue mes idées et qui ne ma jamais privé d'un quelconque besoin nécessaire a mes études et ma vie quotidienne. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

A mon cher frère Farid, et son épouse et leurs magnifiques filles,

A ma chère sœur Hayet,

Qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A ma chère Dyhia,

Merci pour, ta bienveillance, ton affection et ton écoute qui me sont précieuses.

A tous mes amis

Djamel, Moh, Jugurtha, Noredine ...etc

Yahia

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	2
2. MISSION ET OBJECTIFS DE L'ENIEM	2
2-1. Mission de L'ENIEM	2
2-2. Mission des unités	3
3. OBJECTIF DE L'ENIEM.....	4

CHAPITRE I: CLASSIFICATION DES DIFFERENTES PRESSES UTILISEES ET DE LEURS EQUIPEMENTS

I.1	INTRODUCTION.....	5
I.2	DIFFERENTES PRESSES MECANIQUES	5
I.2.1	<i>Selon le mode de transmission d'énergie</i>	5
I.2.2	<i>Selon la forme du bâti</i>	7
I.2.3	<i>Selon le nombre de coulisseau</i>	9
I.3	CARACTERISTIQUE D'UNE PRESSE	10
I.4	EXIGENCE DE CHOIX D'UNE PRESSE	10
I.5	DIFFERENTS CONSTITUANTS D'UN OUTIL D'UNE PRESSE	10
I.5.1	<i>Poinçon</i>	11
I.5.2	<i>Matrice</i>	11
I.5.3	<i>Dépouille</i>	11
I.5.4	<i>Affutage</i>	12
I.6	TYPES D'OUTILS DE PRESSE	12
I.6.1	<i>Outil à presse-bande</i>	12
I.6.2	<i>Outil suisse</i>	13
I.6.3	<i>Outil de reprise</i>	13
I.6.4	<i>Outil de Détourage</i>	14
I.6.5	<i>Outil à Came</i>	16
I.6.6	<i>Outil d'emboutissage]</i>	16
I.6.7	<i>Outils à Découper</i>	18
I.6.8	<i>Outils à contre-plaque</i>	19
I.6.9	<i>Outil de pliage</i>	21
I.7	MONTAGE DES OUTILS SUR LES PRESSES.....	22
I.7.1	<i>Petite Presse</i>	22
I.7.2	<i>Grosse Presse</i>	23
I.8	CONCLUSION.....	24

CHAPITRE II : PROCÉDES DE MISE EN FORME DES TOLES

II.1	INTRODUCTION	25
II.2	EMBOUTISSAGE	25
II.2.1	<i>Différents types d'emboutissages</i>	25
II.3	DECOUPAGE	26
II.3.1	<i>Principe</i>	26
II.3.2	<i>Quelques types de découpage</i>	27
II.4	PLIAGE	28
II.4.1	<i>Introduction</i>	28
II.4.2	<i>Principe de pliage</i>	29
II.4.3	<i>Les différents modes de pliage</i>	29
II.4.4	<i>Les différents types de pliage</i>	29
II.4.5	<i>Paramètres influents sur l'opération de pliage</i>	31
II.4.6	<i>Rayon de pliage</i>	32
II.4.7	<i>Position de la fibre neutre</i>	33
II.4.8	<i>Rayon du poinçon</i>	34
II.4.9	<i>Angle de poinçon</i>	35
II.4.10	<i>L'effort de pliage</i>	36
II.4.11	<i>Retour élastique</i>	36
II.5	CONCLUSION	38

CHAPITRE III : ETUDE ET CONCEPTION DE L'OUTIL

III.1	INTRODUCTION	39
III.2	CAHIER DES CHARGES	39
III.2.1	<i>Domaine d'utilisation</i>	39
III.2.2	<i>Dimensions</i>	39
III.3	CARACTERISTIQUES	39
III.3.1	<i>Caractéristiques mécaniques du matériau</i>	39
III.3.2	<i>Composition chimique du matériau en pourcentage(%)</i>	40
III.4	EMPLACEMENT DE LA PIECE	40
III.5	TRAVAIL DEMANDE	41
III.5.1	<i>Opération</i>	41
III.6	JEU ENTRE POINÇON DE PLIAGE ET MATRICE	42
III.7	CALCUL DES EFFORTS DE PLIAGE	42
III.8	EFFORT DE DEVETISSAGGE (SERRE-FLAN)	43
III.9	CHOIX DE NOMBRE DE RESSORTS A UTILISE	43
III.9.1	<i>Calcul de la raideur des ressorts</i>	44
III.9.2	<i>Choix des ressorts d'éjection</i>	46
III.9.3	<i>Calcul de l'effort total des ressorts (serre flan)</i>	46

III.9.4	<i>Calcul de l'effort total des ressorts (éjecteur)</i>	46
III.10	CALCUL DE L'EFFORT TOTAL FOURNI PAR LA PRESSE	47
III.11	CHOIX DE LA PRESSE A UTILISER.....	47
III.12	CONCEPTION DE L'OUTIL	48
III.12.1	<i>Indication d'assemblage</i>	54
III.13	LES MATERIAUX UTILISES.....	54
III.14	CONCLUSION.....	55
	CONCLUSION GENERALE	56

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Presse mécanique	6
Figure I.2 : Presse hydraulique	6
Figure I.4: Presse à arcade	7
Figure I.3: Presse à col de cygne.....	7
Figure I.5: Presse à montant droit	8
Figure I.6: Presse à colonne	8
Figure I.7: Presse à table mobile et bigorne	9
Figure I.8: Illustration poinçon et matrice	11
Figure I.9: Angle de dépouille de la matrice.....	11
Figure I.10: Affutage de la matrice	12
Figure I.11: Outil à presse-bande	12
Figure I.12: Outil suisse	13
Figure I.13: Guidage du flan sur un Outil de reprise par diverses façons.....	14
Figure I.14: Outil de détournage normal.....	14
Figure I.15: Outil de détournage à ras.....	15
Figure I.16: Outil de détournage-poinçonnage	15
Figure 17: Outil à came.....	16
Figure I.18: Outil d'emboutissage sans serre-flan.....	16
Figure I.19: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet	17
Figure I.20: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets	17
Figure I.21: Outil simple découvert	18
Figure I.22: Outil découvert à butées.....	19
Figure I. 23: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par engrenage ...	20
Figure I.24: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par couteau	20
Figure I.25: Outil de pliage en Vé.....	21
Figure I.26: Exemple d'Outil de pliage en U.....	21
Figure I.27: Exemple d'Outil de pliage en Équerre	22
Figure I.28: Plateau de presse	22
Figure I.29: Système de fixation des semelles sur le plateau.....	23
Figure I.30: Système de fixation de la partie supérieure de l'outil	23
Figure I.31: Système de fixation pour les grosses presses	24

Chapitre II

Figure II.1: Emboutissage	25
Figure II.2: Eléments principaux constituant un outil de découpe	26
Figure II.3: Découpage par poinçonnage	27
Figure II.4: Découpage par cisailage	27
Figure II.5: Découpage par détournage.....	28
Figure II.6: L'action de pliage	28
Figure II.7: Pliage en V é	29
Figure II.8: Pliage en U	30
Figure II.9: Pliage en L	30
Figure II.10: Jeu du pliage	31
Figure II.11: Pliage poinçon pointu	32
Figure II.12: Pliage poinçon avec un rayon	32
Figure II.13: Position de la fibre neutre	33
Figure II.14: Rayon du poinçon	34
Figure II.15: Angle de poinçon	35
Figure II.16: phénomène du retour élastique	37
Figure II.17: Retour élastique après le pliage	37
Figure II.18: Retour élastique exprimé en fonction du rayon intérieur de pliage sur l'épaisseur.....	38

Chapitre III

Figure III.1: Emplacement de la pièce	40
Figure III.2: Coté carcasse avant et après le pliage.....	41
Figure III.3: Classification des ressorts par couleur	44
Figure III.4: Abaque de classification des ressort (STEINEL) [16]	45
Figure III.5: Fenêtre principale de SolidWorks (outil)	48
Figure III.6: Semelle inférieure.....	49
Figure III.7: Semelle supérieure.....	49
Figure III.8: Matrice.....	50
Figure III.9: Serre flan	50
Figure III.10: Colonne de guidage	51
Figure III.11: Embase	51
Figure III.12: Poinçon de pliage	52
Figure III.13: Butée de fin de course	52
Figure III.14: Ejecteur.....	53
Figure III.15: Elément de levage.....	53

Liste des tableaux

Chapitre II

Tableau II.1: Rayon minimum en fonction de A%.....	33
Tableau II.2: La variation de la distance de "a" suivant Ri/e.....	33
Tableau II.3: Coefficient de retrait K.....	36

Chapitre III

Tableau III.1: Caractéristiques du ressort choisi	45
Tableau III.2: Les différents matériaux utilisés.....	54

INTRODUCTION GENERALE

Dans un monde en perpétuelle évolution, les industries de la mécanique doivent s'adapter aux contraintes de la mondialisation qui entraînent une concurrence accrue. Les critères de choix du client sont la qualité, le prix et la disponibilité du produit. Si les prix et la disponibilité sont des critères chiffrables et ne prêtent pas de confusion, la qualité reste autant pour le consommateur que pour le fabricant, une notion très vague et complexe.

L'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM) se trouve aujourd'hui en concurrence du marché qui est devenu de plus en plus exigeant, et comme la satisfaction durable du client constitue l'objectif principal de cette entreprise, elle est soumise à des contrôles de qualité, et elle s'engage également à maintenir une amélioration continue de la qualité de sa gamme de produits, en effectuant des changements sur ces derniers et aussi à fabriquer d'autres nouveaux produits.

L'ENIEM nous a confié de faire une étude et la conception d'un outil pour la réalisation des cotés carcasse d'une cuisinière ENIEM 6500. La géométrie de cette pièce nous a mené à utiliser le procédé de pliage afin d'arriver à l'obtention de la pièce finie.

Pour répondre aux besoins de l'entreprise, il est donc impératif de se munir de connaissances suffisantes des phénomènes qui se produisent lors des opérations de mise en forme, de l'architecture des outils et le choix des machines qui donnent le meilleur résultat.

Pour ce projet de fin d'études, nous avons choisi de répartir les tâches du mémoire Comme suit ;

Le mémoire débutera par une introduction générale, suivie d'une présentation détaillée sur l'entreprise (ENIEM).

Le premier chapitre abordera la classification des différentes presses utilisées et de leurs équipements.

Le deuxième chapitre est consacré aux procédés de mise en forme des tôles.

Quant au troisième chapitre, il est consacré à l'étude et à la conception de l'outil.

Le travail ainsi effectué, nous permis de tirer une conclusion générale.

1. Présentation de l'entreprise



L'entreprise nationale des industries électroménagères ENIEM est née après la restriction de l'entreprise mère SONELEC le 02 janvier 1983, dont cette dernière a été datée en août 1971.

En 1989, l'entreprise a connu une baisse brusque de production due à la concurrence du marché. Cette situation a provoquée sa transformation en société par action dans le but d'améliorer la recherche et le développement de ses produits à l'échelle nationale.

Connu aujourd'hui le leader de l'électroménagère en Algérie et ce la dans divers domaines tels que :

- Climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à (Oued Aissi).
- Sanitaire (Miliana).
- Filiale lampe (Mohammedia).

Elle est située à la zone industrielle AISSAT IDIR de Oued Aissi à 7 Km du chef lieu de la wilaya Tizi-Ouzou à la proximité de la route nationale, ce qui facilite son accès. Sa direction générale est située à la sortie de sud ouest de la ville de Tizi-Ouzou.

Ses produits sont destinés au grand public et la distribution se fait par des agents agréés dont la liste se trouve au niveau de l'unité commerciale (Département vente).

2. Mission et objectifs de l'ENIEM

2-1. Mission de L'ENIEM

La mission de l'ENIEM est la fabrication, le montage, le développement et la commercialisation des appareils ménagers, le développement et la recherche dans le domaine des branches clés de l'électroménager notamment :

- Appareil de réfrigération.
- Appareil de congélation.
- Appareil de climatisation.
- Appareil de cuisson.
- Petits appareils ménagers « PAM ».

2-2. Mission des unités

➤ *Unité Froid*

Elle est chargée de la production des équipements, produits et composants relevant du domaine du froid (réfrigérateur).

➤ *Unité Cuisson*

Elle s'occupe de la production des équipements produits et composants relevant du domaine de la cuisson (cuisinière).

➤ *Unité Climatisation*

Elle assure la production des équipements, produits et composants relevant du domaine De la climatisation (climatiseurs et petit appareils ménagers).

➤ *Unité Prestation Technique*

Elle réalise des travaux ou prestations techniques et services pour le compte des autres unités ou pour des clients externes.

➤ **Unité Commerciale**

Elle est chargée de la commercialisation des produits fabriqués par les unités de production.

➤ **Unité sanitaire**

L'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM en l'an 2000. Elle n'entre pas dans le champ de certification de l'entreprise. La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits sanitaires (baignoires, lavabos ...).

➤ **Filiale Filamp**

L'Unité Lampes de Mohammedia (ULM) qui a démarré en février 1979 pour fabriquer des lampes d'éclairage domestique ainsi que des lampes de réfrigérateurs est devenue filiale à 100% ENIEM le 01/01/1997. Cette filiale est dénommée «FILAMP».

3. Objectif de L'ENIEM

L'ENIEM s'est assignée plusieurs objectifs afin d'assurer un impact plus performant au niveau de ses fonctions à savoir :

- L'amélioration de la qualité des produits.
- L'augmentation des capacités d'études et de développement.
- L'amélioration de la maintenance d'outils de production et des installations.
- La réduction des couts et de la relance d'autres sources de revenus.
- L'augmentation du volume de production en corrélation avec les variations de la demande (marché local, externe).
- Le renforcement de la sécurité du patrimoine et des installations.
- La restriction comme processus irréversible et impératif à la suivie de l'entreprise.
- Réduire les charges des structures.
- Le placement de son produit à l'échelle internationale.

CHAPITRE I
CLASSIFICATION DES DIFFERENTES
PRESSES UTILISEES ET DE LEURS
EQUIPEMENTS

I.1 - Introduction

Pour la transformation des tôles, l'industrie à besoin des machines spécifiées dans le cas de coupe, pliage ou bien l'emboutissage. Les machines utilisées sont généralement des presses.

Les presses sont des machines constituées d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour la réalisation des différents travaux industriels. Elles sont utilisées pour la réalisation des pièces à partir des matériaux en feuille. Ces presses sont formées d'une partie mobile (coulisseau) qui porte le poinçon et d'une partie fixe (bâti) qui porte la matrice.

I.2 -Différentes presses mécaniques[1]

Les presses mécaniques sont classées suivant plusieurs paramètres :

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

I.2.1 -Selon le mode de transmission d'énergie

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

I.2.1.1 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.

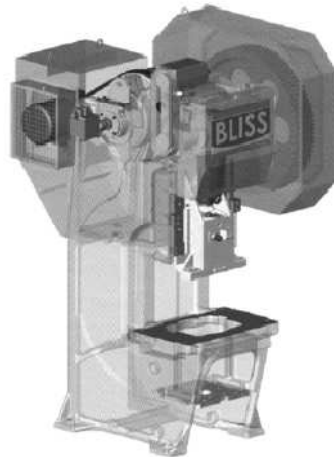


Figure I.1 : Presse mécanique

1.2.1.2 Les presses hydrauliques

Leurs 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. 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 I.2 : Presse hydraulique

I.2.2 -Selon la forme du bâti

I.2.2.1 Presses à col de cygne

Elles sont moins encombrantes à simple ou à double effets, équipées d'un bâti inclinable vers l'arrière de 20°, dégagé sur les trois côtés. Leur puissance varie entre 20 et 130 tonnes force (figure I.3).



Figure I.3: Presse à col de cygne

I.2.2.2 Presses à arcade

Ces presses ont un bâti monobloc collé ou parfois soudé. Elles sont dotées d'une puissance allant jusqu'à 300 tonne force, 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 I.4: Presse à arcade

1.2.2.3 Presses à montants droits

Leurs bâtis sont composés de trois parties qui sont liées entre elles par des tirants en acier (la table, les montants et le chapiteau). Elles ont une puissance de 1000 tonnes force.

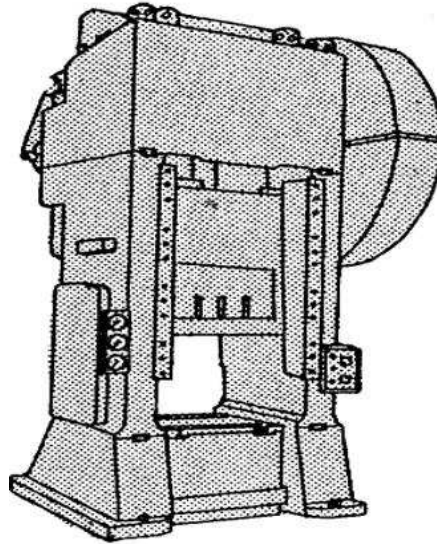


Figure I.5: Presse à montant droit

1.2.2.4 Presses à colonnes

Elles sont très puissantes, jusqu'à 600 tonne force, elles sont équipées de quatre glissières liant le sommier supérieur et inférieur, elles sont généralement employées pour le forgeage et le matriçage.



Figure I.6: Presse à colonne

1.2.2.5 Presses à table mobile et bigorne

Elles sont équipées d'une table mobile réglable en hauteur, ce qui autorise le montage de l'outil très haut. La bigorne permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis.



Figure I.7: Presse à table mobile et bigorne

I.2.3 -Selon le nombre de coulisseau

1.2.3.1 Presse à simple effet

Ce type de presse comporte un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs bielles. Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inférieur logé sous la table qui est destiné à assurer l'effet du serre-flan.

1.2.3.2 Presse à double effets

Ces presses comportent deux (02) coulisseaux, un coulisseau serre-flan guidé par le bâti en arcade, et guidant le coulisseau plongeur, qui supporte le poinçon. 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 de poinçonnage.

1.2.3.3 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.

I.3 -Caractéristique d'une presse[2]

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 (tonne).
- ✓ La course de son coulisseau (mm).
- ✓ La cadence (nombre de coupe/minute).
- ✓ La dimension du coulisseau (mm²).

I.4 -Exigence de choix d'une presse[2]

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

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

I.5 -Différents constituants d'un outil d'une presse

L'outil de presse matérialise les résultats des réflexions et des décisions prises au cours de sa conception. Il contient le secret de la façon dont la tôle de départ est mise en forme pour arriver à réaliser une pièce conforme en sortie de presse. En ce sens, l'outil est le cœur du développement d'un projet.

Cet outil de presse est d'une construction mécanique de précision, supposée indéformable et, en général, composée d'une partie mobile supérieure (poinçon) bridée sur le coulisseau et d'une partie inférieure fixe (matrice) bridée sur la table de la presse. Cet ensemble, parfaitement guidé, permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée.

I.5.1 -Poinçon

Le poinçon est un outil qui a pour fonction de laisser une empreinte sur un flan, le découper ou même de le percer. Il est nécessaire de vérifier les poinçons à la compression et au flambement pour déterminer leur longueur.

I.5.2 - 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.

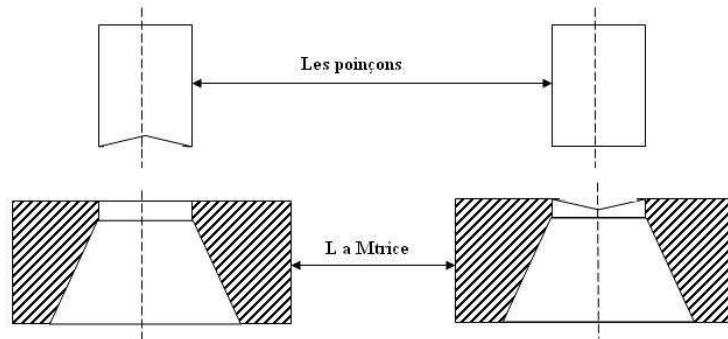


Figure I.8: Illustration poinçon et matrice

I.5.3 -Dépouille

- Poinçon :

Aucune dépouille sur le poinçon, il a une section constante pour conserver exactement ses dimensions après affutage.

- Matrice :

Elle présente un dégagement au- dessous de sa partie active pour limiter le nombre de pièces empilées, donc de réduire l'effort de poussée. La partie active a une section constante, dite cylindrique, sur 4 à 5mm permet l'affutage.

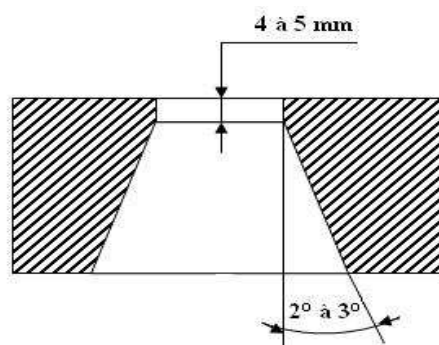


Figure I.9: Angle de dépouille de la matrice

I.5.4 -Affutage

Après découpage de nombreuses pièces (de 50 à 200000 pièces pour les outils en acier) les arrêtes coupantes s'émousent et s'arrondissent. Après démontage de l'outil, poinçon et matrice sont affutés par rectification plan.

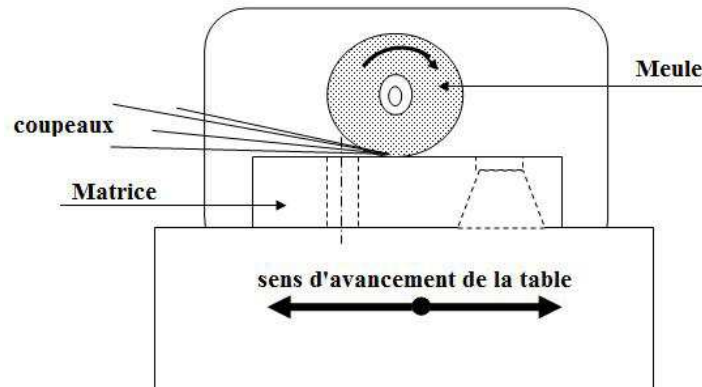


Figure I.10: Schéma d'une affuteuse

I.6 -Types d'outils de presse

I.6.1 -Outil à presse-bande [1]

Il est aussi appelé outil à colonne, la contre plaque est remplacée par une pièce analogue montée sur ressorts, c'est le presse bande (devêtisseur), cette dernière fait maintenir la bande pendant l'opération afin d'éviter toute déformation. Le guidage de l'ensemble poinçon- matrice est assuré par deux ou quatre colonnes de guidage selon les dimensions de l'outil.

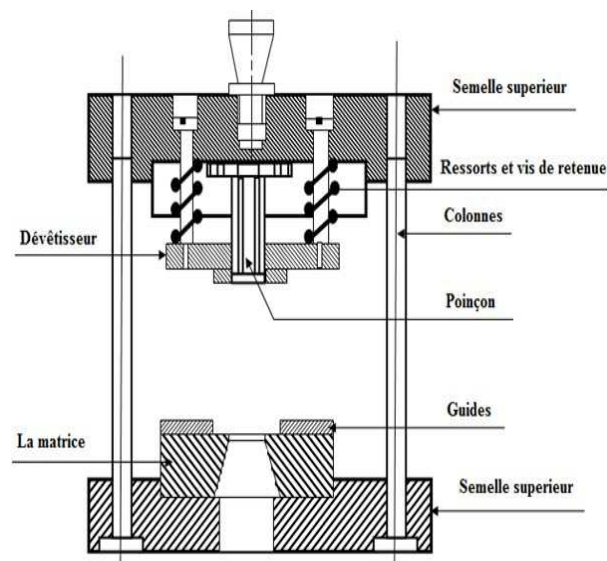


Figure I.11: Outil à presse-bande

I.6.2 -Outil suisse [1]

Outil à presse-bande mais inversé : le poinçon est à la partie inférieure, la matrice à la partie supérieure, appelé aussi outil bloc, qui découpe et poinçonne en un seul coup de presse. La pièce terminée reste dans la matrice et elle est extraite en haut de course par un éjecteur.

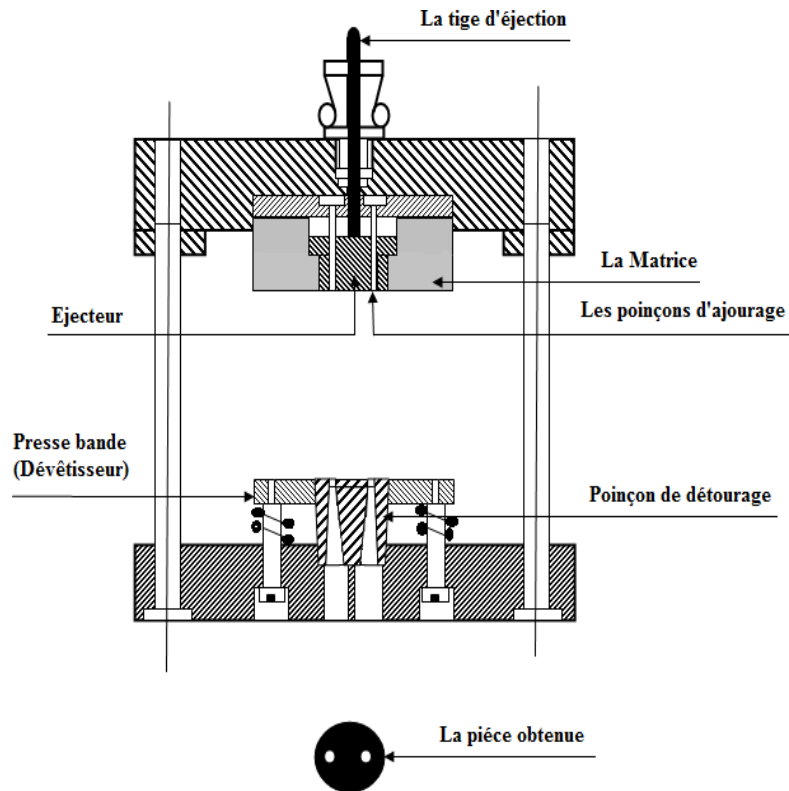


Figure I.12: Outil suisse

I.6.3 -Outil de reprise [3]

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 succédant 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... 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.

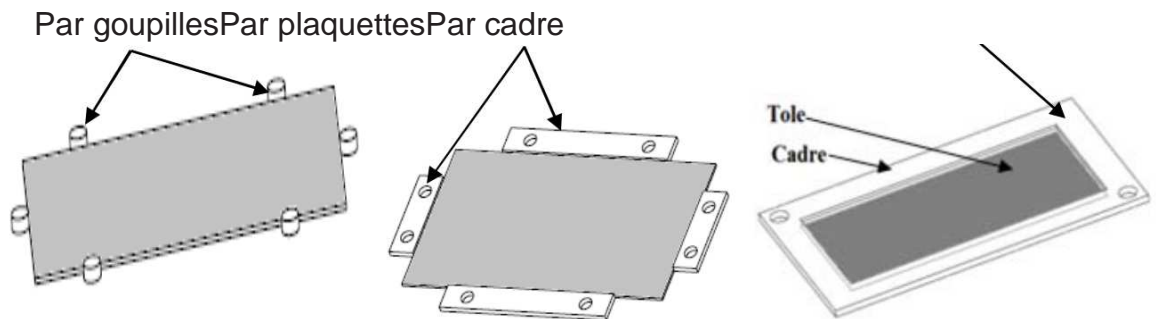


Figure I.13: Guidage du flan sur un Outil de reprise par diverses façons

I.6.4 -Outil de Détourage [1]

L'outil de détourage a pour rôle, le détourage des pièces obtenues après emboutissage, en enlevant la matière excédentaire (collerettes ou bords irréguliers). Pour cela, on distingue trois (03) types d'outils de détourage :

- ✓ Détourage normal

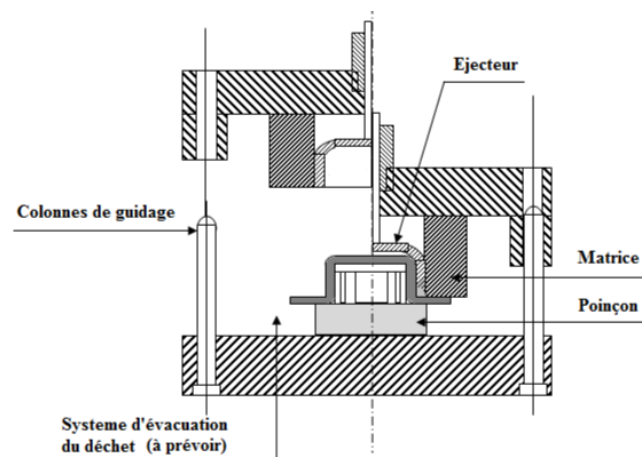


Figure I.14: Outil de détourage normal

✓ Détourage à ras

Il est nécessaire d'effectuer une passe de calibrage avant le détourage, afin d'obtenir un rayon minimal à l'endroit de la coupe.

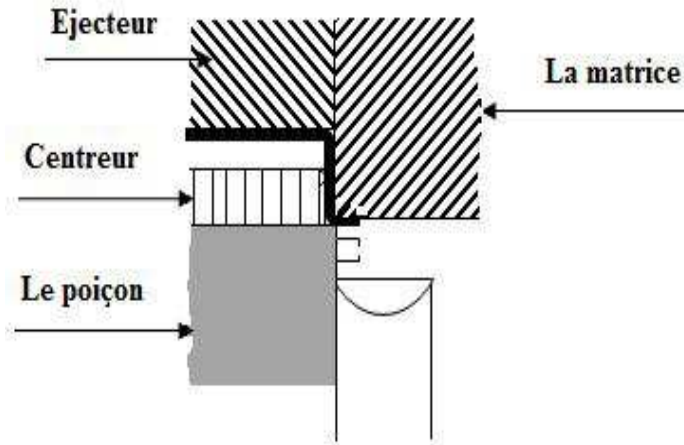


Figure I.15: Outil de détourage à ras

✓ Détourage-poinçonnage

Le palonnier est nécessaire, pour que le poiçon soit dans l'axe de la tige d'éjection.

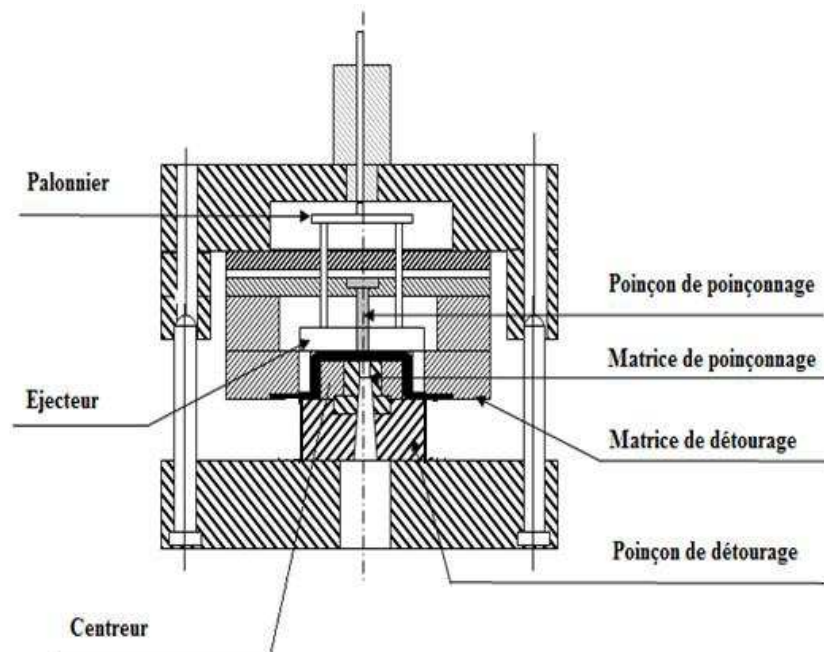


Figure I.16: Outil de détourage-poinçonnage

I.6.5 -Outil à Came [1]

Les cames ont pour but de transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou verticale en sens contraire. Elles sont utilisées dans les outils poinçonnages ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées.

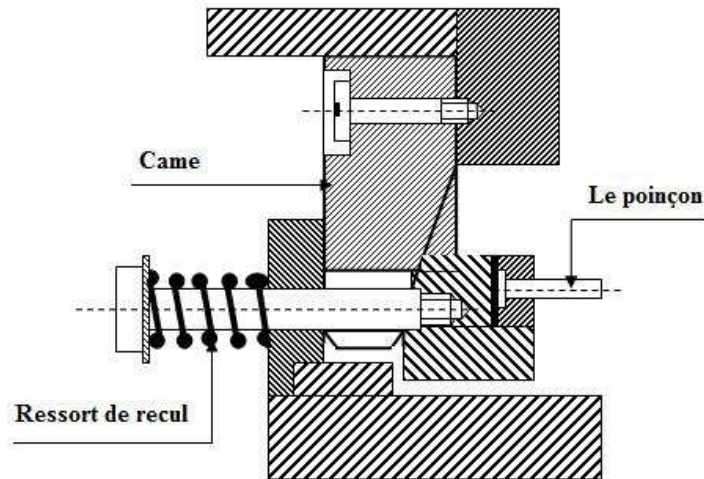


Figure 17: Outil à came

I.6.6 -Outil d'emboutissage [1]

L'outil d'emboutissage nous permet de formé des corps creux par déformation plastique des métaux en feuille. On trouve des outils avec ou sans serre-flan.

I.6.6.1 Outil sans serre-flan

Le plus simple se compose d'un poinçon et d'une matrice, il est également appelé outil d'emboutissage par passe à travers. Le poinçon entraîne la pièce formée à travers la matrice. Au cours de l'opération les parois de l'embouti augmentent légèrement l'épaisseur de la sortie de la matrice. A la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.

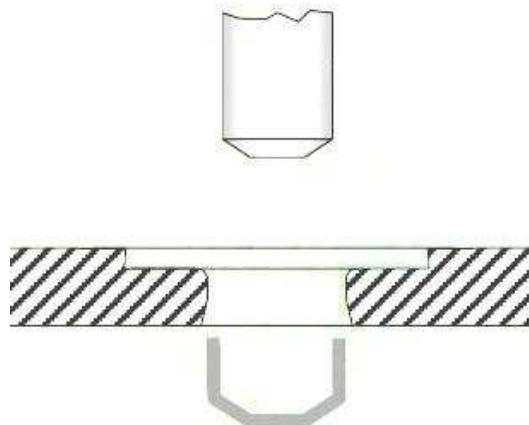


Figure I.18: Outil d'emboutissage sans serre-flan

1.6.6.2 Outil à serre-flan

On distingue deux (2) types d'outils d'emboutissage à serre-flan :

- ✓ Outil monté sur presse à simple effet

Cet outil se compose simplement d'une matrice, d'un poinçon et d'un serre-flan qui est actionné le plus souvent par des ressorts situés sous le plateau de la presse. En conséquence, l'outil est inversé au précédent ; le poinçon et le serre-flan constituent la partie inférieure de l'outil tant dis que la matrice occupe la partie supérieure. Les pièces embouties remontent avec la matrice et sont chassées par un éjecteur actionné par la presse en haut de course.

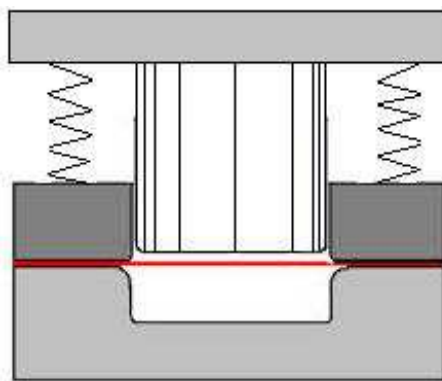


Figure I.19: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet

- ✓ Outil monté sur presse à double effets

Dans les presses à double effets, le coulisseau extérieur porte le serre-flan qui maintient la tôle pendant que le poinçon fixé au coulisseau intérieur déforme le métal.

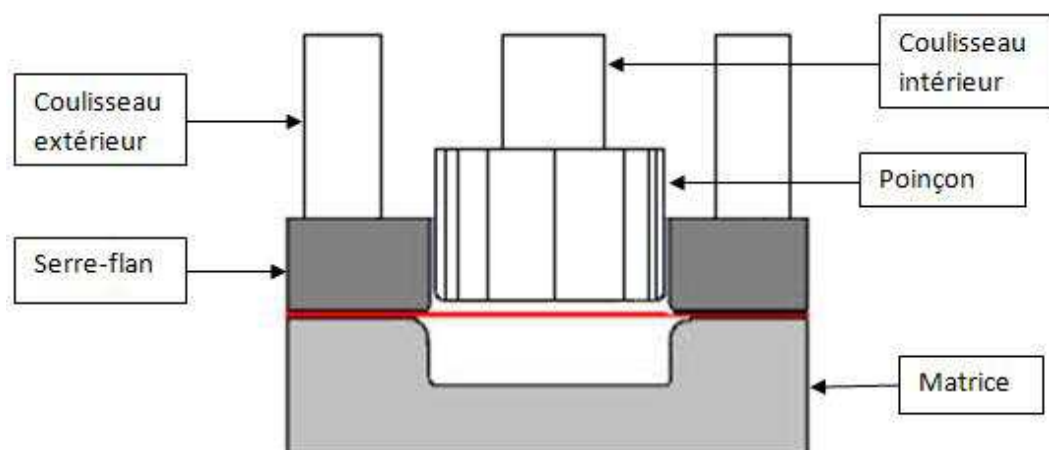


Figure I.20: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets

I.6.7 -Outils à Découper [4]

I.6.7.1 Outil à Découvert

✓ Outil à Découvert Simple

L'outil à découvert simple, simplement constitué, d'un seul poinçon et d'une seule matrice. Il est conçu pour des travaux à petites unités, ainsi, il décrit bien le principe de découpage, mais ne peut - être employé dans les travaux de série, à cause de la remontée, de la bande de tôle avec le poinçon.

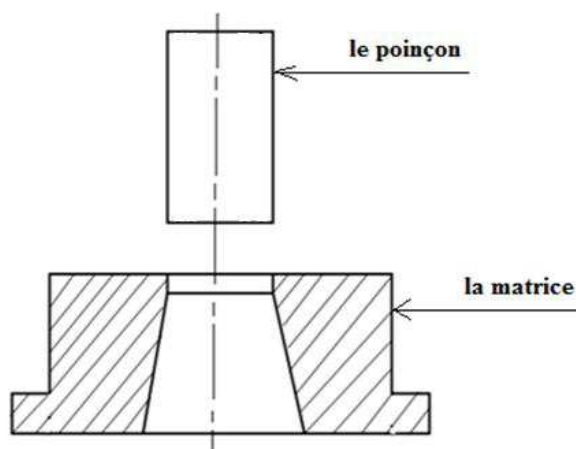


Figure I.21: Outil simple découvert

✓ Outil à Découvert à Butées

Utilisé pour le découpage de flans circulaire. Deux butées sont placées, l'une assure le guidage (butée 1) et l'autre contrôle l'avance de la bande (butée 2).

Cet outil ne peut se monter que sur une presse en bon état de fonctionnement (pas de jeu dans les glissières du coulisseau).

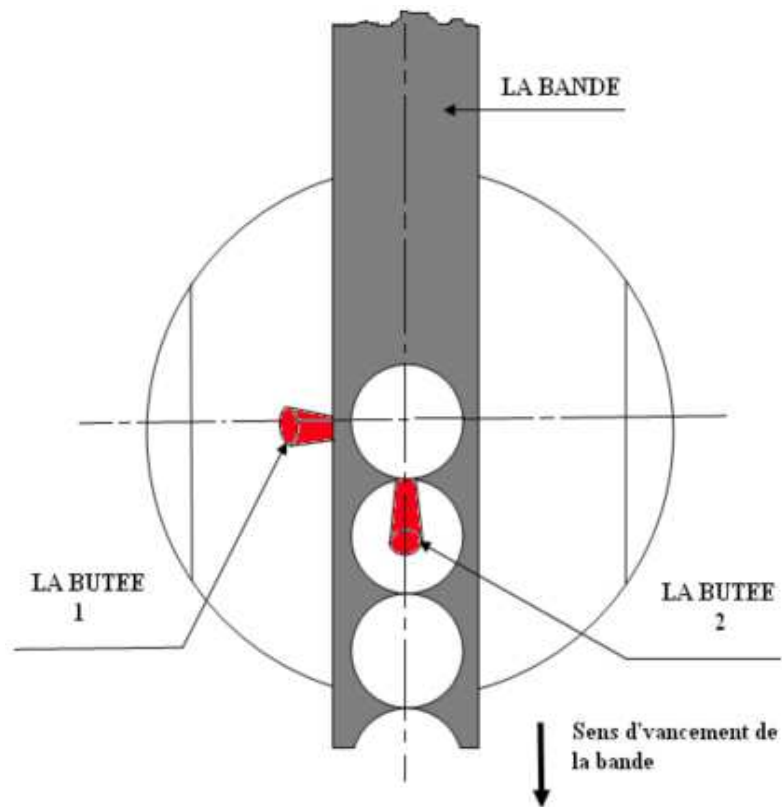


Figure I.22: Outil découvert à butées

I.6.8 -Outils à contre-plaque

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. On distingue deux types d'outils à contre-plaque selon l'avance du flan.

I.6.8.1 Outils à contre-plaque à engrenages

L'avancement du flan se fait par l'intermédiaire d'un engrenage, ce dernier tourne et entraîne avec lui le flan. En dépit de son manque de précision pour contrôler l'avance, on prévoit un buté de départ qui met la bande en position lors du premier coup de presse.

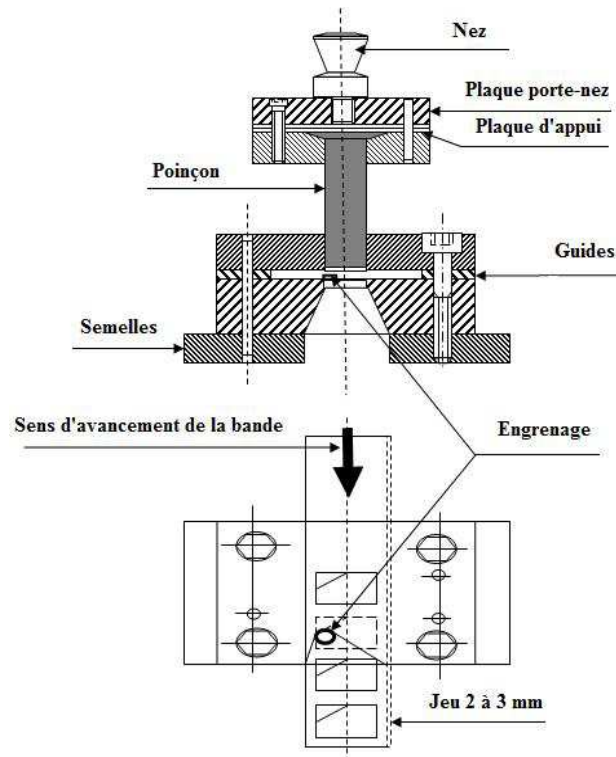


Figure I. 23: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par engrenage

I.6.8.2 Outils à contre-plaque à couteau

Sa conception est identique à celle de l'outil précédent sauf en ce qui concerne le contrôle de l'avance. L'engrenage est supprimé ; il est remplacé par un poinçon latéral appelé couteau et sa longueur est égale au pas. Entre deux coups successifs de presse, la bande est poussée ou tirée et vient buter contre le guide. Cette butée assure un contrôle de l'avance plus précis qu'avec l'engrenage.

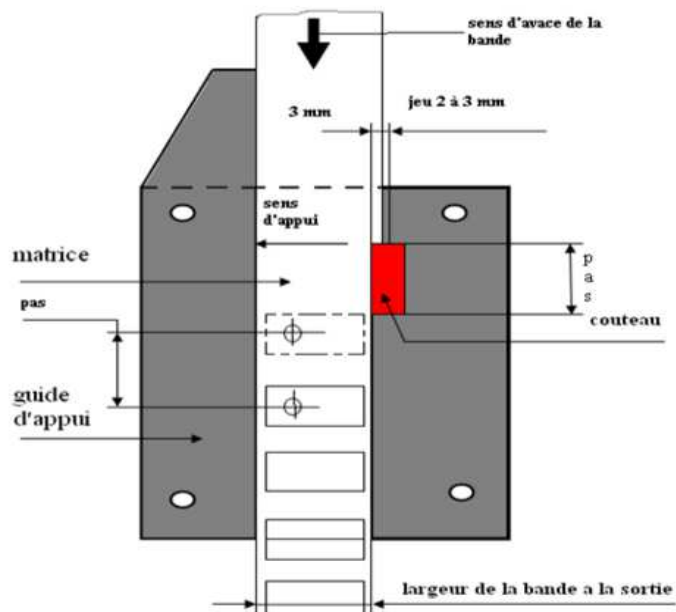


Figure I.24: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par couteau

I.6.9 -Outil de pliage [5]

Les outils de pliage sont variés à l'infini et sont déterminés par la pièce à produire. On distingue trois de ces derniers :

I.6.9.1 Outil de pliage en V

L'outil de pliage en **V** est composé d'un poinçon et d'une matrice, généralement, utilisé, pour obtenir des pièces en forme de cornière, formants l'angle de la pièce à réaliser (le **V**), équipé aussi d'un drageoir. Ce dernier est fixé sur la matrice, qui centre le flan à plier.

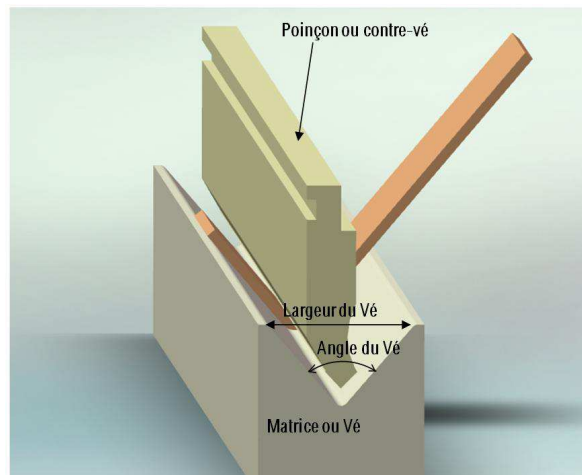


Figure I.25: Outil de pliage en V

I.6.9.2 Outil de pliage en U

En appliquant le même principe que celui du pliage en **V**, l'outil de pliage en **U** comporte presque les mêmes éléments que le précédent. Ils ne diffèrent que par la forme du poinçon, et de la matrice. Cet outil relève simultanément les deux ailes de **U**. Il travaille par symétrie.

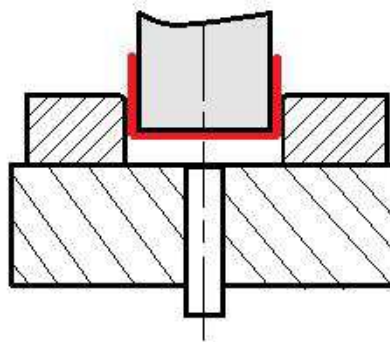


Figure I.26: Exemple d'Outil de pliage en U

I.6.9.3 Outil de pliage en Équerre

Utilisé pour le pliage à 90° , il se compose d'un poinçon, d'une matrice et d'un fond de matrice, qui joue le rôle d'un éjecteur.

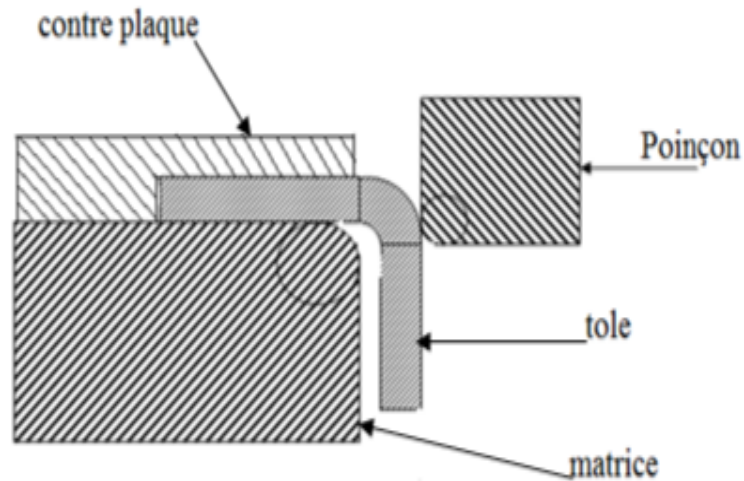


Figure I.27: Exemple d'Outil de pliage en Équerre

I.7 -Montage des Outils sur les Presses

I.7.1 -Petite Presse

- ✓ Partie inférieure de l'outil

Le plateau des presses présente des trous taraudés, leurs positions varient selon les constructeurs de presses, et des cales de pressions. Les semelles sont fixées sur le plateau par vis ou par bridage

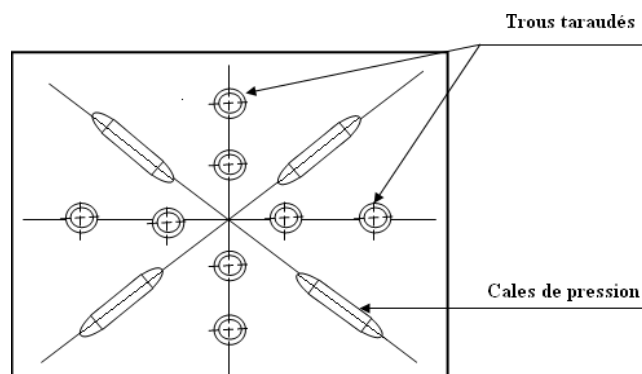


Figure I.28: Plateau de presse

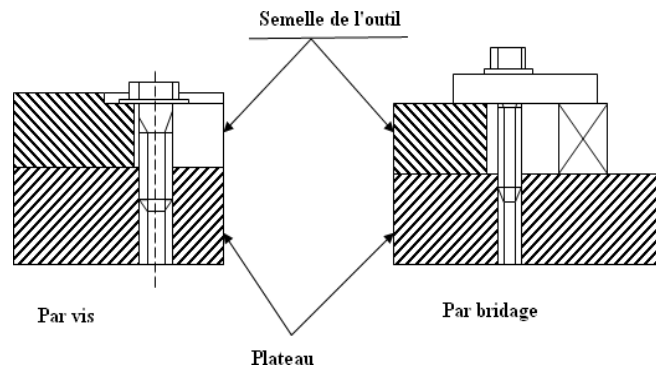


Figure I.29: Système de fixation des semelles sur le plateau

✓ Partie supérieure de l'outil

L'outil porte un nez qui est monté dans le trou lisse du coulisseau, il est serré par le chapeau puis bloqué par la vis de pression. (La vis de pression agit sur la partie tronconique du nez). Les trous des oreilles du coulisseau permettent la fixation des outils longs.

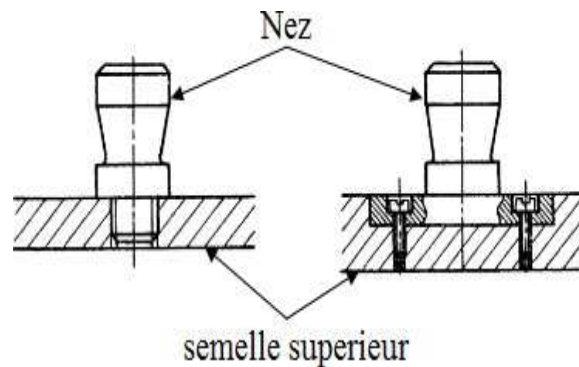


Figure I.30: Système de fixation de la partie supérieure de l'outil

I.7.2 -Grosse Presse

La semelle du coulisseau et le plateau de la presse portent des rainures en T. La semelle supérieure et inférieure de l'outil sont fixées par boulons ou par brides.

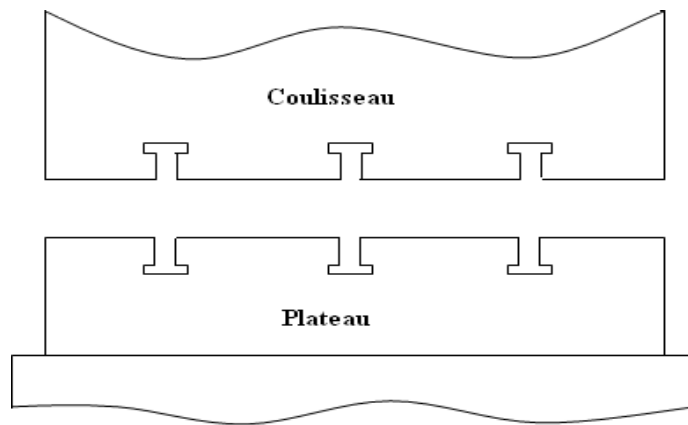


Figure I.31: Système de fixation pour les grosses presses

I.8 -Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait un aperçu global sur les différents types de presses utilisées dans l'industrie, leur classification, leur principe de fonctionnement, les différents mécanismes de commande et ainsi que les différents outils qui existent dans l'industrie, ce qui nous donnera une idée générale sur la conception de notre outil.

La connaissance des outils de presse doit permettre de développer une réflexion constructive pour répondre au mieux aux problèmes qui pourraient se poser au cours d'un projet. Pour permettre d'atteindre les objectifs de production, le choix d'une presse mécanique est basé sur les besoins spécifiques des applications.

CHAPITRE II
PROCEDES DE MISE EN FORME DES
TOLES

II.1 -Introduction

Les techniques de mise en forme des matériaux ont pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. Les procédés de mise en forme de tôle mécanique en produit fini à une importance considérable dans de nombreuses industries, parmi ces procédés on distingue : l'emboutissage, le détourage, le poinçonnage, le pliage

II.2 -Emboutissage [6]

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique d'une surface de métal entraînée par un poinçon dans une matrice. La surface est transformée par déplacement moléculaire de la matière difficilement réversible.

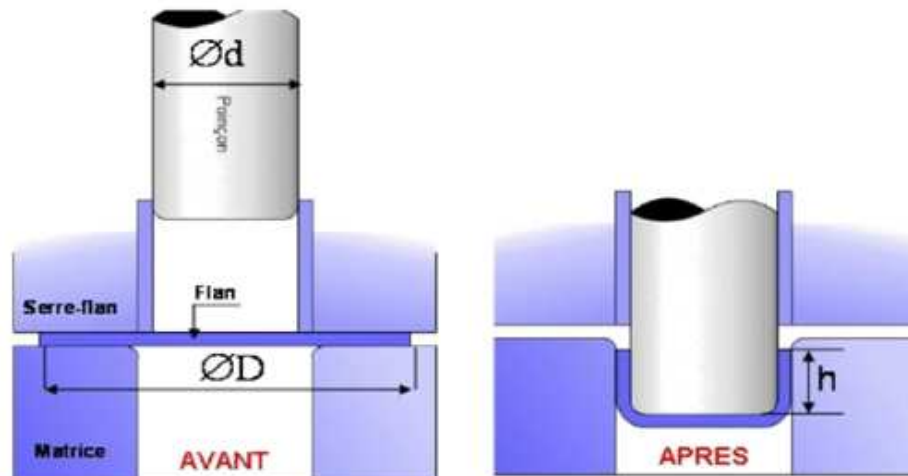


Figure II.1: Emboutissage

II.2.1 -Différents types d'emboutissages [7]

II.2.1.1 -Emboutissage à froid

Il est réalisé sur des presses mécaniques. L'emboutissage à froid est réservé aux matériaux d'épaisseur inférieure à 6mm (aluminium, aciers inoxydables, laiton, aciers doux (0.2% C max)), ce procédé impose, sauf rares exceptions, un outillage double effet.

Les emboutis peu profonds ou ne nécessitant pas d'importants efforts de serrage, sont exécutés sur des presses double effet. Le serre-flan applique la tôle sur la matrice pendant toute la durée du travail du poinçon, l'opération terminée, la pièce est dégagée soit à l'aide de l'éjecteur, soit à travers la matrice.

II.2.1.2 -Emboutissage à chaud

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

II.3 -Découpage [8]

Le découpage à froid consiste à détacher par cisaillement un contour donné d'un PRODUIT PLAT (TOLE), l'opération se fait sur une presse par l'intermédiaire d'un outil dont les parties travaillantes (ARETES DE COUPE) sont le poinçon et la matrice qui glissent l'une par rapport à l'autre. L'élément de tôle détaché est appelé le flanc ou la débouchure.

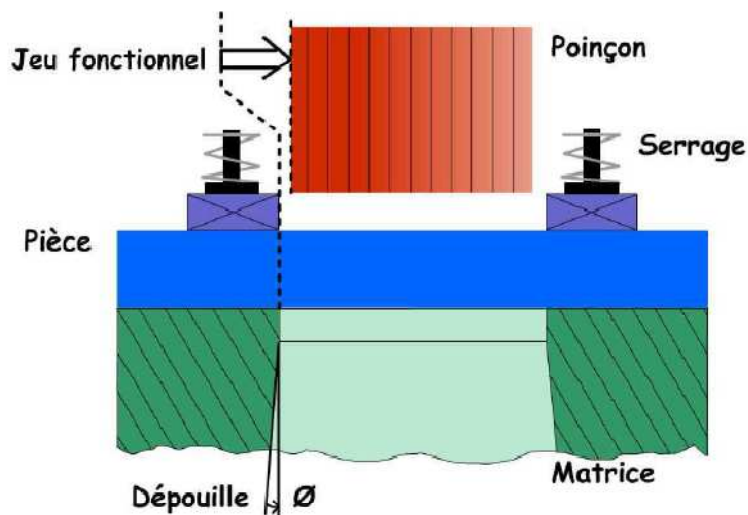


Figure II.2: Eléments principaux constituant un outil de

II.3.1 -Principe

Une partie de l'outil associant poinçon(s) et matrice(s) est bridée sur la table fixe de la presse, tandis que l'autre partie est animée du mouvement alternatif du coulisseau. A chaque course, un ou plusieurs découpages sont effectués.

II.3.2 -Quelques types de découpage

- ✓ **Poinçonnage** : Le poinçonnage est une opération de découpage qui consiste à faire des trous sur des tôles à l'aide d'un poinçon en relevant toute la matière en un seul coup.

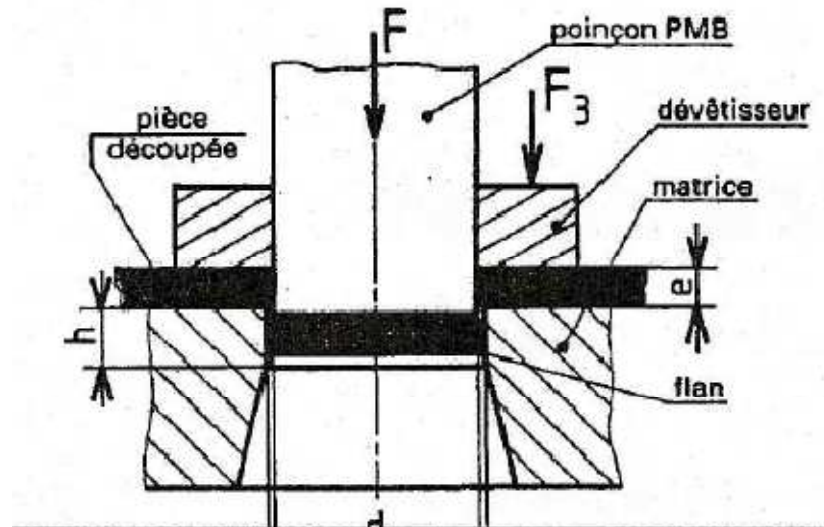


Figure II.3: Découpage par poinçonnage

- ✓ **Cisaillage [9]** : Deux outils (lames, poinçon et matrice, molettes) soumettent la matière à une compression qui provoque la déformation puis la rupture par cisaillement. En fonction de la géométrie des outils en présence, le découpage est effectué progressivement ou simultanément suivant un contour prédéterminé.

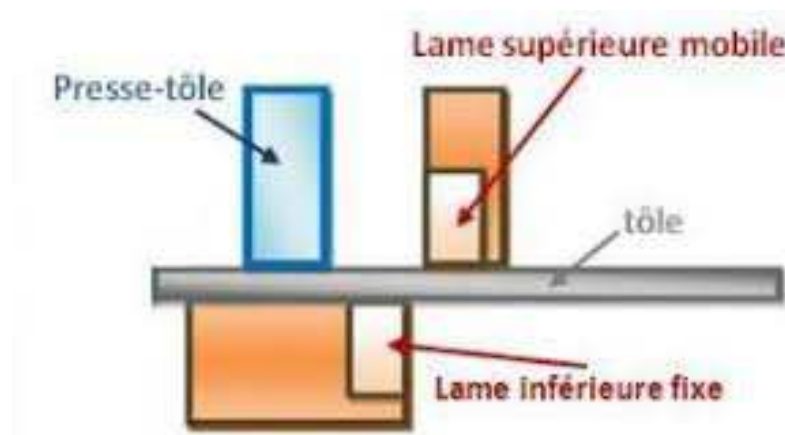


Figure II.4: Découpage par cisaillage

- ✓ **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 II.5: Découpage par détourage

II.4 -Pliage

II.4.1 -Introduction

Le pliage est un élément de fabrication essentiel dans l'industrie, il consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées.

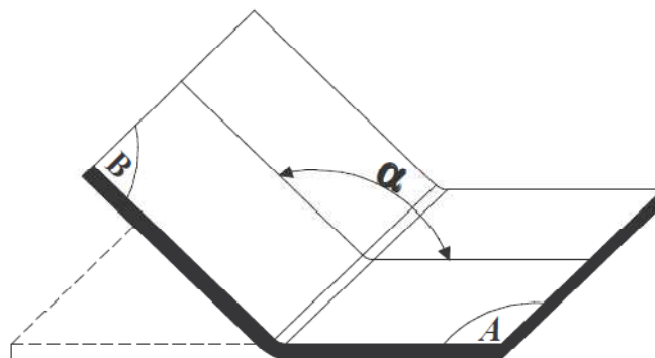


Figure II.6: L'action de pliage

II.4.2 -Principe de pliage

La tôle est soumise à une flexion localisée. La terminologie du pliage est exposée au cours de la flexion, Sous l'action d'une force appliquée sur la tôle reposant sur deux ou plusieurs appuis, ou encastré à une extrémité, la tôle est fléchie.

II.4.3 -Les différents modes de pliage [9]

II.4.3.1 Pliage en l'air

Le poinçon a un angle inférieur à celui de la matrice. Le rayon intérieur du pli est égal ou supérieur à l'épaisseur de la tôle .un outillage peut réaliser différents angle de pliage. Ce mode de pliage donne lieu au phénomène d'élasticité résiduelle.

II.4.3.2 Pliage en frappe

Le poinçon et la matrice ont des angles égaux. L'arête du poinçon pénètre dans la tôle en fin de course (matriçage). Le rayon intérieur du pli est inférieur à l'épaisseur de la tôle et égal à celui du poinçon. Ce mode de pliage diminue considérablement l'élasticité résiduelle mais nécessite un effort nettement plus important que le pliage en l'air. D'autre part, il faut un outillage pour chaque angle de pliage.

II.4.4 -Les différents types de pliage

II.4.4.1 -Le pliage en V^é [10]

Dans le cas du pliage en V^é, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du V^é 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.

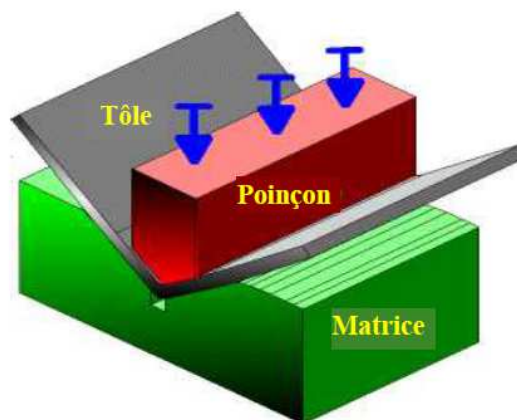


Figure II.7: Pliage en V^é

II.4.4.2 -Le pliage en U [10]

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

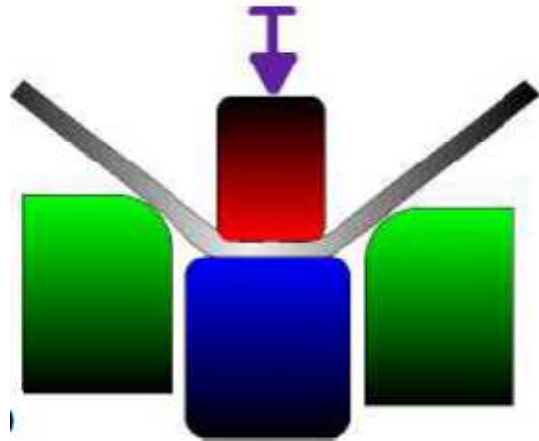


Figure II.8: Pliage en U

II.4.4.3 -Le pliage en L [11]

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.

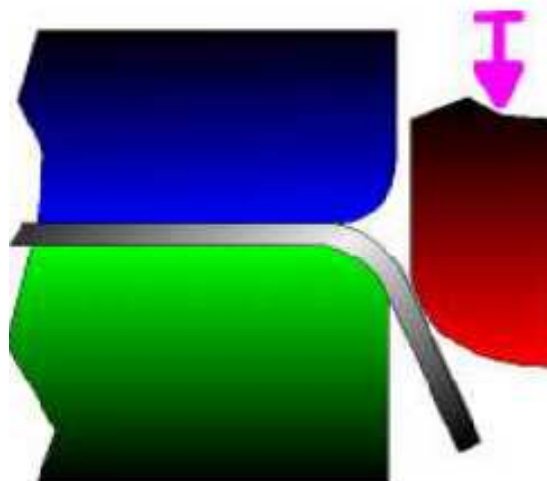


Figure II.9: Pliage en L

II.4.5 - Paramètres influents sur l'opération de pliage [11]

II.4.5.1 Le rayon de la matrice de pliage

Afin d'éviter le découpage ou l'étirage de la pièce à plier, le rayon de la matrice doit être supérieur à deux fois l'épaisseur de la tôle.

$$r \geq 2e$$

II.4.5.2 Le jeu du pliage

Lors de la conception de l'outil de pliage, il faut prévoir un jeu de pliage entre l'arête verticale extérieure du poinçon et l'arête intérieure de la matrice. Le jeu doit être égal à l'épaisseur de la tôle plus une tolérance maximale.

$$J \geq e + \text{tolérance max}$$

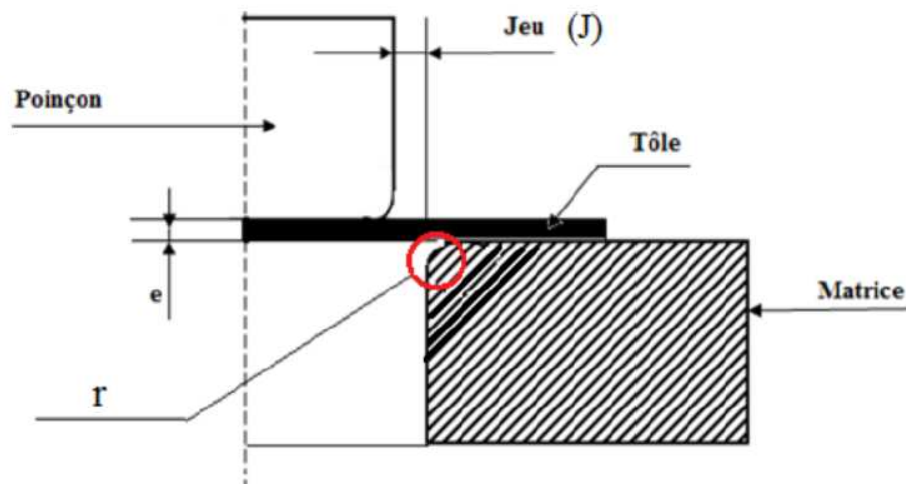


Figure II.10: Jeu du pliage

II.4.6 -Rayon de pliage

Lors du pliage de la tôle, si on utilise un poinçon pointu, il y aura amincissement, sur la courbe extérieure du pli. Il y aura donc risque de rupture de la pièce.

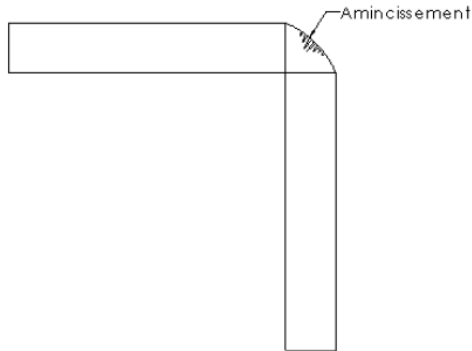


Figure II.11: Pliage poinçon pointu

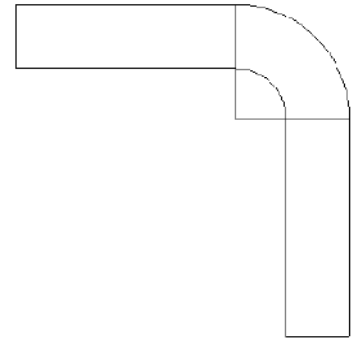


Figure II.12: Pliage poinçon avec un rayon

Pour éviter ce problème, on utilisera un poinçon avec un rayon. Le rayon que l'on utilisera, doit correspondre à des normes. Habituellement, le rayon doit correspondre à l'épaisseur de la tôle.

L'équation donnant le rayon minimum est :

$$R_{min} = \frac{e}{\left(\frac{A\% - 4}{100 - Z}\right) \times \left(\frac{A\% - 4}{100 - Z} + 2\right)}$$

Avec :

R min : Rayon minimal du pli en mm.

e: Epaisseur de la tôle en mm.

A% : Allongement.

Z : Coefficient de striction

Le rayon minimum choisi en fonction du pourcentage d'allongement du matériau à plier tel qu'il est présenté dans le tableau suivant :

Tableau II.1: Rayon minimum en fonction de A%

A% ≥	33%	20%	14%	12%	08%	07%
Ri =	e	2e	3e	4e	5e	6e

II.4.7 -Position de la fibre neutre [9]

Lors du pliage, la tôle subit une pression qui change l'orientation des fibres.

- Les fibres situées vers l'extérieure du pli s'allongent.

-Les fibres situer vers l'intérieure du pli se raccourcissent.

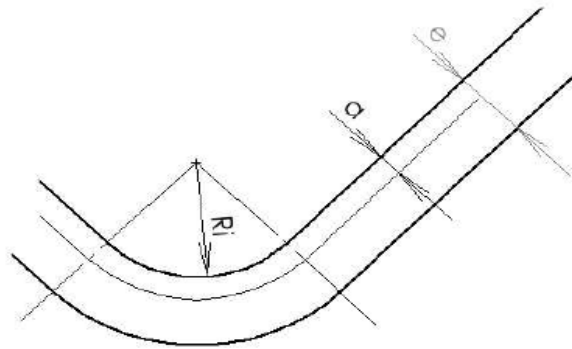


Figure II.13: Position de la fibre neutre

II.4.7.1 Tableau du positionnement de la fibre neutre [13]

Elle se situe à la distance a du bord intérieur. Suivant le rapport Ri/e , a varie comme suit:

Tableau II.2: La variation de la distance de "a" suivant Ri/e

Ri/e	Environ 1	Environ 2	Environ 3
a	$e/3$	$2e/5$	$e/3$

Exemple :

Tôle d'une épaisseur : $e=1\text{mm}$, et un rayon de pliage : $Ri=2\text{mm}$.

$$\frac{Ri}{e} = \frac{2}{1} = 2 \rightarrow a = \frac{2e}{5} = 0.4\text{mm}$$

Rayon de la fibre neutre égale a : $Ri + a=2.4\text{mm}$

II.4.8 -Rayon du poinçon [12]

Pour obtenir des pièces à des cotes précises, il faut tenir compte du retour élastique au moment de la conception de l'outillage. D'où le rayon du poinçon à utiliser en pliage :

$$\frac{R_p}{e} = \frac{\frac{R}{e}}{1 + 3 \frac{R \cdot R_e}{E \cdot e}}$$

Remarque : Cette formule est valable que pour les grands rayons de pliage:

$$\left(\frac{R_{int}}{e} > 10\right)$$

Avec:

- **E** module d'élasticité de la tôle (N/mm²)
- **e** épaisseur de la tôle (mm)
- **R_e** limite élastique (N/mm²)
- **R** rayon de la pièce final (mm)
- **R_p** Rayon de l'outil de pliage (mm)

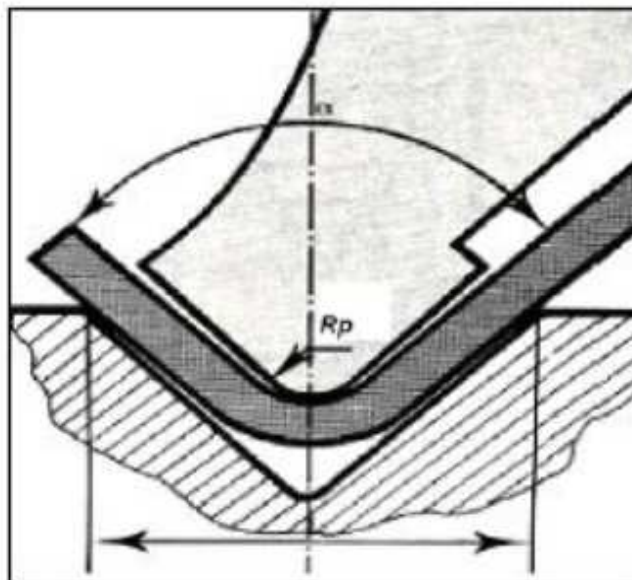


Figure II.14: Rayon du poinçon

II.4.9 -Angle de poinçon [12]

La fibre neutre de la tôle garde une longueur constante au cours du pliage et au cours du retour élastique, on a $\alpha_0 \times R_0 = \alpha \times R$ donc $\frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{R_0}{R} = K$ avec α_0 angle de l'outil de pliage, α angle à obtenir. La valeur de K dépend du rapport $(\frac{R_i}{e})$ et du matériau à plier voir (Figure II.15).

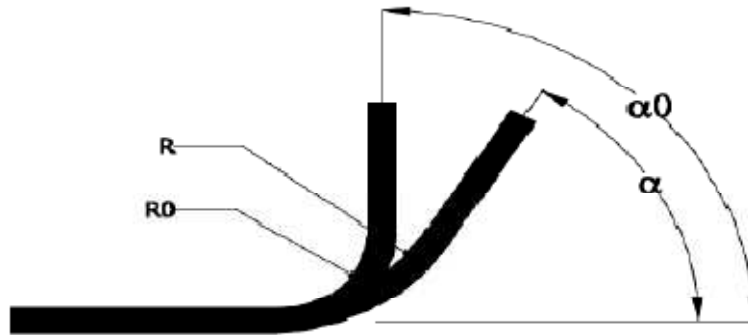


Figure II.15: Angle de poinçon

Pour déterminer les paramètres de l'outil de pliage

$$\frac{R_i}{e} = ? \rightarrow K$$

$$K = \frac{R_0 + \frac{e}{2}}{R + \frac{e}{2}} \rightarrow R_0 = K \times \left(R + \frac{e}{2} \right) - \frac{e}{2}$$

$$K = \frac{\alpha}{\alpha_0} \rightarrow \alpha_0 = \frac{\alpha}{K}$$

K : coefficient de retrait

Tableau 3: Coefficient de retrait K [12]

k		Aluminium	Acier doux	Laiton	Inox Z2CN18-10
R / e	1	0.99	0.99	0.98	0.99
	2	0.99	0.99	0.97	0.97
	4	0.99	0.98	0.95	0.94
	10	0.99	0.95	0.92	0.90
	40	0.99	0.85	0.82	0.85

II.4.10 -L'effort de pliage [13]

On pratique, on admet que l'effort nécessaire pour former un pli est égal au dixième de l'effort nécessaire pour cisailier la section de la tôle à cet endroit.

$$F = \frac{e \times L \times Rc}{10}$$

F : Effort de pliage (daN).

e : L'épaisseur de la tôle, (en mm).

L : La longueur de la ligne de pliage, (en mm).

Rc : Résistance de la tôle au cisaillement, (en daN /mm²).

II.4.11 - Retour élastique [14]

Sous l'action du poinçon, la tôle se plie et forme un angle θ_0 . Lorsque l'effort n'est plus maintenu et que le poinçon se retire, la tôle se relâche brusquement et l'angle d'ouverture passe à une valeur θ différente de θ_0 ; c'est le phénomène de retour élastique schématisé par la (figure II.16)

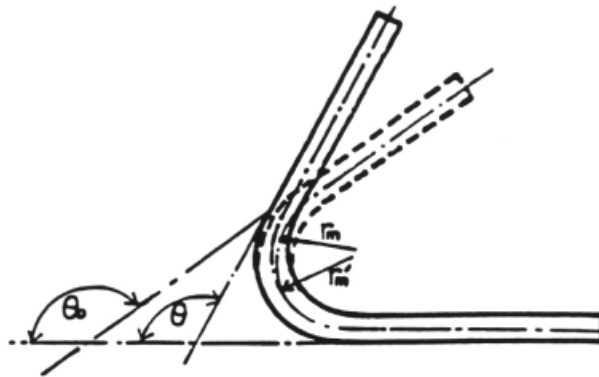


Figure II.16: phénomène du retour élastique

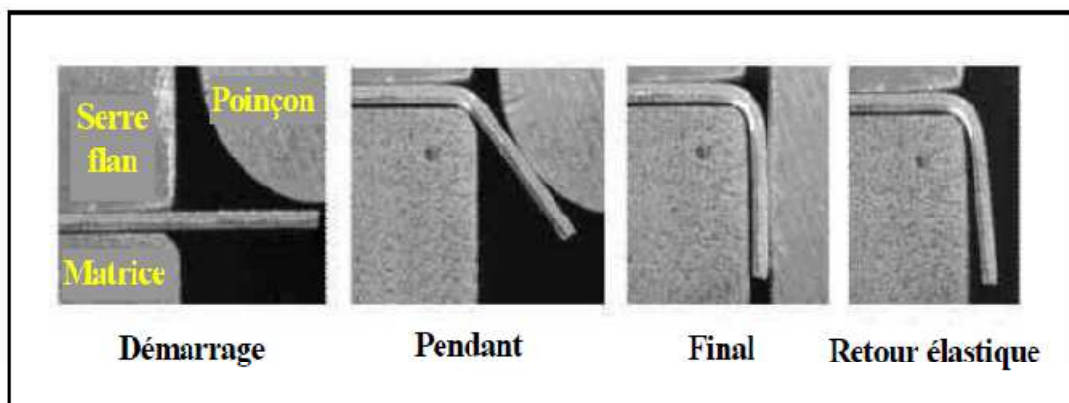


Figure II.17: Retour élastique après le pliage

II.4.11.1 Influence de l'épaisseur de la tôle et du rayon de pliage

Le retour élastique est souvent désigné dans la littérature par le rapport $k = \theta / \theta_0 = rm / r'm$ (figure II.16). Une représentation graphique de cette valeur en fonction du rapport rayon de pliage sur l'épaisseur (figure II.17) montre nettement que lorsque l'épaisseur augmente, le retour élastique diminue et lorsque le rayon de pliage augmente, le retour élastique augmente.

D'un point de vue des paramètres du process, il apparaît que plus l'ouverture de la matrice est importante, plus le retour élastique est important, et plus le rapport de la force de frappe sur la force maximale de pliage est élevé, plus le retour élastique sera faible.

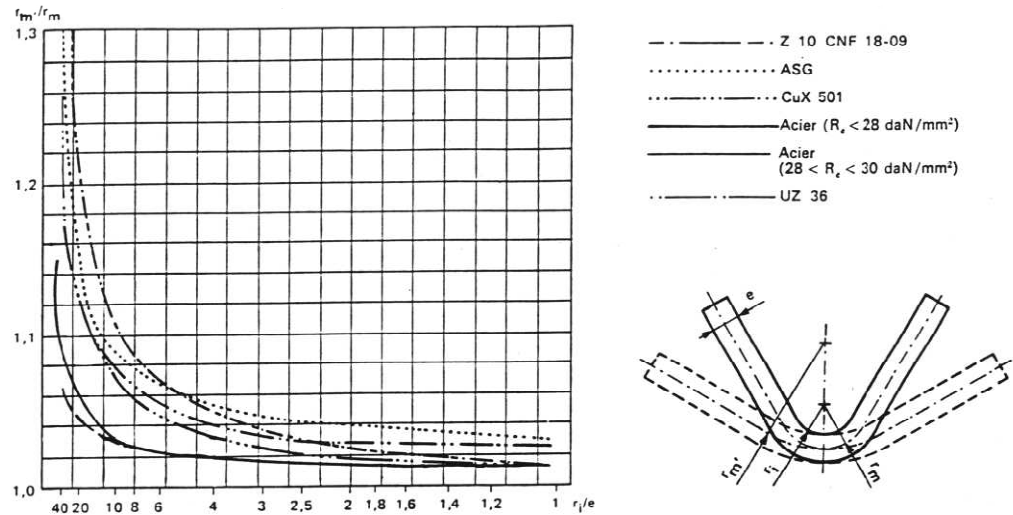


Figure II.18: Retour élastique exprimé en fonction du rayon intérieur de pliage sur l'épaisseur

II.5 -Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude théorique sur le pliage et les modes de pliage effectués sur presses, et aussi la présentation de l'outillage en particulier la matrice et les différents paramètres qui l'influent comme son rayon et le jeu entre poinçon et matrice, et enfin les différents calculs qui rentrent comme l'effort de pliage ainsi que la prévention du retour élastique.

CHAPITRE III
ETUDE ET CONCEPTION DE L'OUTIL

III.1 -Introduction

Dans le secteur de l'industrie de l'électroménager, il existe une grande diversité de presses utilisées pour l'obtention des pièces de diverses formes, qui répondent aux besoins des fabricants. La conception d'outils utilisés dans ces presses, est contrainte à bien dimensionner l'outil en fonction de la presse à choisir.

Une conception est toujours associée à une partie d'étude et de calcul pour assurer la performance et avoir un produit fini de bonne qualité, dans des délais courts et à moindre coût avant de lancer sa production.

III.2 -Cahier des charges

Notre travail consiste à concevoir un outil de pliage des cotés carcasses d'une cuisinière ENIEM 6500. Les caractéristiques de cette pièce sont présentées sur le dessin de définition de la pièce. Le cahier des charges est fourni par l'entreprise et est présenté ci-après.

III.2.1 -Domaine d'utilisation

Produits plats laminés à froid, en acier doux sont utilisés pour la réalisation des pièces en tôlerie des cuisinières.

III.2.2 -Dimensions

N° de code	Epaisseur (mm)	Longueur (mm)	Largeur (mm)
-	0.6	534.60	469.60

III.3 -Caractéristiques

La tôle doit être conforme à la norme française NF EN 10209-DC04EK.

III.3.1 -Caractéristiques mécaniques du matériau

Re(Mpa)	Rm(Mpa)	A80 % min	σ_r moyenne min
140/220	270/350	36	-

Pour assurer un bon fonctionnement de l'outil et une bonne résistance aux efforts, on a la valeur maximale $R_m=350\text{MPa}$ (Résistance de la tôle)

Généralement, on admet que la résistance de cisaillement (R_c), correspondant a (8 /10) de la résistance a la rupture (R_m) :

$$R_c=0.8\times R_m \rightarrow R_c=0.8\times 350=280\text{Mpa}$$

III.3.2 -Composition chimique du matériau en pourcentage(%)

C	Ti	Mn	P	S	Fer
0.08	-	0.50	0.030	0.050	99.34

III.4 -Emplacement de la pièce

Cette figure illustre l'emplacement exacte de la pièce sur notre cuisinière ENIEM



Figure III.1: Emplacement de la pièce

III.5 -Travail demandé

Notre travail consiste à réaliser un outil de pliage pour la pièce coté carcasse d'une cuisinière ENIEM 6500.

III.5.1 -Opération

Réalisation de quatre (04) plis avec un outil de pliage, ce qui nous donne la forme indiquée par la figure ci-dessous

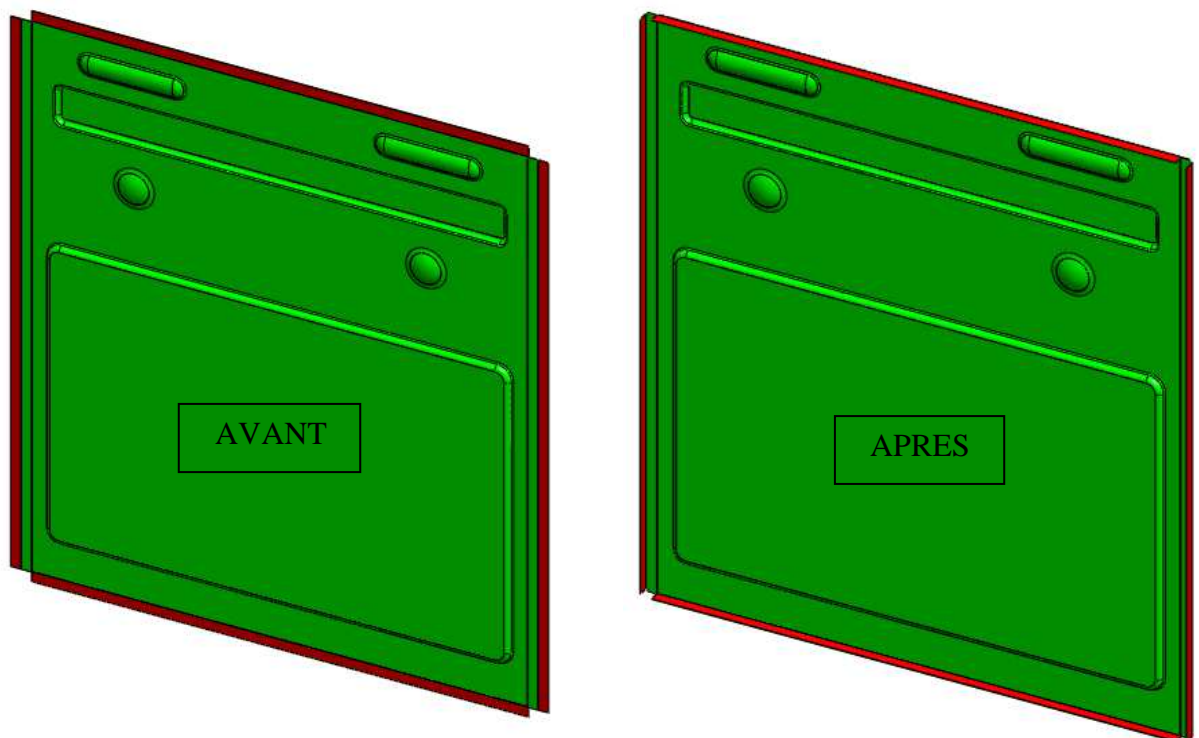


Figure III.2: Coté carcasse avant et après le pliage

III.6 -Jeu entre poinçonde pliage et matrice

$$J = e + \text{tolérance max}$$

$$J = 0,6 + 0,05 = 0,65 \text{ mm}$$

III.7 -Calcul des efforts de pliage

On doit réaliser (04) plis en une seule opération

Calcul du pli 01:

$$F1 = \frac{e \times L \times Rc}{10} = \frac{0,6 \times 468,40 \times 280}{10} = 7869,12 \text{ Mpa}$$

$$F1 = \frac{7869,12}{10} = 786,91 \text{ daN}$$

$$F1 = 786,91 \text{ daN}$$

Calcul du pli 02 :

$$F2 = \frac{e \times L \times Rc}{10} = \frac{0,6 \times 530,60 \times 280}{10} = 8914,08 \text{ Mpa}$$

$$F2 = \frac{8914,08}{10} = 891,40 \text{ daN}$$

$$F2 = 891,40 \text{ daN}$$

Calcul du pli 03:

Les deux plis 02 et 03 ont la même longueur de la ligne de pliage, donc :

$$F2 = F3$$

$$F3 = 891,40 \text{ daN}$$

Calcul du pli 04:

Aussi, le pli 01 et le pli 04 ont de même longueur de la ligne de pliage, donc :

$$F1 = F4$$

$$F4 = 786,91 \text{ daN}$$

Effort total de pliage

$$F_p = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= (891,40) \times 2 + (786,91) \times 2$$

$$F_p = 3356,62 \text{ daN}$$

III.8 - Effort de dévêtissage (Serre-Flan) [15]

L'effort d'extraction du poinçon de pliage est égal à 7% de l'effort totale de pliage, donc :

$$F_{dév} = F_p \times 7\%$$

$$F_{dév} = 3356,62 \times 0,07$$

$$F_{dév} = 234,96 \text{ daN}$$

III.9 - Choix de nombre de ressorts a utilisé

Les ressorts doivent assurer le maintien de la pièce à plier contre la matrice. Pour éviter la remontée de cette dernière lors du retour des poinçons de pliage et pour des raisons d'équilibre et que la taille de l'outil est assez importante on utilise 8 ressorts. Les ressorts son classés par couleur, ce qui signifie le type de charge.

L'effort assuré par un seul ressort est donné par la relation suivante:

$$F_{ressort} = \frac{F_{dév}}{N}$$

$$F_{ressort} = \frac{2349,6}{8} = 293,7$$

$$F_{ressort} = 293,7 \text{ N}$$

N : nombre de ressorts

III.9.1 -Calcul de la raideur des ressorts [15]

$$F_{\text{ressort}} = K \times X$$

$$K = \frac{F_{\text{ressort}}}{X} = \frac{293.7}{9}$$

$$K = 32,63 \text{ N/mm}$$

Avec :

K : La raideur du ressort, (en N/mm).

x : La course de compression du ressort (x = 9 mm).

$$K = F_{\text{ressort}}/x$$

Pour le dimensionnement du ressort qui supportera l'effort F_{ressort} , il est nécessaire de consulter des abaques. Ces abaques classent les ressorts par couleur, ce qui correspond au type de charge, comme la montre les figures ci-dessous

Ressorts système SZ 80..

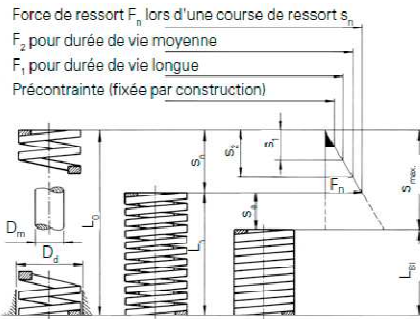
STEINEL®



Figure III.3: Classification des ressorts par couleur

Ressorts système SZ 8010

Pour charge légère, couleur d'identification verte



ISO 10243

Ressorts de pression à vis pour charge légère

Matériau :
Fil d'acier à ressort de soupape profilé (52SiCrNi5)

Les ressorts sont ajustés, rapprochés et soumis à rectification parallèle à angles droits.

Exemple de commande Ressort système pour charge légère **SZ 8010**
D_d – 25 mm, L₀ – 76 mm
Complément **25 x 076**
Numéro de commande **SZ 8010.25 x 076**

N° de commande SZ 8010.									
Ø douille D _d H15	Ø mandrin D _{mh15}	Fil	Longueur sans charge L ₀	Coefficient d'élasticité en N/mm c ± 10%	Durée de vie longue s ₁ = 30% en mm		Course de travail max. s ₂ = 40% en mm		
					F ₁ en N	F ₂ en N			
25	12,5	5,3 x 2,7	25	100,0	7,5	750	10,0	1000	25 x 025
			32	80,3	9,6	771	12,8	1028	25 x 032
			38	62,0	11,4	707	15,2	942	25 x 038
			44	52,9	13,2	698	17,6	931	25 x 044
			51	44,0	15,3	673	20,4	898	25 x 051
			64	35,2	19,2	676	25,6	901	25 x 064
			76	28,0	22,8	638	30,4	851	25 x 076
			89	24,0	26,7	641	35,6	854	25 x 089
			102	21,1	30,6	646	40,8	861	25 x 102
			115	18,7	34,5	645	46,0	860	25 x 115
			127	16,7	38,1	636	50,8	848	25 x 127
			139	15,3	41,7	638	55,6	851	25 x 139
			152	14,0	45,6	638	60,8	851	25 x 152
			178	12,5	53,4	668	71,2	890	25 x 178
			203	10,4	60,9	633	81,2	844	25 x 203
			305	7,0	91,5	641	122,0	854	25 x 305
32	16	6,7 x 3,3	38	94,0	11,4	1072	15,2	1429	32 x 038
			44	79,5	13,2	1049	17,6	1399	32 x 044
			51	67,0	15,3	1025	20,4	1367	32 x 051
			64	53,0	19,2	1018	25,6	1357	32 x 064
			76	44,0	22,8	1003	30,4	1338	32 x 076
			89	37,2	26,7	993	35,6	1324	32 x 089
			102	32,0	30,6	979	40,8	1306	32 x 102

Figure III.4: Abaque de classification des ressort (STEINEL) [16]

D'après l'Abaque ci-dessus, nous avons opté pour des ressorts de couleur verte dont les caractéristiques sont les Suivantes :

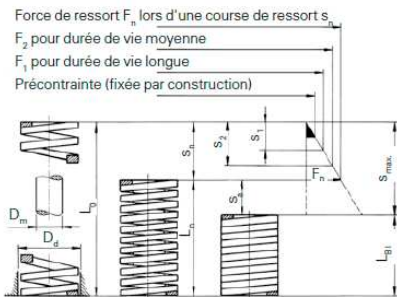
Tableau III.1:Caractéristiques du ressort choisi

D (mm)	d (mm)	L (mm)	K (N/mm)	A 40% (mm)	F _{ressort} (N)
32	16	89	37.2	35.6	1324

III.9.2 Choix des ressorts d'éjection

Ressorts système SZ 8005

pour charge extra légère, couleur d'identification mauve



Ressort de pression à vis pour charge extra légère

Matériau :
 Fil d'acier à ressort de soupape profilé (52SiCrNi5)

Les ressorts sont ajustés, rapprochés et soumis à rectification parallèle à angles droits.

Exemple de commande : Ressort système pour charge extra légère **SZ 8005**
 $D_d = 25$ mm, $L_0 = 76$ mm
 Complément **25 x 076**
 Numéro de commande **SZ 8005.25 x 076**

Complément du n° de commande avec dimension

N° de commande **SZ 8005.** □ x □

Ø douille D_d	Ø mandrin D_{mhs}	Fil	Longueur sans charge L_0	Coefficient d'élasticité en N/mm $c \pm 10\%$	Durée de vie longue		Course de travail max.		
					$s_1 = 35\%$ en mm	F_1 en N	$s_2 = 50\%$ en mm	F_2 en N	
10	5	2,1 x 0,9	25	8,5	8,8	74	12,5	103	10 x 025
			32	6,5	11,2	73	16,0	104	10 x 032
			38	5,5	13,3	73	19,0	105	10 x 038
			44	5,0	15,4	77	22,0	110	10 x 044
			51	4,5	17,9	80	25,5	115	10 x 051
			64	3,3	22,4	74	32,0	103	10 x 064
			76	3,2	26,6	85	38,0	122	10 x 076
			305	0,6	106,8	61	152,5	92	10 x 305

III.9.3 -Calcul de l'effort total des ressorts (serre flan)

$$F_{ressort} = F \times 8$$

$$= 1324 \times 8 = 10592 \text{ N}$$

$$F_{ressort} = 1059.2 \text{ daN}$$

III.9.4 -Calcul de l'effort total des ressorts (éjecteur)

Vu la forme de la pièce à l'état plié, et pour éviter la coïncidence de la pièce sur la matrice, nous avons choisi six (06) ressorts éjecteurs

$$F_{ejecteur} = F \times 6$$

$$F_{ejecteur} = 106 \times 6 = 636 \text{ N}$$

$$F_{ejecteur} = 63.6 \text{ daN}$$

III.10-Calcul de l'effort total fourni par la presse [15]

$$F_{pr} > F_{dév} + F_p + F_{ejecteur}$$

$$F_{pr} > 234,96 + 3356,62 + 63,6 = 3655,18 \text{ daN}$$

$$F_{pr} > 3655,18 \text{ daN}$$

$$F_{pr} > 3,7 \text{ tonnes}$$

III.11 -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 tels que :

- L'effort de la presse doit être supérieur aux effortsutilisés (Tonnage),
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieure à celle del'outil,
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieure à la hauteur de l'outil fermé.
- La nature des opérations à réaliser. Pour notre cas, il s'agit depliage.
- Une presse mécanique est mieux indiquée.

L'entreprise ENIEM dispose de différents types de presses. Le choix de presse dépend de l'effort calculé. D'après les résultats obtenus dans le cadre de notre travail, qui est le pliage et les dimensions de l'outil, nous avons opté pour une presse mécanique (T31B excentrique) dont ses caractéristiques sont données par le tableau ci-dessous,

Désignation de presse	Tonnage (T)	Table (mm)	Coulisseau (mm)	Course du coulisseau	Plage de réglage du coulisseau	Point mors haut	Point mors bas
T31B excentrique	200	1850×1250	1750×1250	315	125	1040	725

III.12- Conception de l'outil

La conception assistée par ordinateur (CAO)

La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, et de tester virtuellement des produits. Lorsqu'un système est affecté d'un nombre trop grand de paramètres, il devient difficile de tout contrôler. La CAO permet de concevoir des systèmes dont la complexité dépasse la capacité de l'être humain, et d'apprécier globalement le comportement de l'objet créé avant même que celui-ci n'existe. En CAO, on ne dessine pas, on construit virtuellement un objet capable de réagir dans son espace réel selon des lois régies par le logiciel. Durant notre conception nous avons utilisé le logiciel de conception appelé « SolidWorks ».

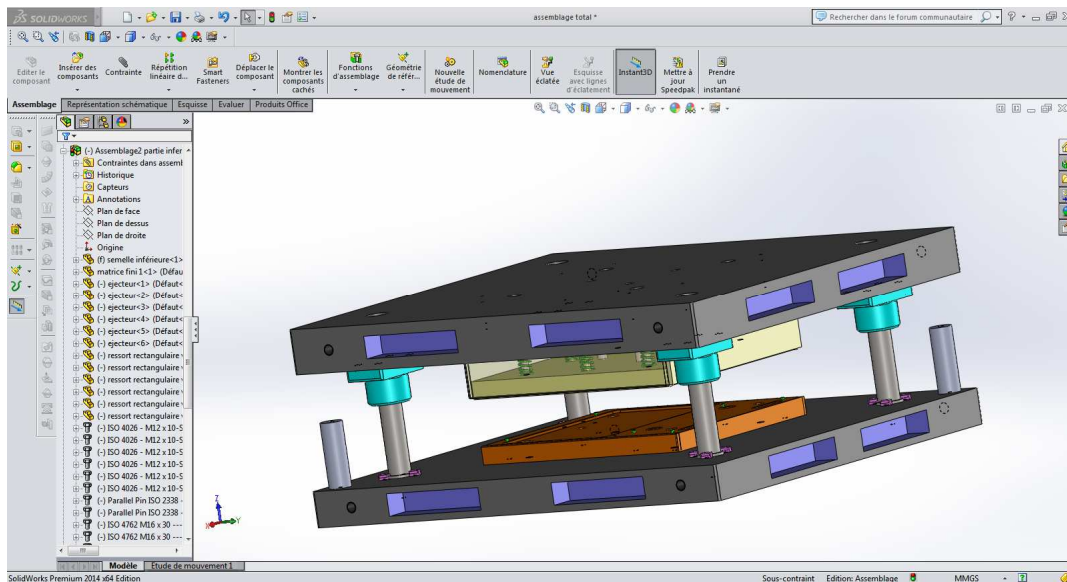


Figure III.5: Fenêtre principale de SolidWorks (outil)

Solide Works est un modelleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés. Un dossier complet contenant l'ensemble des relatifs à un même système constitue une maquette numérique.

Notre outil est constitué des éléments suivants :

a-Semelle inferieure

C'est une plaque sur laquelle les matrices sont ajustées ; son épaisseur doit être suffisante (80mm) pour résister surtout à l'effort de pliage.

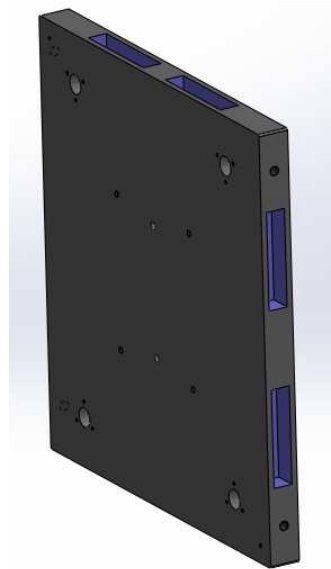


Figure III.6:Semelle inferieure

b-Semellesupérieure

La semelle supérieure de l'outil est la partie mobile bridée au coulisseau, son épaisseur doit être suffisante (100mm) pour résister surtout à l'effort de pliage.

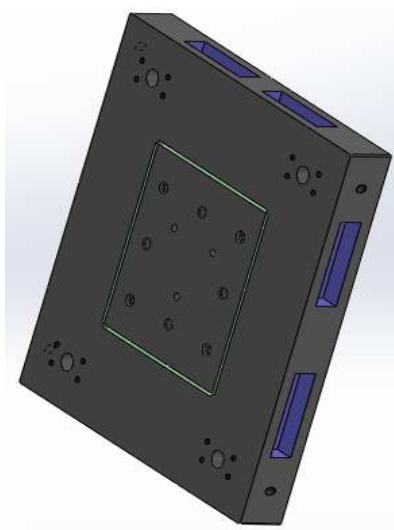


Figure III.7:Semelle supérieure

c- Matrice

Elle doit résister aux différents efforts tels que le découpage, poinçonnage et pliage. Elle est fabriquée de (Z200C12). Elle doit être suffisamment épaisse pour supporter l'effort du sert flan et éviter les déformations.

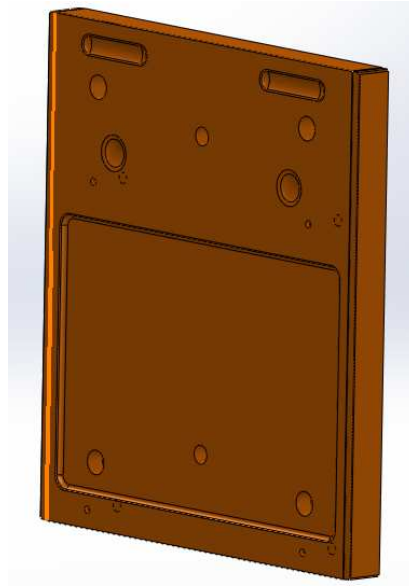


Figure III.8: Matrice

d-Serreflan

Son rôle est de serrer et de maintenir la pièce pendant l'opération pour éviter le glissement et la remontée de la pièce et pour sa les poinçons de pliage son décaler de 5 mm en haut pour assurer l'arrivée du serre flan a la pièce avant tous les poinçons de pliage.

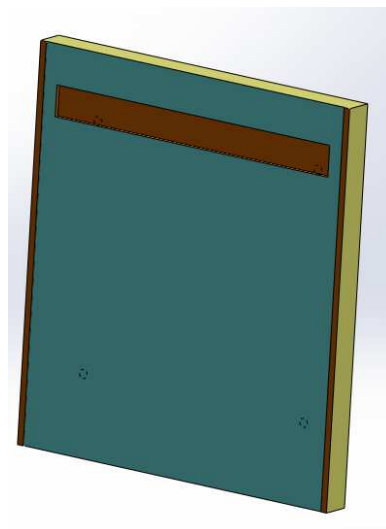


Figure III.9: Serre flan

d-Colonnes de guidage

Elles couissent dans les embases supérieures avec glissement et sont emmanchées sur les bagues de guidage à collerette inferieurs.

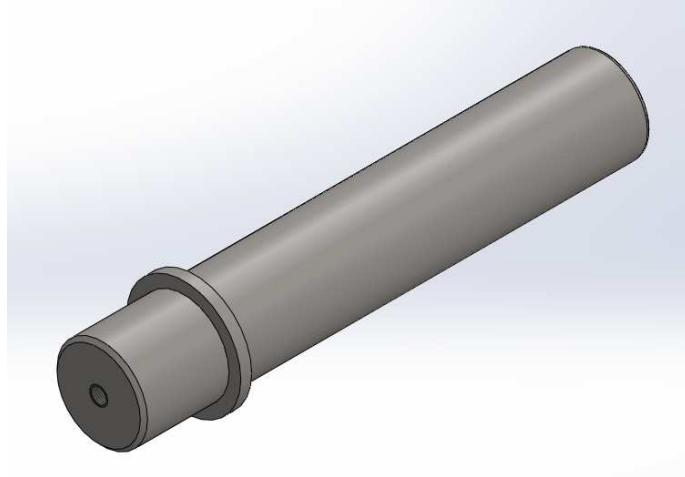


Figure III.10: Colonne de guidage

e-Embases

C'est des éléments qui assurent le guidage entre la semelle supérieure et la semelle inférieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage.

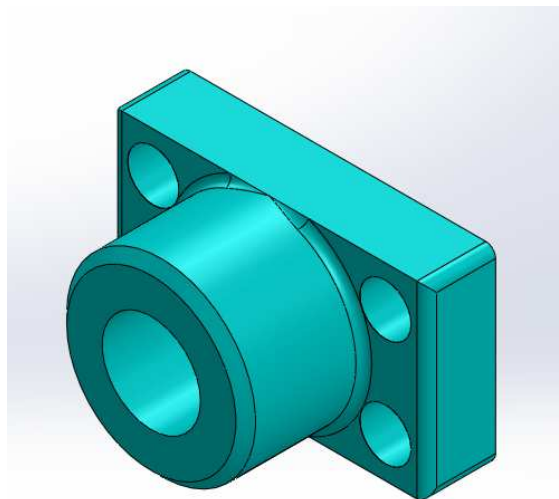


Figure III.11: Embase

f-Poinçon de pliage

Le poinçon doit être réalisé avec une matière rigide pour supporter l'usure et avoir des dimensions qui supportent l'effort de pliage. Pour notre outil on a deux (02) poinçons de pliage de longueurs différentes.

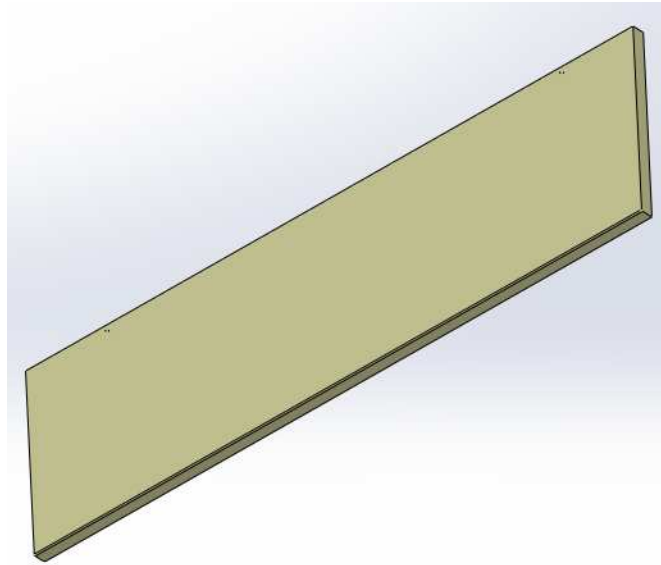


Figure III.12: Poinçon de pliage

g-Butées de fin de course

La butée de fin de course réglée à l'usine avec précision garantit que le point mort de la presse ne puisse pas être dépassé. La position de la tête de pression peut être réglée par l'intermédiaire du dispositif de guidage situé sur les montants de la presse et cela pour éviter le cisaillement des différentes pièces de l'outil.

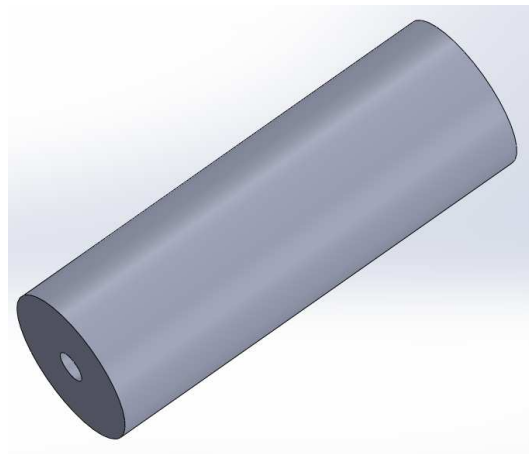


Figure III.13: Butée de fin de course

h-Ejecteur

Dispositif ou mécanisme servant à l'éjection de la pièce après l'opération de pliage.

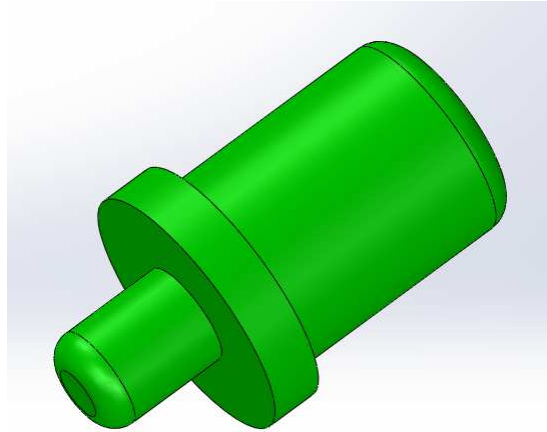


Figure III.14: Ejecteur

i-Élément de levage

Un élément de levage est un accessoire de levage permettant de connecter une charge à une manille ou un crochet de levage. Ils ont souvent une tige filetée pour les éléments à visser.



Figure III.15: Élément de levage

III.12.1 Indication d'assemblage

- Les différents éléments de l'outil seront fixés entre eux par des vis CHC.
- Le centrage et positionnement seront assurés par des goupilles.

III.13-Les matériaux utilisés

Pour un choix judicieux des matériaux à utiliser pour chaque pièce de l'outil, il faut tenir compte de toutes les sollicitations mécanique et physique pour avoir une durée de vie optimale et l'utilisation de l'outil dans les meilleures conditions.

Les caractéristiques principales :

- Résistance a l'usure.
- Résistance aux chocs et à la traction.
- Aptitude de subir des traitements thermiques et une bonne usinabilité.

Le tableau suivant indique les matériaux à utiliser :

Tableau III.2: Les différents matériaux utilisés

Pièce de l'outil	Observation	Matière
Semelle supérieure Semelle inférieure Butée fin de course	-Acier à la limite d'élasticité dont Re= 235daN/mm ² -Une bonne ténacité Rmin=34 daN/mm ²	S235 (E24)
Matrice Poinçons	-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 Rmin= 218 daN/mm ² -T.Thermique : 58-60 HRC	Z200C12
Serre flan	Une bonne résistance aux chocs Rmin=75 daN/mm	XC48
Colonne de guidage	-Un acier de traitement, non allié, de résistance supérieure -T.Thermique : 63±1 HRC	C60E

R min : résistance minimale à la rupture par extension.

III.14-Conclusion

Ce chapitre, a fait l'objet d'étude et de conception d'un outil de pliage qui sert à fabriquer les pièces coté carcasse d'une cuisinière ENIEM 6500. Les différents calculs effectués successivement nous ont permis de faire le choix de la presse et la position adéquate de l'outil sur la table de la presse.

CONCLUSION GENERALE

Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire concernent l'étude et la conception de l'outil de pliage afin d'avoir de la qualité des produits obtenus par la mise en forme des tôles destinées au milieu industriel de l'électroménager.

Parmi ces problèmes réels, nous citerons l'étude et la conception de l'outil de pliage dans le but d'avoir de la qualité des produits obtenus par la mise en forme des tôles destinées au milieu industriel de l'électroménager.

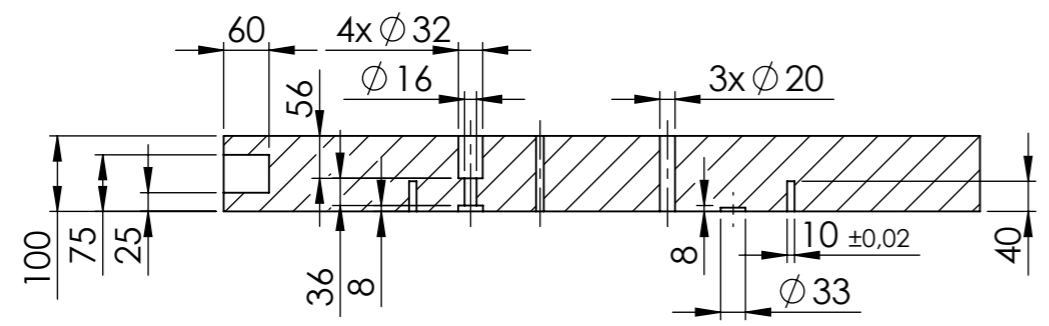
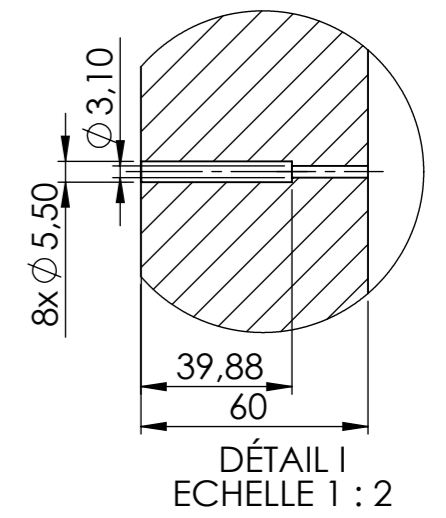
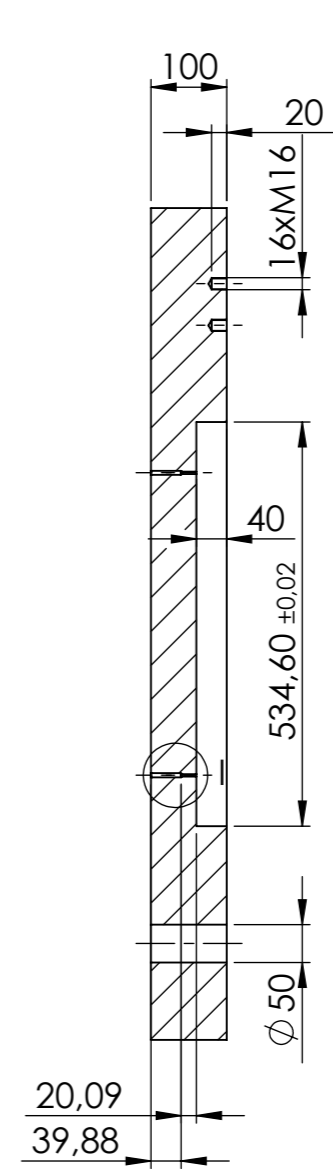
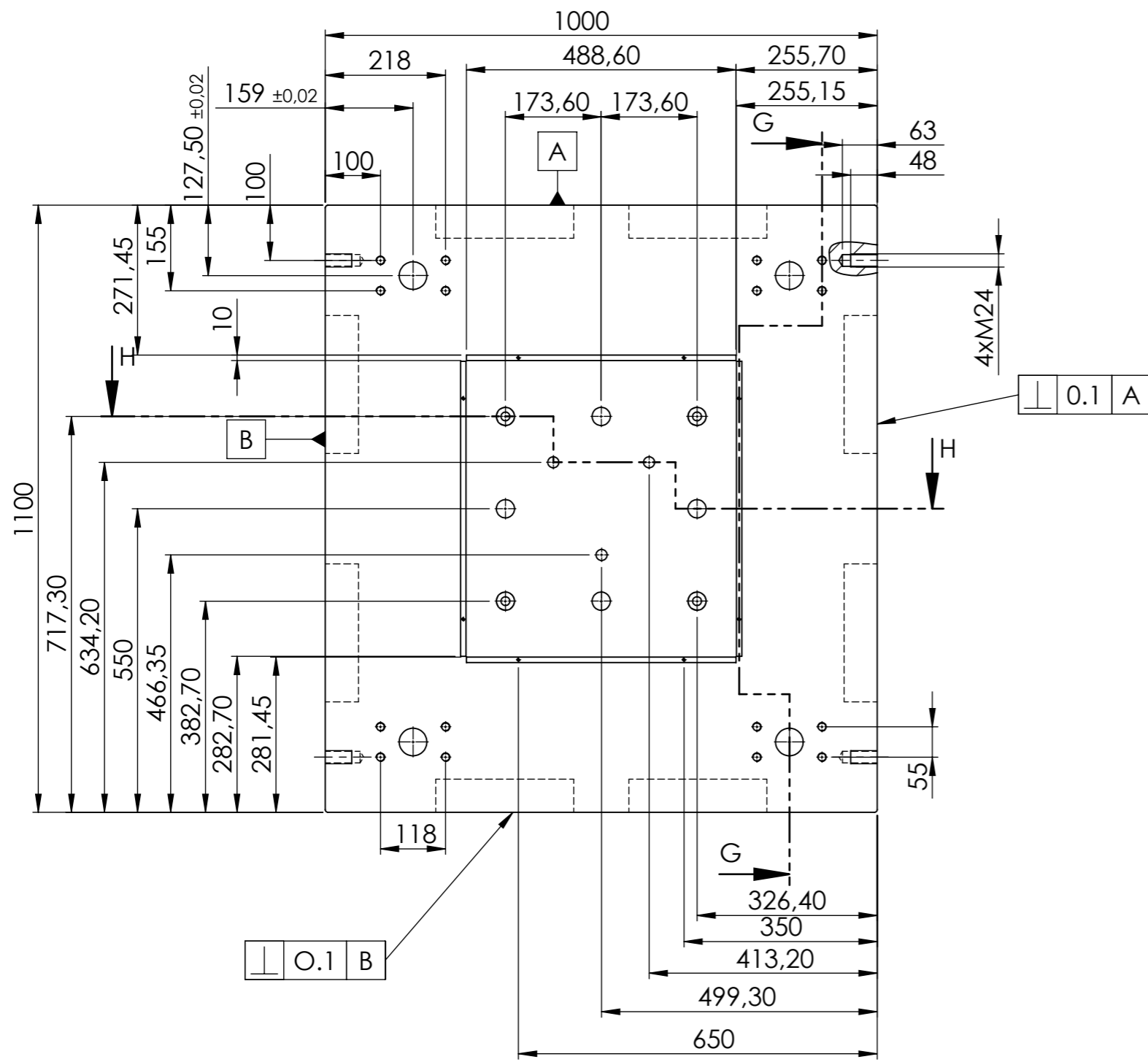
Bien que notre travail avec l'entreprise ENIEM (entreprise nationale industriel électroménager) est le fils conducteur qui nous a servi de guide pendant la réalisation de notre projet de fin d'étude et aussi de mieux se familiariser avec l'outil informatique de conception mécanique : SolidWorks, l'utilisation de ce logiciel a rendu la conception des différentes pièces de l'outil moins pénible.

Malgré nos efforts pour à bien mener cette étude, ce travail constitue une contribution de plus dans le domaine, par conséquent, il reste ouvert aux critiques et à la proposition allant dans le sens de son amélioration.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Déformation plastique des tôles. À l'usage des techniciens en génie mécanique. Par R.QUATREMER. Edition DELAGRAVE. 1981.
- [2] 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.
- [3] André MAILLARD, Michel CABARET- Techniques de l'Ingénieur, bm7520 Outils de presse, 2012.
- [4] S. LARBI PACHA, S.HIDER, Étude et conception d'un outil à suivre à bande, Thèse d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Année 2012.
- [5] L.GRARDOT -Technologie professionnelle pour l'outilleur, découpage, cambrage, emboutissage-FOUCHIER France -1965.
- [6] Dietrich.R et AL, Précis de construction mécanique tome II, méthodes fabrication et normalisation, 8ème édition.
- [7] INGRACHEN Hamza, GUILALI Said « étude et conception d'un outil à bande pour la réalisation de la Charnière inférieure de réfrigérateur B-C 50 », mémoire de master II en construction mécanique, UMMTO 2018.
- [8] Cours -travail des tôles-lycée JULES HAAG, LINHER JEROME page 3.
- [9] Procédés de formage -J.TRIOULEYRE, Edition DELAGRAVE ,1980.
- [10] N.NEZLIOUI, D.LARBI « mise en forme des métaux en feuille, Application à l'emboutissage du bandeau bombé d'une cuisinière ENIEM », mémoire master II en fabrication mécanique et productique, UMMTO 2018.
- [11] BERDOUS.A, YAKOUBI.N « Etude et conception d'un outil à bande pour la réalisation d'une charnière inférieure du réfrigérateur FB1 ENIEM », mémoire master ii en construction mécanique, UMMTO 2018.

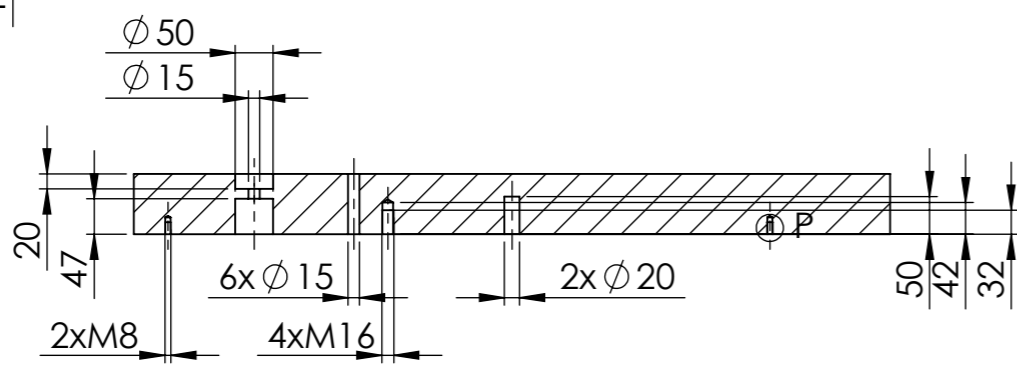
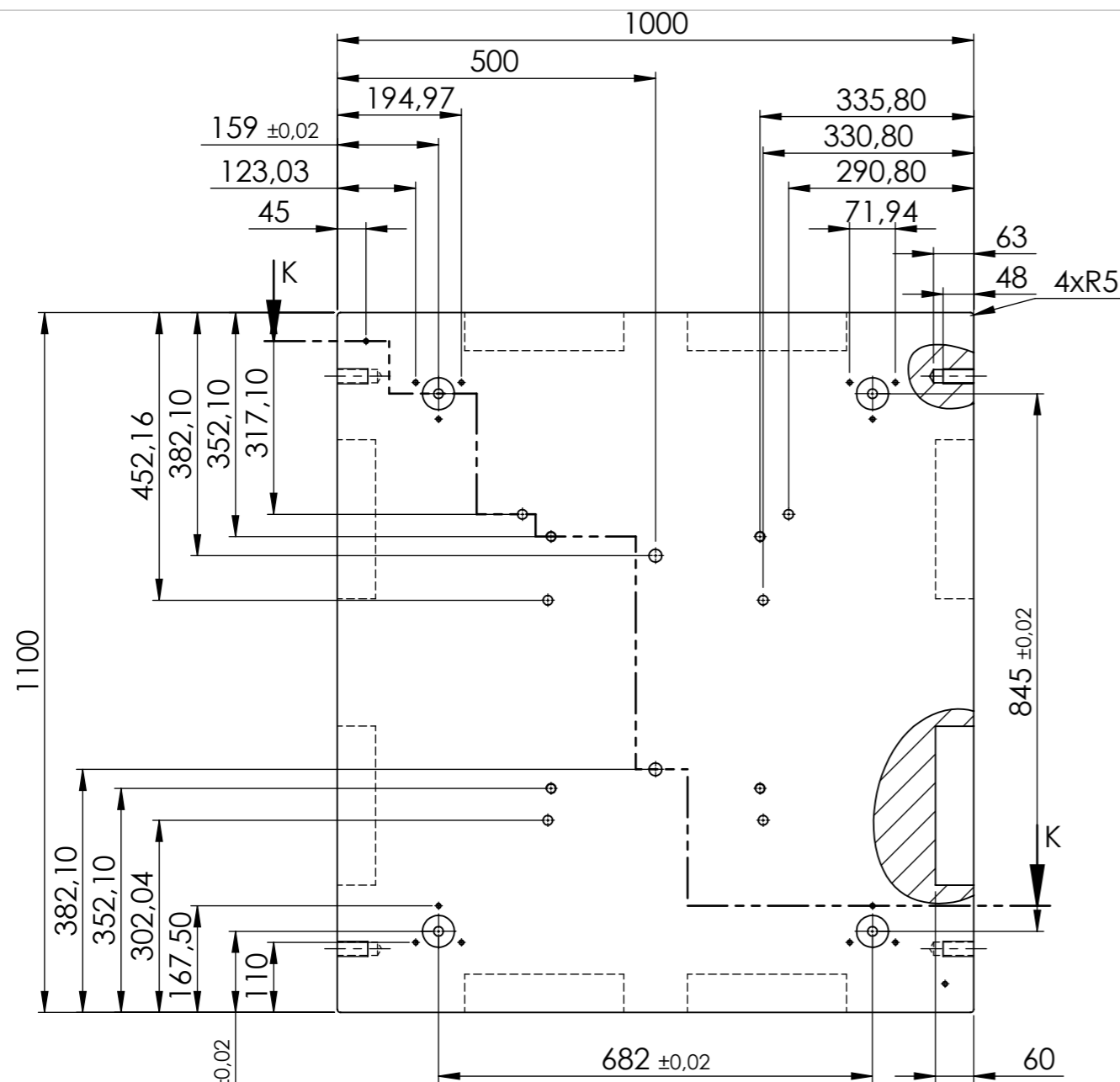
- [12] MR B.AITSLIMANE MELLE L.BELHADJ « Etude et conception d'un outil d'emboutissage d'une table de travail d'une cuisinière ENIEM », master II en fabrication mécanique et productique, UMMTO 2018.
- [13] ISSELNANE Karim «Etude et Conception des Moyens de Production pour la Réalisation du support de base compresseur du réfrigérateur ENIEM BC50 », mémoire master II en fabrication mécanique et productique, UMMTO 2017.
- [14] La revue de métallurgie CIT - pliage des aciers (HLE) prévision et maîtrise du retour élastique, par G.Marron (Sollac Fos) C.Bouhelier (Cetim), janvier 1995.
- [15] LASSAL.N YEFSAH.A «Adaptation de la charnière supérieure du réfrigérateur modèle (520L) sur les nouveaux produits FB1 et FB2», mémoire master II en construction mécanique, UMMTO 2019.
- [16] Catalogue du leader en matière de technologie; société STEINEL.



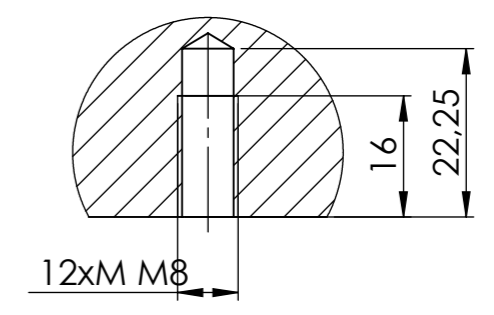
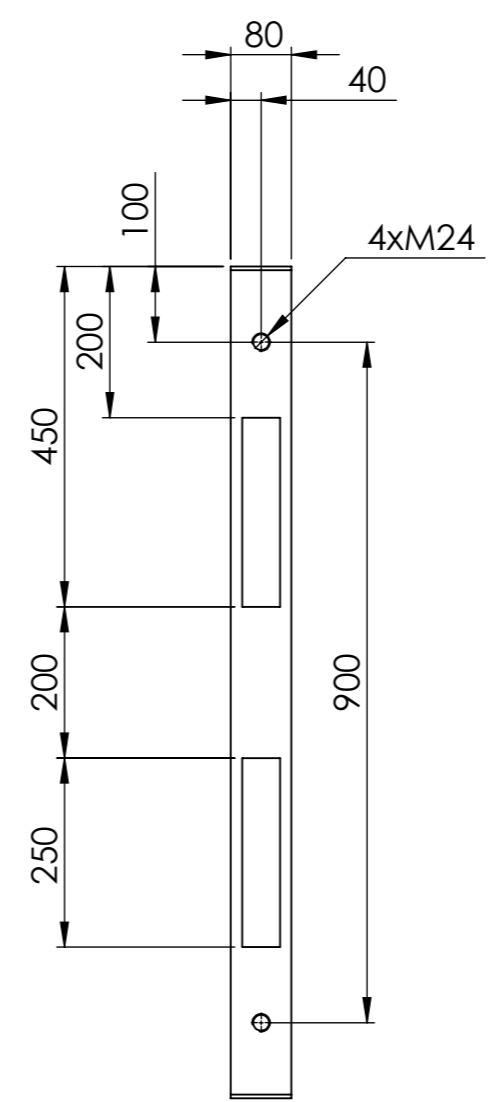
COUPE G-G

COUPE H-H

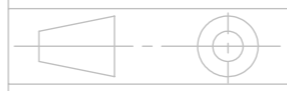
01	01	Semelle supérieure	S235	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:10		OUTIL DE PLIAGE	HETTAL Salim DEBIT Yahia	
A3			Planche N°: 01	
		Université Mouloud MAMMERI-Tizi Ouzou	M2 CM	

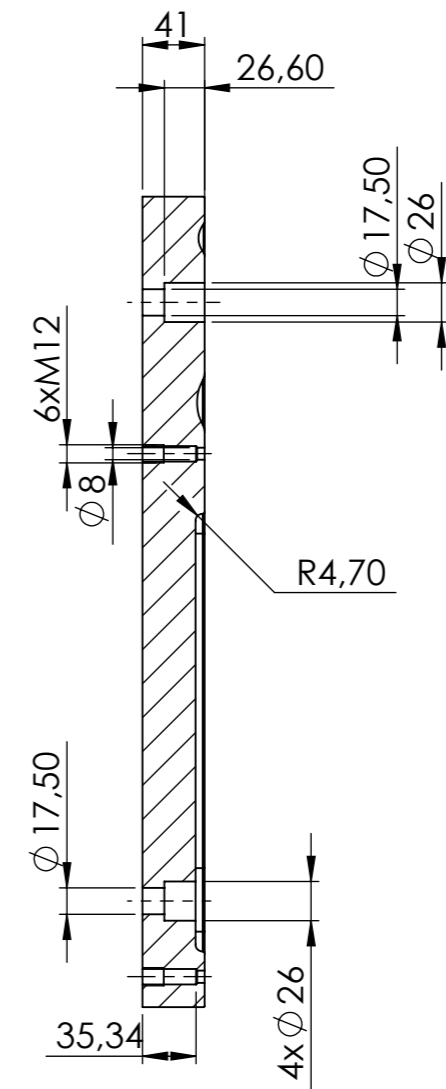
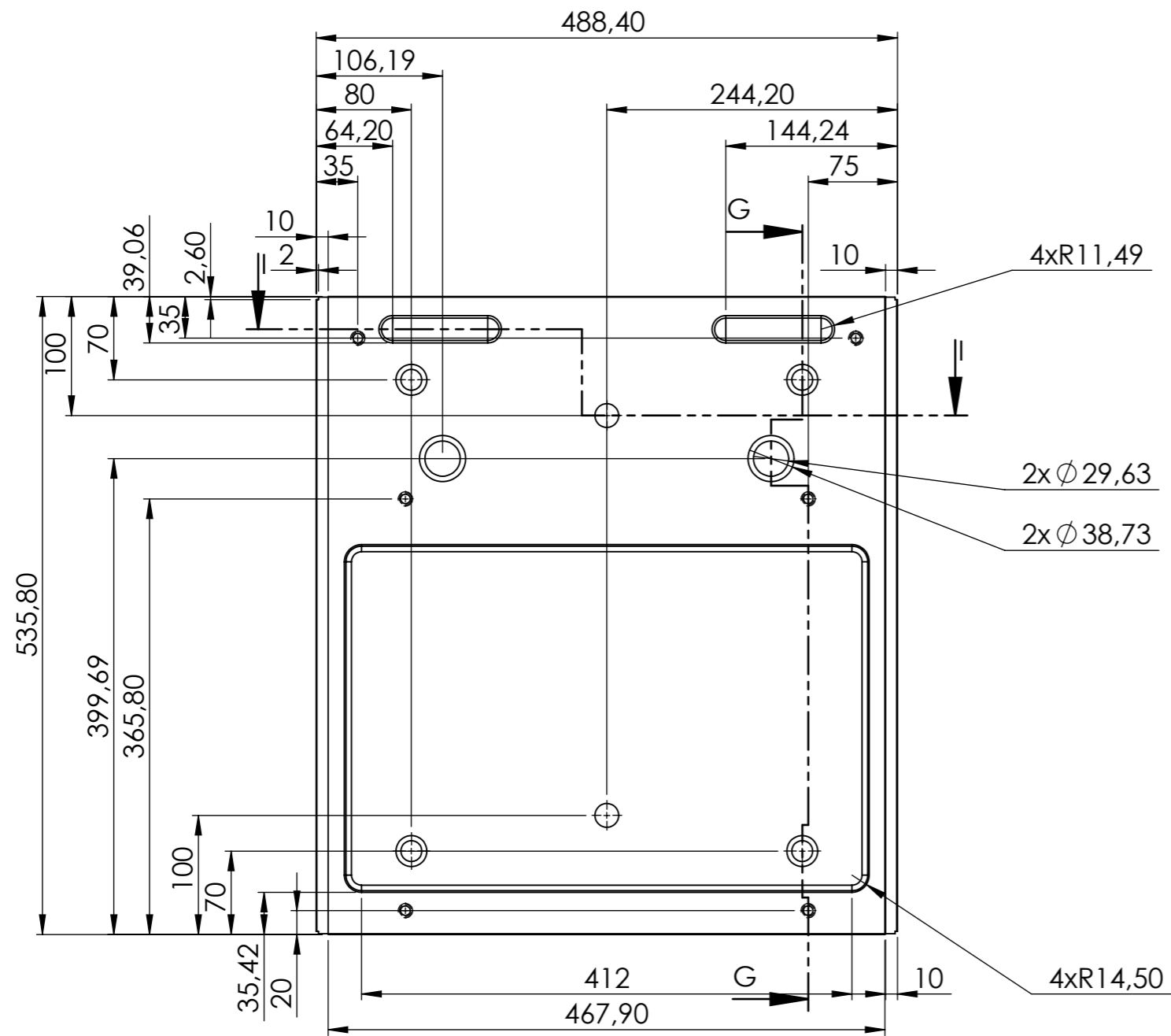


COUPE K-K

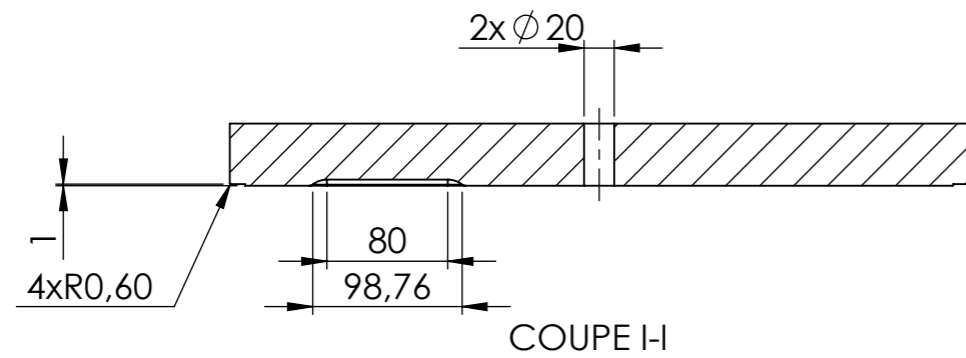


DÉTAIL P
ECHELLE 1 : 1

02	01	Semelle inférieure	S235	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:10		OUTIL DE PLIAGE	HETTAL Salim DEBIT Yahia	
			Planche N°: 02	
A3			Université Mouloud MAMMERI-Tizi Ouzou M2 CM	

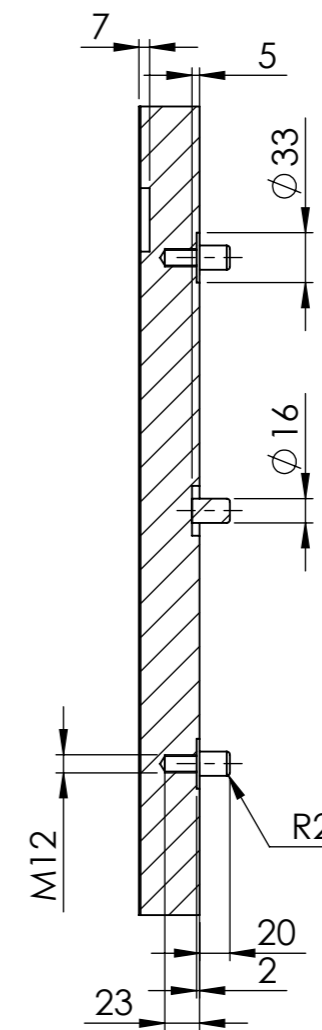
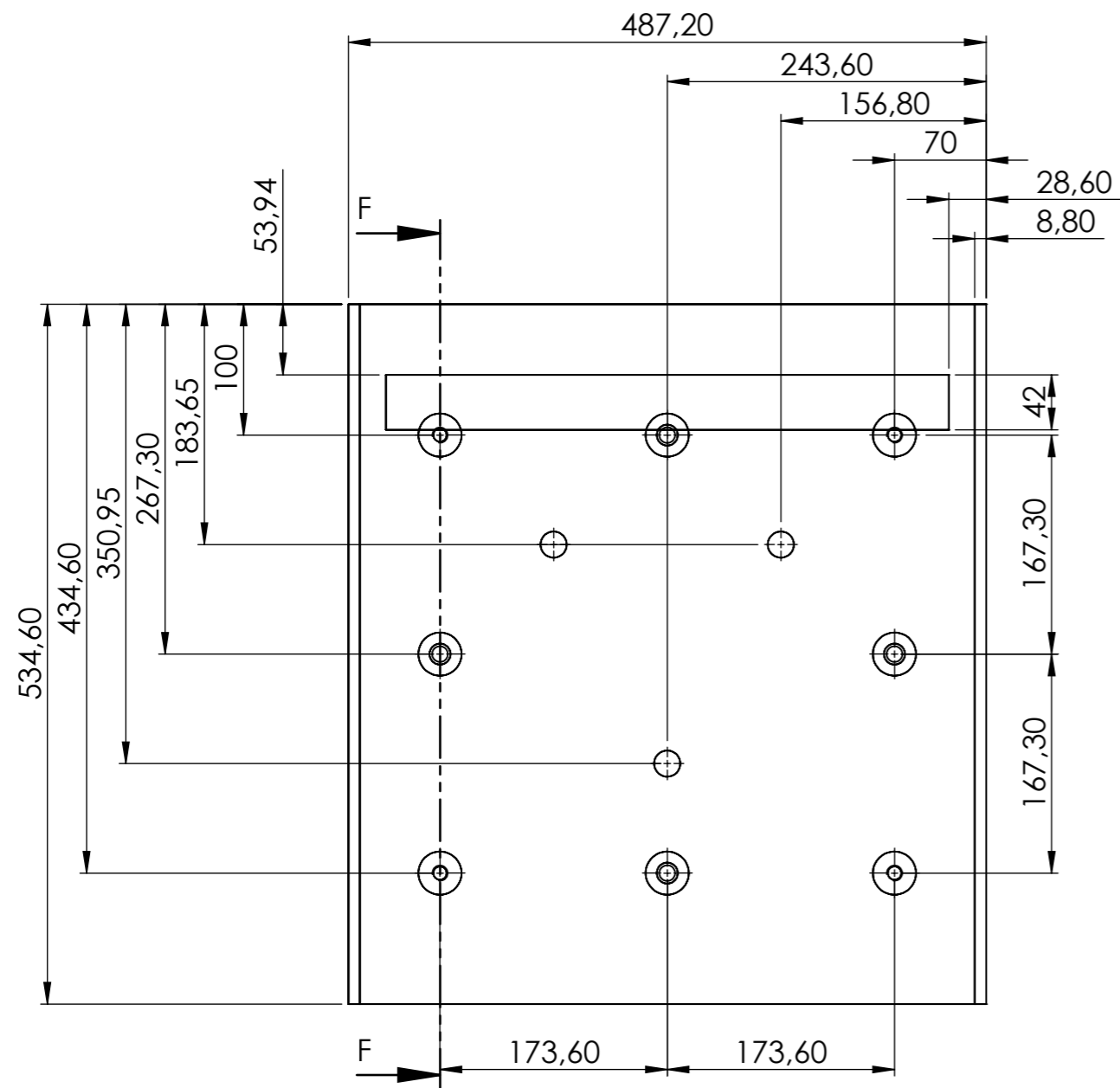


COUPE G-G

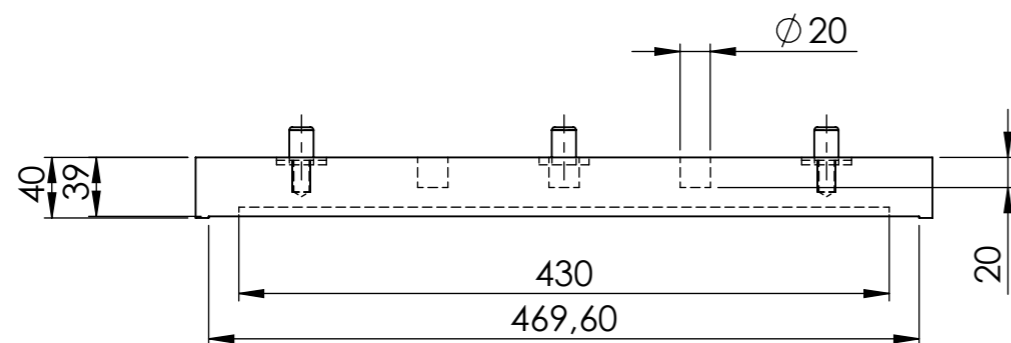


COUPE I-I

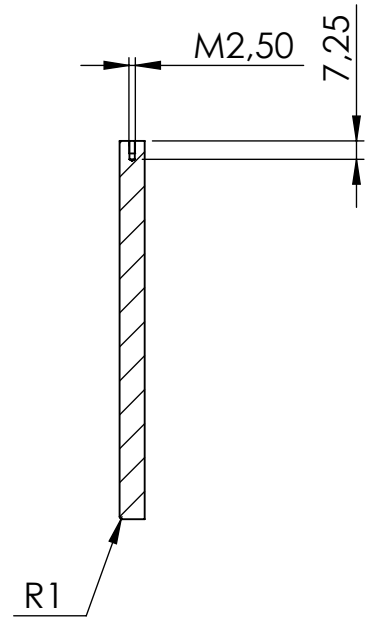
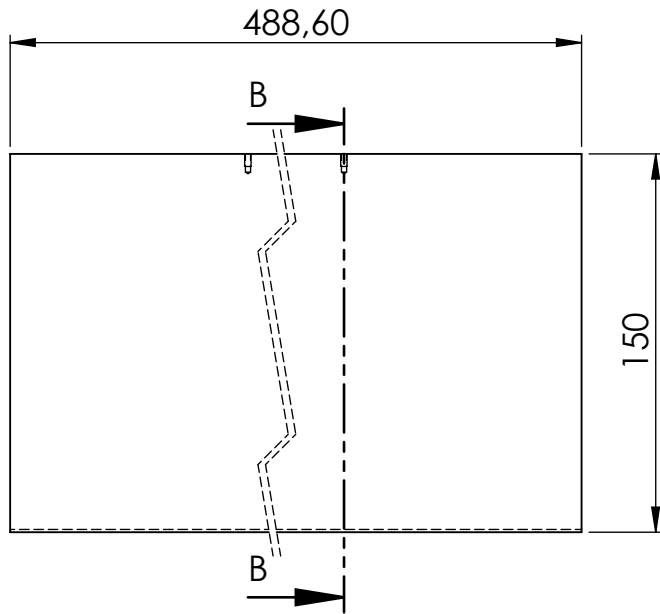
03	01	Matrice	Z200C12	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:5		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
A3				Université Mouloud MAMMERRI-Tizi Ouzou
				M2 CM



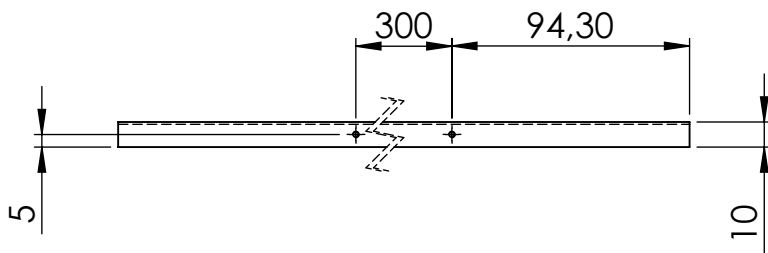
COUPE F-F

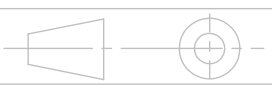


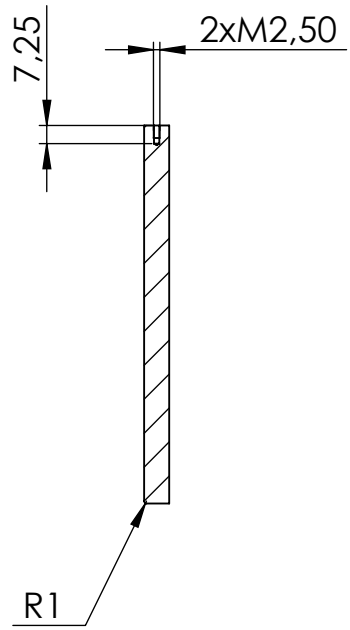
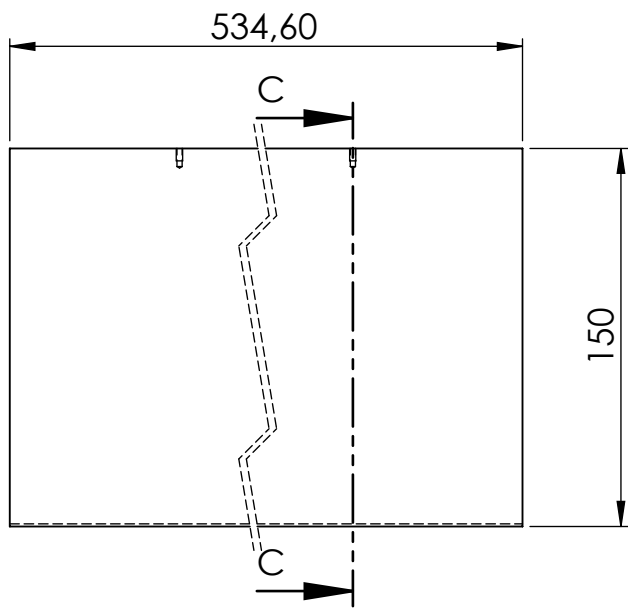
04	01	Serre flan	XC48	Tr+Rv 45/50 HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1:5		OUTILS DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
A3				Université Mouloud MAMMERI-Tizi Ouzou
				M2 CM



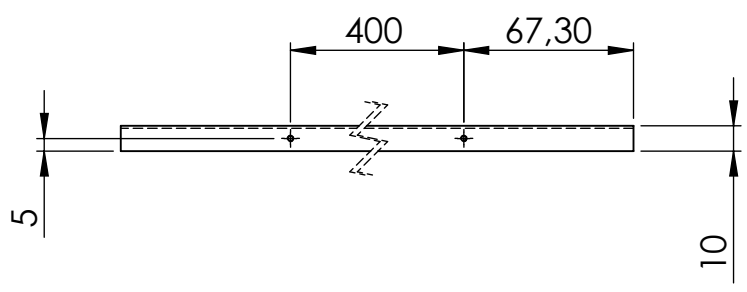
COUPE B-B

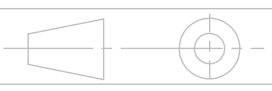


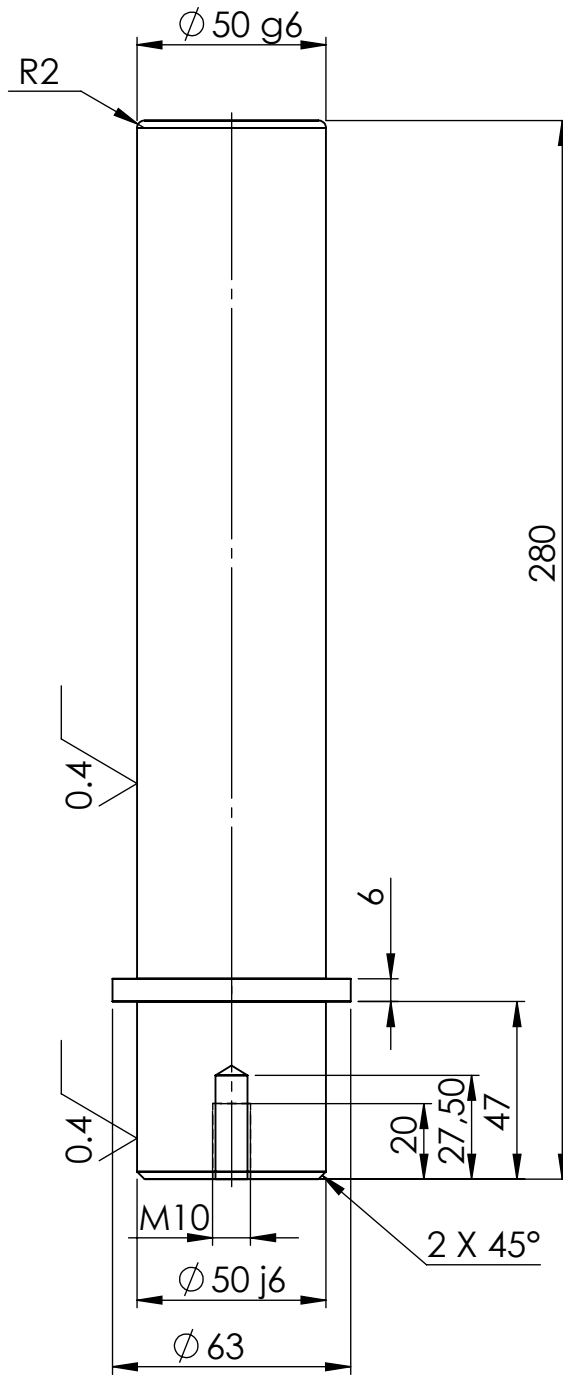
05	02	Poinçon de pliage	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 1:3		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
				Planche N°: 05
A4		Université Mouloud MAMMERRI-tizi ouzou		M2 CM

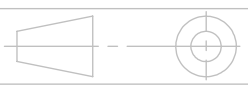


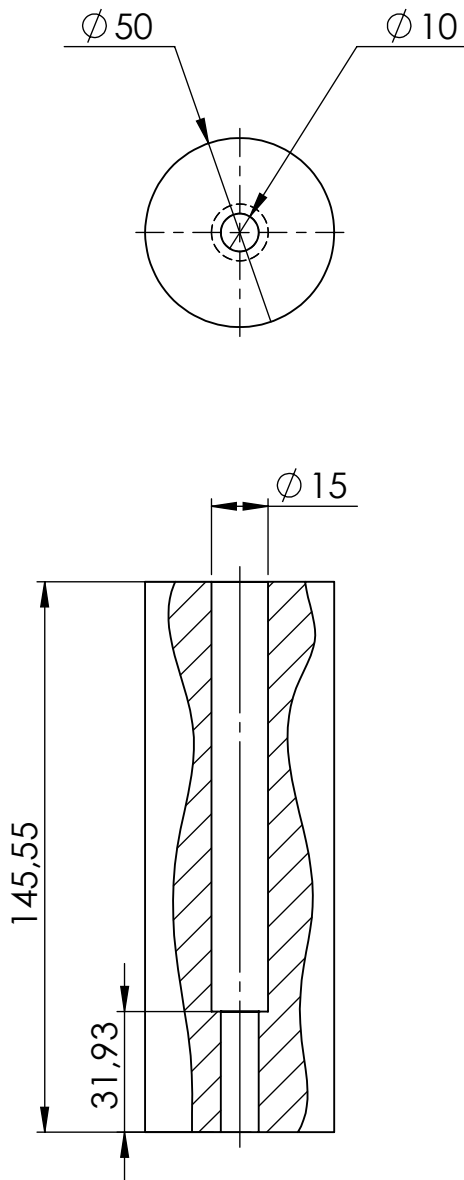
COUPE C-C

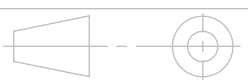


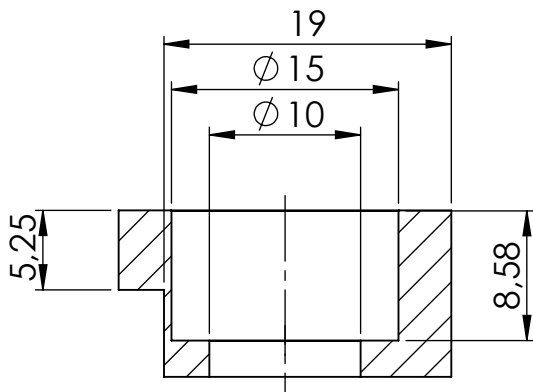
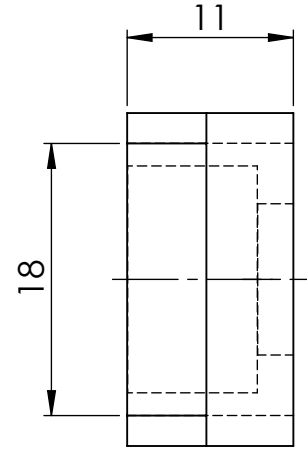
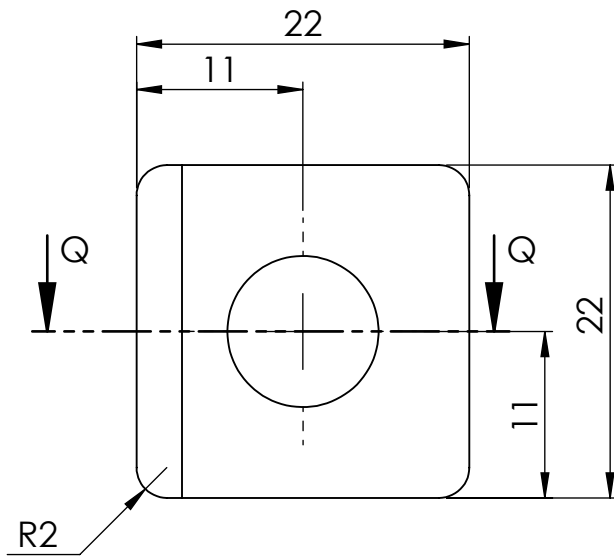
06	02	Poinçon de pliage	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 1:3		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
				Planche N°: 06
A4		Université Mouloud MAMMERRI-tizi ouzou		M2 CM



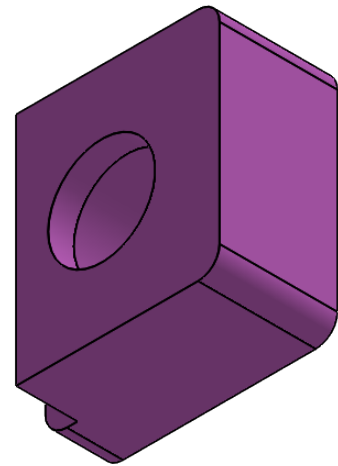
07	04	Colonne de guidage	C60E	Tr+Rv 58/60 HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 1:2		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
				Planche N°: 07
A4		Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou		M2 CM

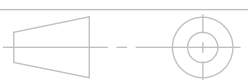


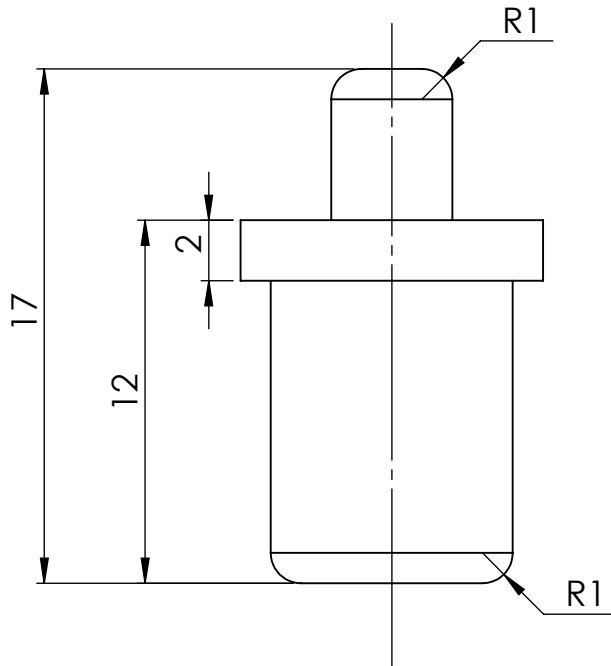
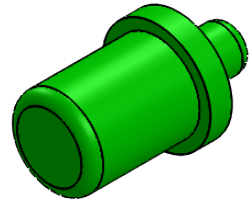
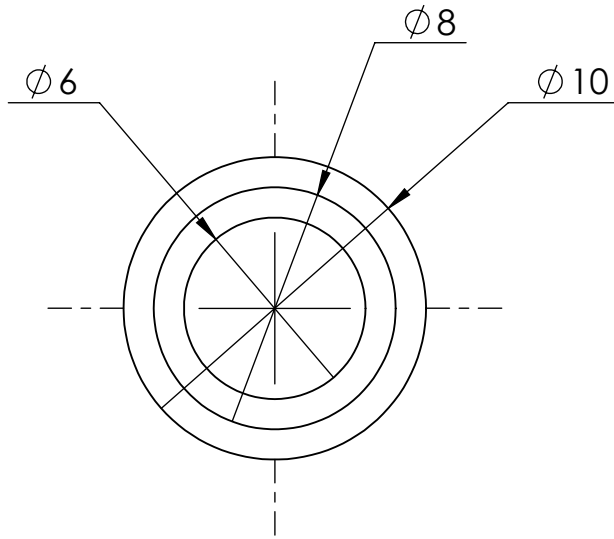
08	02	Butée de fin de course	C15	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 1:2		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
				Planche N°: 08
A4		Université Mouloud MAMMERRI-tizi ouzou		M2 CM

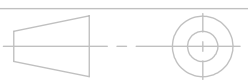


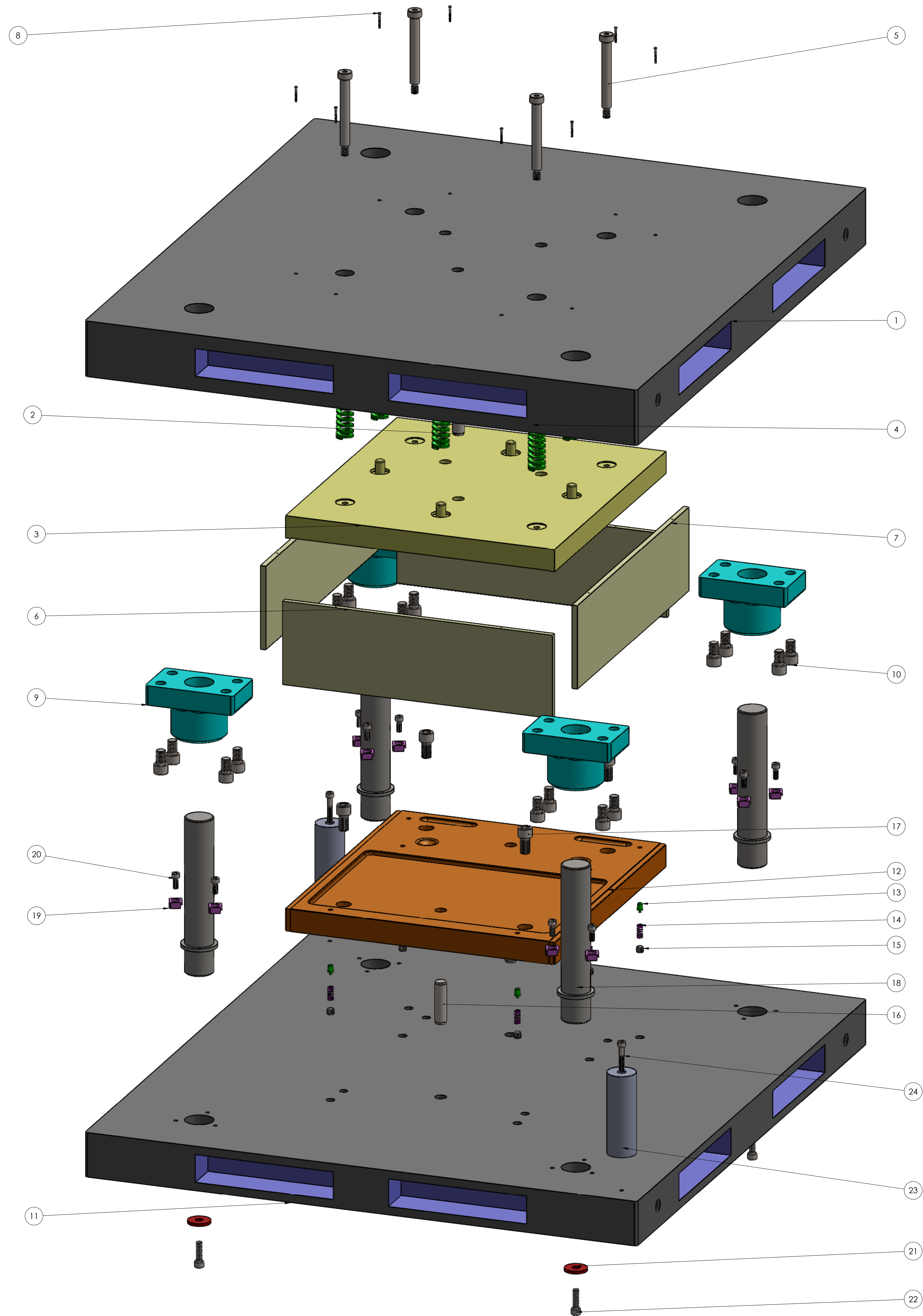
COUPE Q-Q



10	12	Bride de fixation	Z200C12	Tr+Rv 58/60 HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 2:1		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
				Planche N°: 10
A4		Université Mouloud MAMMERRI-tizi ouzou		M2 CM



11	06	Ejecteur	E24	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 4:1		OUTIL DE PLIAGE		HETTAL Salim DEBIT Yahia
				Planche N°: 11
A4		Université Mouloud MAMMERRI-Tizi Ouzou		M2 CM



24	02	vis 6 pans creux ISO 4762 M8x45		
23	02	Butée de fin de course	S235	
22	04	vis 6 pans creux ISO 4762 M10x35		
21	04	Rondelle entretoise		
20	12	vis 6 pans creux ISO 4762 M8x20		
19	12	Bride		
18	04	Colonne de guidage	C60E	
17	04	vis 6 pans creux ISO 4762 M16x30		
16	02	Parallel pin ISO 2338 - 20 m6x75		
15	06	Vis sans tête à 6 pans creux ISO4026-M12x10		
14	06	Ressort couleur mauve ISO 10243		
13	06	Ejecteur		
12	01	Matrice		
11	01	Semelle inférieure	S235	
10	16	vis 6 pans creux ISO 4762 M16x25		
09	04	Embase		
08	08	vis 6 pans creux ISO 4762 M2.5x25		
07	02	Poinçon de pliage 2	Z200C12	
06	02	Poinçon de pliage 1	Z200C12	
05	04	vis 6 pans creux épaulé ISO7379-16x120		
04	08	Ressort couleur vert ISO 10243		
03	01	Serre flan	XC48	
02	03	Parallel pin ISO 2338-20 m6x140		
01	01	Semelle supérieure	S235	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle:		OUIL DE PLIAGE	HETTAL Salim	
1:3			DEBIT Yahia	
A0		Université Mouloud MAMMERI-Tizi Ouzou	Planche N°: 12	
			M2 CM	