

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



UNIVERSITÉ DE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU
FACULTÉ DE GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER ACADÉMIQUE
EN GÉNIE MÉCANIQUE

OPTION : FABRICATION MÉCANIQUE ET PRODUCTIQUE

THÈME :

**« Etude et conception d'un outil
pour la réalisation d'un étrier de
serrage »**

PRÉSENTÉ PAR :
Mr. OURAHMOUN NOUREDDINE
Mr. DAHDAH SLIMANE

PROPOSÉ PAR :
E.I

DIRIGÉ PAR :
Mr. A.BEHTANI
Mr. K.BELAID

ENCADRÉ PAR :
Mr. A.LARBI

PROMOTION 2019/2020

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour pouvoir franchir toutes les épreuves difficiles afin d'arriver à ce mémoire.

Ce mémoire de fin d'étude est témoin de notre reconnaissance à nos professeurs qui nous ont fait apprécier la richesse des études.

*Nous tenons à remercier tout le personnel de l'entreprise EI et surtout les ingénieurs, **M^r. LARBI** et **M^{me} CHOUALI** pour l'importance et la confiance qu'ils nous ont fait et accorder pendant toute la période du stage pratique.*

*Un grand merci à **M^r LARBI** qui nous a aidés et orienter pendant ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre promoteur **M^r. BEHTANI** et **M^r. BELAID** pour leur aide et leur orientation tout au long de ce travail.*

Nos remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Merci à nos familles et tous nos amis (es) étudiants de Bastos.

Merci à tous

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents, qui m'ont encouragé et soutenu durant toute ma vie et dans ma scolarité.

À mes frères et sœurs, qui m'ont aidé et encouragé.

À tous mes amis qui m'ont aidé de prêt ou de loin, à Dyhia à Hayet et à Yahya qui ont participé et aidé.

DAHDAH SLIMANE

Je dédie ce modeste travail :

À toute ma famille, à mes parents et à mes frères, qui m'ont soutenu durant tout mon travail.

À tous mes amis qui m'ont aidé de prêt ou de loin, à Ghenima à

Ahmed et Yahia qui ont participé et aidé.

OURAHMOUN NOUREDDINE

Sommaire :

Introduction général.....	1
I Présentation de l'entreprise.....	3
Chapitre I	
Introduction.....	9
I Cahier de charge.....	9
I.1 Moteur électrique.....	9
I.2 Boite à bornes.....	10
I.3 Etrier de serrage	10
I.4 Matériau de la pièce	11
I.4.1 Définition d'acier.....	12
I.5 Les tôles	12
I.5.1 Résistance au cisaillement	13
I.6 Processus de fabrication	14
Conclusion.....	16
Chapitre II	
Introduction.....	17
I Procédés de mise en forme.....	17
I.1 Forgeage libre.....	17
I.2 Estampage.....	18
I.3 Filage.....	18
I.4 Cisailage.....	19
I.5 Emboutissage.....	19
I.6 Le découpage.....	20
I.6.1 Définition de découpage	20
I.6.2 Principe.....	20
I.6.3 Quelques Types de découpage.....	20
I.6.4 Matrice et poinçon.....	23
I.6.5 Effort de découpage.....	23
I.6.6 Effort d'extraction.....	23
I.7 Poinçonnage.....	24
I.7.1 Définition de poinçonnage.....	24
I.7.2 Principe	24
I.7.3 Les trois types de poinçonnage.....	24
I.7.4 Les différentes étapes de poinçonnage.....	24
I.7.5 Le jeu (entre le poinçon et la matrice).....	26
I.7.6 Effort de poinçonnage.....	26
I.7.7 Avantages et inconvénients du poinçonnage.....	27
I.8 Le pliage.....	28
I.8.1 Définition de pliage.....	28
I.8.2 Principe de pliage.....	28
I.8.3 Différents techniques de pliage.....	28
I.8.4 Outils spéciaux.....	29
I.8.5 Calcul de l'effort de pliage.....	31
I.8.6 Avantages et inconvénient.....	33
II Les outils de presse.....	34
II.1 Types d'outils de presse.....	34
II.1.1 Outil de découpage	34
II.1.2 Outil à contre plaque	34
II.1.3 Outil Suisse.....	36
II.1.4 Outil de reprise.....	37
II.1.5 Outil de détournage.....	38
II.1.6 Outils à came.....	39
II.1.7 Outil d'emboutissage.....	39

II.1.8	Outil sans serre-flan.....	39
II.1.9	Outil à serre-flan.....	40
II.1.10	Outil monté sur presse à simple effet.....	40
II.1.11	Outil monté sur presse à double effets.....	40
II.1.12	Outil de cambrage.....	41
II.2	Montage des outils sur les presses.....	42
II.2.1	Petite presse.....	42
II.2.2	Grosse presses.....	42
III	Les presses.....	43
III.1	Définition des presses.....	43
III.2	Classification des presses.....	43
III.2.1	Selon le mode de transmission de l'énergie.....	43
III.2.2	Selon la forme de bâtie.....	47
III.2.3	Selon le nombre de coulisseaux.....	50
III.3	Différent constituant d'une presse.....	51
Conclusion.....		53
Chapitre III		
1	Calcul des efforts.....	54
1.1	Effort de découpage.....	54
1.2	Effort de pliage.....	55
1.3	Effort de dévètissage (Fde).....	56
1.4	effort de serre flan.....	57
1.5	Choix des ressorts.....	57
1.6	Choix de la presse (machine).....	60
2	Jeux entre poinçon et matrice.....	61
2.1	Jeux de découpage.....	61
2.2	Jeu de pliage.....	62
3	Position du nez.....	62
4	Calcul des poinçons à la résistance.....	65
4.1	Définition de la compression.....	65
4.2	Définition de flambage.....	65
4.3	Elancement.....	65
5	Choix des matériaux.....	68
6	Description de l'outil.....	69
6.1	Partie supérieur.....	69
6.2	Partie inférieur.....	74
Chapitre IV		
1	Sécurité.....	77
1.1	Généralité.....	77
1.2	Les dispositifs de protection.....	77
2	Montage de l'outil.....	78
Conclusion général.....		79

Liste des figures :

Figure 1	Organigramme de l'entreprise.....	4
Chapitre I		
Figure I.1	Forme éclaté d'un moteur asynchrone (moteur électrique).....	9
Figure I.2	Boite à bornes.....	10
Figure I.3	Le laminage.....	12
Figure I.4	Déroulement des tôles.....	12
Figure I.5	Schéma de la bande.....	14
Figure I.6	Schéma de l'outil (phase 2).....	15
Figure I.7	Schéma de l'outil (phase 3).....	15
Figure I.8	Schéma de l'outil (phase 4).....	16
Figure I.9	Schéma de l'outil (phase 5).....	16
Chapitre II		
Figure II.1	Forgeage libre.....	15
Figure II.2	Procédé d'estampage.....	18
Figure II.3	Procédé de filage.....	18
Figure II.4	Cisailage.....	19
Figure II.5	Emboutissage	19
Figure II.6	Opération de découpage.....	20
Figure II.7	Crevage.....	20
Figure II.8	L'encochage.....	21
Figure II.9	Le grignotage.....	21
Figure II.10	L'arasage.....	21
Figure II.11	Détourage.....	22
Figure II.12	Le soyage.....	22
Figure II.13	Ajourage.....	22
Figure II.14	Poinçon.....	23
Figure II.15	Les étapes de poinçonnage.....	25
Figure II.16	Le jeu entre le poinçon et la matrice.....	26
Figure II.17	Pièce poinçonné.....	27
Figure II.18	Principe de pliage.....	28
Figure II.19	Pliage sur élastomère.....	29
Figure II.20	Pliage en V.....	30
Figure II.21	Pliage en U.....	30
Figure II.22	Pliage en Z.....	31
Figure II.23	Pliage en équerre.....	31
Figure II.24	Pliage en V.....	32
Figure II.25	Outil découvert simple.....	34
Figure II.26	Outil découvert à butée.....	34
Figure II.27	Outil à contre-plaque.....	35
Figure II.28	Outil à engrenage.....	35
Figure II.29	Outil à couteau.	36
Figure II.30	Outil à presse-bande.....	36
Figure II.31	Outil Suisse.....	37
Figure II.32	Outils de reprise par un cadre.....	37
Figure II.33	Détourage normal.....	38
Figure II.34	Détourage à ras.....	38
Figure II.35	Outil détourage-poinçonnage.....	38
Figure II.36	Outils à came.....	39
Figure II.37	Outil sans serre-flan.....	39
Figure II.38	Outil monté sur presse à simple effet.....	40
Figure II.39	Outil monté sur presse à double effets.....	40
Figure II.40	Outil de cambrage en V.....	41

Figure II.41	Outil de cambrage en U.....	41
Figure II.42	Outil de cambrage en équerre.....	42
Figure II.43	Presse mécanique.....	44
Figure II.44	Système bielle-manivelle.....	45
Figure II.45	Système excentrique.....	45
Figure II.46	Système à came.....	46
Figure II.47	Presse hydraulique.....	47
Figure II.48	Presse à cold cygne.....	47
Figure II.49	Presse à arcade.....	48
Figure II.50	Figure à montant droit.....	48
Figure II.51	Presse à colonne.....	49
Figure II.52	Presse à table mobile.....	49
Figure II.53	Presse à double effet.....	50
Figure II.54	Presse à triple effet.....	51
Figure II.55	La matrice et le poinçon.....	52
Figure II.56	Dépouille.....	52
Figure II.57	Affutage.....	53
Chapitre III		
Figure III.1	Chute à obtenir.....	47
Figure III.2	Ressort.....	59
Figure III.3	Jeu de découpage.....	61
Figure III.4	Jeu de pliage et rayon de la matrice.....	62
Figure III.5	Position du nez.....	63

Liste des tableaux :

Chapitre I		
Tableau I.1	Résistance au cisaillement.....	13
Chapitre II		
Chapitre II.1	les avantages et les inconvénients de pliage.....	33
Chapitre III		
Tableau III.1	Tableau des ressorts normalisés.....	59
Tableau III.2	Tableau des longueurs libres.....	66
Tableau III.3	Tableau des formules de F_{adm}	66
Tableau III.4	Tableau des résultats des calculs.....	67
Tableau III.5	Tableau des matériaux utilisés	68

Introduction général

L'industrie mécanique ne cesse de se développer en matière de technologie dans le but de toujours offrir le meilleur pour ces utilisateurs. L'innovation dans ce domaine a permis à l'industrie mondiale une facilité d'utilisation et une gamme d'outillages qui n'a pas été accessible auparavant.

L'économie d'énergie est la principale préoccupation de l'industrie actuelle. Accusée de consommer trop, l'industrie mondiale investit de plus en plus dans des procédés moins coûteux en énergie. Ceci est le but de l'industrie des moteurs électriques; mettre à disposition des industries des moteurs plus performants et surtout consommant moins, pour cela les meilleurs moyens techniques sont recherchés.

L'entreprise nationale d'ELECTRO-INDUSTRIES veut être à jour et suivre la révolution technologique afin de tenir ses promesses en termes de qualité et de performance de ses produits. Elle qui est dotée d'un personnel à la compétence avérée (ingénieurs, techniciens...) à la hauteur de cette tâche : mettant la technologie à la disposition des besoins de l'entreprise, améliorant ainsi les produits proposés.

L'E.I est spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des transformateurs de distribution et moteurs électriques. L'E.I est un leader en Algérie dans ce domaine. Elle fabrique ou transforme la majorité des pièces constituant ces moteurs. Cependant certaines pièces sont importées telles que l'étrier de serrage, bien que l'entreprise dispose de toute la technologie humaine et technique pour une fabrication locale.

L'entreprise nous a confié la mission de leur faire l'étude et la conception d'un outil de presse qui pourra réaliser des étriers de serrage, ceci avec l'aide du bureau des méthodes et surtout de l'ingénieur chargé de suivi. Ce dernier nous a fait part de ses connaissances et de son expérience pour réussir à achever notre travail.

L'exigence de l'entreprise était d'assurer un meilleur rapport qualité-prix, pour cela nous avons opté pour un processus de fabrication plus économique et plus pratique. Nous avons donc conçu un seul outil pouvant réaliser plusieurs opérations malgré leurs complexités et polyvalence.

Notre travail est planifié comme suite :

Après une introduction générale et la présentation de l'entreprise (E.I), le premier chapitre contient le cahier de charge de la pièce et une généralité sur les tôles et le processus de fabrication de la pièce. Au deuxième chapitre on va étudier quelques procédés de mise en forme des tôles et on va voir des généralités sur les différents outils de presse et les types de presse.

Les deux derniers chapitres sont consacrés à l'étude et la conception de l'outil, qui contient les différents calculs nécessaires pour la réalisation de l'outil tel que les efforts de coupe et de pliage aussi le nombre de ressorts, aussi le choix de la presse à utiliser, et nous avons présenté les principales pièces qui constituent l'outil (partie supérieure, partie inférieure) et la sécurité de l'opérateur.

Ce travail nous a permis de tirer une conclusion générale.

Présentation de l'entreprise

I. Présentation de l'entreprise [1]

L'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES est issue de la réorganisation du secteur industriel opérée en Algérie entre 1980 et 2000 qui ont conduit en 1999 (en fin d'année 1998) à la restructuration de l'ancienne entreprise E.N.E.L. L'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES est constituée d'un complexe intégré, réalisé avec des partenaires allemands (SIEMENS), qui produit et commercialise des moteurs, alternateurs, transformateurs depuis 1985 date de son démarrage sur un statut juridique SPA. Elle est la principale Entreprise Nationale dans le domaine de l'Industrie Electrotechnique. Son activité s'adresse au marché des biens d'équipements avec une production de :

- Transformateurs de distribution
- Moteurs Electriques asynchrones
- Alternateurs triphasés
- Montage de groupes Electrogènes

Le complexe occupe une surface totale de 45 hectares, dont 06 hectares bâtis.

I.1 Localisation de l'entreprise et ses coordonnées

Le siège social de l'entreprise est : Route nationale N 012 à AZAZGA à 35 Km à l'est du chef-lieu de la Wilaya de TIZI-OUZOU et à 150 Km de la capitale Alger. L'entreprise dispose de deux unités de production situées sur le même site à AZAZGA.

Adresse : BP 17 15300 Azazga Algérie.

Téléphone : (00213) 26.34.16.86 (Standard).

Fax : (00213) 26.34.14.24.

E-mail : contact.ei@electro-industries.com

I.2 Présentation des unités

I.2.1 Unité (direction) de fabrication de transformateurs de distribution:

Capacité de production : 5.000 transformateurs par an ;

Puissance des transformateurs : 50 à 2000 kVa ;

Tensions usuelles en moyenne tension : 5,5-10 et 30 kV ;

Tension usuelle en basse tension : 400 V.

I.2.2 Unité (direction) moteurs et prestations

Capacité de production de moteurs asynchrones : 50.000 de 0,25 400 kW .

Capacité de production de moteurs monophasés : 20.000 de 1.1 KW à 2.2 kW .

Capacité de production d'alternateurs : 2.000 de 17,5 à 200 kVA .

Montage de groupes électrogènes : de 17,5 à 200 kVA.

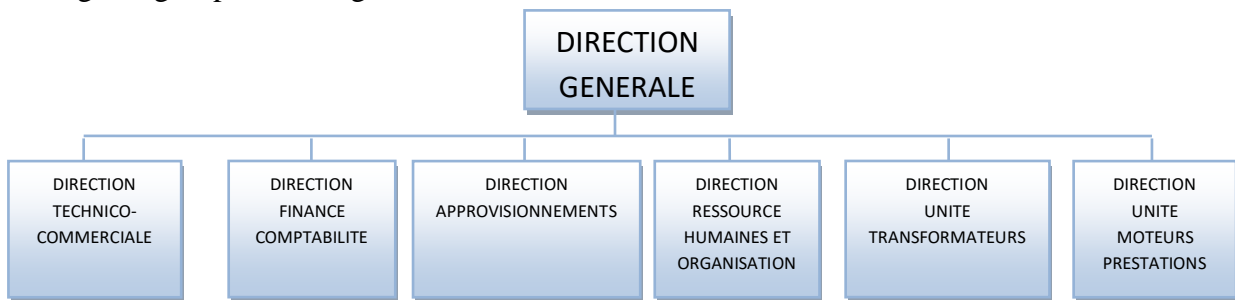


Figure 1 Organigramme de l'entreprise

I.3 Description et organisation des ateliers et fonction principale

- Atelier de découpage
- Atelier de moulage sous pression
- Atelier de bobinage
- Atelier d'usinage
- Atelier de montage

I.3.1 Atelier de découpage

I.3.1.1 Découpage

Dans cet atelier, sont découpés les deux types de tôles utilisées pour la conception de deux catégories de moteur de hauteur d'axe : 71 à 160 mm et 180 400 mm, Le découpage s'effectue sur presse rapide mécanique pour aboutir aux forme voulues après plusieurs opération successives ; La tôle avance et arrive entre l'outil et la matrice de la machine, c'est ainsi que le découpage commence.

➤ **Contrôle**

Une fois le découpage des tôles et fini, un échantillon subi un contrôle des cotes fonctionnelles :

- Le diamètre intérieur
- Le diamètre extérieur
- La Co axialités
- Le contrôle circularité
- Le contrôle des bavures
- Le contrôle de l'épaisseur de la tôle

I.3.1.2 Empaquetage

La réalisation des pièces, s'effectue sur une presse à empaqueter, en plusieurs étapes :

➤ Empaquetage de pièce

Après l'emplacement des tôles en nombres définis, dans un outil monté sur une presse à empaqueter, on place les agrafes dans les rainures.

➤ Contrôle de la pièce

Après sa réalisation on passe au contrôle visuel et dimensionnel :

- Visuel, on contrôle le décalage des tôles, les bavures, ...
- Dimensionnel, les cotes fonctionnelles, cylindricité, diamètres intérieurs et extérieurs...

I.3.2 Atelier de fonderie sous pression

➤ Moulage sous pression des tôles

L'empaquetage d'une pièce est fini, il passera au moulage sous pression, pour l'injection de l'aluminium dans les encoches, qui forme des anneaux de court-circuit.

Les pièces telles que: (carcasse, flasque, ...) sont aussi réalisées en alliage d'aluminium pour les moteur à hauteur d'axe<130mm.

Pour les moteur à hauteur d'axe>130mm, la carcasse et les flasques sont en fonte.

➤ Contrôle

On achemine cinq (05) échantillons de la pièce vers le service contrôle pour subir la vérification suivante:

- ✓ La conductivité de l'aluminium.
- ✓ La longueur du paquet.
- ✓ Visuel

I.3.3 Atelier d'usinage

Dans cet atelier s'exécute l'usinage des pièces comme : flasque, carcasse, etc.

a) Les différents types d'usinages

1) Fabrication de l'arbre

L'atelier reçoit les ronds d'acier qui subissent le contrôle de diamètre, concentricité,... Une fois l'acier contrôlé les arbres sont découpés à l'aide d'une scie mécanique. L'arbre est ensuite acheminé au centre d'usinage pour être centré. Cette opération consiste à percer deux trous qui servent de référence pour pouvoir tourner le rotor dans un axe bien défini.

2) Usinage du rotor

On effectue les opérations suivantes sur le rotor :

3) Tournage du paquet

C'est à l'aide d'un tour parallèle (dressage, chariotage, gorge,...).

4) Rectification

A l'aide d'une rectifieuse on modifie l'état de surface où les roulements seront montés et les sorties d'arbre.

5) Fraisage

A l'aide d'une fraiseuse on réalise les rainures de clavette.

6) Equilibrage du rotor

Deux méthodes d'équilibrage sont utilisées :

- ✓ Equilibrage avec l'ajout de rondelles d'acier.
- ✓ Equilibrage avec enlèvement de matières.

7) Usinage des différentes (carcasse, flasque, boîte bornes)

- Carcasse :
 - ✓ Alésage des carcasses à l'aide des tours verticaux ;

- ✓ Perçage et taraudage des trous de fixation ou seront fixés les flasques et la boîte à bornes.
- Flasque (As et Bs) :
Tournage des bords de centrage et cage des roulements.
- Boîte bornes :
Perçage et taraudage des trous de fixation recevant le couvercle.
- **Lavage des pièces**
Les pièces usinées sont lavées afin d'éliminer les encrassements.

Remarque

Les techniciens qui travaillent dans cet atelier doivent suivre ce qu'on appelle la gamme d'usinage.

Exemple : gamme de fabrication de l'arbre

1. Scier la longueur
2. Centrer à la longueur
3. Tournage complet
4. Rectification
5. Fraisage des rainures
6. Huiler
7. Stockage au magasin

I.3.4 Atelier de bobinage

- Préparation des bobines

Une fois le cuivre est contrôlé, il transite au magasin pour être remis aux bobineurs pour la confection des bobines qui se fait à l'aide des gabarits montés sur les machines rotatives qui s'appelle bobineuse qui sont réglés selon nombre de spires faisceaux.

- Connexion des bobines

Les bobines de chaque phase sont liées entre elles de façon précise en conformité avec le schéma de bobinage soit pour le type triphasé, la sortie de la phase u est l'entrée de v, la sortie de v est l'entrée de w,...

Les points de connexion sont isolés avec des gaines isolantes déjà placées.

Imprégnation

Cette opération consiste à mettre de la résine au stator pour le rendre plus compact et solidaire, deux méthodes sont utilisées :

- ✓ Imprégnation goutte à goutte (pour les petites hauteurs d'axes)
- ✓ Imprégnation dans un bain de résine puis séché dans des fours à 1500c (pour les moyens et les grands axes)

I.3.5 Atelier de montage

Dans ce secteur sont effectuées les opérations suivantes :

- Mise on place du couvercle du palier intérieur coté Bs.
- Emmanchement des roulements coté As et Bs avec une presse verticale et emplacement des clavette.
- Visser le couvercle de palier sur les flasques, cela permet de cerner le roulement entre ces deux pièces.
- Emplacement de clavette coté Bs et emmanchement du ventilateur, puis insertion de la bague d'arrêt (serre clips).
- Intégration du rotor complet dans le stator et fixation de flasque coté Bs avec vis.
- Emplacement des rondelles sur le flasque coté As pour éviter les jeux axial des rotors.
- Fixations du flasque sur la carcasse ainsi que le montage du capot du ventilateur.
- Préparation de la boite à borne et fixation des câbles de raccordement sur la plaque à borne.

I.3.6 Secteur prés montage

Les opérations réalisées dans ce secteur sont :

- Huiler l'intérieur de la carcasse pour faciliter l'insertion du paquet statorique dans celle-ci
- Emmanchement du paquet avec une presse
- Mise en longueur et tournage des bords de centrage de la carcasse coté AS et BS
- Fraisage des pattes pour retrouver la hauteur d'axe exacte
- Peinture du diamètre intérieur du stator avec un antirouille.

Chapitre I :

Présentation du travail

Introduction

Durant notre stage au sein de l'entreprise E.I nous avons vu les différentes étapes de fabrication des moteurs électriques et nous avons constaté qu'ils ne fabriquaient pas toutes les pièces qui constituent le moteur, et parmi elles, l'étrier de serrage. On nous a proposé de leur faire une étude et une conception d'un outil pour réaliser cet étrier de serrage.

I. Cahier de charge

I.1 Moteur électrique

Dans ce qui suit, on effectuera une brève présentation du moteur électrique.

Un moteur électrique est un organe électromécanique permettant la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique. Le plus souvent le mouvement est rotatif, l'énergie mécanique se caractérisant par la vitesse de rotation et le couple moteur. Les moteurs électriques utilisent les propriétés de répulsion et d'attraction magnétiques.

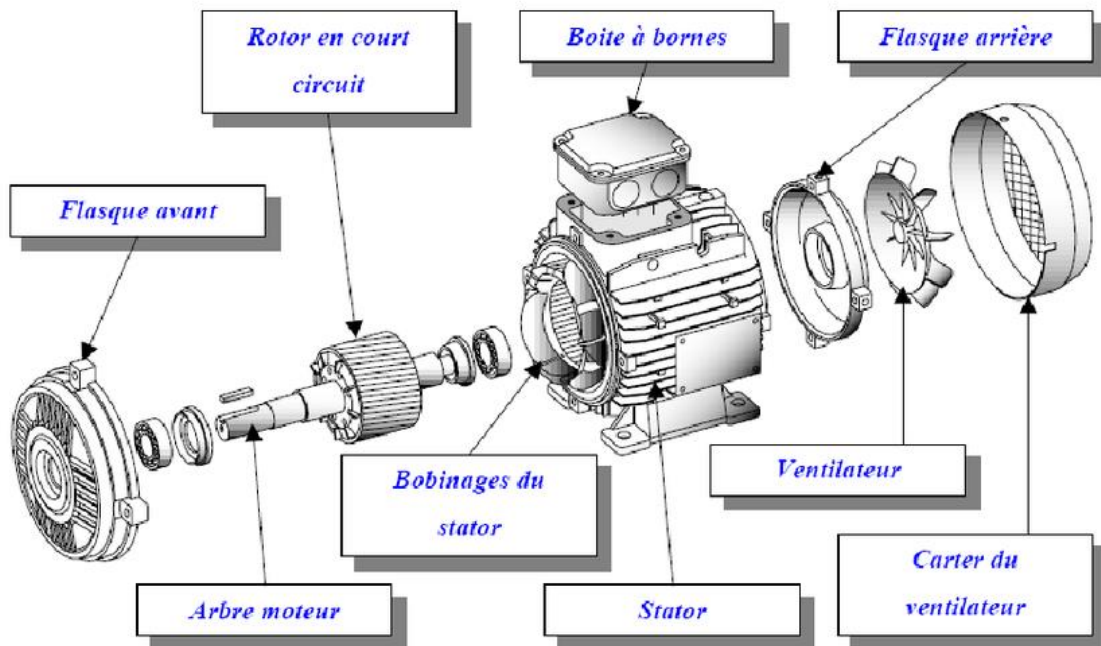


Figure I.1 Forme éclatée d'un moteur asynchrone (moteur électrique).

La partie qui nous intéresse dans notre travail sur le moteur asynchrone est la boîte à bornes.

I.2 Boîte à bornes

Une boîte à bornes ou **boîte de dérivation** est un boîtier électrique monté sur le sommet du moteur électrique. Elle est située au plus près des installations sur le terrain et permet de centraliser les départs vers les différents appareils électriques.

C'est lui qui permet de relier un ou plusieurs conducteurs au reste de l'installation, comme une sorte de « pont » de distribution. On parle parfois de bornier de raccordement du tableau électrique, ou de bornier de répartition.

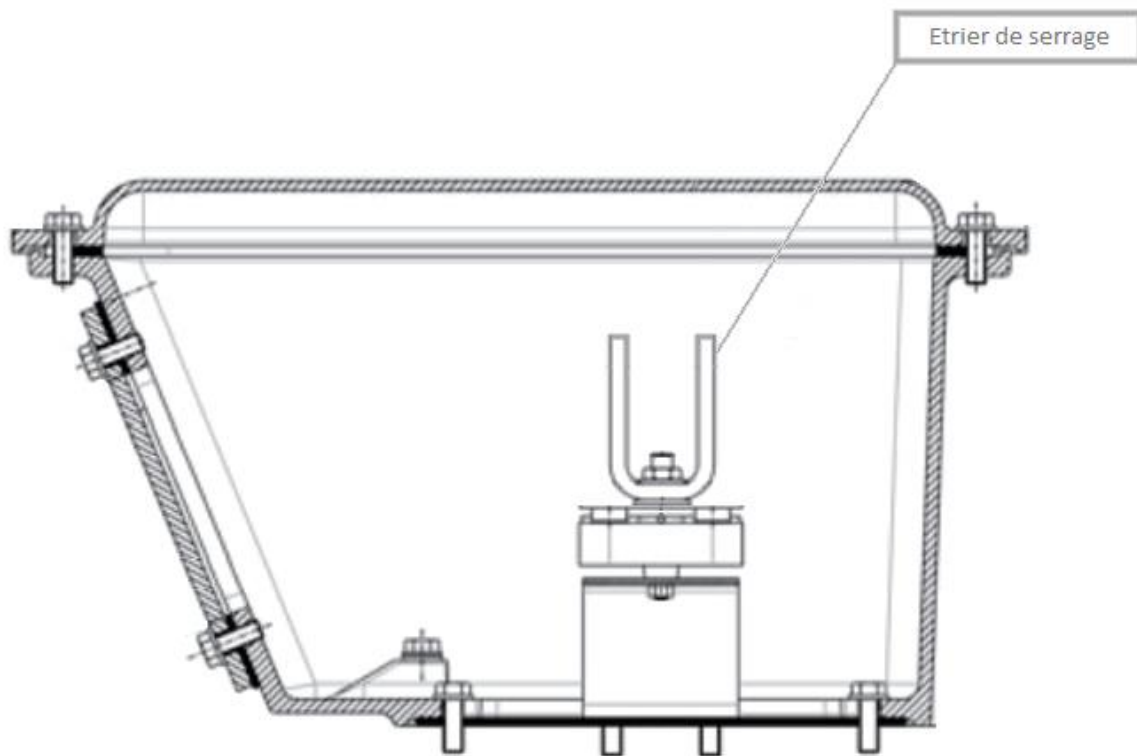
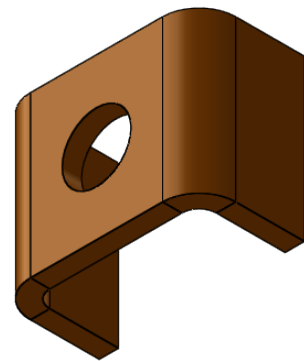
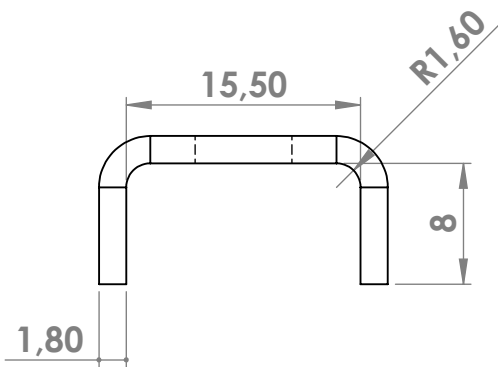
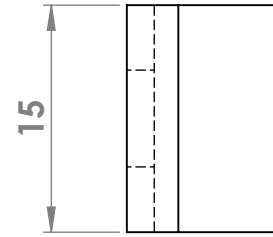
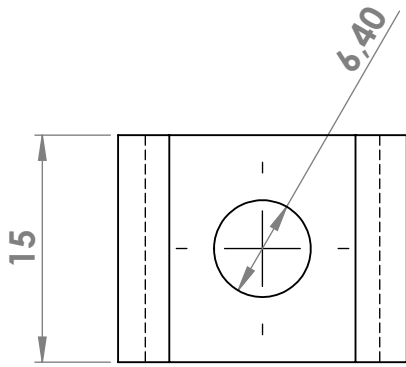


Figure I.2 Boîte à bornes.

I.3 Etrier de serrage

Un étrier de serrage est une **borne** de connexion, également appelée « borne de raccordement ». Il permet de raccorder un fils électrique d'un même circuit. Généralement, les bornes de connexion sont installées dans des boîtes de dérivation.



SURFACE: GALVANISE

<p>2:1</p>	<p align="center">ETRIER DE SERRAGE</p>	<p>Plan N°: 29</p>
		<p>2019/2020</p>
<p>A4</p>	<p>DAHDAH.S OURAHMOUN.N</p>	<p>UMMTO</p>

I.4 Matériau de la pièce

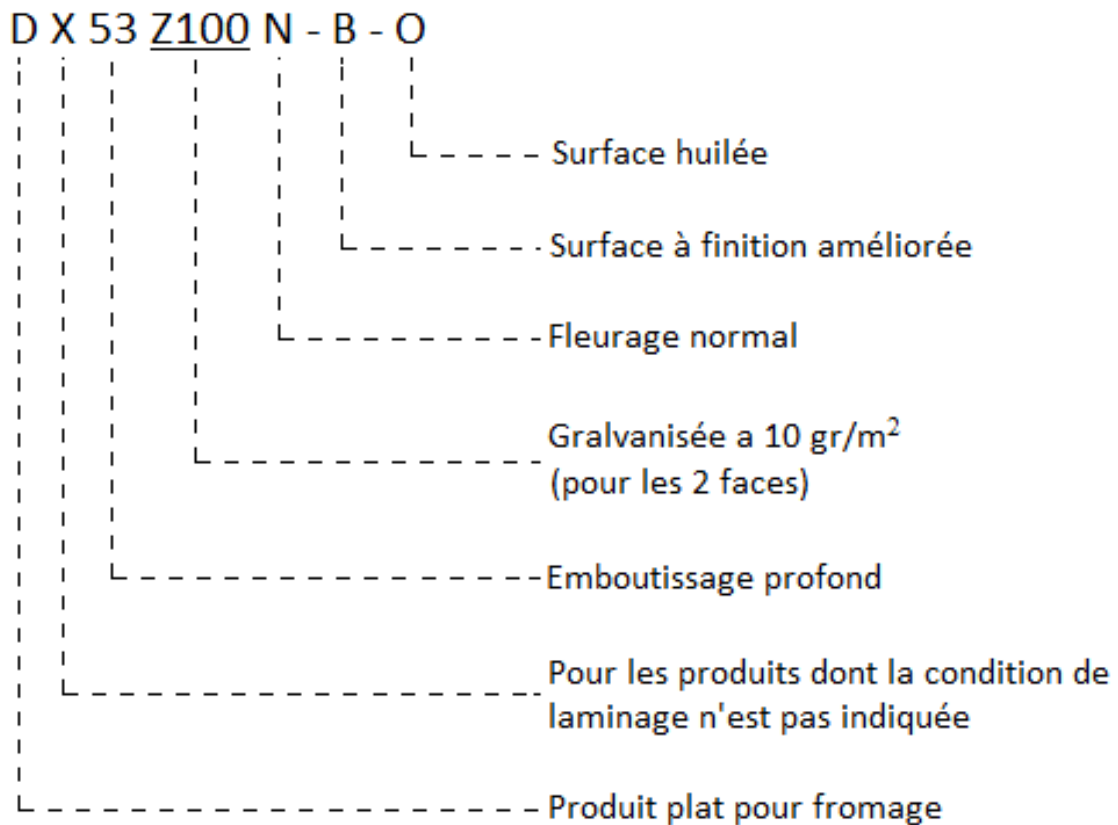
Les aciers utilisés pour ce genre de fabrication sont généralement des aciers non alliés, ils sont utilisés pour la fabrication des pièces par déformation à froid.

A fin que cette pièce ait une bonne résistance à la corrosion, le constructeur à choisi un acier doux galvanisé.

La tôle utilisée doit être conforme à la norme suivante :

NF EN 10 142 du dec 1996 – DX 53 D+Z 100.N – B – O.

Bandes et tôles en acier doux galvanisé à chaud est destiné pour le fromage à froid (leur désignation est la suivante).



L'épaisseur de la tôle est de 1.8 mm, sa résistance à la rupture par traction égale à 38 daN/mm², son allongement A% :80%

I.4.1 Définition d'acier

L'acier est élaboré pour résister à des sollicitations mécaniques ou chimiques ou une combinaison des deux.

On appelle acier un matériau dont le fer est l'élément prédominant, sa teneur en carbone est généralement inférieure à 2 % et il contient d'autres éléments ; un nombre limité d'aciers au chrome peut avoir une teneur en carbone supérieure à 2 %, mais cette valeur de 2 % est la teneur limite courante qui sépare l'acier de la fonte ».

Un acier est un alliage métallique constitué principalement de fer et de carbone (dans des proportions comprises entre 0,02 % et 2 % en masse pour le carbone).

C'est essentiellement la teneur en carbone qui confère à l'alliage les propriétés de l'acier. Il existe d'autres alliages à base de fer qui ne sont pas des aciers, comme les fontes et les ferroalliages.

Les aciers galvanisés perforés sont préconisés pour les applications en intérieur. Pour les applications en extérieur, il est nécessaire d'y ajouter un traitement de protection complémentaire. Les tôles galvanisées sont disponibles de 0.3 à 3mm d'épaisseur. Le revêtement de zinc peut être de 80 à 275 gramme par mètre carré (total des 2 faces). Il existe également des protections à base de zinc + aluminium ZA ou Zinc+Fer ZF.

I.5 Les tôles

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

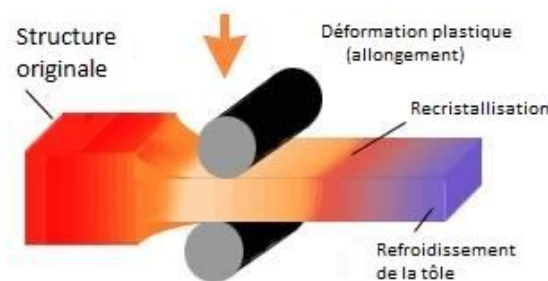


Figure 1.3 Le laminage

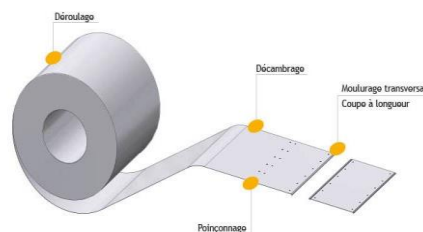


Figure 1.4 Déroulement des tôles

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

- **Suivant leur épaisseur**

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

- **Suivant leur finition**

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

I.5.1 Résistance au cisaillement

La résistance au cisaillement de quelques métaux est classée dans le tableau ci-dessous :

Métaux	Rc (da N/mm²)
Aluminium	10
Cuivre recuit	20
Laiton recuit	30
Duralumin	30
Tôle d'emboutissage	35
Acier doux	40
Acier demi-dur	50
Tôle au silicium	50
Acier inoxydable	55
Acier dur	70

Tableau I.1 Résistance au cisaillement

I.6 Processus de fabrication

Le processus de fabrication de la pièce prévoit 6 phases

- **Phase 1 : Cisailage**

Elle consiste à découper des bandes de 35mm x 1000mm à partir de tôle fournie en format commercial standard sous forme des bobines de 2 tonnes leur largeur est 1000mm et 2mm d'épaisseur. Une bande de 35mm x 1000mm peut donner jusqu'à 47 pièces (chaque flan nous donne 1 pièce).

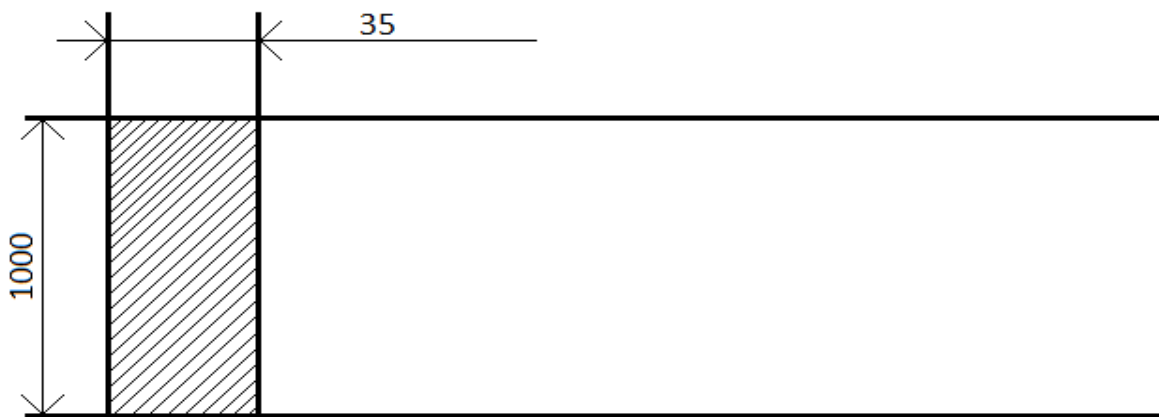


Figure I.5 Schéma de la bande

- **Phase 2 : découpage du pas et poinçonnage**

Durant cette phase on effectue les opérations de découpage du pas pour limité l'avance de la bande, et l'opération du poinçonnage du trou. Ces deux opérations seront réalisées simultanément.

- Le découpage du pas 21mm x 2mm
- Le trou $\varnothing 6.4$

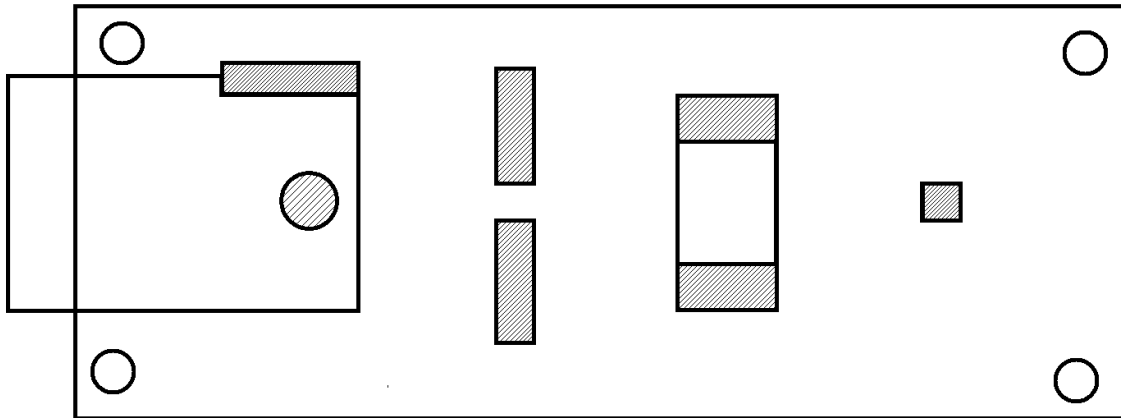


Figure I.6 Schéma de l'outil (phase 2)

- **Phase 3 : poinçonnage**

L'opération consiste à effectuer un poinçonnage des deux formes rectangulaires simultanément pour délimiter une pièce de l'autre.

- Les deux poinçonnages rectangulaires de 13.5 mm x 6

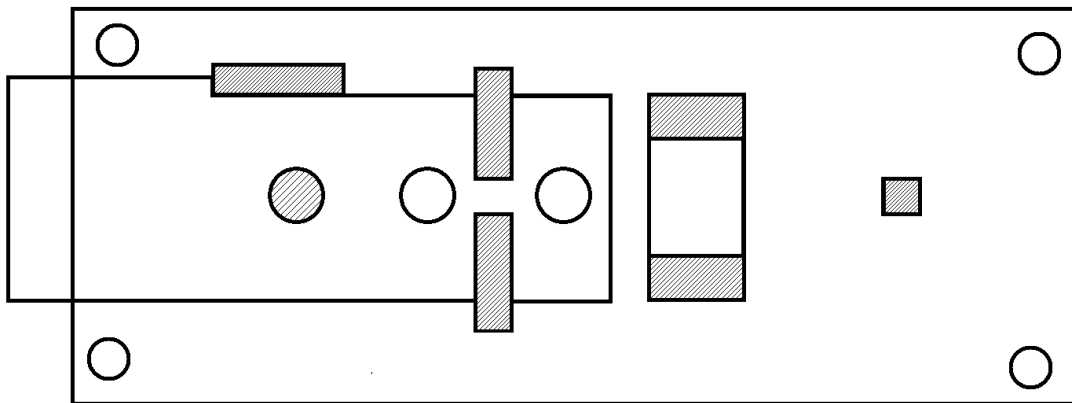


Figure I.7 Schéma de l'outil (phase 3)

Phase 4 : pliage

L'opération consiste à réaliser deux plis sur les deux côtés la pièce pour réaliser la forme de U.

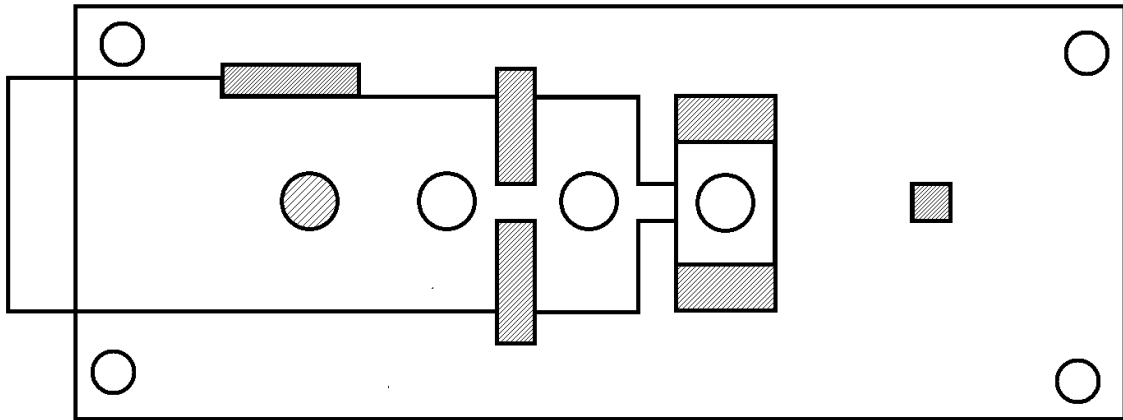


Figure I.8 Schéma de l'outil (phase 4)

- **Phase 5** : poinçonnage

Cette opération consiste à séparer deux pièces à l'aide d'un poinçon carré.

- Poinçonnage carré de 6mm x 6mm

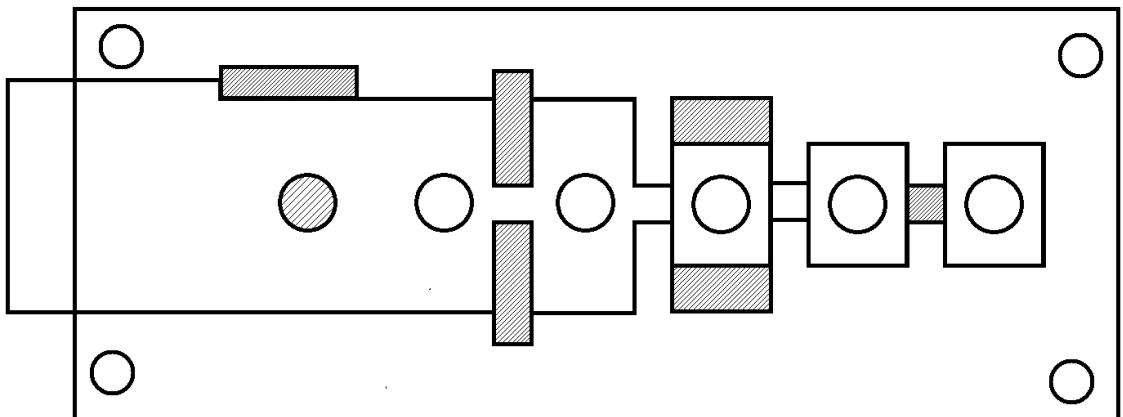


Figure I.9 Schéma de l'outil (phase 5)

- **Phase 6** : contrôle

Cette opération consiste à contrôler la conformité géométrique et dimensionnelle de la pièce par rapport au dessin de définition.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu en quoi consiste notre travail et ce qu'est un étrier de serrage, et quelle est son domaine de travail, ses caractéristiques mécaniques, et enfin quelles sont les étapes à suivre pour sa réalisation.

Chapitre II :

Généralité sur les procédés de mise en forme et outillages

Introduction

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

Ce chapitre est divisé en trois parties, dans la première partie nous présentons les différents procédés de mise en forme des pièces précisément le découpage poinçonnage et pliage pour l'obtention de la tôle et le passage de produit plat au produit final, la deuxième partie on verra les presse mécanique et ces différents types enfin en troisième partie les différents outils de presse.

I. Procédés de mise en forme

I.1 Forgeage libre

Le forgeage permet d'élaborer des pièces brutes par déformation plastique du métal sous l'effet de choc ou de pression. Il est le plus souvent exécuté à chaud et conduit à l'obtention d'ébauche dont la forme est assez proche de la pièce finie. La matière d'œuvre est comprimée suivant une direction et se déplace librement suivant les deux autres. Le forgeage libre permet de réaliser toutes les formes possibles quel que soit le matériau de la pièce mais il est utilisé pour réaliser des pièces unitaires ou en petite série.

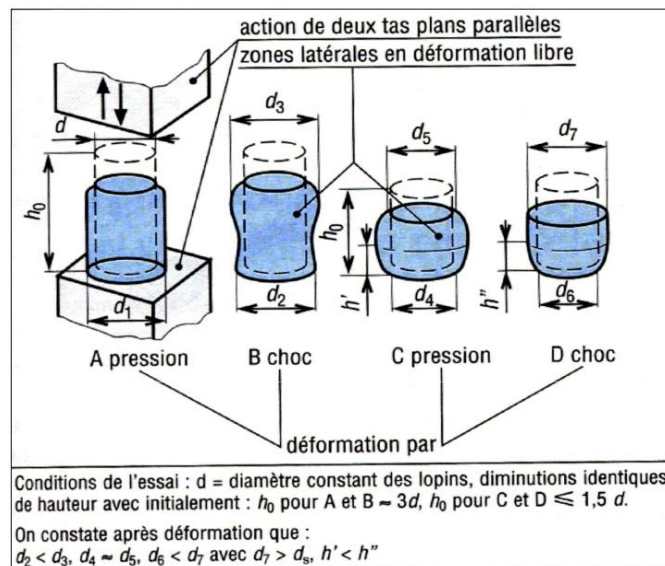


Figure II. 1 Forgeage libre

Pour obtenir une pièce par forgeage, deux types d'engins sont utilisés :

Engins travaillant par choc où un des tas est animé d'une vitesse supérieur ou égale à 6m/s au moment où il frappe la pièce (marteaux). L'énergie nécessaire à ce mode de

déformation est égale à $\frac{1}{2} mV^2$ (énergie cinétique), m est la masse en Kg de l'organe de frappe (marteau) et V la vitesse, en m/s, communiquée à cette masse.

Engins travaillant par pression : le coulisseau (presses mécaniques), le piston (pour les presses hydrauliques), portant le tas de déformation, se déplace à une vitesse inférieure à 1m/s.

1.2 Estampage

C'est le formage par choc ou pression d'un lapin métallique intercalé entre deux matrices dans lesquelles sont réalisées des gravures ou empreintes reproduisant la forme de la pièce à obtenir. Sous l'action des forces extérieures le métal se déforme et remplit les empreintes. L'estampage s'effectue généralement en deux opérations ébauche et finition suivie d'un ébavurage.

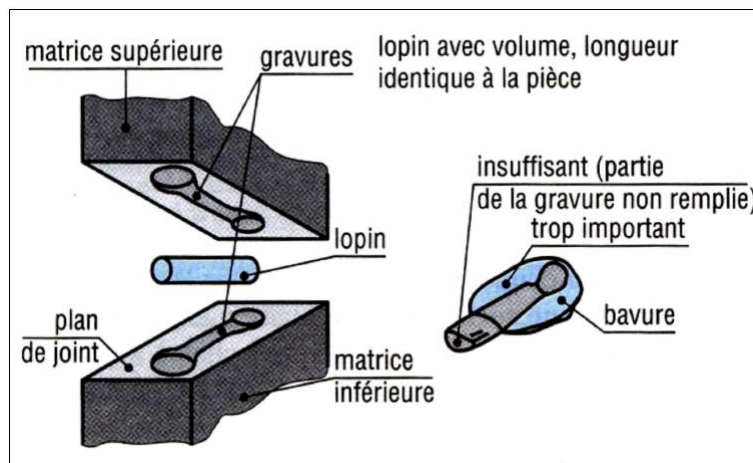


Figure II.2 - Procédé d'estampage

1.3 Filage

Il consiste à presser une billette au travers d'une filière le métal est façonné sur toute sa longueur selon la forme de la filière. Dans le cas du filage direct le métal s'écoule dans le sens de déplacement du poinçon. Lorsque le métal s'écoule autour ou le long du poinçon ou à l'intérieure, le filage est dit inverse dans ce cas le métal se déplace à contre sens du poinçon.

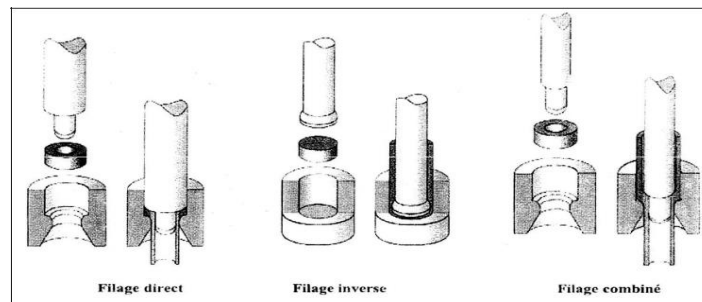


Figure II.3 Procédé de filage

1.4 Cisailage

C'est la séparation totale ou partielle d'un élément métallique à l'aide de deux lames dont l'une au moins est mobile.

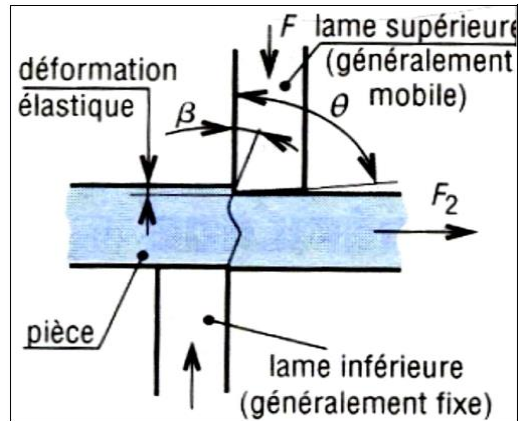


Figure II.4 Cisailage

1.5 Emboutissage [2]

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique à froid des métaux (tôle). Il transforme une feuille appelée flan en une surface généralement non développable. Il est effectué sur une presse au moyen d'un outillage qui comprend deux pièces principales : le poinçon et la matrice.

Le poinçon a la forme intérieure de la pièce à obtenir et la section de la matrice est semblable à celui du poinçon. Pendant l'opération d'emboutissage, le flan est exposé à la fois aux forces radiales et tangentielles ou de combinaison variable.

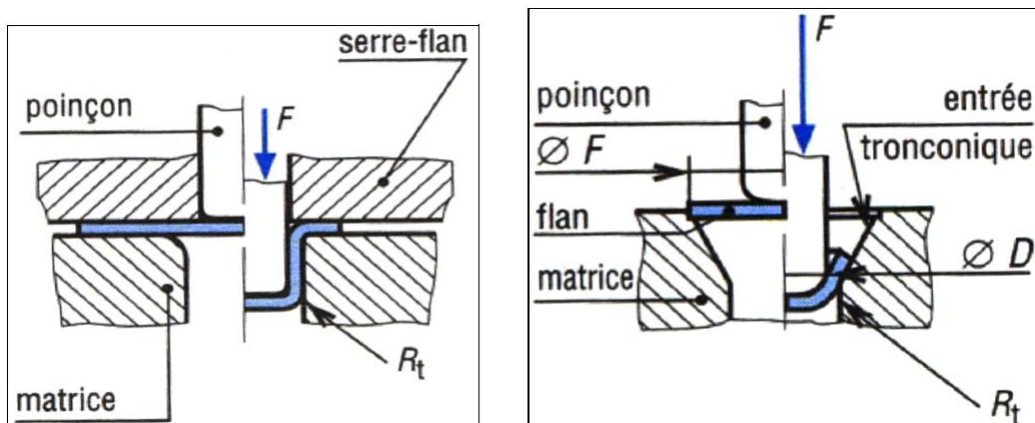


Figure II.5 Emboutissage

I.6 Le découpage [2]

I.6.1 Définition de découpage

Le découpage est un procédé de fabrication des pièces qui consiste à cisailier sur un contour fermé une pièce de faible épaisseur.

Une différence est faite sur les termes :

I.6.2 Principe

C'est une opération qui consiste à serrer la bande du métal entre une matrice et un poinçon, qui pénètre à l'aide d'une pression dans la tôle, jusqu'à ce qu'il produise un cisaillement total du métal.

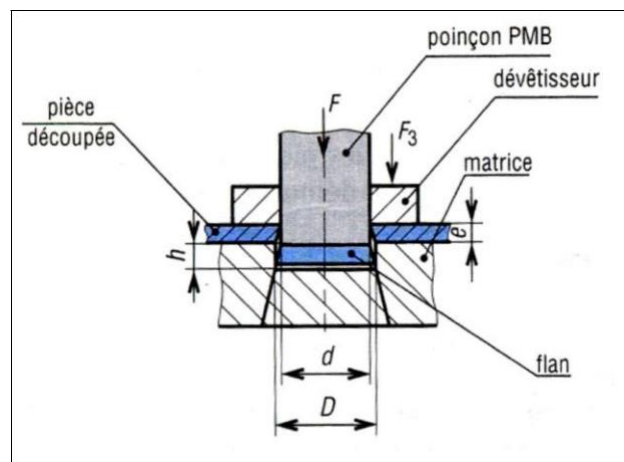


Figure II.6 Opération de découpage

I.6.3 Quelques Types de découpage

a) Crevage

C'est un découpage partiel, il consiste à ne pas détacher la chute avec la pièce.

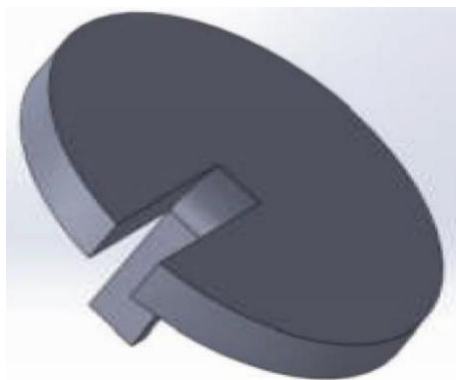


Figure II.7 Crevage

b) Encochage

Découpage débouchant sur un contour.

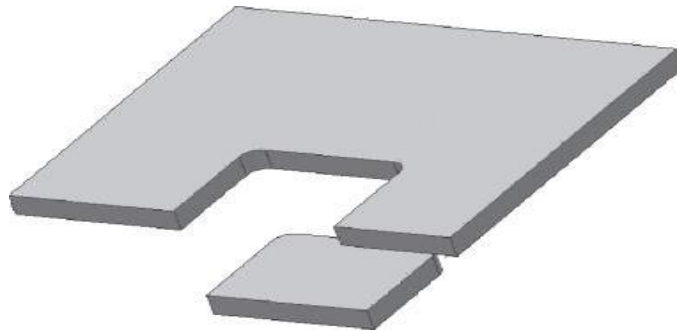


Figure II.8 L'encochage

c) Le grignotage

C'est le poinçonnage partiel par déplacement progressif de la tôle ou du poinçon.

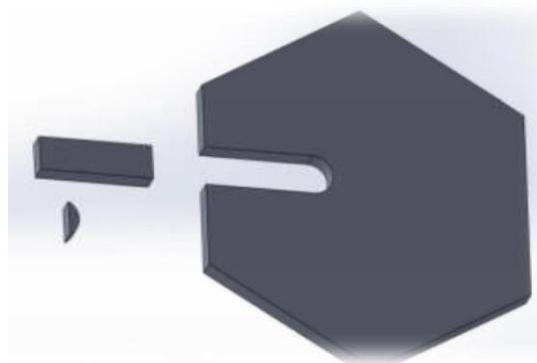


Figure II.9 Le grignotage

d) L'arasage

Découpage en reprise (précision de cotes et d'états de surfaces).

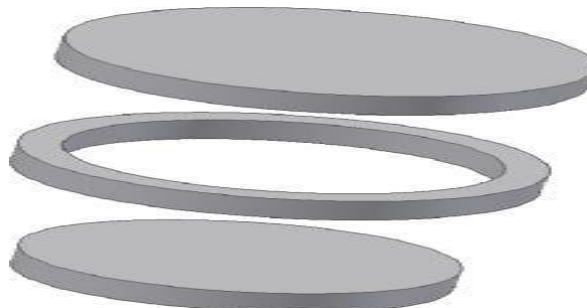


Figure II.10 L'arasage

e) Détourage

Finition d'un contour déjà ébauché, modifié 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.

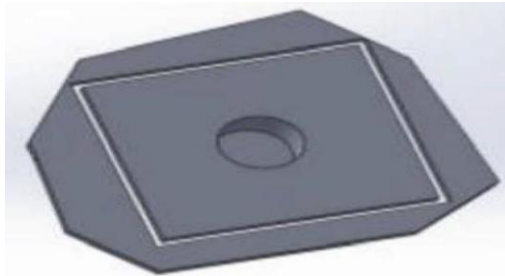


Figure II.11 Le détourage

f) Le soyage

Le soyage est la réalisation d'un collet (relevage des bords d'un trou) obtenu soit. Après poinçonnage d'un trou. Soit à l'aide d'un poinçon épaulé qui poinçonne le trou dans le vide et relève les parois de ce dernier, en même temps.

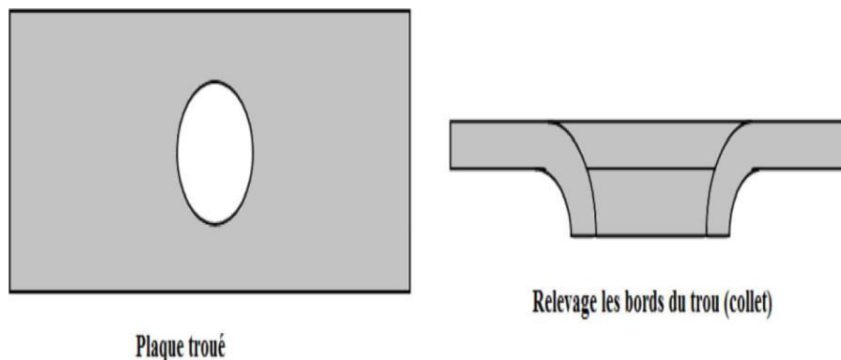


Figure II.12 Le soyage

g) Ajourage

C'est une opération de découpage dans un flan des trous de formes déférentes.

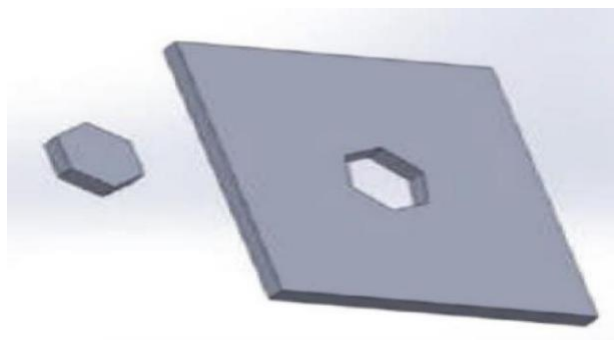


Figure II.13 Ajourage

I.6.4 Matrice et poinçon

Les poinçons sont fixes si les matrices sont mobiles. Ils doivent résister à la compression et au flambage. Pour les poinçons cylindriques on prend à la limite : ≥ 1.6 pour les aciers doux. Une matrice en acier peut produire environ 50 000 pièces sans être affûtée l'affutage diminue h de 0.2 à 0.5 mm.

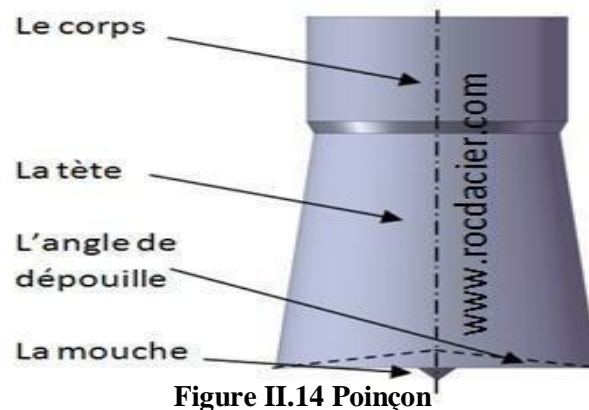


Figure II.14 Poinçon

I.6.5 Effort de découpage

C'est l'effort nécessaire au découpage d'une pièce donnée, il est égale 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 découper.

$$F = P \times e \times R_c$$

Tels que :

F : Efforts de découpage (daN) ;

P : Périmètre de la surface à découpée (mm) ;

e : Épaisseur de la surface à découpée (mm) ;

R_c : La résistance au cisaillement de la pièce à découpée (daN/mm²).

I.6.6 Effort d'extraction

C'est l'effort nécessaire pour dégagé le poinçon de la zone de découpage, il varie de 2 à 7 pour cent de celui de dé coupage. Soit :

- 7 % de l'effort quand la chute est plus grande de deux ou trois fois que l'épaisseur de la tôle.
- 5% de l'effort quand la chute est moyenne par rapport à l'épaisseur de la tôle.
- 2 % : si la chute de découpage est faible.

I.7 Poinçonnage [2]

I.7.1 Définition de poinçonnage

Le poinçonnage est une opération de découpage qui consiste à exécuter un trou dans le métal à l'aide d'un poinçon qui enlève la matière en totalité d'un seul coup.

Le poinçonnage est selon le corps de métier, une marque ou poinçon laissés sur un objet ou une perforation occasionnée par une poinçonneuse.

Le poinçonnage s'exécute soit à la main pour les travaux unitaires et moins précis à l'aide des petits poinçons manuel. Soit avec des poinçonneuses (machines) pour les travaux de grandes séries et de bonne précision dimensionnelle.

I.7.2 Principe

On appelle le poinçonnage, le cisailage sur un contour fermé, effectué par un poinçon agissant sur une matrice. Le principe reste le même que pour le cisailage. La rupture s'effectue donc après un effort de traction.

Généralement, le poinçonnage est utilisé en tôlerie pour réaliser des trous et découper des flans de formes complexes parfois non rectangulaires, donc difficiles ou impossibles à réaliser par cisailage.

I.7.3 Les trois types de poinçonnage

- Le poinçonnage classique : enlèvement de matière par simple réalisation de trous.
- Le grignotage : qui consiste à découper un pourtour intérieur ou extérieur par des multiples coups de poinçon.
- Le découpage à la presse: découpe de flan à l'aide d'un outillage spécifique.

I.7.4 Les différentes étapes de poinçonnage

Comme nous venons de le présenter, le poinçonnage à la presse suit un mécanisme identique au procédé de découpage, qui engage un cisaillement de la tôle. Ce cisaillement est provoqué par l'action de deux lames de découpage dont l'une agit en opposition au mouvement de l'autre et dont le jeu entre les arêtes de coupe détermine l'intensité des contraintes de cisaillement.

Le poinçonnage se fait à plusieurs étapes :

1. **L'impact :**

Provoque un gonflement dans la surface de la pièce. (**Figure A**),

2. **Pénétration :**

Fibres superficielles coupées et fibres internes en extension. (**Figure B**),

3. **Découpage:**

Forte contrainte de compression, dépassement de la limite élastique donne naissance à des fissures de la tôle entre le poinçon et la matrice. (**Figure C**),

4. **Séparation :**

Rupture par extension des fibres. (**Figure D**),

5. **Fin de course :**

L'enfoncement du déboucheur et du poinçon dans la matrice, le déboucheur s'enfonce vers le cœur de la pièce puis se retire lentement. (**Figure E**),

6. **Le retrait :**

En fin de course, le poinçon recule en surmontant la friction qui est due à serrage de la pièce qui l'entrouvre (déboucheur) (**Figure F**).

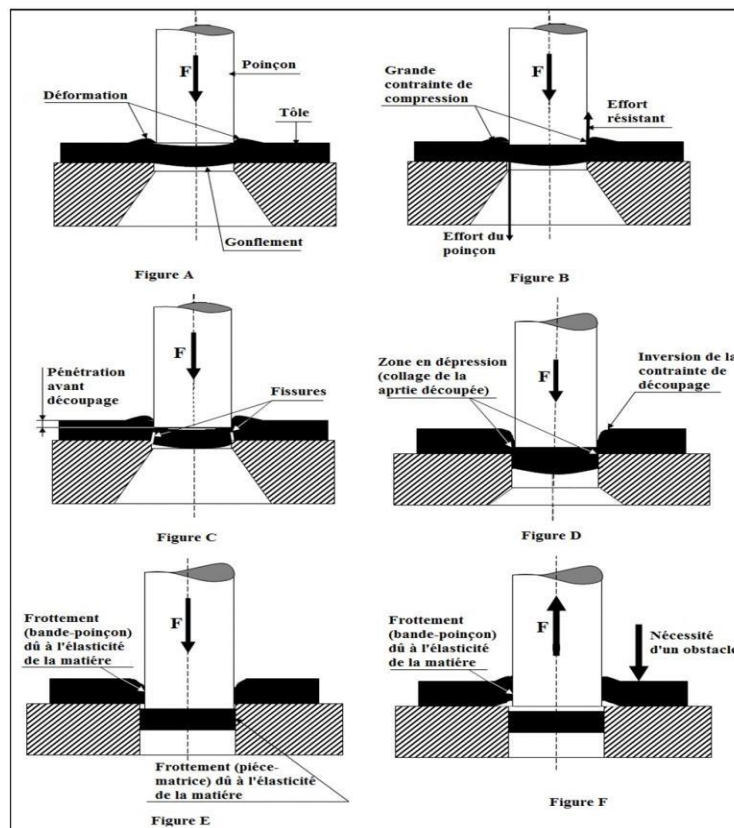


Figure II.15 Les étapes de poinçonnage

I.7.5 Le jeu (entre le poinçon et le matrice)

Tout comme en cisailage, un jeu est nécessaire entre les arêtes des outils. Ce jeu démunies les efforts de poinçonnage de la zone poinçonnée. Ce jeu de poinçonnage sera proportionnel à l'épaisseur poinçonnée et dépendra de la résistance du métal, il permet également de garantir une coupe naitre et franche.

Donc :

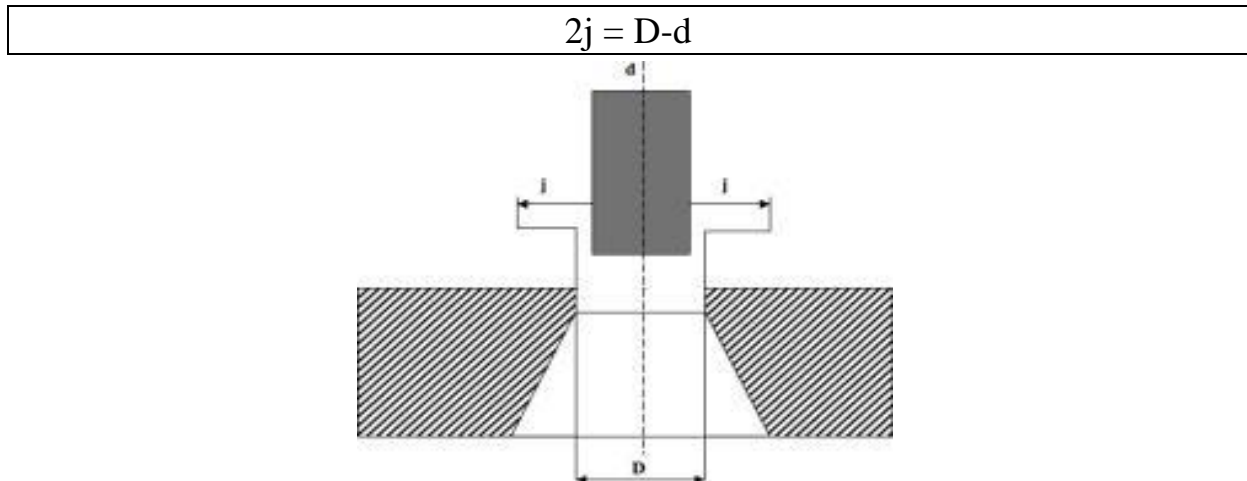


Figure II.16 Le jeu entre le poinçon et la matrice

Le jeu entre le poinçon et la matrice

Tels que:

j: jeu (mm)

D: diamètre de la matrice (mm)

d: diamètre du poinçon (mm)

- Pour le découpage le jeu est à prendre sur le poinçon.
- Pour le poinçonnage le jeu est à prendre sur la matrice.

I.7.6 Effort de poinçonnage

L'effort de poinçonnage dépend de l'épaisseur de la tôle, du périmètre de la section du trou et de la résistance du métal. Et les frottements qui sont généralement négligés. Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les utiles. Par conséquent, la section minimale de poinçonnage dépend de l'effort de poinçonnage. De la forme se de la surface de la section poinçonnée et aussi de flambage de l'outil.

Voici la formule générale de calcul des efforts de poinçonnage :

$$F = R_c \times e \times P$$

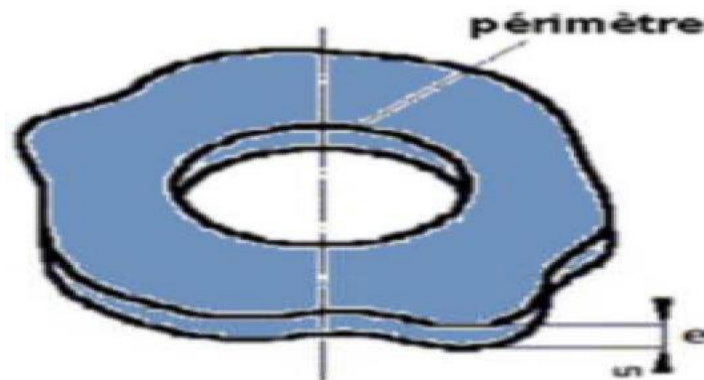


Figure II.17 Pièce poinçonné

Tels que:

F = effort de poinçonnage (daN) ;

P = périmètre du poinçon (mm) ;

e = épaisseur de tôle (mm) ;

R_c = résistance du matériau au cisaillement (daN/mm²).

I.7.7 Avantages et inconvénients du poinçonnage

1. Avantage

Par rapport au perçage, le poinçonnage est extrêmement économique (gain de temps, usure moindre des outils, affutage peu fréquent) et donne la possibilité d'utiliser toute sortes de formes pour les trous.

Par rapport au découpage à la presse, le grignotage sur commande numérique permet de changer de série en minimisant les couts d'outillages et de découper de grands formats, et d'utiliser des outils simples et peu onéreux

2. Inconvénient

- Limiter dans les épaisseurs.
- Section minimale du poinçon limitée.

I.8 Le pliage [2]

I.8.1 Définition de pliage

Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ces fibres de façon brusque suivant un angle.

Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce

- Pliage en l'air dans une presse-plier
- Pliage en frappe, pliage sur plieuse à sommier ou universelle ...

I.8.2 Principe de pliage

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

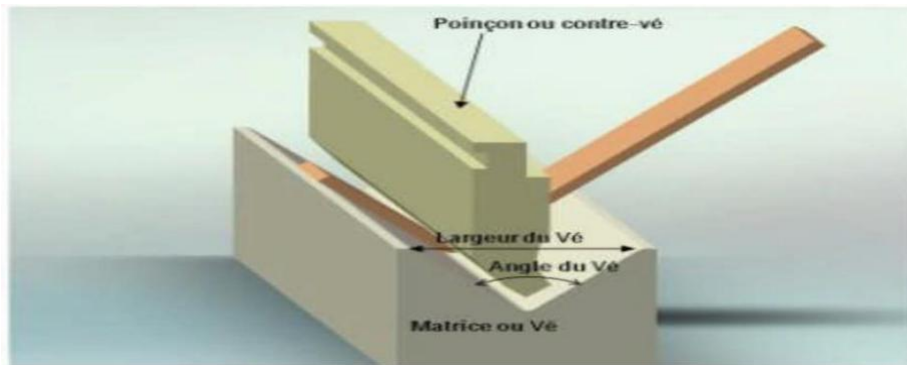


Figure II.18 Principe de pliage

I.8.3 Différents techniques de pliage

I.8.3.1 Pliage en frappe

Le poinçon entraîne les deux branches libres du pli jusqu'au contact des faces intérieures de la matrice, il en résulte un écrouissage de la zone pliée et l'angle obtenu est sensiblement égale à celui du vé.

Cette technique permet d'obtenir des pièces précises, mais elle nécessite des efforts de pliage importants (environ $30T/m/mm$ d'ép.). Il faut un outillage pour chaque angle et il est limité aux tôles jusqu'à 2 mm d'épaisseur. Le fait de matricer l'intérieur du pli permet d'obtenir des angles très précis ($\pm 0,5^\circ$).

I.8.3.2 Pliage en l'air

Les branches libres du pli ne viennent pas au contact des faces intérieures du vé. La limitation de la descente du poinçon et l'écartement du vé, permettent d'obtenir les plis aux angles désirés. Ce mode de pliage est couramment utilisé car les forces appliquées sont environ 5 fois moins importantes que pour du pliage en frappe.

I.8.3.3 Pliage sur élastomère

Ce procédé consiste à remplacer la matrice en métal par un coussin élastique en caoutchouc enchâssé dans un support métallique.

Le pliage à l'aide d'un outil élastique convient particulièrement à la mise en œuvre des tôles minces ayant reçues un traitement superficiel. Cette technique a l'avantage de ne jamais marquer la tôle, et nécessite des efforts très importants.

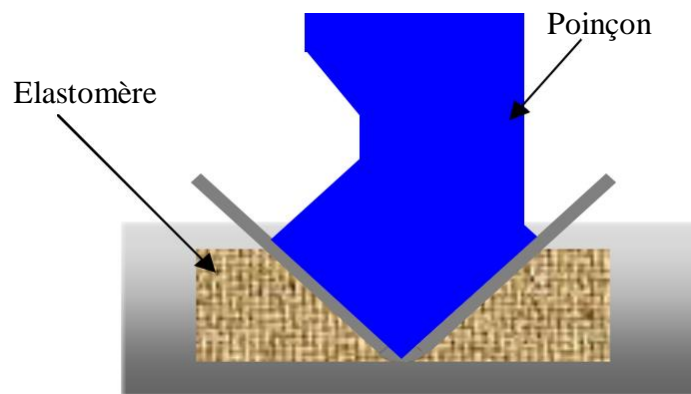


Figure II.19 Pliage sur élastomère

I.8.4 Outils spéciaux

Les outils utilisés pour le pliage sont en acier traité, et ils sont classés en deux catégories :

- Outils simples : de formes très variées, ils sont les plus utilisés en tôlerie, chaudronnerie.
- Outils combinés : ils peuvent effectuer plusieurs opérations simultanées (plusieurs plis, des poinçonnages, découpages...). Ces outils sont très spécialisés et coûteux.

I.8.4.1 Pliage en V

Outillage simple, le poinçon est fixé sous le coulisseau de presse, la matrice sur la table. Un éjecteur facilite la récupération de la pièce et drageoir positionne le flan sur la matrice.

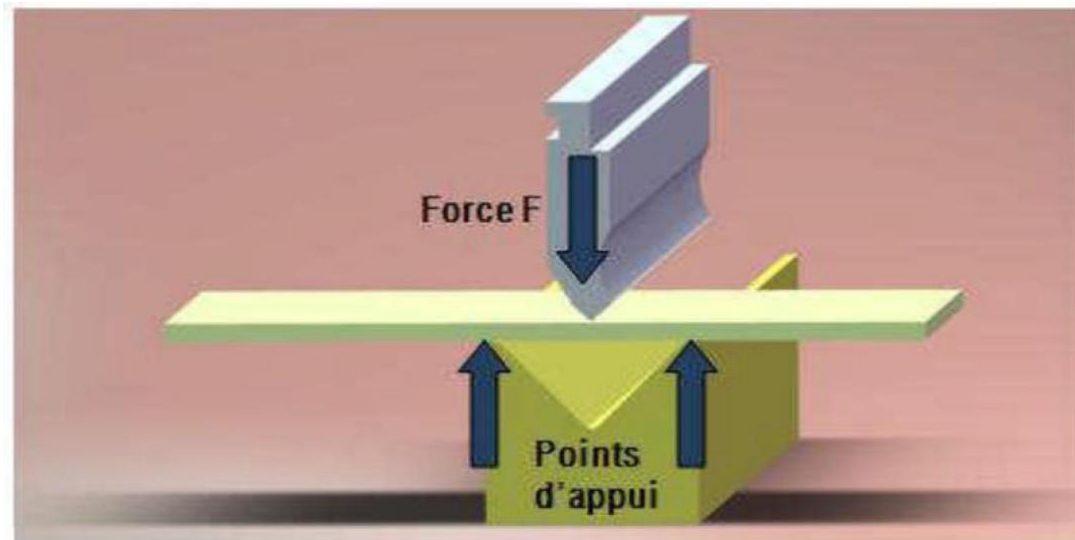


Figure II.20 Pliage en V

I.8.4.2 Pliage en U

- A. Pliage avec ailes extérieures : limité aux faibles hauteurs, si est importante la pièce est réalisée en deux passes.
- B. Pliage avec ailes intérieures : réalisé en deux opérations ou en une opération avec un outil à cames mais longueur de pièce limitée.
- C. Pliage fermé : l'ébauche est faite en deux opérations, frappée ensuite sur mandrin intérieur pour obtenir des cotes précises.

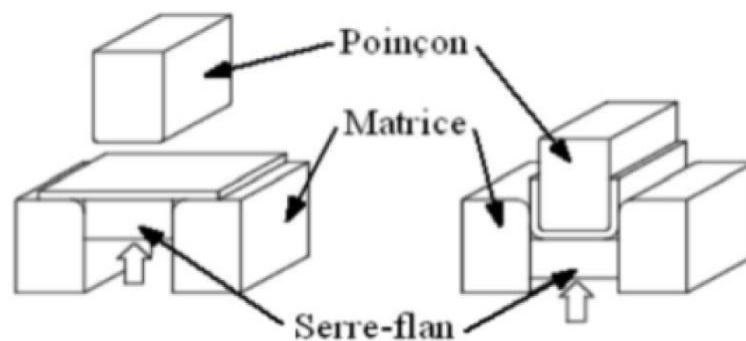


Figure II.21 Pliage en U

I.8.4.3 Pliage en Z

L'outil utilisé est simple et peu coûteux mais fournissant des pièces peu précises. L'outil est présenté en fin de course. Les ressorts sont calculés pour qu'au cours de la descente, le pliage s'effectue en premier lieu en (a) sur l'arête de l'éjecteur, puis en (b) lorsque la serre-flan vient en butée sur son support. Les parties frottantes sont rapportées en acier dur.

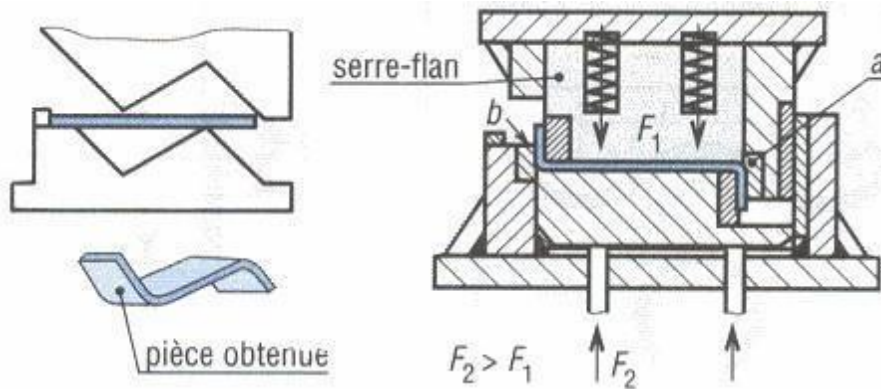


Figure II.22 Pliage en Z

I.8.4.4 Pliage en équerre

La zone pliée produit un effet de chasse qui doit être compensé par une surface de réaction L'aile la plus courte qui celle qui doit être relevée.

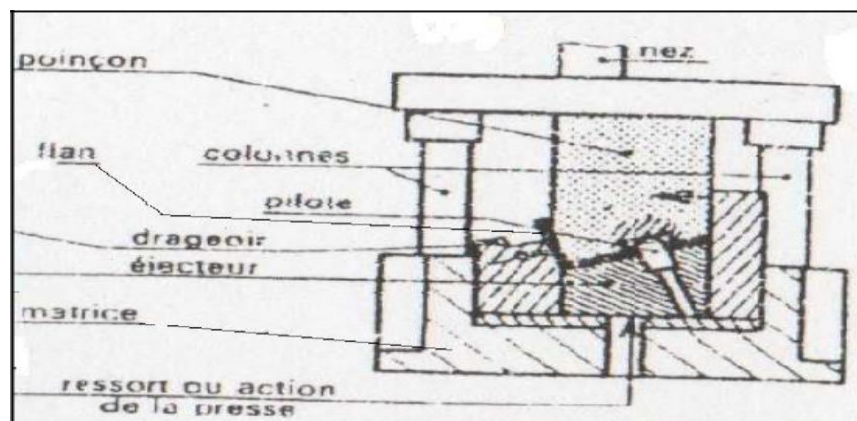


Figure II.23 Pliage en équerre

I.8.5 Calcul de l'effort de pliage

La connaissance de l'effort à fournir dans le pliage est utile pour le choix de la presse, pour cela on utilise les formules expérimentales ou les abaques. L'effort de pliage dépend de plusieurs facteurs englobant :

- Le matériau (la résistance, l'épaisseur).
- La forme de la pièce (en V, Z, U, ...).
- La façon d'exécution du pliage (pliage avec poinçon et matrice ou avec plaque)
- Le frottement entre le demi-produit et l'outillage.
- La vitesse de déformation.....etc.

I.8.5.1 Pliage en V

✚ Pliage sans frappe :

L'effort de pliage exercé par le poinçon est donné par la formule suivante :

$$F_1 = K \times (L \times e^2 \times R_m)$$

Avec

R_m : La résistance mécanique du métal à plier (N/mm²)

L : Longueur pliée

e : Épaisseur de la tôle (mm)

V : Ouverture du V (mm)

K : Un coefficient dépendant de V

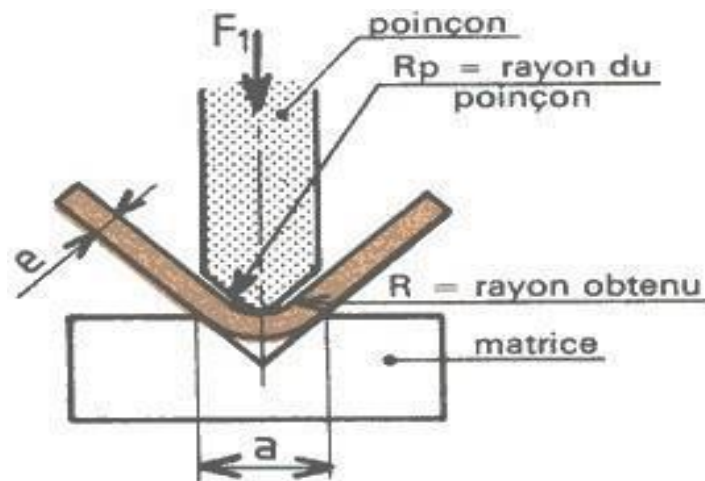


Figure II.24 Pliage en V

Pliage avec frappe :

$$L'effort : F_2 = 2F_1$$

I.8.5.2 Pliage en U

Sans frappe :

Dans ce cas, l'effort est fortement tributaire du jeu entre poinçon et matrice. Si le jeu égale épaisseur nominale de la tôle plus tolérance maximale, l'effort peut être défini par la relation:

$$F3 = \frac{2}{3} \times Rm \times e \times \left(1 + \frac{e}{a}\right)$$

Avec frappe :

La relation $F4 = 2,5 \times F3$ permet d'obtenir de bons résultats.

I.8.6 Avantages et inconvénient

Avantages.	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Outillage simple - Pièces réalisées de formes complexes - Cintrage de tôles de forte épaisseur (faibles plis régulièrement espacés). 	<ul style="list-style-type: none"> - Longueur de pli limité à la longueur des machines. - Elasticité résiduelle difficilement contrôlable.

Tableau II.1 : les avantages et les inconvénients de pliage

II. Les outils de presse [3]

Un outil de presse est une construction mécanique de précision, supposée indéformable et en générale composée d'une partie mobile supérieure bridée sur le coulisseau et d'une partie inférieure fixe bridée sur la table de la presse.

II.1 Types d'outils de presse

II.1.1 Outil de découpage

II.1.1.1 Outil découvert

A. Outil découvert simple

Cet outil est constitué uniquement d'un poinçon et d'une matrice. Il ne peut être employé dans les travaux de série du fait de la remonter de la bande de tôle avec le poinçon.

En outre, cette bande n'est pas guidée sur la matrice et doit être déplacée à vue après chaque de presse.

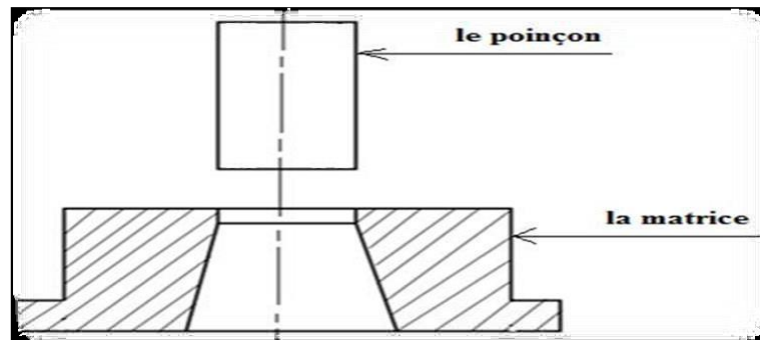


Figure II.25 Outil découvert simple

B. Outil découvert à butée

Utilisé pour le découpage de flans circulaires. Deux butées sont placées, une assure le guidage de la bande et l'autre le contrôle de l'avance.

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

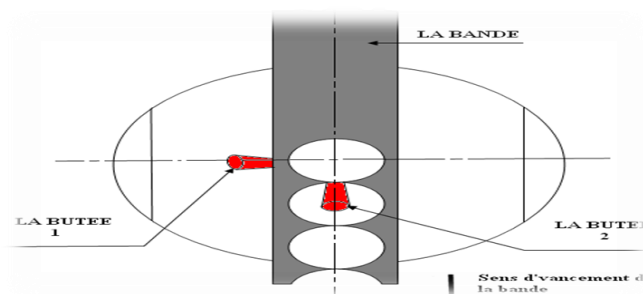


Figure II.26 Outil découvert à butée

II.1.2 Outil à contre plaque

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm.

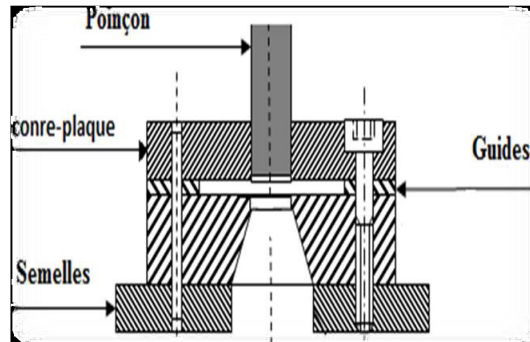


Figure II.27 Outil à contre-plaque

A. Outil 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.

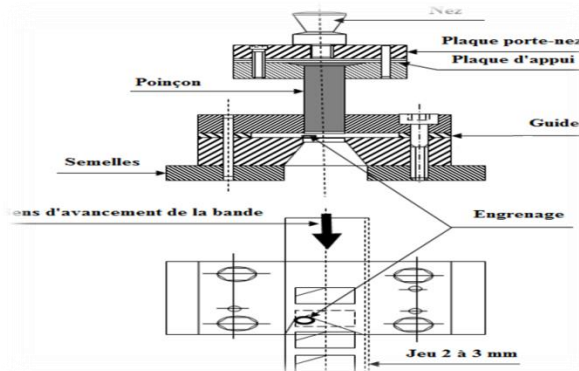


Figure II.28 Outil à engrenage

B. Outil à couteau

Sa conception est identique à celle de l'outil d'engrenage 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.

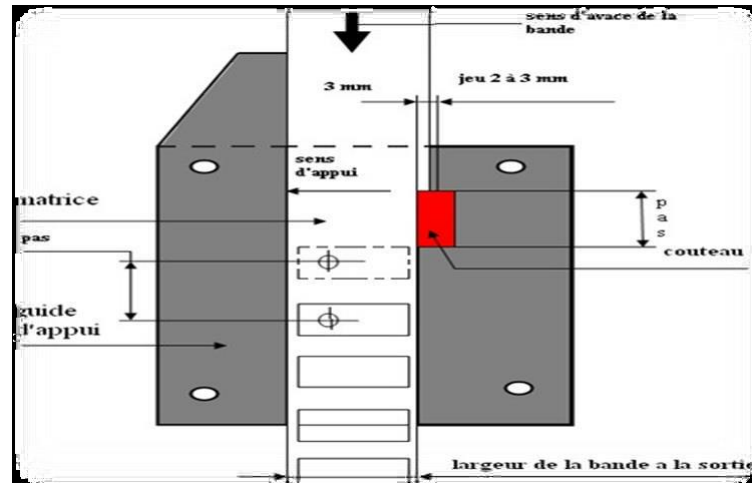


Figure II.29 Outil à couteau

C. Outil à presse-bande

Il est aussi appelé outil à colonne, la contre plaque est remplacée par une pièce analogue montée sur ressorts, c'est la 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.

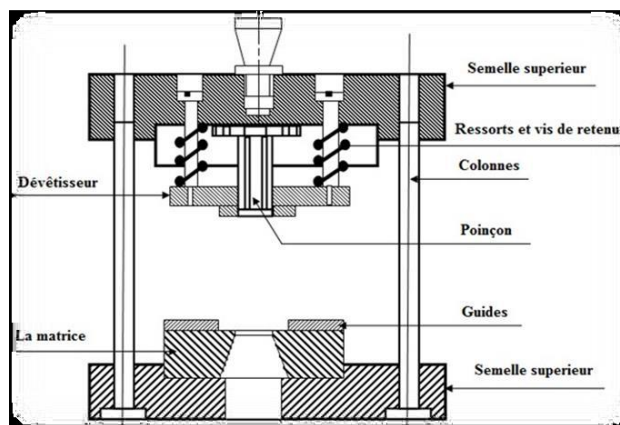


Figure II.30 Outil à presse-bande

II.1.3 Outil Suisse

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 poinçonné en un seul coup de presse. La pièce terminée reste dans la matrice et elle est extraite en haut de course par un éjecteur.

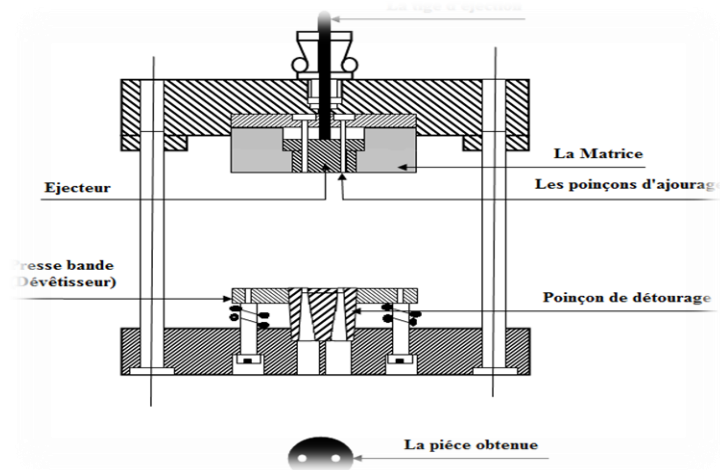


Figure II.31 Outil Suisse

II.1.4 Outil de reprise

Cet outil est utilisé pour poinçonner des flans déjà découpés. Il est monté sur des presses à commande manuelle. Le flan est mis en position dans un drageoir qui est constitué de diverses façons:

- Par un cadre,
- Par des plaquettes de positionnement,
- Par des goupilles de positionnement,

Il peut être à contre plaque ou bien à presse bande selon l'épaisseur de la tôle.

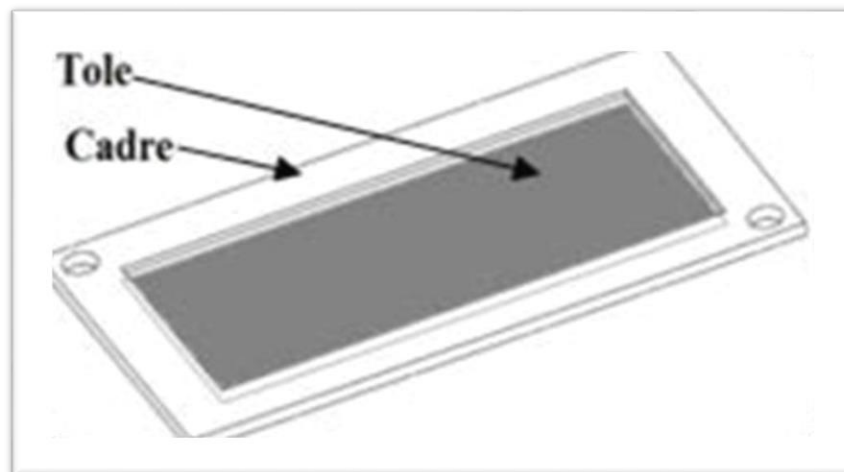


Figure II.32 Outils de reprise par un cadre

II.1.5 Outil de détourage

Après emboutissage, les pièces obtenues présentent des bords (collerette) irréguliers donc il est nécessaire de détourer pour obtenir un bord franc.

On distingue trois types d'outil :

II.1.5.1 Détourage normal

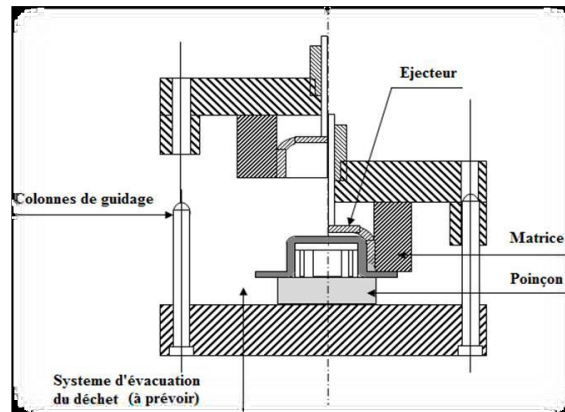


Figure II.33 Détourage normal

II.1.5.2 Détourage à ras

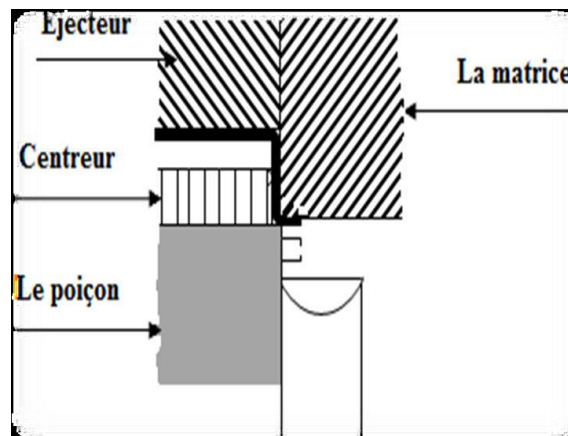


Figure II.34 Détourage à ras

II.1.5.3 Outil détourage-poinçonnage

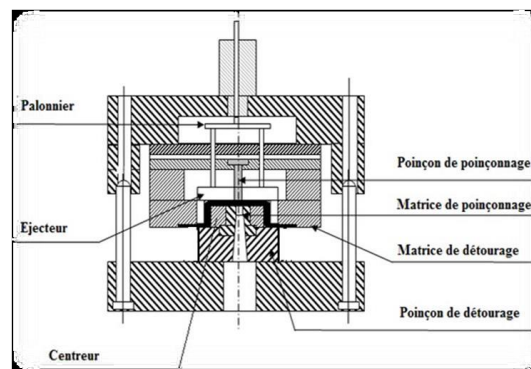


Figure II.35 Outil détourage-poinçonnage

II.1.6 Outils à came

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.

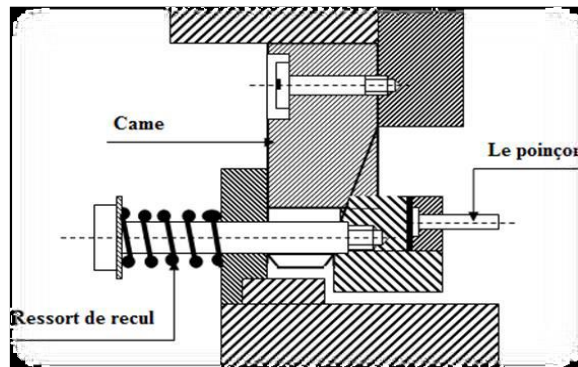


Figure II.36 Outils à came

II.1.7 Outil d'emboutissage

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.

II.1.8 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 entraine 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

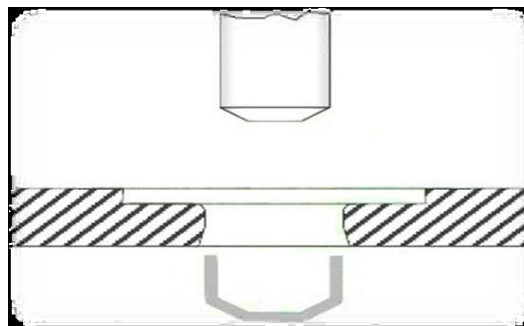


Figure II.37 Outil sans serre-flan

II.1.9 Outil à serre-flan

Il existe deux genres d'outil à serre flan, suivant qu'il est destiné à une presse simple effet ou à une presse à double effets.

II.1.10 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.

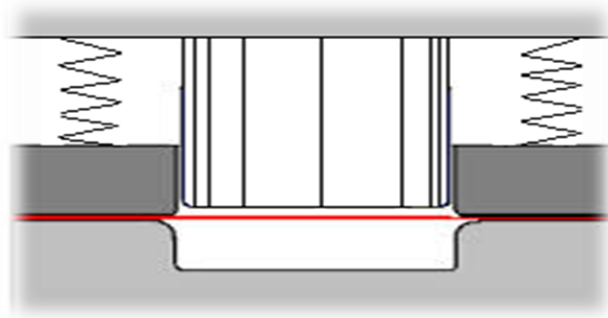


Figure II.38 Outil monté sur presse à simple effet

II.1.11 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.

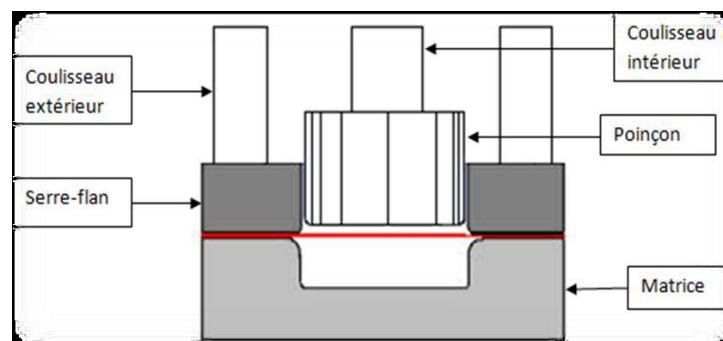


Figure II.39 Outil monté sur presse à double effets

II.1.12 Outil de cambrage

Les outils de cambrage sont variés à l'infini et sont déterminés par la pièce à produire. Tous les cambrages, aussi compliqués soient-ils, peuvent toujours se décomposer en opérations élémentaires qui sont:

- Cambrage en V ou en équerre,
- Cambrage en U et roulage.
- Outil de cambrage en V

II.1.12.1 Outil de cambrage en V

Utilisé pour obtenir des pièces en forme de cornière, elle se compose d'un poinçon et d'une matrice épousant, tous deux, l'angle de la cornière à former, et d'un drageoir fixé sur la matrice qui centre le flan à cambrer.

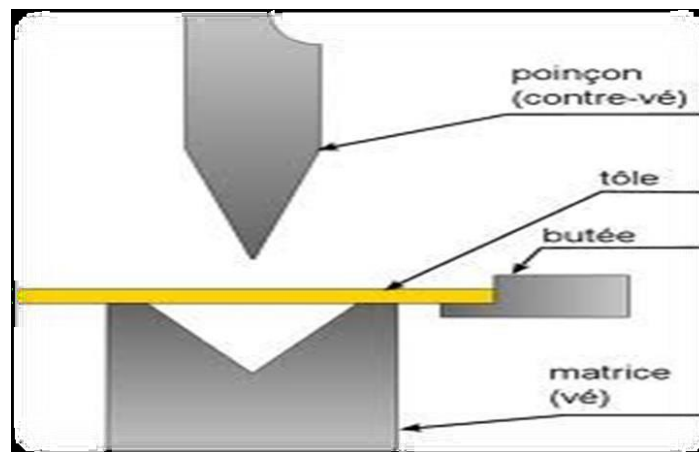


Figure II.40 Outil de cambrage en V

II.1.12.2 Outil de cambrage en U

C'est le même principe avec l'outil précédent, ce qui change c'est la forme de la matrice et du poinçon. Cet outil relève simultanément les deux ailes de U et il travaille symétriquement.

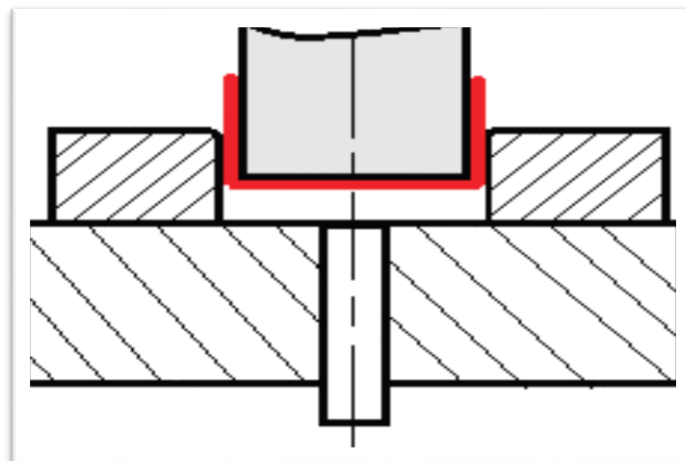


Figure II.41 Outil de cambrage en U

II.1.12.3 Outil de cambrage en équerre

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

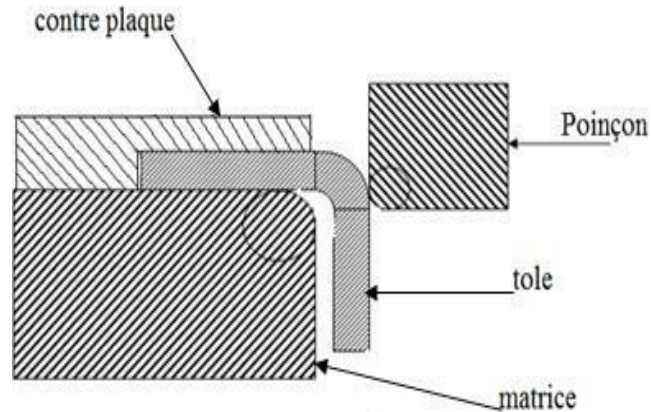


Figure II.42 Outil de cambrage en équerre

II.2 Montage des outils sur les presses

II.2.1 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.

- 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

II.2.2 Grosse presses

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.

III. Les presses [4]

III.1 Définition des presses

La presse mécanique est une machine qui permet de changer la forme d'une pièce en appliquant une pression, elle est composée essentiellement de deux plateaux susceptibles de se rapprocher par commande mécanique ou hydraulique, pour comprimer ce qui est placé entre eux.

Les presses sont des machines utilisées pour le traitement de la tôle, capables de générer une pression continue et progressive, afin de couper ou déformer le matériau placé dans le moule. Généralement sont composées d'une base, d'un cadre, de colonnes de guidage, de moteurs pour la génération de la force et de systèmes de gestion et de contrôle de la phase de moulage.

Les presses peuvent être classés suivant :

- Leur mécanisme : hydraulique, mécanique, pneumatique.
- Leur fonction : presse de forgeage, presse d'estampage, presse plieuse, etc.
- Leur structure : presse à genouillère, presse à vis.
- Leur contrôlabilité : conventionnelle, servo-presses.

III.2 Classification des presses

Les presses peuvent être classées suivant plusieurs particularités ;

III.2.1 Selon le mode de transmission de l'énergie

On distingue :

III.2.1.1 Presses mécaniques

Une presse mécanique est une machine qui utilise un mécanisme pour faire fonctionner les matrices à la vitesse appropriée, et leur donner l'énergie suffisante pour découper, percer, et obtenir la forme désirée.

Les éléments estampés sont faits par profilage, emboutissage, découpage ou perçage d'Unimétal – tôle ou bobine – entre deux demis (supérieur et inférieur) d'un outil presse appelé matrice, l'élément supérieur est attaché au poinçon et l'élément inférieur est serré ou boulonné à la plaque d'appui ou au banc de la presse. La matrice est conçue pour créer la forme de la pièce en un travail de série de façon à satisfaire les demandes de production. La force (charge) et la précision sont nécessaires pour atteindre les demandes de la tolérance et de quantité de la pièce estampée et pour garantir un bon assemblage des parties de la pièce finale.



Figure II.43 Presse mécanique

A. Fonctionnement

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.

B. Mécanisme de commande

Il permet de transformer le mouvement circulaire uniforme de moteur en un mouvement rectiligne alternatif du coulisseau par un :

- a) Système bielle manivelle.
- b) Système excentrique.
- c) Système de came.
- d) Système avis.

C. Présentation des systèmes:

a) Système bielle-manivelle

C'est, avant tout, un système mécanique de transformation de mouvement, il est constitué de 4 pièces principales :

- La bielle.
- La manivelle appelée aussi vilebrequin.
- Le coulisseau.
- Le bâti.

La manivelle et le coulisseau constituent les deux pièces d'entrée et de sortie du mécanisme. La transformation du mouvement est due à la rotation continue de la manivelle autour de son axe ce qui donne un mouvement rectiligne alterné pour le coulisseau.

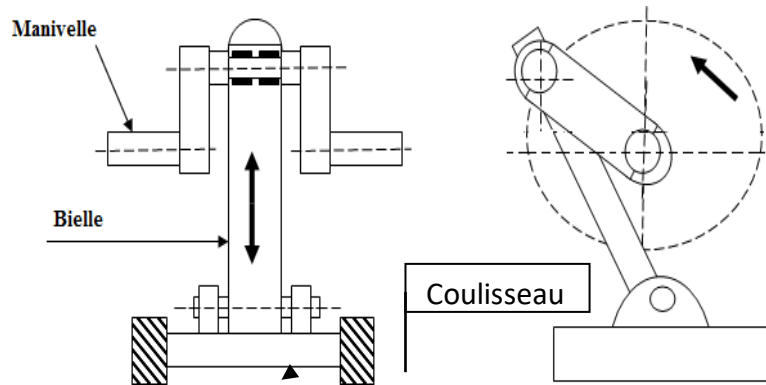


Figure II.44 Système bielle-manivelle.

b) Système excentrique

Un excentrique est un mécanisme provoquant un mouvement de rapprochement ou d'éloignement par rapport à l'axe de rotation d'une pièce. Cela permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement d'oscillation.

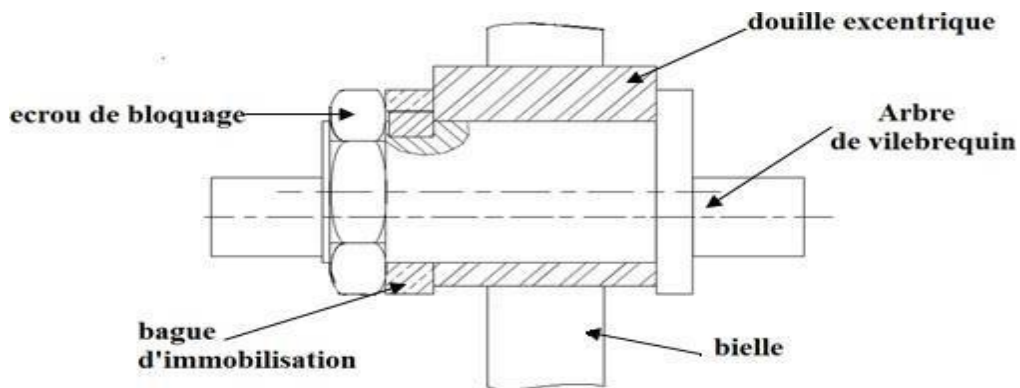


Figure II.45 Système excentrique

c) Système à came

L'excentrique à came est un système constitué de deux objets, l'un menant, nommé « Came » qui est constitué d'un solide généralement en rotation, et l'autre mené, animé d'un mouvement alternatif de translation et contraint par le solide menant

La came, autrement nommée solide menant, est couramment de forme vaguement ovoïde. Son profil est calculé en fonction du mouvement de translation qui sera imprimé au solide mené. Le solide mené est plaqué contre le profil de la came.

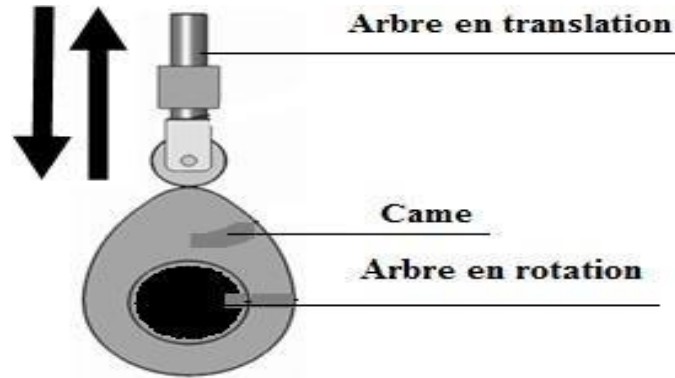


Figure II.46 Système à came

III.2.1.2 Presses hydrauliques

Principe de fonctionnement:

L'énergie est fournie par la pression d'un fluide qui agit sur un ou plusieurs pistons solidaire du coulisseau.

Les presses hydrauliques offrent l'avantage d'une plus grande souplesse de fonctionnement relativement aux machines à commande mécanique.

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.47 Presse hydraulique

III.2.2. Selon la forme de bâti

Les presses sont identifiées d'après la forme de leur bâti, ces derniers sont exécutés soit en fonte, en acier moule et de plus en plus en acier soude (mécano soudure).

III.2.2.1 Presses à cold cygne

Elles permettent le passage latéral des bandes de tôle du fait que leur bâti est dégagé sur trois cotés. Elles sont utilisées généralement pour les moyennes séries et les petites pièces ; elles sont dotées d'une puissance de 10 à 200 Tf. (Tf : tonnes force).



Figure II.48 Presse à cold cygne

III.2.2.2 Presses à arcade

Elles ont un bâti de type monobloc, il est plus rigide que le bâti à col de cygne, elles sont utilisées pour les travaux nécessitant de grands efforts en bas de course atteignant 1500 tonnes, elles ne sont dégagées que sur les deux cotés avant et arrière.



Figure II.49 Presse à arcade

III.2.2.3 Presses à montant droit

Leur bâti est de type assemblé, les montants assurent les rôles suivants :

- Le guidage du coulisseau.
- La jonction avec le chapiteau et la table par quatre tirants en acier serre à chaud.

Elles sont très robuste set peuvent atteindre des dimensions impressionnantes, jusqu'à huit mètres entre montant. Leurs capacités peuvent atteindre 1000Tf.



Figure II.50 Figure à montant droit

III.2.2.4 Presses à colonnes

Le sommier supérieur et le sommier inférieur sont réunis par quatre colonnes cylindrique qui sont très fortes, mais travaillant avec moins de pression.

Elles sont employées pour le forgeage et le matriçage, généralement leurs puissances peuvent atteindre 600tonnes.

Elles sont utilisées encore dans les chaudronneries ou elles sont employées pou l'emboutissage à chaud.



Figure II.51 Presse à colonne

III.2.2.5 Presses à table mobile et bigorne

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



Figure II.52 Presse à table mobile

III.2.3 Selon le nombre de coulisseaux

III.2.3.1 Presses à simple effet

Elles ne comportent qu'un seul coulisseau. 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.

III.2.3.2 Presses à double effet

Elles comportent deux coulisseaux indépendants, 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.

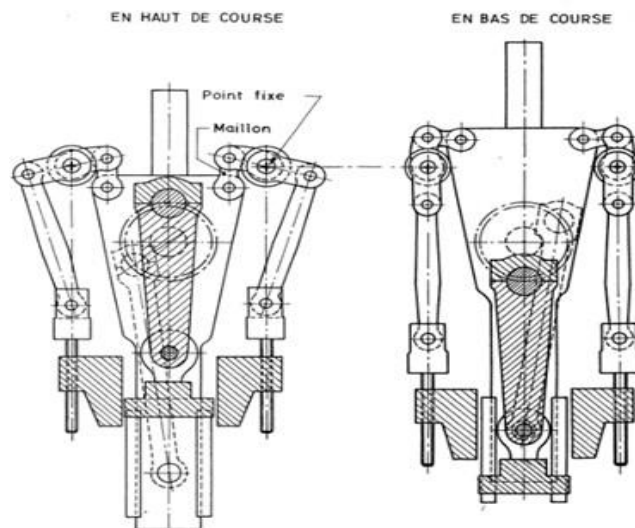


Figure II.53 Presse à double effet

III.2.3.3 Presses à triple effet

Elles comportent trois coulisseaux, deux à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure.

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.

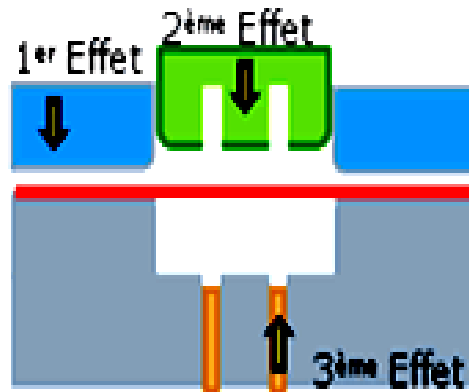


Figure II.54 Presse à triple effet

III.3 Différents constituants 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.

a- 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.

b- 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

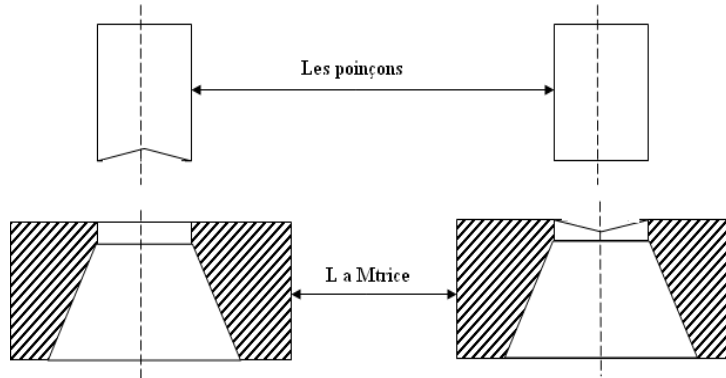


Figure II.55 La matrice et le poinçon

c- 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.

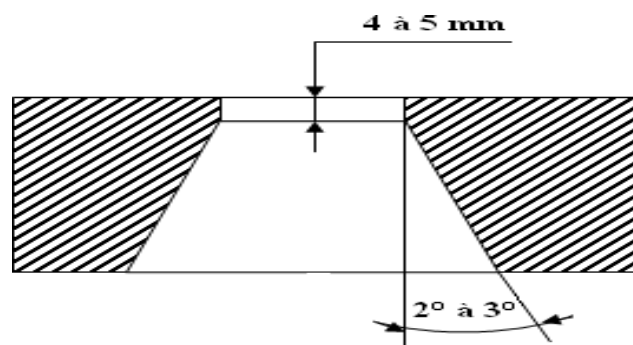


Figure II.56 Dépouille

d- 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.

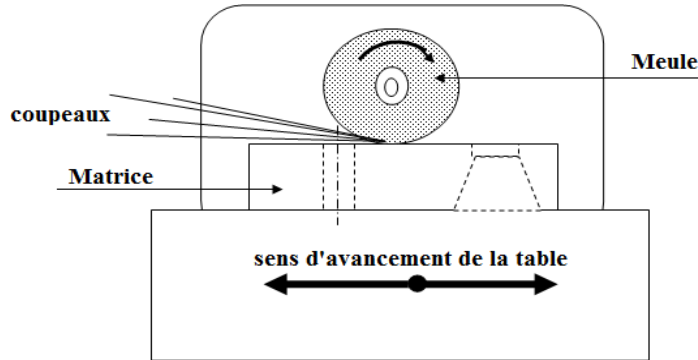


Figure II.57 Affutage

Conclusion

Cette étude nous a permis de savoir quel procédé de mise en forme adéquat pour réaliser notre pièce et comment faire le choix de l'outil, et comment choisir une presse.

On conclue que notre outil doit être une combinaison de trois procédés de mise en forme qui travailleront simultanément de telle sorte que l'outil doit réaliser un poinçonnage puis un découpage, ensuite un pliage, ce qui signifie que l'outil vas être un outil complexe, qui signifie que l'outil doit effectuer plusieurs opérations donc plusieurs poinçons (poinçonnage, découpage, pliage) dans un seul outil.

Chapitre III :

Étude et conception de l'outil

1 Calcul des efforts [4]

1.1 Effort de découpage

Pour que la tôle soit cisailée par l'effort F_c , il faut que :

$$R_c \leq F_c/S$$

$$\Rightarrow F_c \geq R_c.S$$

R_c : résistance au cisaillement.

F_c : effort de coupe.

S : surface à cisailier.

$$R_c = R_r.0,8$$

R_r : résistance à la traction

Dans notre cas la résistance à la rupture par traction de la tôle est $R_r = 38\text{daN/mm}^2$

$$R_c = 0,8 \times 38 = 30,4\text{daN/mm}^2$$

Calcul l'effort de coupe pour le poinçonnage :

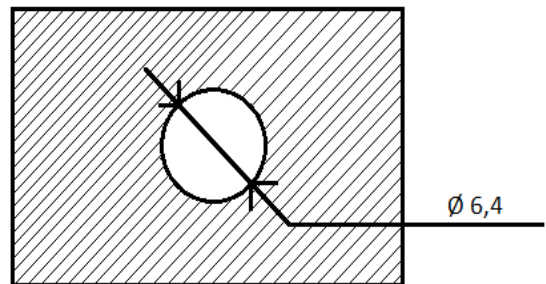
- On a un seul trous de diamètre (6,4 mm) à découper :

$$F_{c1} \geq R_c.S_1$$

$$S_1 = \pi.d.e = 3,14 \times 6,4 \times 1,8 = 36,17\text{mm}^2$$

$$F_{c1} \geq 30,4 \times 36,17$$

$$F_{c1} = 1099,56\text{daN}$$



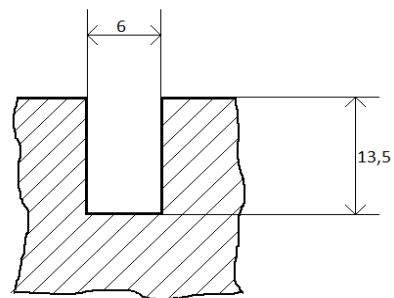
- Pour l'effort de découpage linéaire :

$$F_{c2} \geq R_c \times S_2$$

$$S_2 = (L+a) \times 2 \times e = (13,5+6) \times 2 \times 1,8 = 70,2\text{mm}^2$$

$$F_{c2} \geq 30,4 \times 70,2$$

$$F_{c2} = 2134,08\text{daN}$$



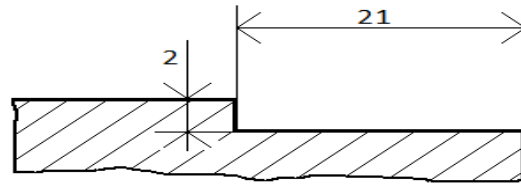
- Effort de découpage du pas :

$$F_{c3} = R_c \times S_3$$

$$S_3 = (L+a) \times e = (21+2) \times 1,8 = 41,4 \text{ mm}^2$$

$$F_{c3} \geq 30,4 \times 37,8$$

$$F_{c3} = 1258,56 \text{ daN}$$



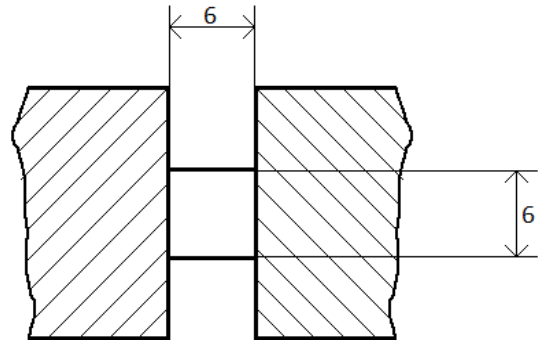
- L'effort nécessaire pour séparer la pièce :

$$F_{c4} \geq R_c \times S_4$$

$$S_4 = (L+L) \times e = (6+6) \times 1,8 = 21,6 \text{ mm}^2$$

$$F_{c4} \geq 30,4 \times 21,6$$

$$F_{c4} = 656,64 \text{ daN}$$



- Effort de coupe (F_c):

c'est la somme des efforts appliqués par chaque poinçon pour découper la tôle

$$F_c = \sum F_{c(1...4)}$$

$$F_c = F_{c1} + F_{c2} + F_{c3} + F_{c4}$$

$$F_c = 1099,56 + 2134,08 + 1258,56 + 656,64$$

$$F_c = 5148,84 \text{ daN}$$

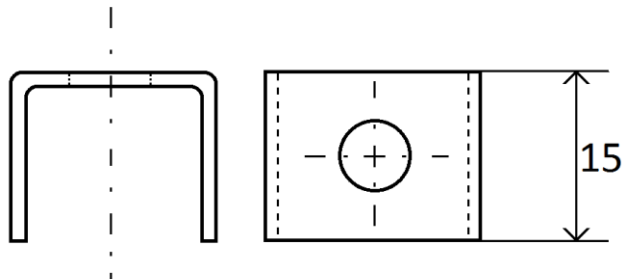
1.2 Effort de pliage

Pour faire un pliage, on admet que l'effort nécessaire pour cela est égal au (1/10) de l'effort nécessaire pour cisailer la section de la tôle à cet endroit.

$$F_{pl} = (R_c \times S) / 10 \text{ (daN)}$$

$$S = (15+15) \times 1,8 = 54 \text{ mm}^2$$

$$F_{pl} = (54 \times 30,4) / 10$$



$$F_{pl} = 164,16 \text{ daN}$$

Effort total :

$$F_t = F_c + F_{PL}$$

$$F_t = 5148,84 + 164,16$$

$F_t = 5313 \text{ daN}$

1.3 Effort de dévêtissage (Fde)

C'est l'effort nécessaire à dégager les poinçons de la tole après découpage et poinçonnage. Il varie de 2 à 7 % de l'effort de découpe selon la bande entourant le poinçon, soit :

- 7% de l'effort quand la chute est plus grande de deux ou trois fois l'épaisseur de la tole.
- 5% de l'effort quand la chute moyenne par rapport à l'épaisseur de la tole.
- 2% quand la chute est faible.

Pour le poinçonnage rond et le découpage rectangulaire, il est de 7% voir (fig....) :

$$F_{de1} = F_{c1} \times 0,07$$

$$F_{de1} = 1099,56 \times 0,07$$

$F_{de1} = 76,96 \text{ daN}$

Pour le découpage linéaire et le découpage du pas, il est de 5% voir (fig....) :

$$F_{de2} = (F_{c2} + F_{c3}) \times 0,05$$

$$F_{de2} = (2134,08 + 1258,56) \times 0,05$$

$F_{de2} = 169,63 \text{ daN}$

Effort total de dévêtissage :

$$F_{deT} = \sum F_{de}$$

$$F_{deT} = 76,96 + 169,63$$

$F_{deT} = 246,59 \text{ daN}$

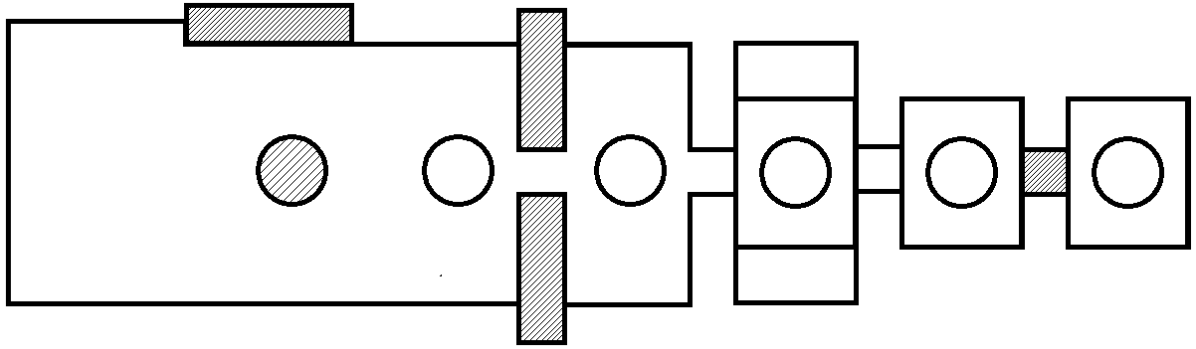


Figure III.1 Chute à obtenir

1.4 effort de serre flan

Le rôle du serre-flan est d'empêcher le soulèvement de la pièce lors du pliage, en exerçant un effort sur le métal. Cet effort ne doit pas être trop faible, son action serait inefficace et n'empêcherait pas le glissement de la tôle ou, trop élevé son effet peut provoquer une rupture de la pièce. L'effort du serre flan donc est de 25% de l'effort de pliage.

$$F_s = F_{pl} \times 0,25 = 164,16 \times 0,25$$

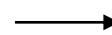
$$F_s = 41,04 \text{ daN}$$

Effort total sur l'outil :

$$F = F_t + F_{ext} + F_s$$

$$F = 5313 + 246,59 + 41,04$$

$$F = 5600,63 \text{ daN}$$



$$F = 5,60 \text{ tonne}$$

1.5 Choix des ressorts [5]

a. Pour le évêtisseur :

L'effort nécessaire au dévêtisseur est fourni par les ressorts et doit être légèrement supérieur à l'effort de dévêtissage pour assurer l'extraction de la pièce.

En fonction de l'effort de dévêtissage, de l'encombrement de l'outil et la course de travail, on a choisi des ressorts de pression égale à 42 daN, leur course de travail est de 12,5 mm. Dans un catalogue d'éléments normalisés (voir **Ressort Normalisé**).

$$N = F_{deT} / P_r$$

N : Nombre de ressorts

F_{dT} : effort de dévèissage

Pr : Pression d'un ressort

$$N = 246,59 / 42 = 5,87$$

Soit :

N = 6 ressorts.

b. Pour le serre flan

Le serre-flan est actionné par des ressorts. Pour un choix de ces ressorts il faut tenir compte de l'effort du serre flan, de la course de travail et de l'encombrement de l'outil, on a choisi des ressorts de pression égale à 42 daN (voir **Ressort Normalisé**) :

$N = F_s / Pr$

N : Nombre de ressorts

F_s : effort de serre flan

Pr : Pression d'un ressort

$$N = 41,04 / 42 = 0,97$$

Soit :

N = 1 ressort.

Ressort normalisé

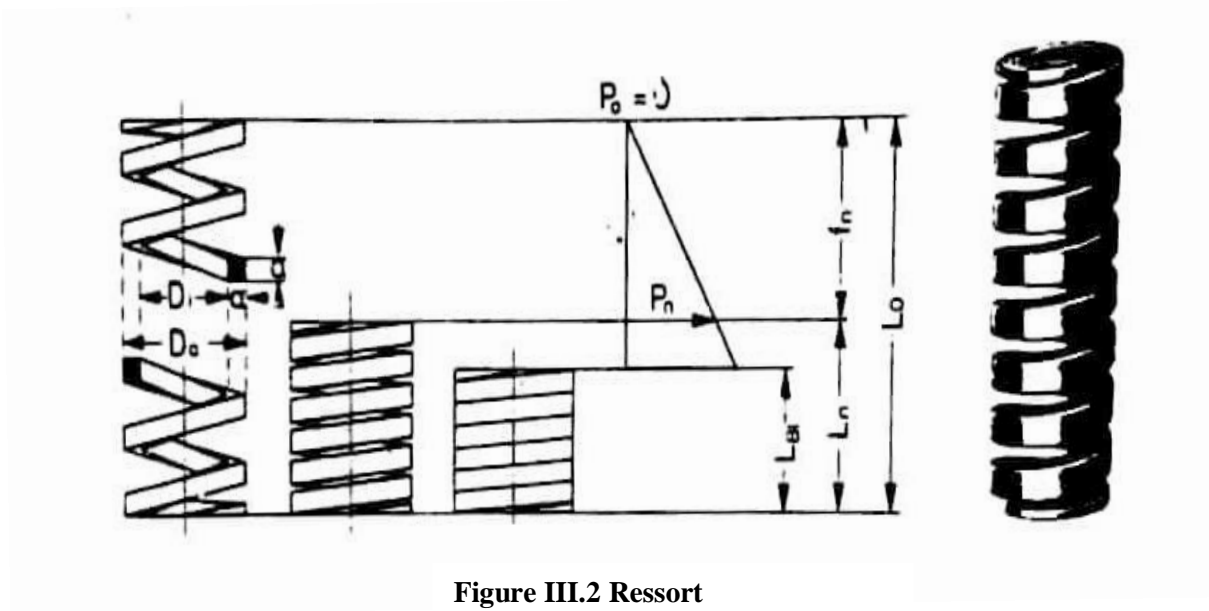


Figure III.2 Ressort

Da	Di	axa	Lo	Ln	LBI	fn	F(Kp)
10	7	1,5x1,5	20	12,6	11,5	7,4	17
11,5	7,5	2x2	20	14,2	13,5	5,8	29
12	9	1,5x1,5	50	23,2	22	26,8	13
12,5	7,5	2,5x2,5	25	21	18,7	4	45
14	9	2,5x2,5	50	37,5	33	12,5	42
14,5	9,5	2,5x2,5	32	21,6	19,8	10,4	52
17,5	9,5	4x4	45	37,8	35,5	7,2	160
19	11	4x4	50	39,4	36,5	10,6	175
19,5	11,5	4x4	45	35,2	32,5	9,8	160
21	13	4x4	45	34	32	11	130
23	15	4x4	83	58,4	55	24,6	112
26	14	6x6	45	40,2	37	4,8	300
28	14	7x7	98	83,5	81	14,5	540
30	21	44,5x4,5	50	32,5	30,5	17,5	126
36	26	5x5	50	31	29	19	136
42	26	8x8	72	55,5	53	16,5	470
60	40	10x10	120	91	84	29	510
70	54	8x8	60	39	36	21	182
80	60	10x10	60	46	42	14	225

Tableau III.1 Tableau des ressorts normalisé

1.6 Choix de la presse (machine)

Pour le choix d'une presse il faut tenir compte de :

- L'effort nécessaire pour l'obtention d'une pièce finie (supérieure à F).
- La hauteur libre entre le table et le coulisseau doit être supérieure à la hauteur de l'outil fermé.
- Les dimensions de la table, suffisamment supérieures à celle de l'outil (la longueur et la largeur).
- La disponibilité des presses en ce qui concerne l'entreprise.
- La nature des opérations à réaliser. Pour notre cas, il s'agit simplement de poinçonnage, découpage et pliage. Une presse mécanique est mieux indiquée.

A partir de ces caractéristiques la presse choisie est une presse à excentrique de type **PD-25-200**, de construction allemande.

Reg. 2

AWF Carte de machine-outil:

Caractéristiques Presses à excentrique Fabricant <u>La. Schuler GmbH; D-7320 Geopplingen</u> Modèle <u>II</u>	Visées <u>PD-25-200</u> N° de fabrication <u>20 9669</u> Année fabrication <u>74</u>	N° Inv. <u>810-011-C08</u> Date de commande Date de livraison
Caractéristiques de la machine-outil: Pression à exercer <u>20 MP</u> Profondeur du col de cygne <u>200 mm</u> Base de la table: largeur x profondeur <u>560x400 mm</u> passage dans la table: ϕ x hauteur <u>180/160 mm</u> Base du coulisseau: <u>355x220 mm</u> largeur x profondeur Trou dans le coulisseau: <u>32/80 mm</u> ϕ x profondeur Distance entre plateau mobile et coulisseau, plus grande course en bas; <u>175 mm</u> réglage du coulisseau en haut Distance entre table et coulisseau, plus grande course en bas; <u>250 mm</u> réglage du coulisseau en haut <u>8-80 mm</u> Course variable de <u>50 mm</u> Réglage du coulisseau <u>75 mm</u> Epaisseur du plateau mobile Passage dans le plateau mobile: <u>90 mm</u> ϕ Distance entre table et guides du coulisseau <u>385 mm</u> Nombre des coups par minute <u>100</u>	Accessoires	Engagement <u>2a/107</u> Standard de grande classe de l'us <u>851</u> Date de l'us Date de l'us Fabrication approuvée par Disponibilité de sécurité à deux mains avec conditionnement automatique; Frein auxiliaire; Dispositif de sécurité contre les surcharges dans le coulisseau; 0,90 x 0,68 m

2 Jeux entre poinçon et matrice [4]

2.1 Jeux de découpage :

Lors du découpage à la presse, le poinçon soumet les fibres du métal à une contrainte de traction qui atteint la résistance à la rupture de la tôle, ce qui peut provoquer les fissures en ce qui concerne les arêtes coupantes du poinçon et de la matrice.

Pour éviter ces fissures, et pour que la tranche de la pièce découpée soit propre, on doit prévoir un jeu entre poinçon et matrice.

- Pour un découpage, le jeu est à prendre sur le poinçon.
- Pour un poinçonnage, il est à prendre sur la matrice.

Le jeu varie selon la nature et l'épaisseur « e » du matériau découper.

Jeu total : le jeu total est de :

- $1/20.e$ pour laiton et acier doux.
- $1/15.e$ pour acier dur.
- $1/10.e$ pour aluminium.

Dans notre cas la tôle est en acier doux, d'épaisseur de 1,8mm d'ou le jeu à prévoir doit être égale à $1/20^{eme}$ l'épaisseur (Fig.III.3)

$$J = 1/20 \times 1,8 = 0,09 \text{ mm.}$$

$J = 0.09 \text{ mm}$

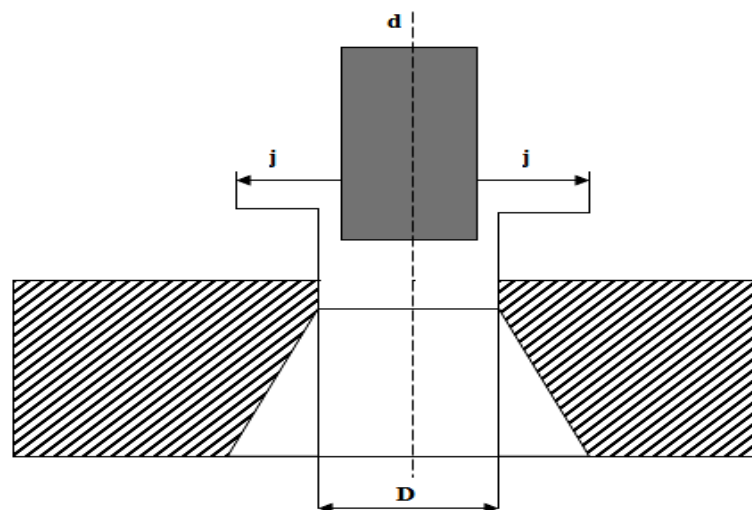


Figure III.3 Jeu de découpage

2.2 Jeu de pliage :

Pour permettre le pliage d'une tôle, il est nécessaire de considérer son épaisseur maximale à partir de la tolérance donnée par le fournisseur de la matière première.

Jeu = épaisseur nominale de la tôle + tolérance maximale

L'épaisseur de la tôle dans notre cas est de $1,8+0,06$ mm, le jeu de pliage est donc :

$$J = 1,8+0,06 = 1,86\text{mm}$$

$J = 1,86 \text{ mm}$

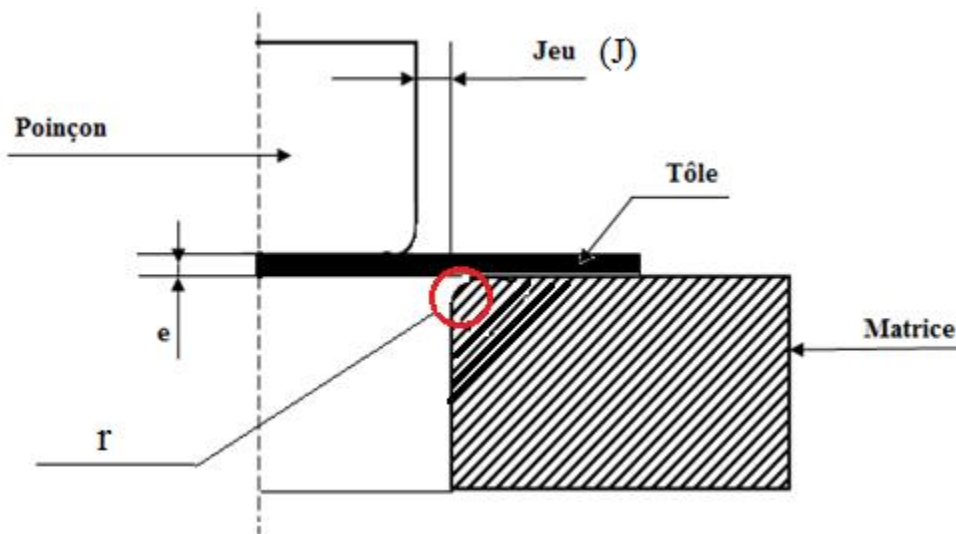


Figure III.4 Jeu de pliage et rayon de la matrice

3 Position du nez

La position du nez de fixation de la partie supérieure de l'outil sous le coulisseau de la presse est conditionnée par celle du barycentre des efforts.

La position des poinçons de l'outil sera conforme à la(figure III.3). Il reste à déterminer le positionnement du nez selon le barycentre des efforts de pliage et découpage , poinçonnage selon les axes XX' et YY' .

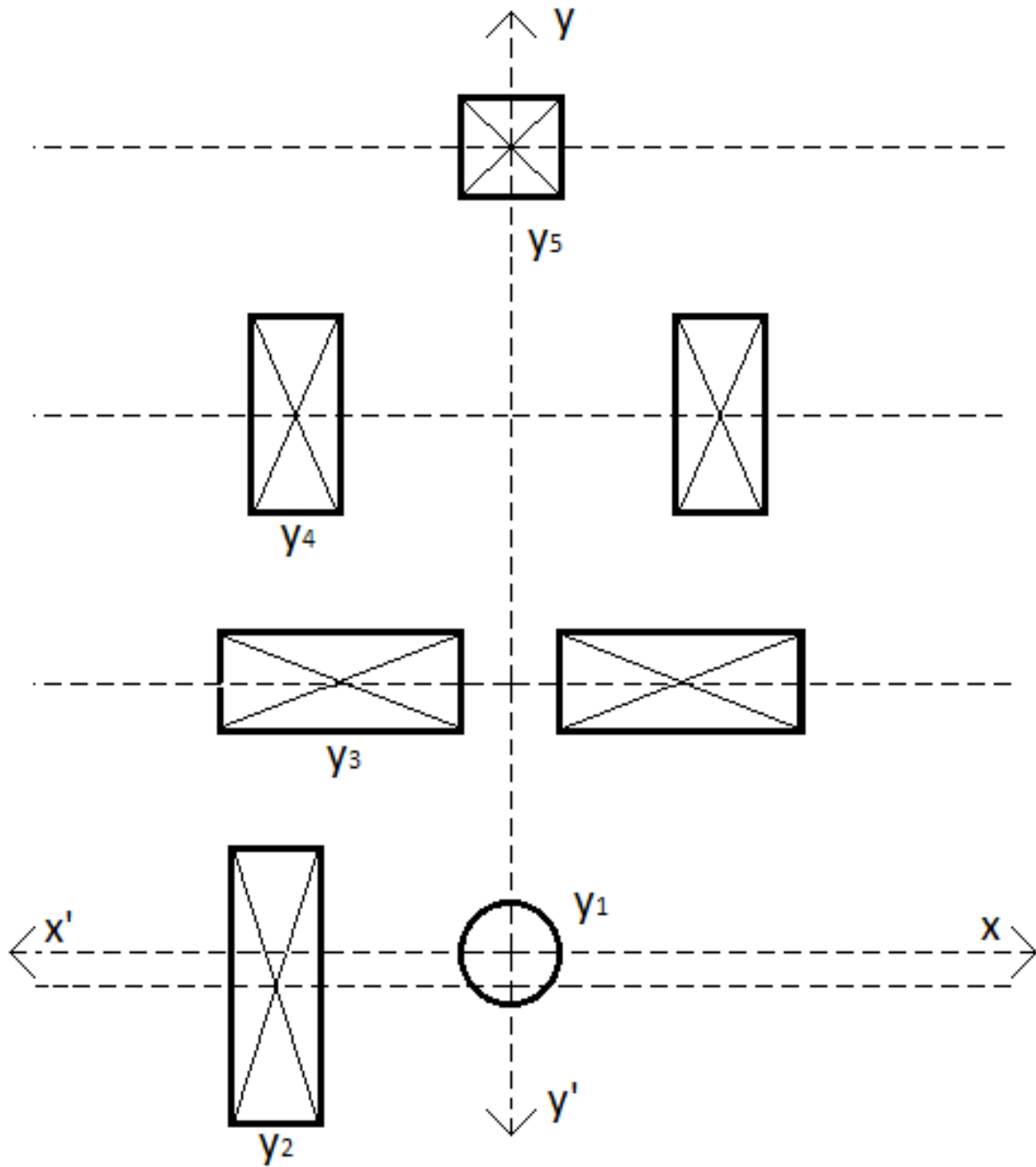


Figure III.5 Position du nez

Calcul :

Pour déterminer la position du nez on applique la formule suivante :

- Selon YY'

$$Y = \frac{\sum F_i \cdot y_i}{\sum F_i}$$

$$Y = \frac{F1 \cdot Y1 + F2 \cdot Y2 + F3 \cdot Y3 + F4 \cdot Y4 + F5 \cdot Y5}{F1 + F2 + F3 + F4 + F5}$$

Fi : les efforts appliqués par chaque poinçon.

Yi : les centres de gravité de chaque poinçon.

Les efforts appliqués par chaque poinçon sont :

$$F1 = 1099,56 \text{ daN}$$

$$F4 = 656,64 \text{ daN}$$

$$F2 = 2134,08 \text{ daN}$$

$$F5 = 164,16 \text{ daN}$$

$$F3 = 1258,56 \text{ daN}$$

Le centre de gravité de chaque poinçon :

$$Y1 = 0$$

$$Y4 = 63$$

$$Y2 = -3$$

$$Y5 = 94,5$$

$$Y3 = 31,5$$

- Calcul de la position de la résultante

$$Y = \frac{F1 \cdot Y1 + F2 \cdot Y2 + F3 \cdot Y3 + F4 \cdot Y4 + F5 \cdot Y5}{F1 + F2 + F3 + F4 + F5}$$

$$Y = \frac{1099,56 \cdot 0 + 2134,08 \cdot (-2) + 1258,56 \cdot 31,5 + 656,64 \cdot 63 + 164,16 \cdot 94,5}{1099,56 + 2134,08 + 1258,56 + 656,64 + 164,16}$$

$Y = 17$

- Selon XX'

Le centre de gravité de chaque poinçon :

$$X1 = 0$$

$$X4 = 14,55$$

$$X2 = 20,5$$

$$X5 = 0$$

$$X3 = 13$$

- Calcul de la position de la résultante

$$X = \frac{F1 \cdot X1 + F2 \cdot X2 + F3 \cdot X3 + F4 \cdot X4 + F5 \cdot X5}{F1 + F2 + F3 + F4 + F5}$$

$$X = \frac{2134,08 \cdot 20,5}{1099,56 + 2134,08 + 1258,56 + 656,64 + 164,16}$$

$X = 8,23$

Donc la position du nez est : (**8,23 ; 17**)

4 Calcul des poinçons à la résistance [6]

Tous les poinçons sont soumis à deux force axiales directement opposées, qui provoquent une compression ou un flambage.

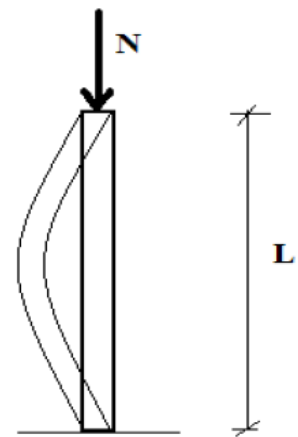
4.1 Définition de la compression

On dit qu'un corps est sollicité à la compression si les forces extérieures de réduisent à deux forces égales et directement opposées, qui tendent à raccourcir le corps (exp : Un pilier supportant un poids).

4.2 Définition de flambage

La poutre (1) longue et rectiligne est soumise à deux efforts axiaux F, directement opposés, qui augmentent progressivement.

- Si $F < F_c$ (F_c : charge critique) ; il y à stabilité. La poutre reste sensiblement rectiligne, elle se raccourcit de (ΔL) .
- Si $F > F_c$, il y à istabilité. La poutre fléchit brusquement, c'est du au flambage.



Pour déteminer si un corps solide est soumis à une compression ou au flambage, il est commode d'étudier tout d'abord l'élanement.

4.3 Elancement

La compression est remplacée par du flambage si la poutre est longue et ses dimensions transversales sont faibles. Cette proportion est caractérisée par :

$$\lambda = L / \rho$$

λ : élanement d'une poutre (sans unité).

L : Longueur libre de flambage (mm).

ρ : Rayon de giration de la section en(mm) défini par :

$$\rho = \sqrt{I_{xx'} / S}$$

S : Aire de la section droite (mm²)

I_{GZ} : Moment quadratique minimal de la section suivant l'axe principal perpendiculaire à la direction de la déformation (mm⁴).

- La longueur libre de flambage :

La longueur libre de flambage L est en fonction du type d'appui, elle est donnée par le tableau suivant :

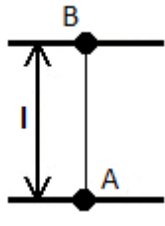
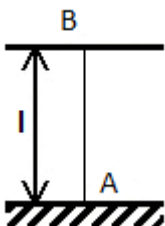
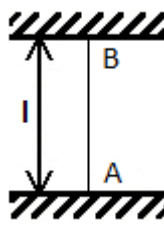
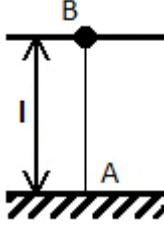
Longueurs libres de flambage				
Type de liaisons	Liaisons pivots en A et B	Encastré en A et libre en B	Encastré en A et B	Encastré en A et pivot en B
Valeurs de L	 <p style="text-align: center;">L = l</p>	 <p style="text-align: center;">L = 2l</p>	 <p style="text-align: center;">L = l/2</p>	 <p style="text-align: center;">L = 0,7.l</p>

Tableau III.2 Tableau des longueurs libres

a. Critère de résistance [6]

Selon la valeur λ la charge limite F est donnée par l'une des trois relations (Tableau III.3) :

Poutre courte $\lambda < 20$	Poutre moyennes $20 < \lambda < 100$	Poutre élancée $\lambda > 100$
<p>Compression simple</p> <p style="text-align: center;">$F_{adm} = R_{pe}.S$</p>	<p>Formule expérimentale de rankine</p> <p style="text-align: center;">$F_{adm} = R_{pe}.S/[1+(\lambda/\lambda_c)^2]$</p>	<p>Formule d'euler</p> <p style="text-align: center;">$F_{adm} = R_{pe}.S/[2(\lambda/\lambda_c)^2]$</p>

Tableau III.3 Tableau des formules de F_{adm}

λ_c : élancement critique (sans dimension), λ_c ne dépend que de la nature du matériau.

- $\lambda_c = 100$ Pour une poutre en acier.
- $\lambda_c = 70$ Pour une poutre en bois ou en aluminium.
- $\lambda_c = 60$ Pour une poutre en fonte.

La condition de résistance s'écrit :

$$\sigma_0 \leq \sigma_{adm}$$

a.1 Calcul

Calcul les contraintes agrissantes sur les poinçons et vérification de leur résistance :

- Méthode de calcul :
- Calcul de moment quadratique :
 - Pour les poinçons rond $I_{xx} = \pi.d^4 /64$
 - Pour les poinçons rectangulaires $I_{xx} = ab^3 /12$
 - Pour les poinçons carré $I_{xx} = a^4 /12$
- Calcul de rayon de giration : $\rho = \sqrt{I_{xx} / S}$
- Calcul de l'élancement : $\lambda = L / \rho$ (dans notre cas $L=2l$)
- Calcul l'effort admissible :

Selon les valeurs de (λ) on choisii la formule à applique dans le tableau III.3

- Calcul de la contrainte admissible : $\sigma_{adm} = F_{adm} / S$
- L'essor réel : $F_0 = Rc.S$
- La contrainte réelle : $\sigma_0 = F_0 / S$
- Vérification de la condition de la résistance.

Poinçon	Rond	rectangulaire	carré
Dim	Ø6,4mm	6x21	6x6
L	80	80	80
S	32,15	126	36
I_{xx}	82,31	4630,5	108
ρ	1,59	2,02	1,73
λ	100,62	79.20	92.48
F_{adm}	2775.72	13564.44	3393.72
σ_{adm}	86.33	107.65	94.27
F_0	1099,56	2134.08	656,64
σ_0	34.20	16,93	18.24

Tableau III.4 Tableau des résultats des calculs

On remarque que les valeur de σ_0 sont inférieures aux valeur de σ_{adm} donc tous les poinçons résistent.

5 Choix des matériaux [4]

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

Pièce	Matériau	T. thermique	Caractéristique mécaniques
Semelle supérieur	S235		Une bonne ténacité ($R_{min} = 34 \text{ daN/mm}^2$)
Semelle inférieure	S235		
Porte matrice	C35		Une bonne ténacité ($R_{min} = 57 \text{ daN/mm}^2$)
Matrice de découpage	Z200C12	T.R	Une bonne résistance à l'usure et aux choc ($R_r = 218 \text{ daN/mm}^2$)
Matrice de pliage	Z200C12	T.R	
Porte poinçons	S235		Une bonne ténacité ($R_{min} = 34 \text{ daN/mm}^2$)
Poinçons de pliage	Z200C12	T.R	Une bonne résistance à l'usure et aux choc ($R_r = 218 \text{ daN/mm}^2$)
Poinçons rectangulaires	Z200C12	T.R	
Poinçons rond	Z200C12	T.R	
Poinçons carré	Z200C12	T.R	
Plaque bleus	XC65		Une grande résistance aux chocs ($R_r = 80 \text{ daN/mm}^2$)
dévêtisseur	S235		Une bonne ténacité ($R_{min} = 34 \text{ daN/mm}^2$)

Tableau III.5 Tableau des matériaux utilisés

R_{min} = résistance minimale à la rupture par extension

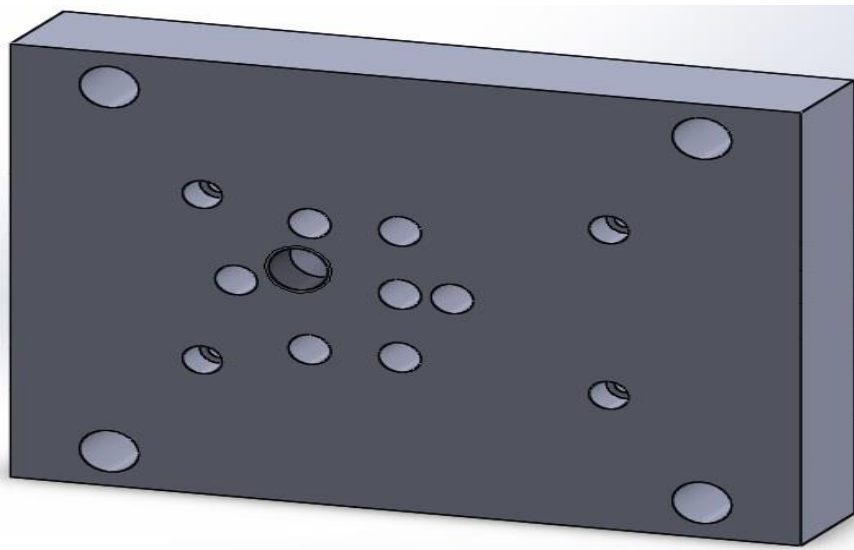
6 Description de l'outil

La conception de l'outil permet à l'E.N.E. L de fabriquer la pièce sur place aux lieux de l'importer, sa réalisation leur permettra d'économiser au terme économique et aussi du temps, de telle sorte que la pièce soit réalisée en un seul poste de travail.

6.1 Partie supérieur

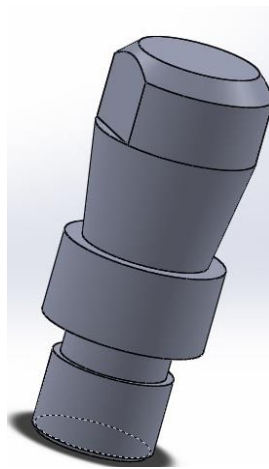
- Semelle supérieure

Permet de porter toutes les éléments supérieurs



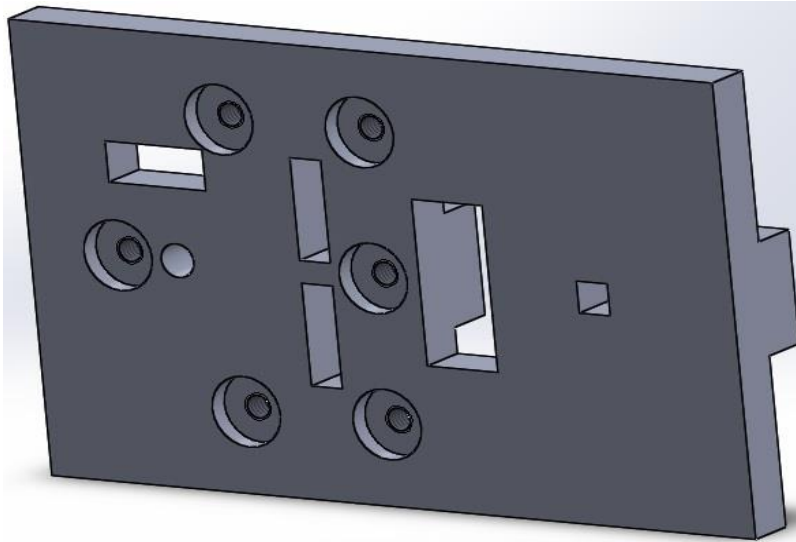
- Nez

Permet la fixation de l'outil sous le coulisseau de la presse.



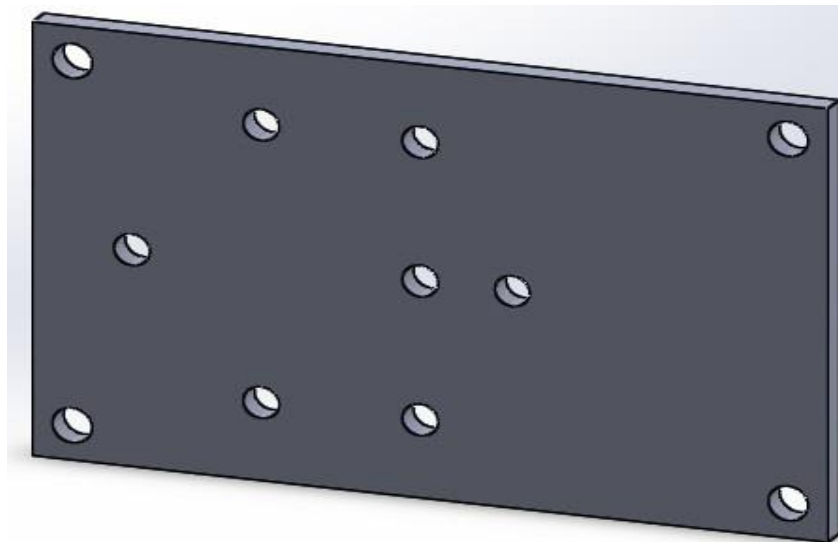
- **Divêtisseur**

1. Guide les poinçons et les centres par rapport à la matrice.
2. Assuré le dégagement des poinçons.



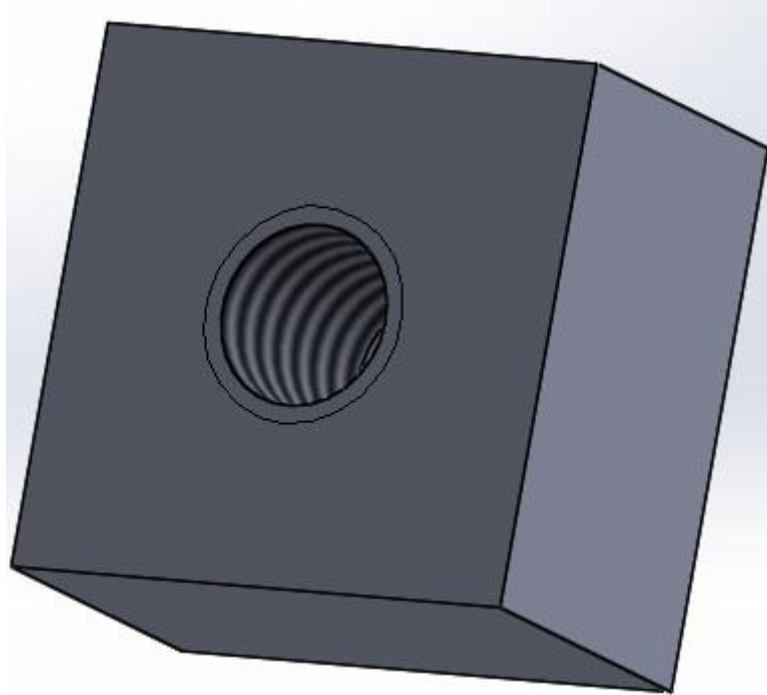
- **Plaque bleu**

Elle absorbe les chocs.



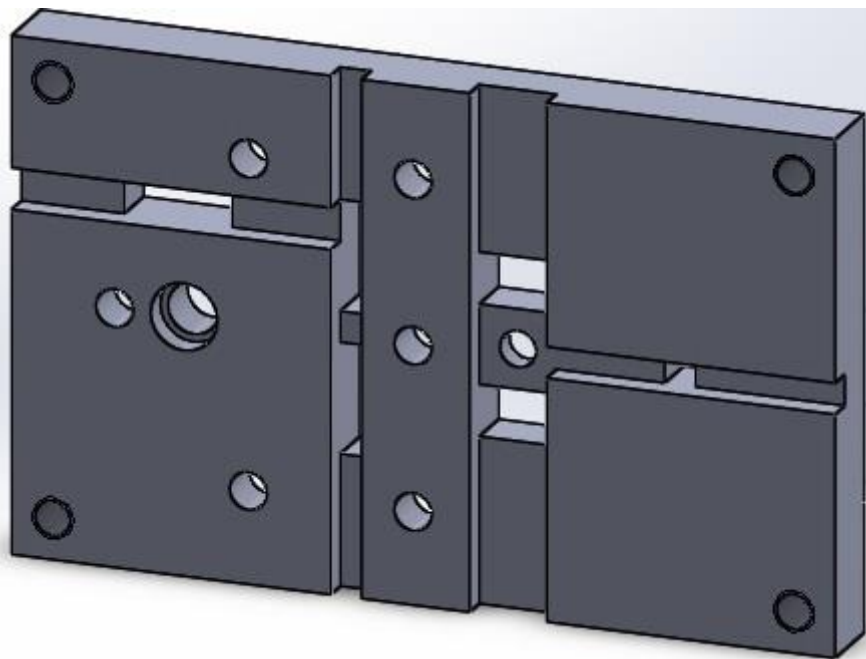
- **serre flan**

utilisée pour serrer la tôle au moment de pliage.



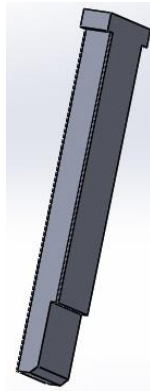
- **porte poinçon**

Sert de fixation pour les poinçons.



- **Le pas**

Découper la tôle est assuré les démentions selon la longueur et la largeur.

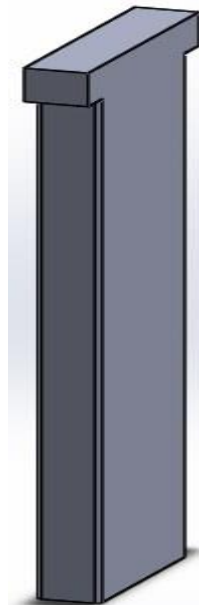


- **Les poinçons découpage**

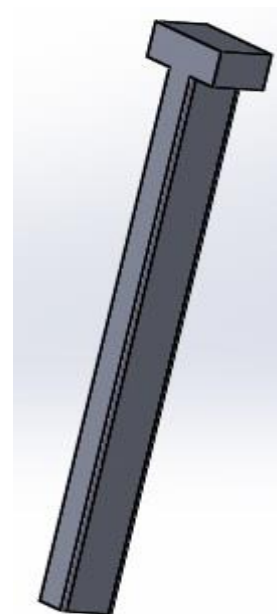
Découpe la tôle selant sa forme (rond, rectongle, carré).



Poinçonage



poinçon linére



poinçons carré

- **Poinçon pliage**

Plie la tôle.



- **Tige fûté**

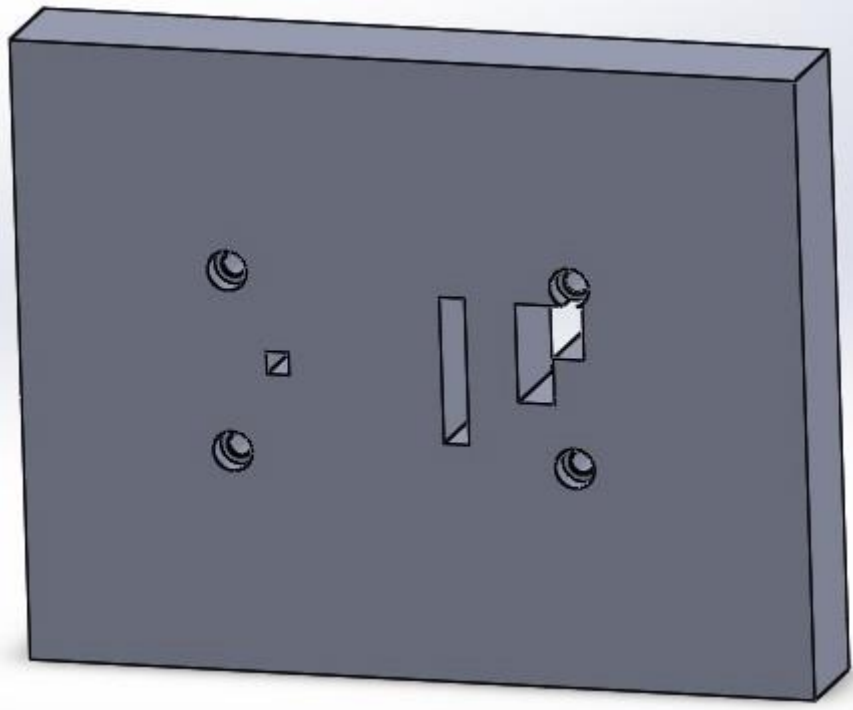
Sert de fixation pour le dévissageur et d'axe pour les ressorts.



6.2 Partie inférieure

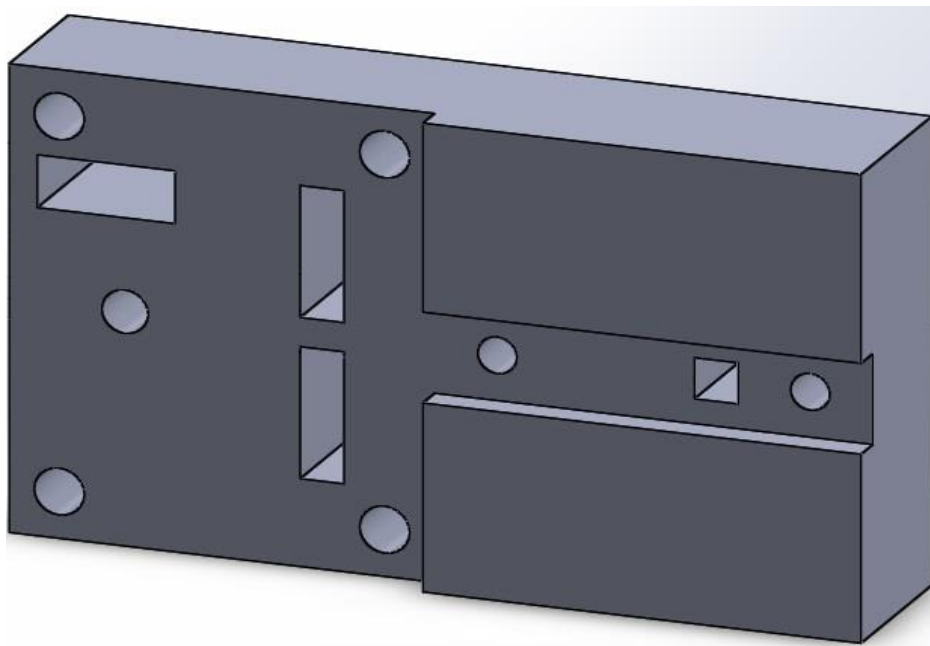
- semèle inférieure

Permet de porter toutes les éléments inférieure



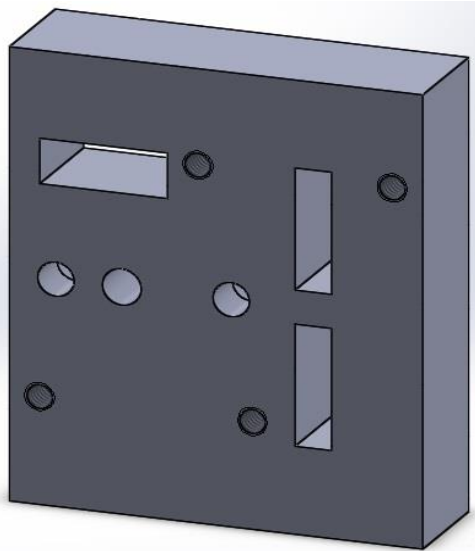
- porte matrice

porte les matrices et les fixes

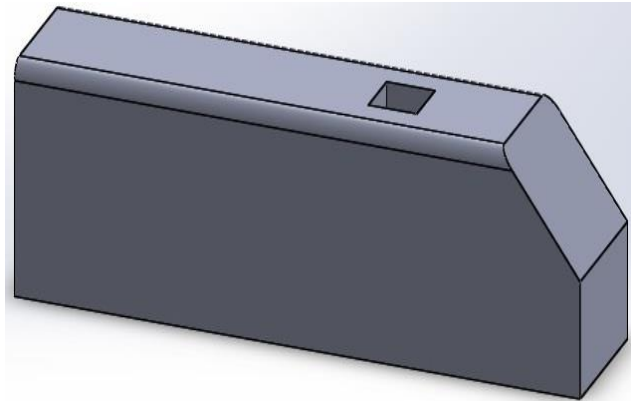


- **Les matrices**

Permet la découpe des tôles et l'évacuation des coupant, et donne la forme du plie a la tôle.



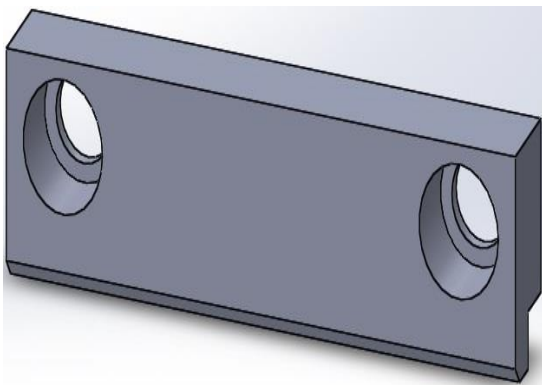
Matrice de découpage



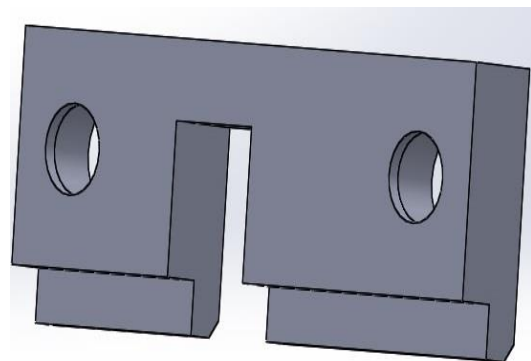
matrice de pliage

- **La guide bande "A" et la buté "B"**

Ils forment un couloir dans lequel glisse la bande, sa largeur égale à la largeur de la bande, la bande gauche (du coté du pas) est aussi sous forme d'une buté pour bloquer la tôle.



« A » Guide bande



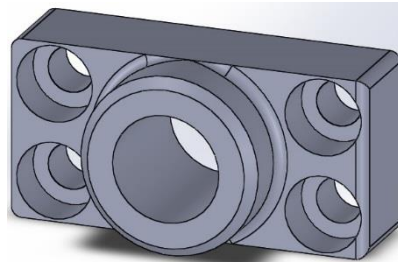
« B » Buté

- **Les colonnes et les embases**

Les colonnes de guidage monter sur les embases permettent un bon guidage des deux parties de l'outil (partie supérieure et partie inférieure).



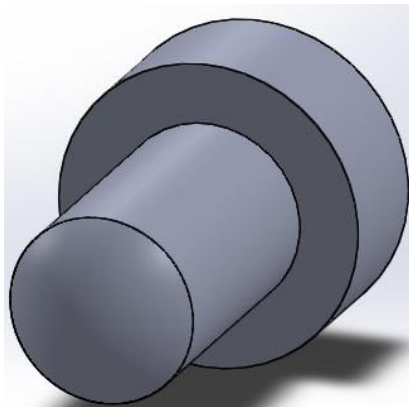
Colonne



Embase

- **Éjecteur**

Les éjecteurs évitent que la tôle reste collée à la matrice au moment des opérations.



Chapitre IV :

Sécurité et manutention

1 Sécurité

1.1 Généralité

La sécurité est un vaste système de mesures techniques médicales et d'organisation, destiné à sauvegarder la vie et la santé des travailleurs.

La sécurité du travail est une science qui étudie les procédés de protection des équipements et de l'organisation du travail au sein des entreprises, pour créer des conditions de travail sans danger.

1.2 Les dispositifs de protection

Les presses sont équipées de plusieurs dispositifs de protection à savoir :

A. Protection inhérente à la conception de l'outil

Les poinçons restent engagés dans la matrice, seul le passage de la tôle est possible. Ce type de protection présente l'avantage d'être efficace vis-à-vis de tous les risques d'accidents.

B. Protection par l'écran fixe

La protection est assurée par une cage qui isole l'opérateur de la Zone dangereuse, ce dispositif constitue une excellente protection, mais laisse peu de liberté de mouvement à l'opérateur.

C. Protection par l'écran mobile:

Ce dispositif n'assure la protection que sur la zone de la presse.

D. Protection par double commande à main :

La commande du coulisseau nécessite l'action simultanée sur deux boutons. Le maintien de ces boutons est nécessaire pendant la durée de la descente du coulisseau.

E. protection par retrait automatique des mains :

Les poignets de l'opérateur sont munis de bracelets reliés à des câbles. Lorsque le coulisseau descend, les mains de l'opérateur sont tirées vers l'arrière.

2 Montage de l'outil

Les outils à découper et à cambrer se fixent par bridage de la partie inférieure sur la table de la presse, et la fixation de la partie supérieure au coulisseau de la presse, soit par l'intermédiaire d'un nez de presse pour les petits outils ou par bridage pour les gros outils.

Il faut toujours s'assurer, avant que l'outil commence à production, que le réglage en hauteur est convenable et que l'outil ou les outils ne bloquent pas au fond de la course.

L'outil doit être toujours fermé sur une pièce pour assurer que le centrage du poinçon est parfait dans la matrice.

Conclusion général

Cette étude nous a permis en premier lieux de côtoyer le milieu professionnel, d'être en contact avec des ingénieurs. Ça nous a permis aussi de mettre en pratique tout le bagage acquis durant toute notre scolarité et améliorer notre aptitude à gérer un problème.

On a appris durant ce travail l'importance du domaine de la mise en forme des tôles qui est la plus utilisée de nos jours dans plusieurs industries, les presses et leur outil qui sont aussi indispensables dans ce domaine. On a appris surtout la méthode de faire une étude et quelle sont les étapes à suivre pour arriver à réaliser la conception de n'importe quel outil. Ça nous a permis aussi d'avoir une maîtrise du logiciel SOLIDWORKS qui est l'épicentre de notre travail.

La conception de notre outil est réalisée exclusivement par le logiciel SOLIDWORKS qui est un outil très pratique avec sa précision. Il nous a permis de faire des plans de chaque pièce avec une vue 3D, et de les assembler pour monter notre outil fini.

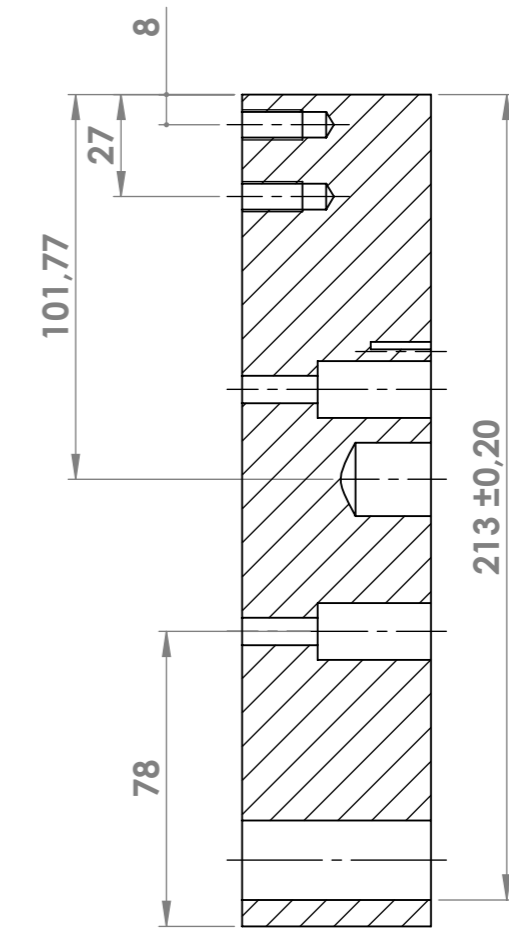
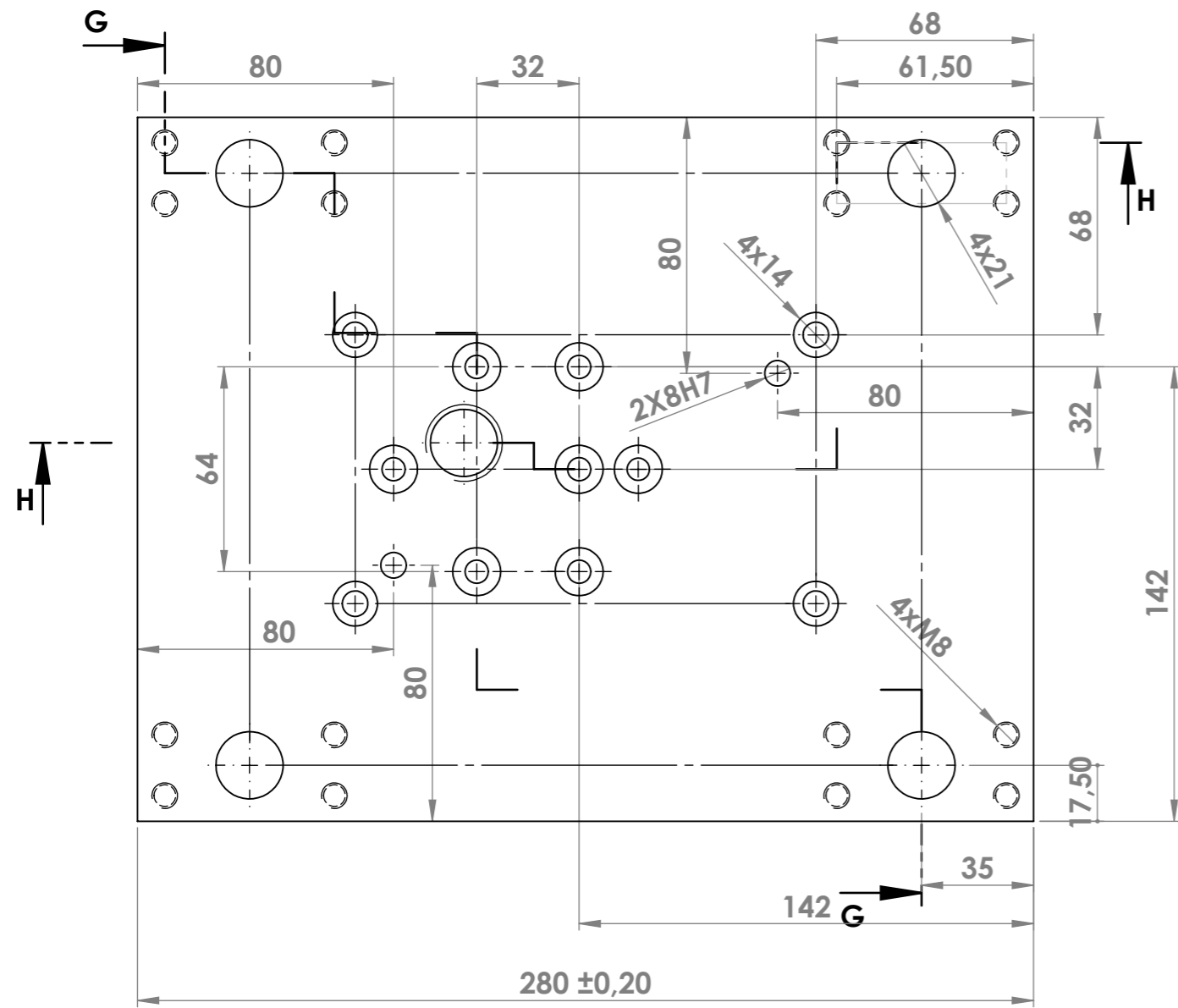
Nous avons réussi à réaliser un outil qui peut faire trois opérations en même temps, c'est-à-dire un poinçonnage un découpage et un pliage dans un même outil, ce qui nous a évité de changer de machine. Cela fait gagner du temps à l'opérateur donc de l'argent a l'entreprise.

Bibliographie

- [1] : Documents E.I.
- [2] : M.JERBI, Procédés de mise en forme, Support de cours, Institut supérieur des études technologiques de Nabeul, Année universitaire 2017-2018.
- [3] : SNDL : Techniques de l'ingénieur.
- [4] : Déformation plastique des tôles. (Aide-mémoire) **R.QUATRE MER**.
Edition DELGRAVE 1962.
- [5] : Guide de dessinateur industriel. Hachette technique. **A.CHEVALIER**
Edition 2001.2002
- [6] Guide de calcul en mécanique. Hachette technique **D.SPENLE, R.GOUR HANT**,
édition 2001-2002.

Webographie

: <https://www.scribd.com/document/352146569/1-Cours-plier-Emboutissage-pdf>




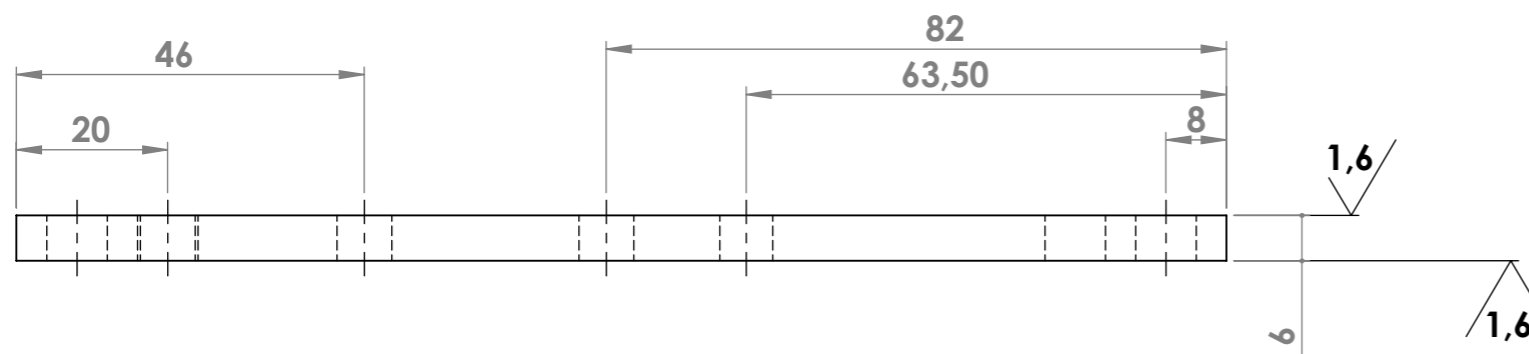
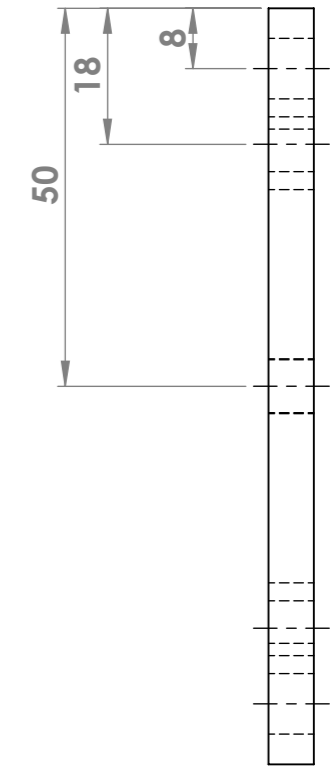
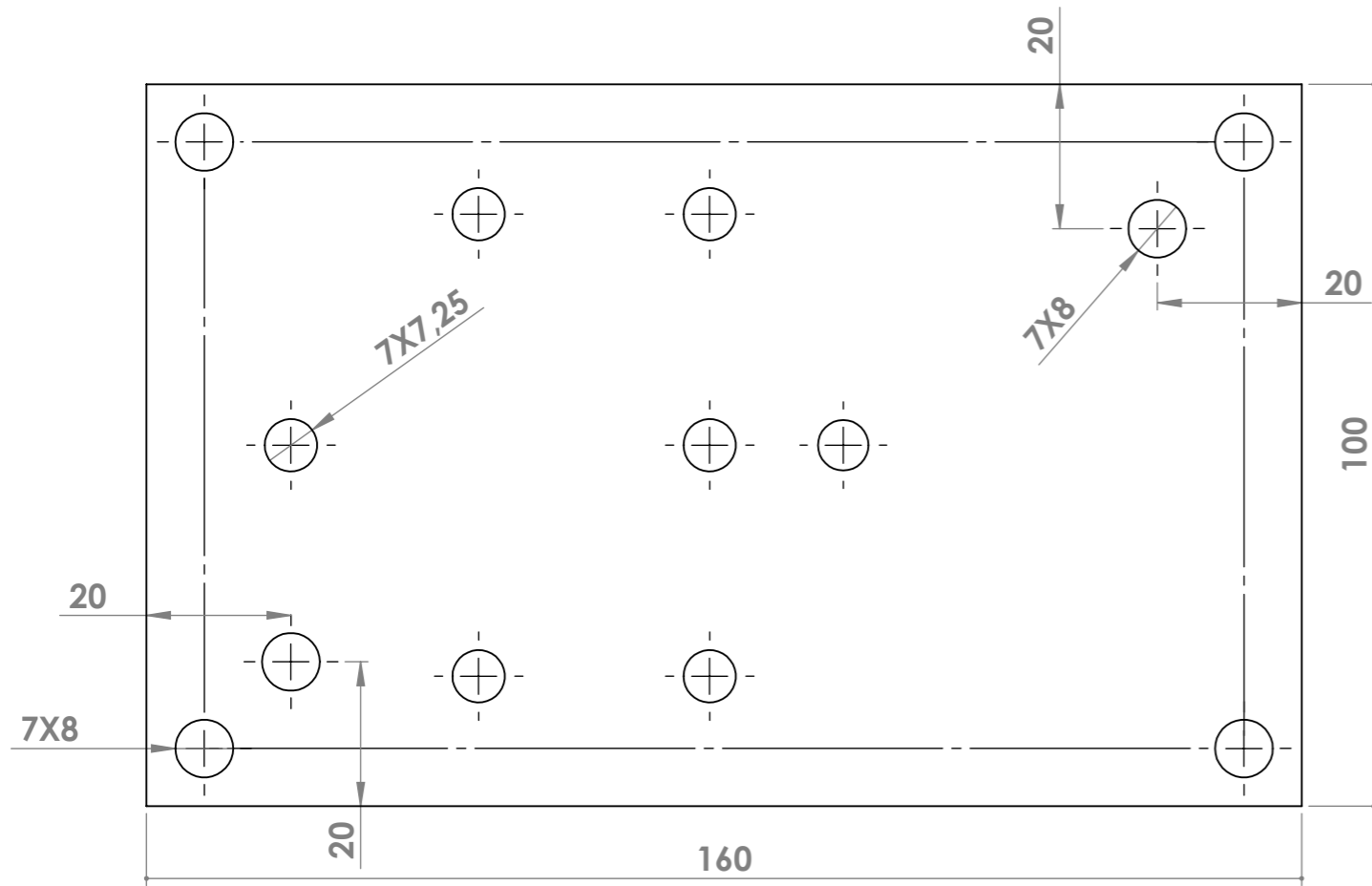
COUPE G-G



COUPE H-H

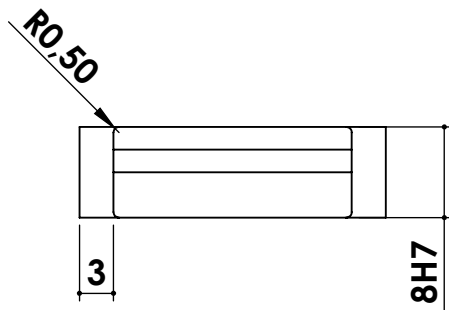
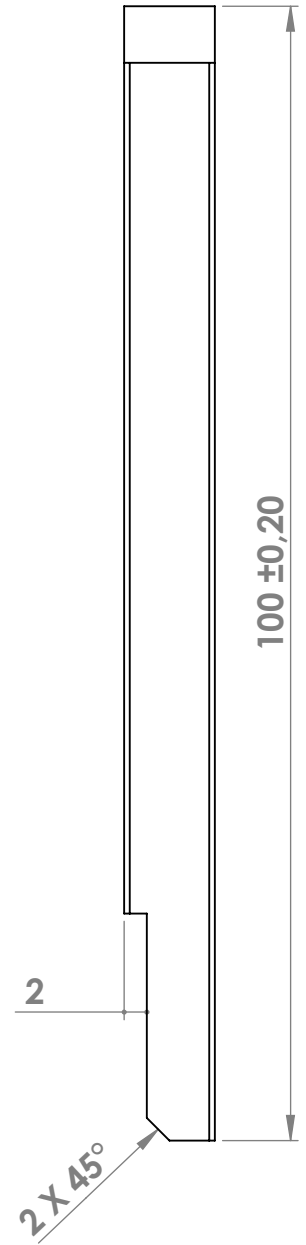
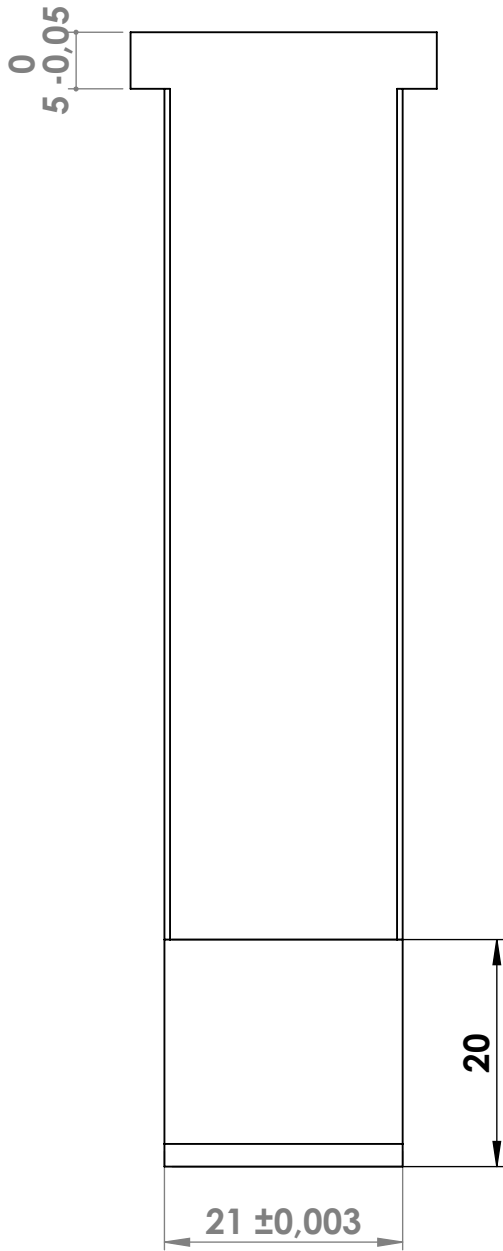
IT = $\pm 0,2$ sauf indication

1:2	SEMELE SUPERIEURE	Plan N°: 1
		2019/2020
A3	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



IT = ± 0,2 sauf indication


1:1	PLAQUE BLEU	Plan N°: 2
		2019/2020
A3	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO

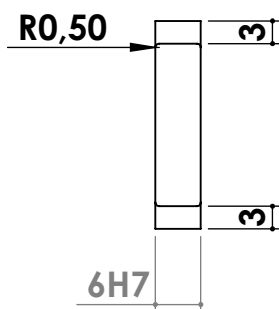
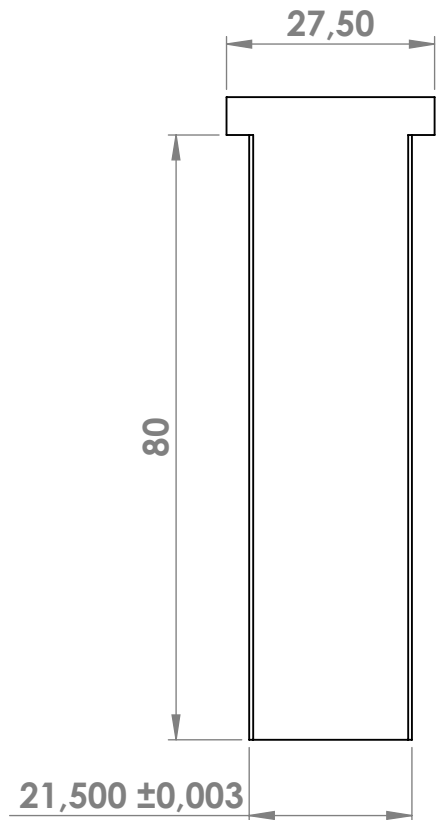
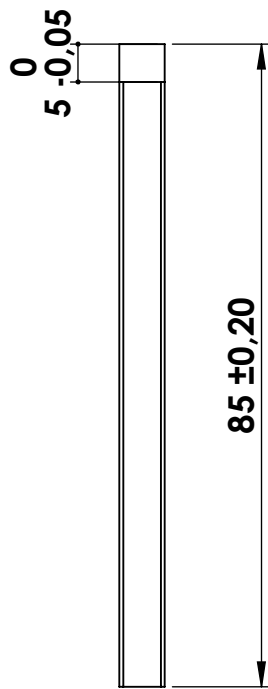


trempe 60 - 62 HRc

1,6

IT = ± 0,02 sauf indicatio

1,5:1	POINCON PAS	Plan N°: 3
		2019/2020
A4	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



trempe 60 - 62 HRc

1,6

IT = ± 0,02 sauf indication

1:1

POINCON LINIERE

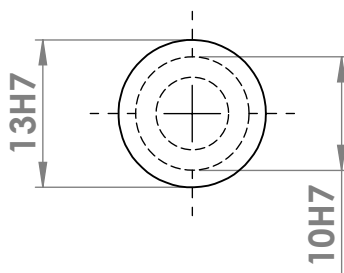
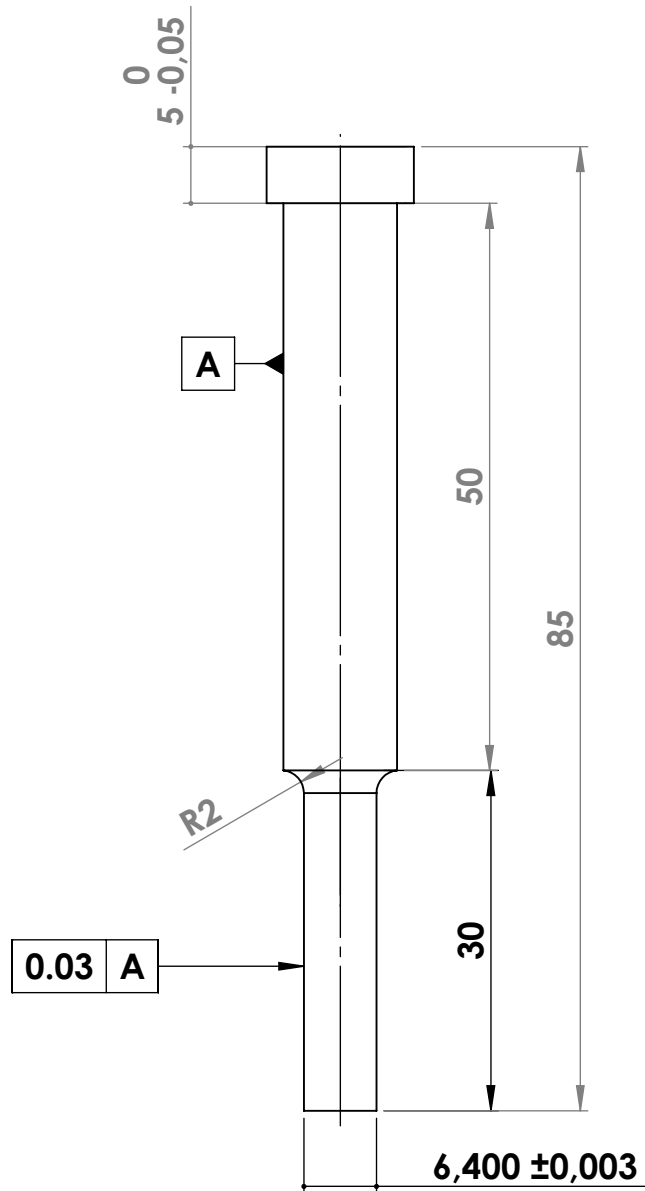
Plan N°= 4

2019/2020

A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

UMMTO



trempé 60 - 62 HRc

1,6

IT = ± 0,2 sauf indication

1,5:1



A4

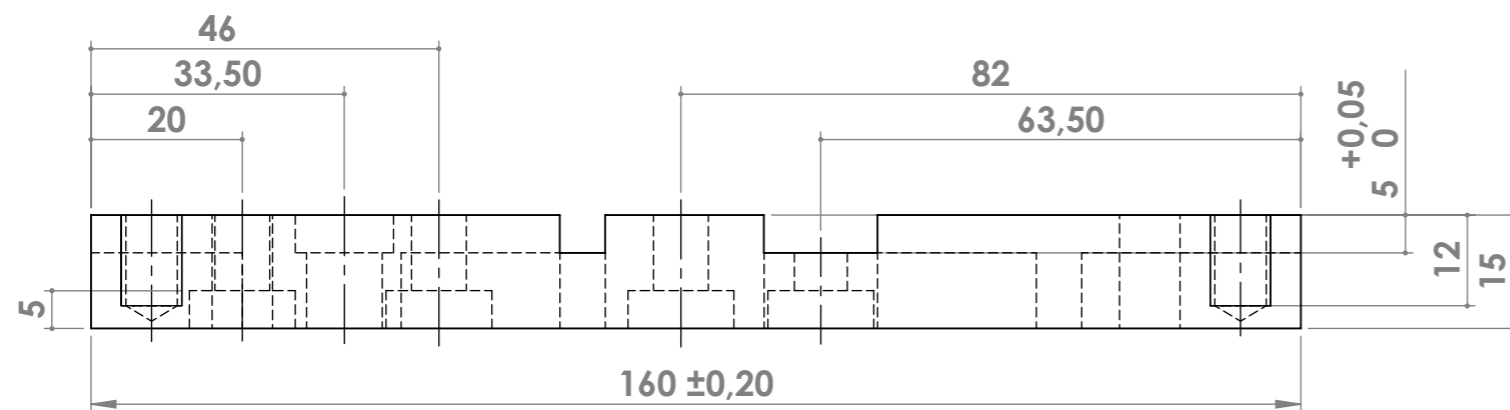
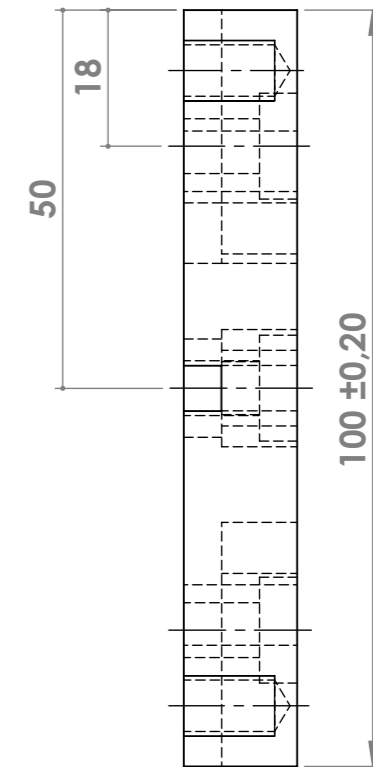
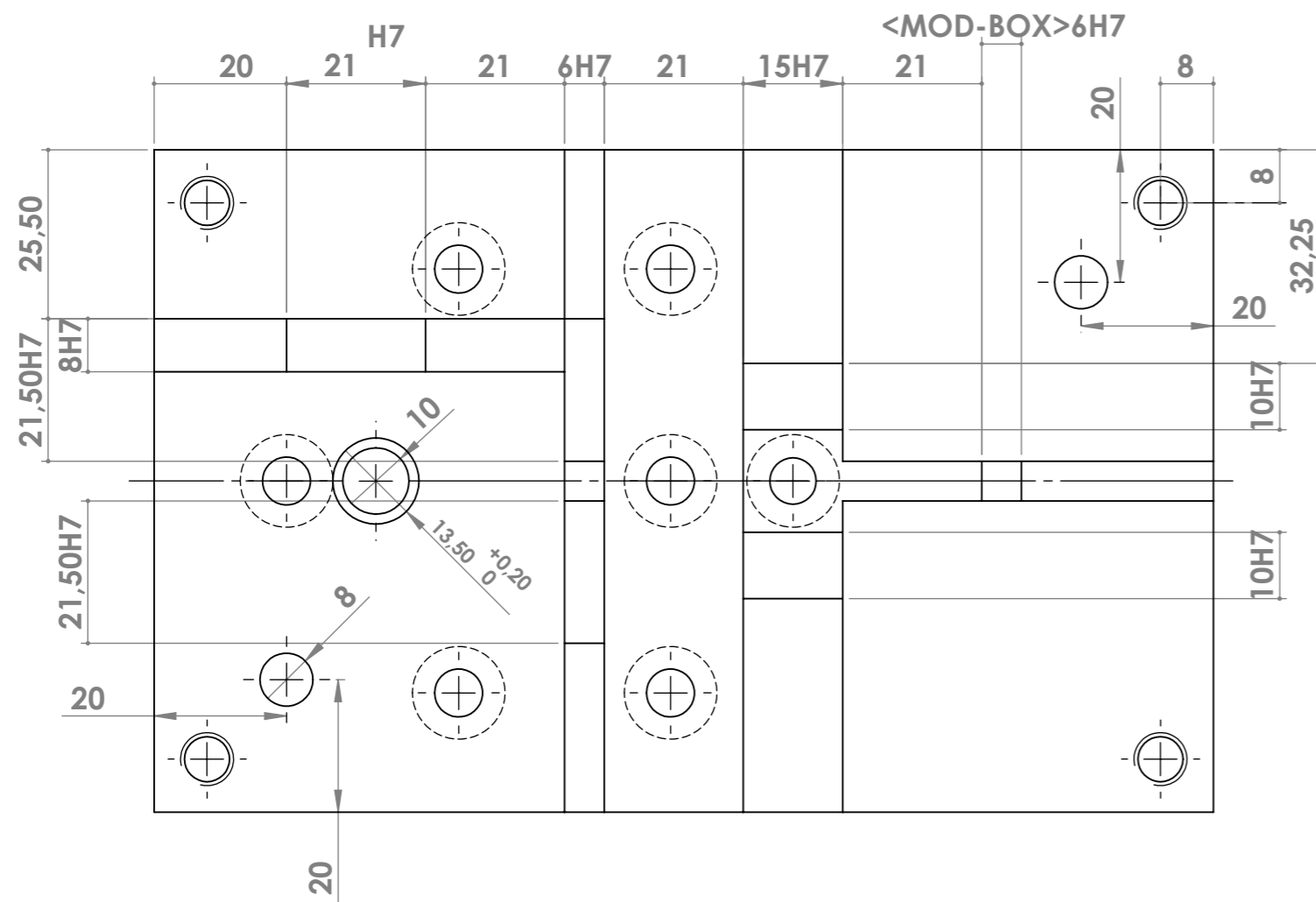
POINCON

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

Plan N°: 5

2019/2020

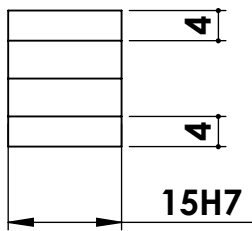
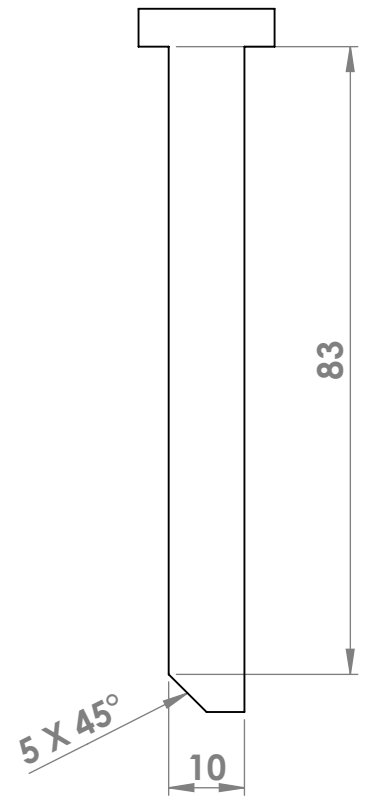
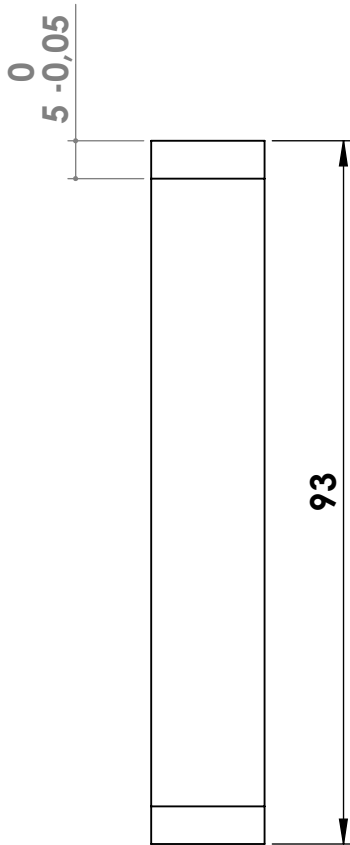
UMMTO



1,6

IT = ±0,02 sauf indication

1:1	PORTE POINCON	Plan N°: 6
		2019/2020
A3	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



trempé 60 - 62 HRc

1.6

IT = ± 0,2 sauf indication

1:1



A4

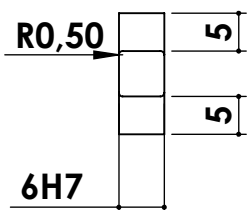
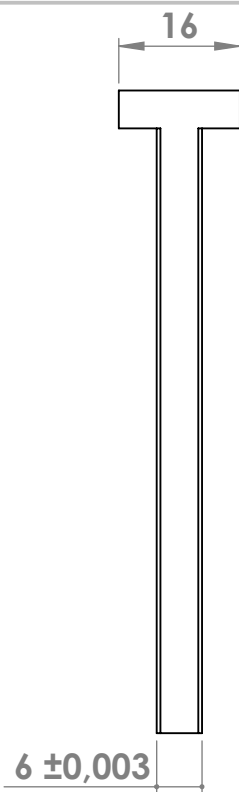
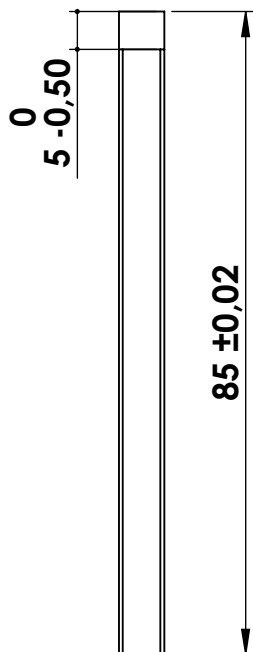
POINCON PLIAGE

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

Plan N°: 7

2019/2020

UMMTO



trempé 60 - 62 HRc

1,6/

IT = $\pm 0,02$ sauf indicatio

1:1



POINCON CARRE

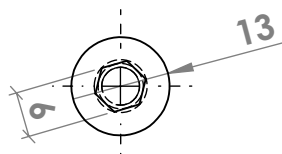
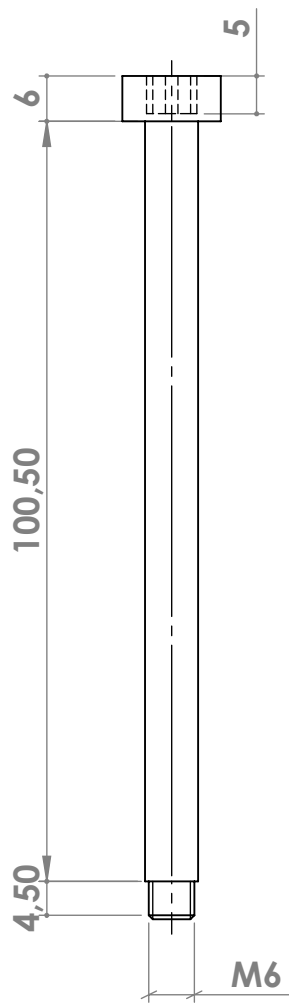
Plan N°: 8

2019/2020

A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

UMMTO



1,6

IT = ± 0,2 sauf indication

1:1



A4

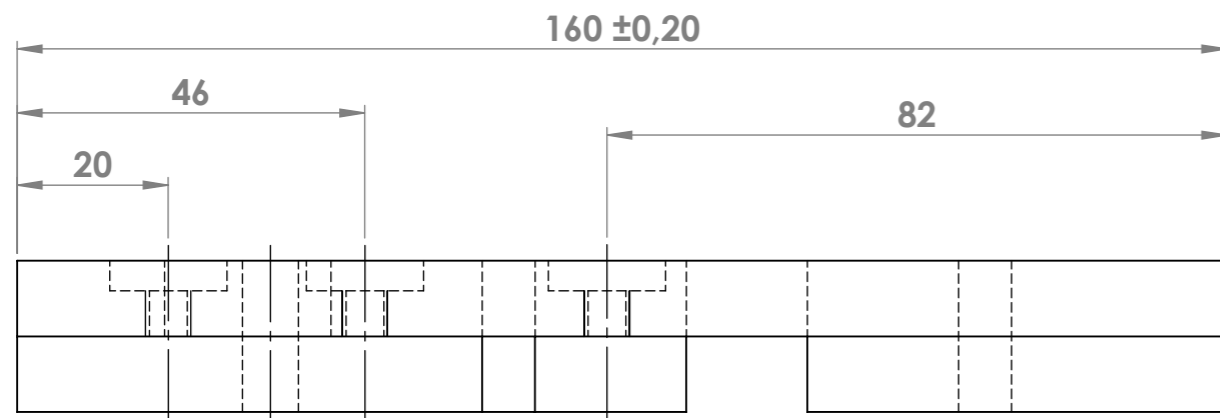
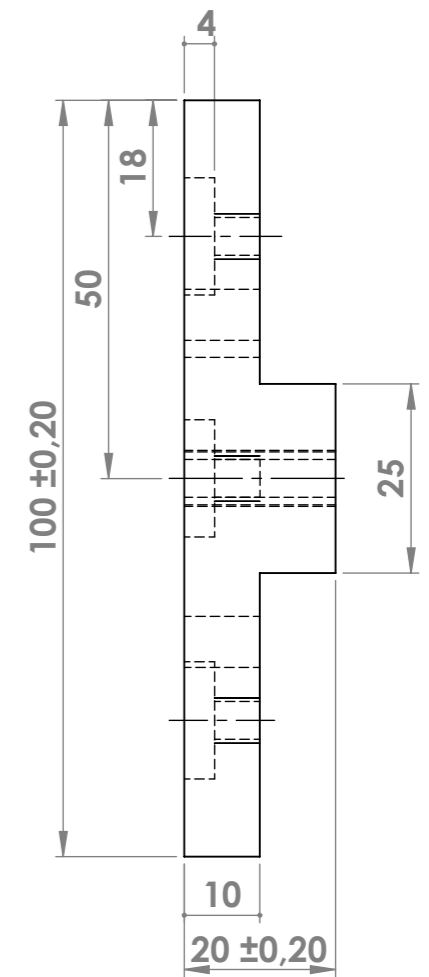
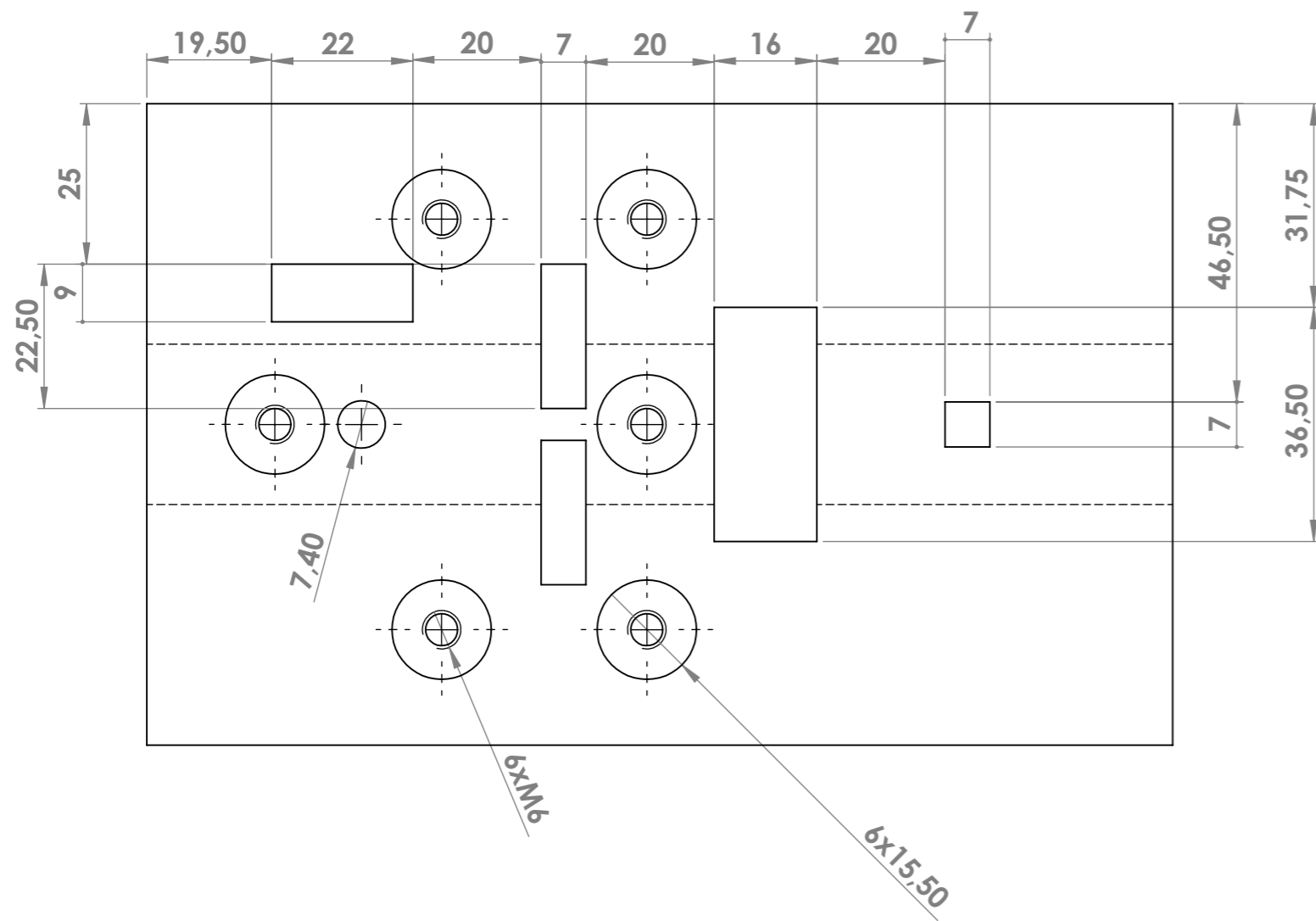
TIGE FILTE

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

Plan N°: 10

2019/2020

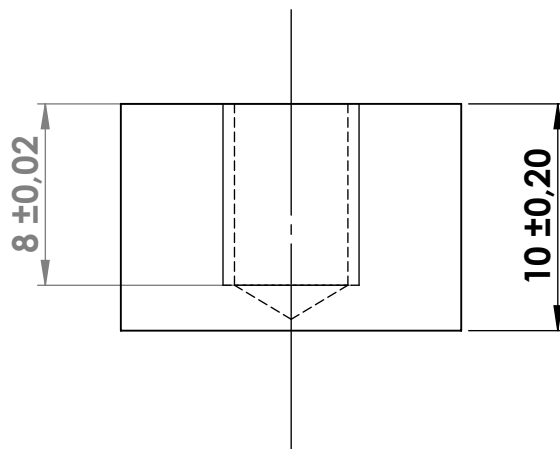
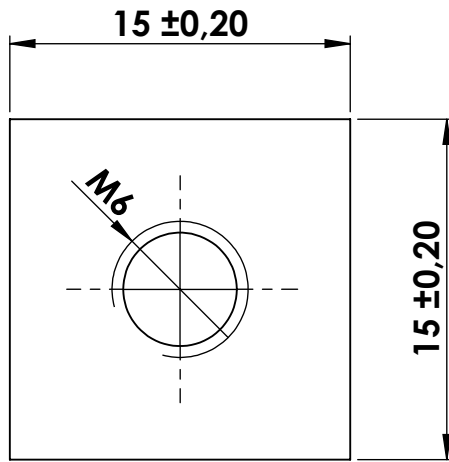
UMMTO



3,2

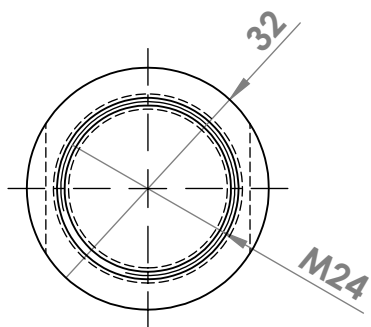
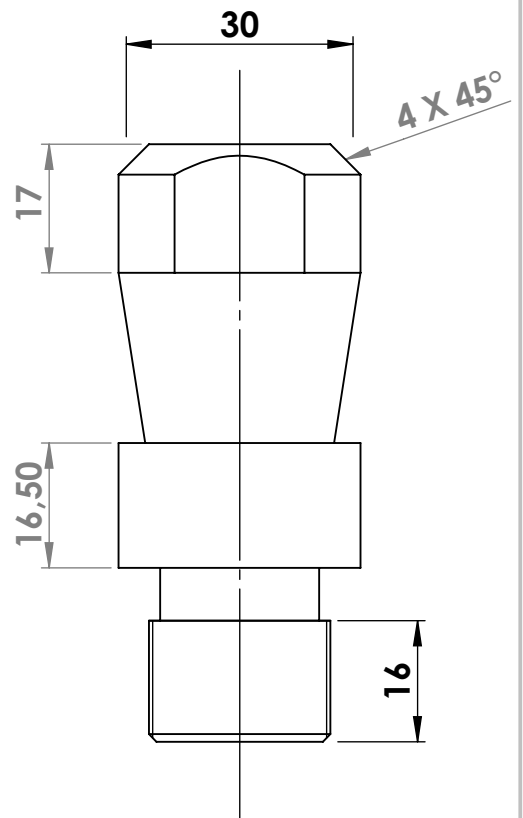
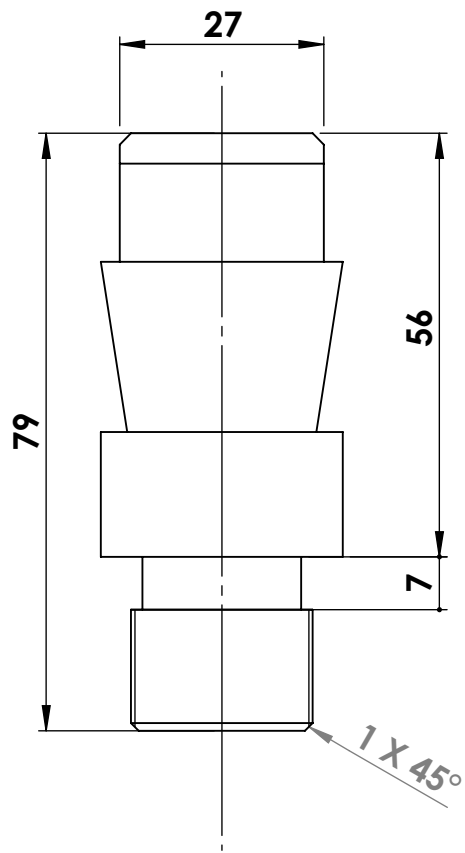
IT = $\pm 0,2$ sauf indication

1:1	DIVETESSEUR	Plan N°: 11
		2019/2020
A3	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



1,6/

3:1	SERRE FLAN	Plan N°: 12
		2019/2020
A4	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



3,2

IT = ± 0,2 sauf indication

1:1

NEZ

Plan N°: 14

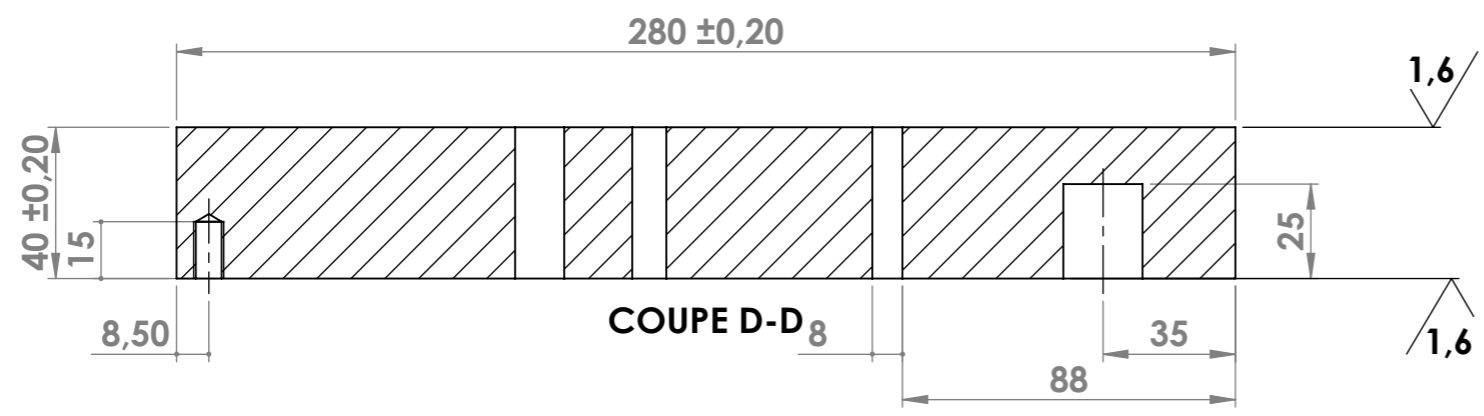
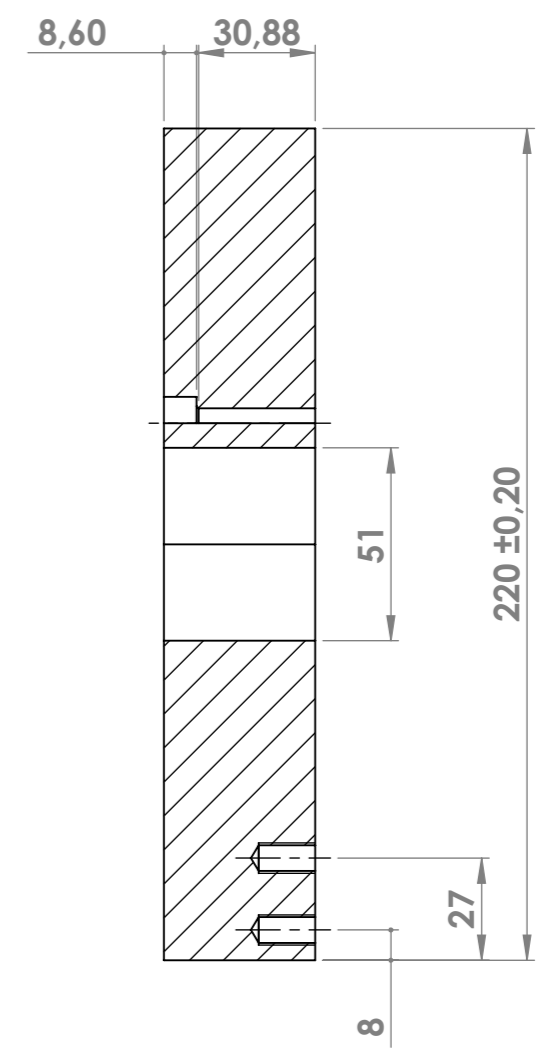
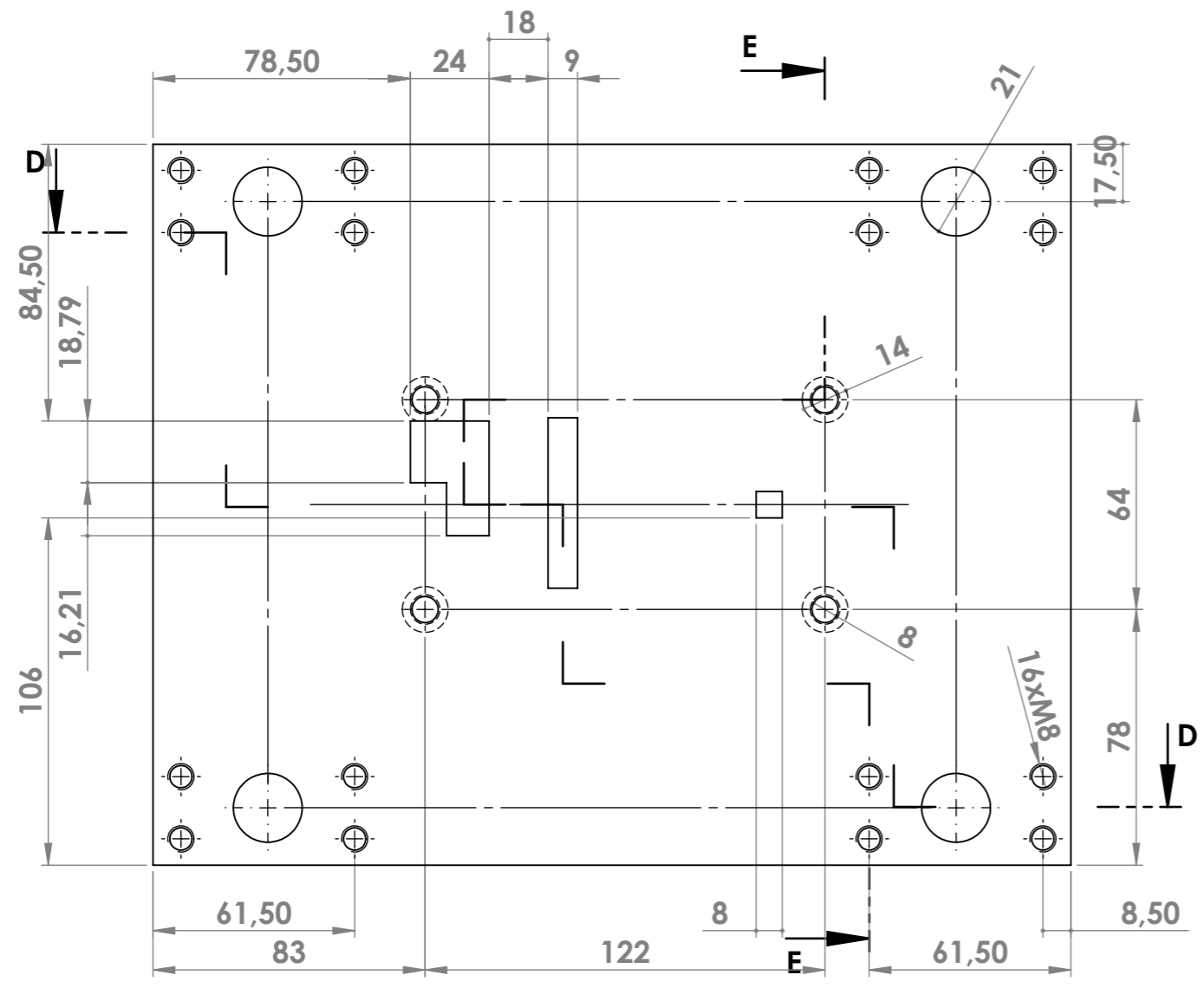


2019/2020

A4

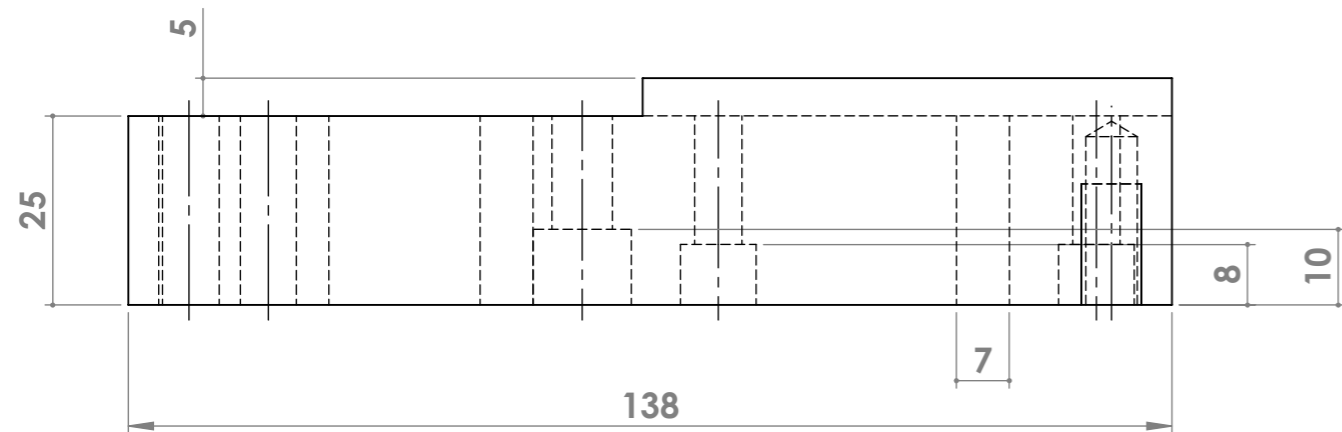
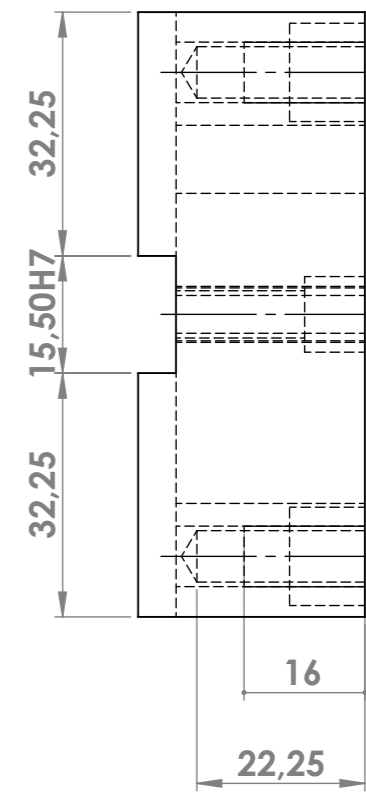
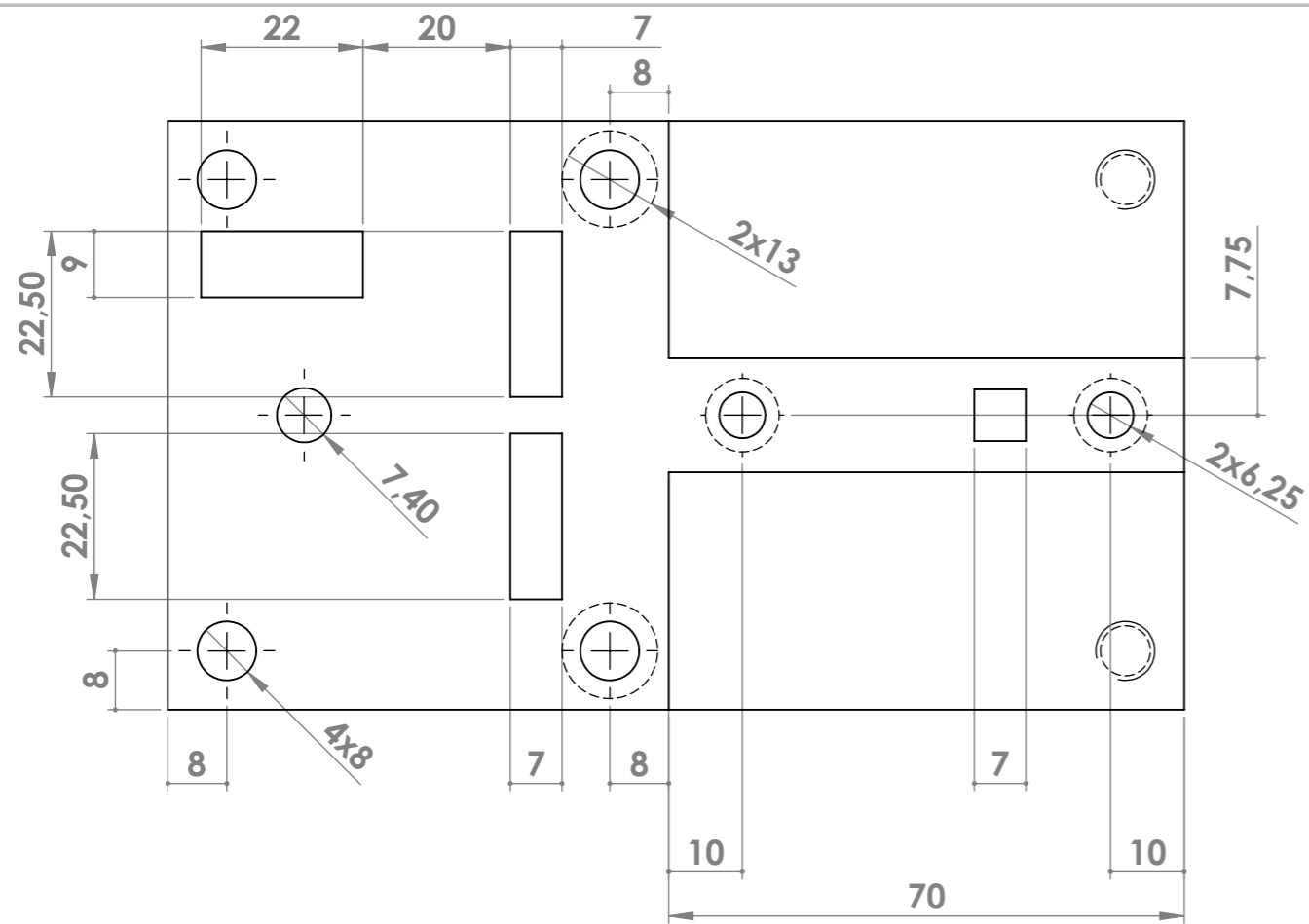
DAHDAH.S OURAHMOUN.N

UMMTO



IT = ± 0,2 sauf indication

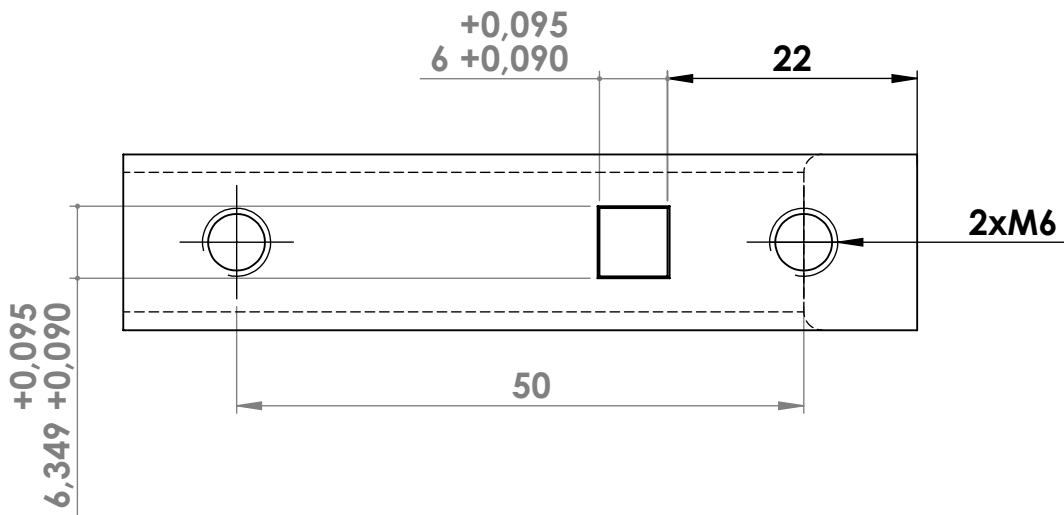
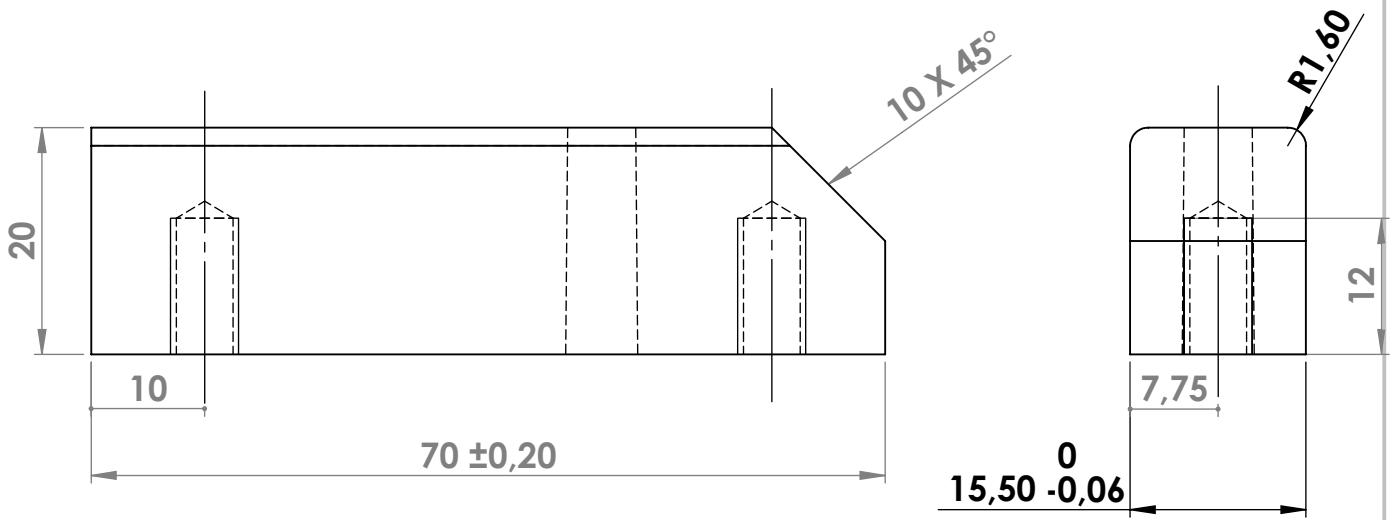
1:2	SEMELE INFERIEURE	Plan N°: 17
		2019/2020
A3	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



1,6

IT = ± 0,2 sauf indication

1:1	PORTE MATRICE	Plan N°: 18
		2019/2020
A3	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



trempé 60 - 62 HRc

1.6

IT = ± 0,02 sauf indication

1,5:1

MATRICE DE PLIAGE

Plan N°: 19

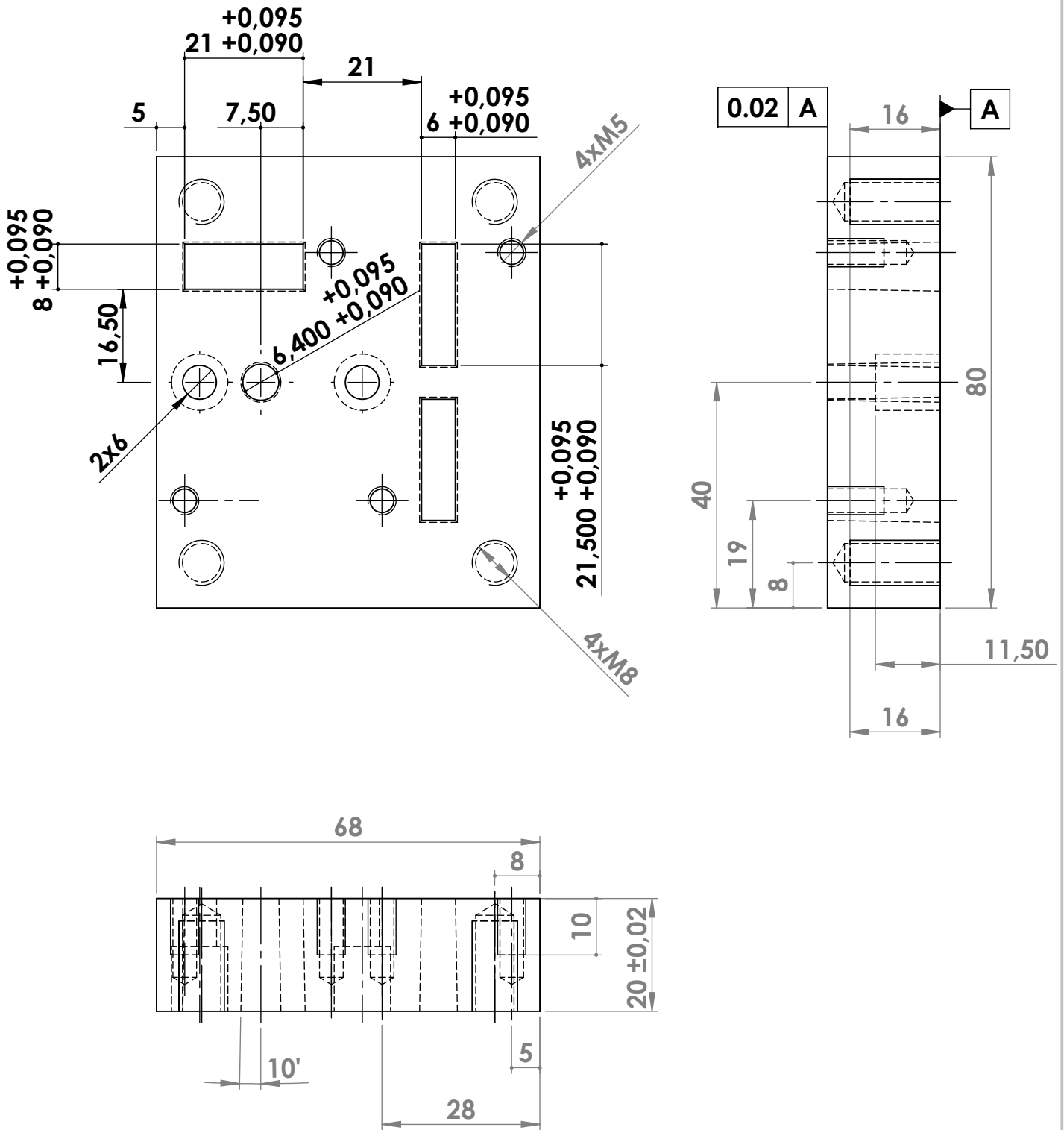


2019/2020

A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

UMMTO



trempé 60 - 62 HRC

1,6

IT = $\pm 0,2$ sauf indication

1:1

MATRICE DE DECOUPAGE

Plan N°: 20

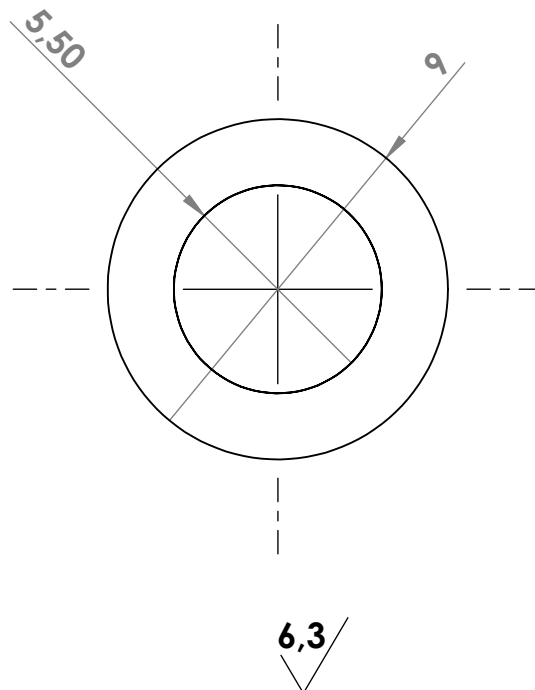
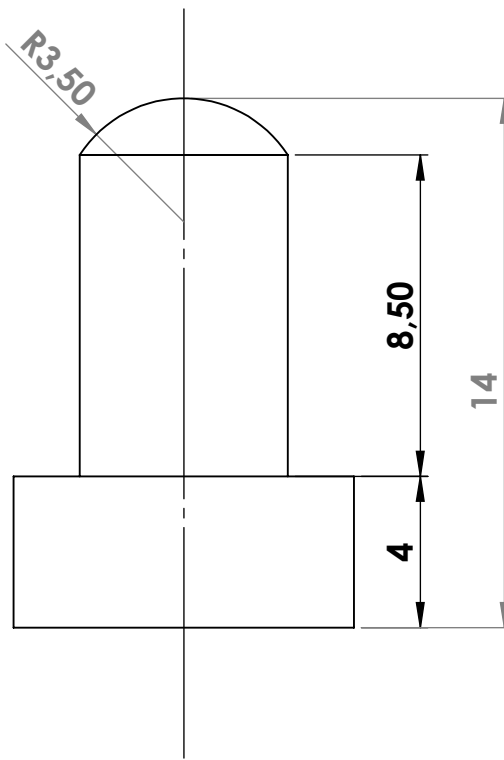


2019/2020

A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

UMMTO



IT = ± 0,2 sauf indication

5:1

EJECTEUR

Plan N°: 21

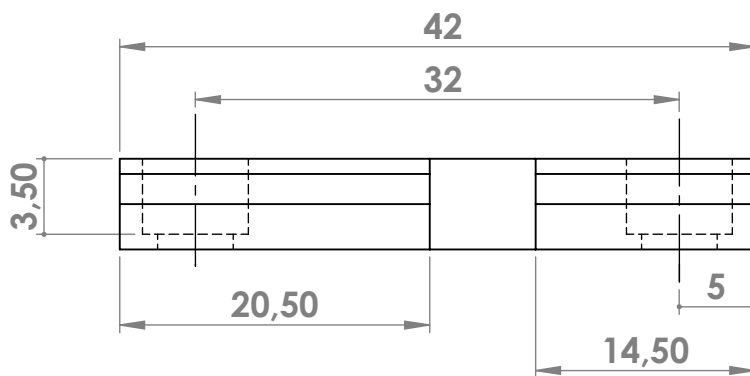
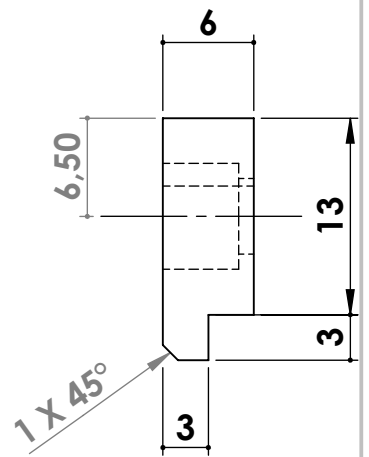
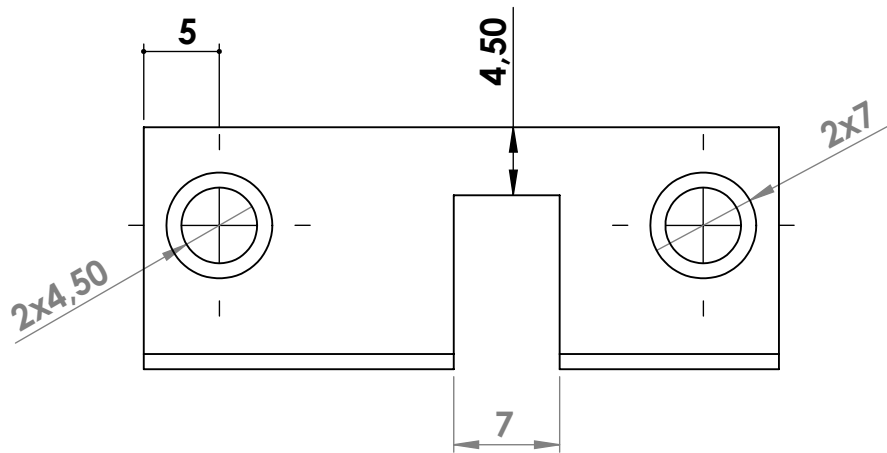


2019/2020

A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

UMMTO



3,2/

IT = ± 0,2 sauf indication

2:1

BUTE

Plan N°: 23

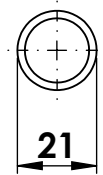
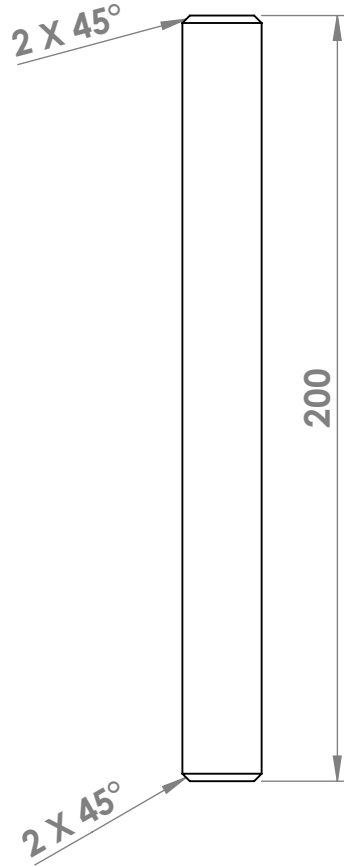


2019/2020

A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

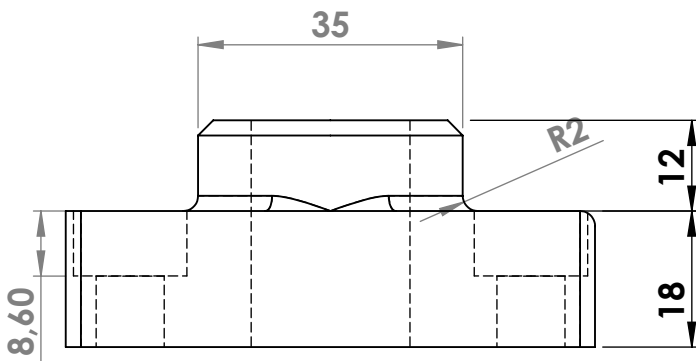
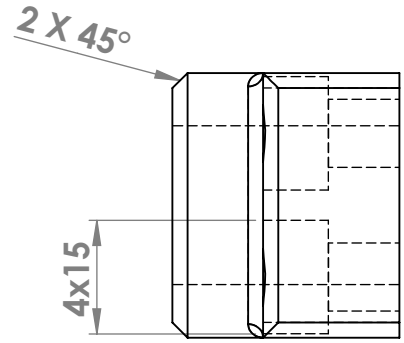
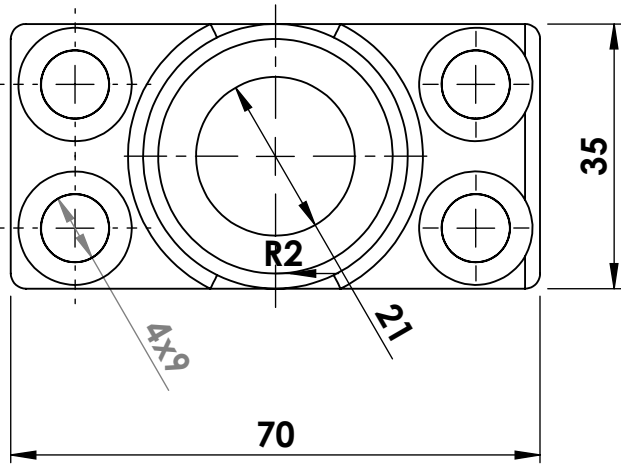
UMMTO




3,2/

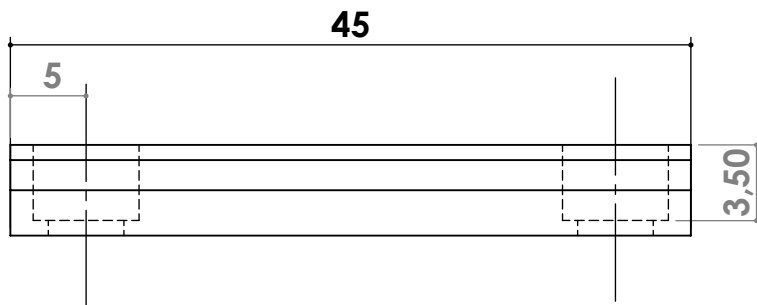
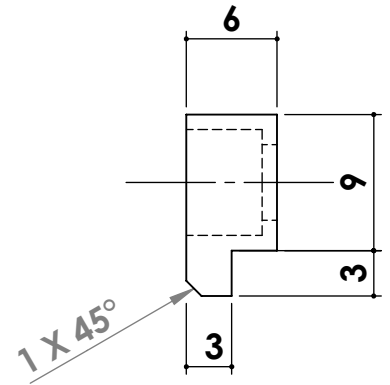
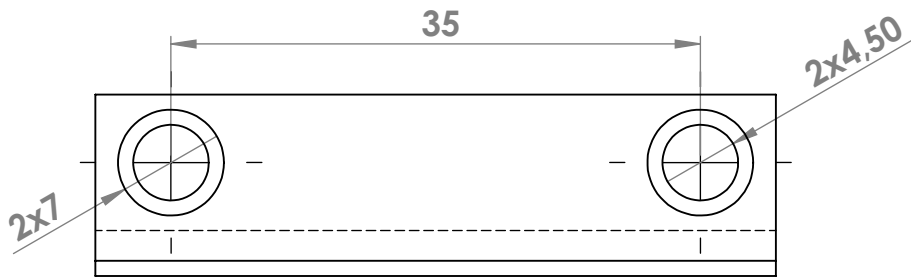
IT = ± 0,2 sauf indication

2:1	COLONNE	Plan N°: 23
		2019/2020
A4	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



IT = ± 0,2 sauf indication

2:1	EMBASE	Plan N°: 23
		2019/2020
A4	DAHDAH.S OURAHMOUN.N	UMMTO



3,2

IT = ± 0,2 sauf indication

2:1

GUIDE BANDE

Plan N°: 24

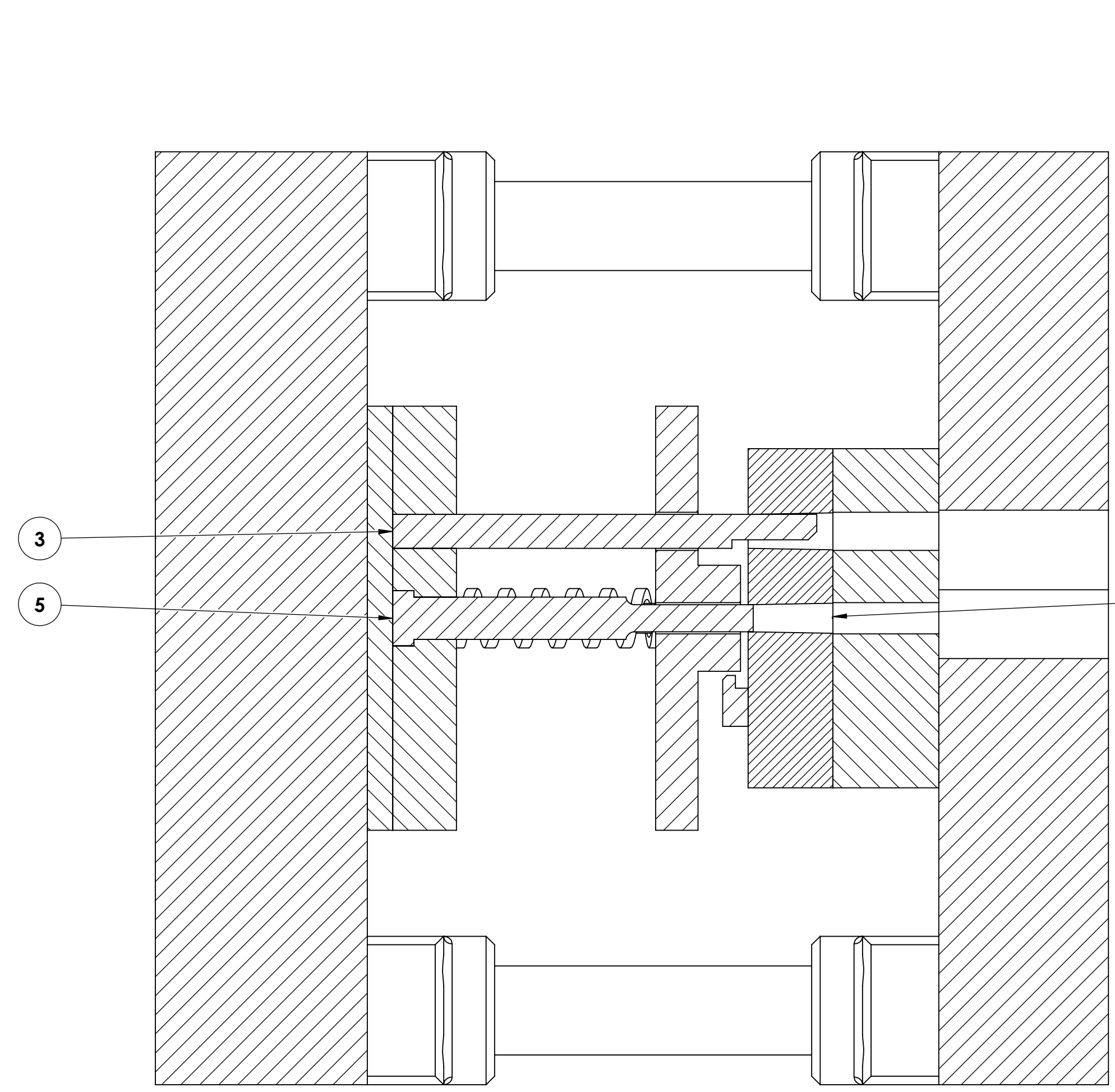


2019/2020

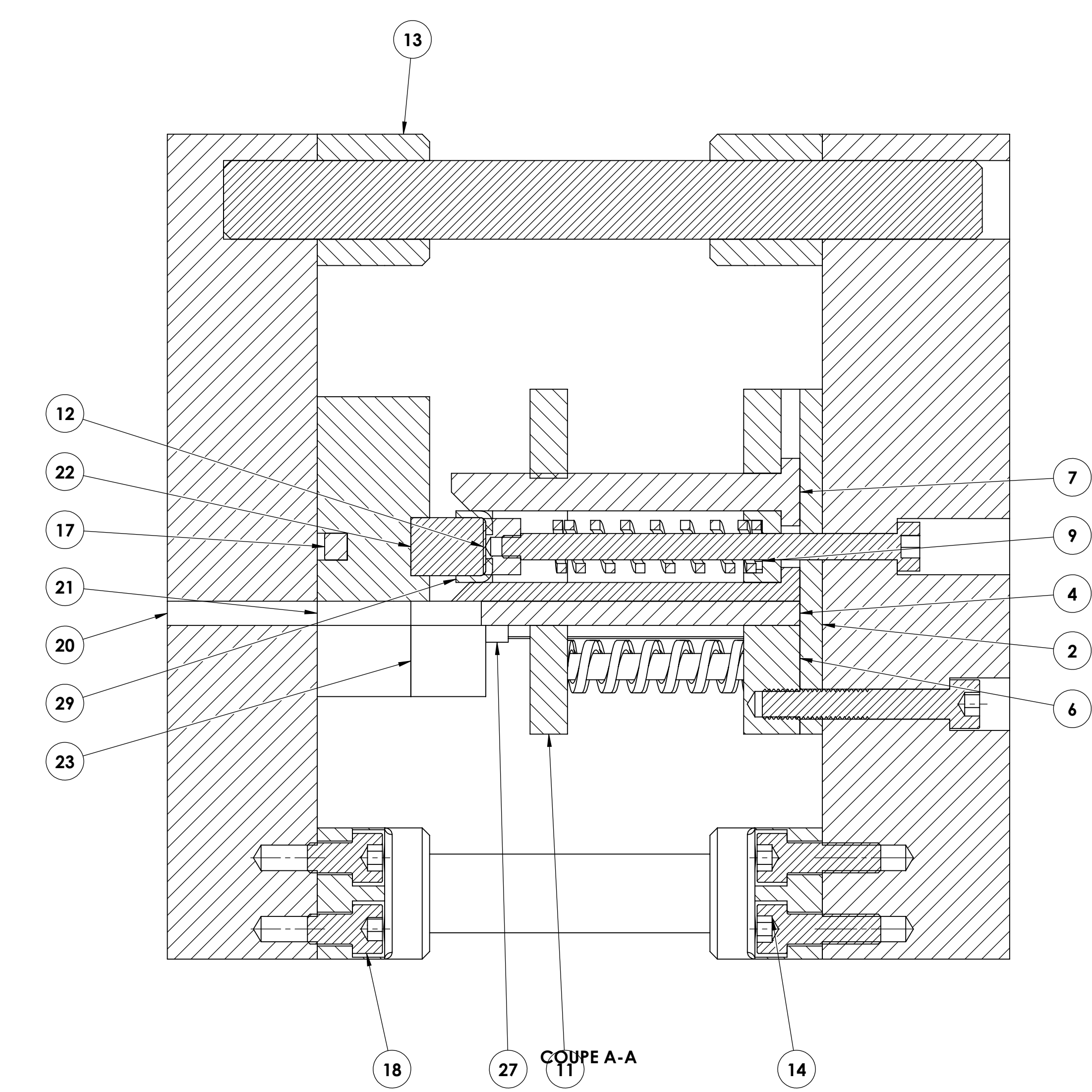
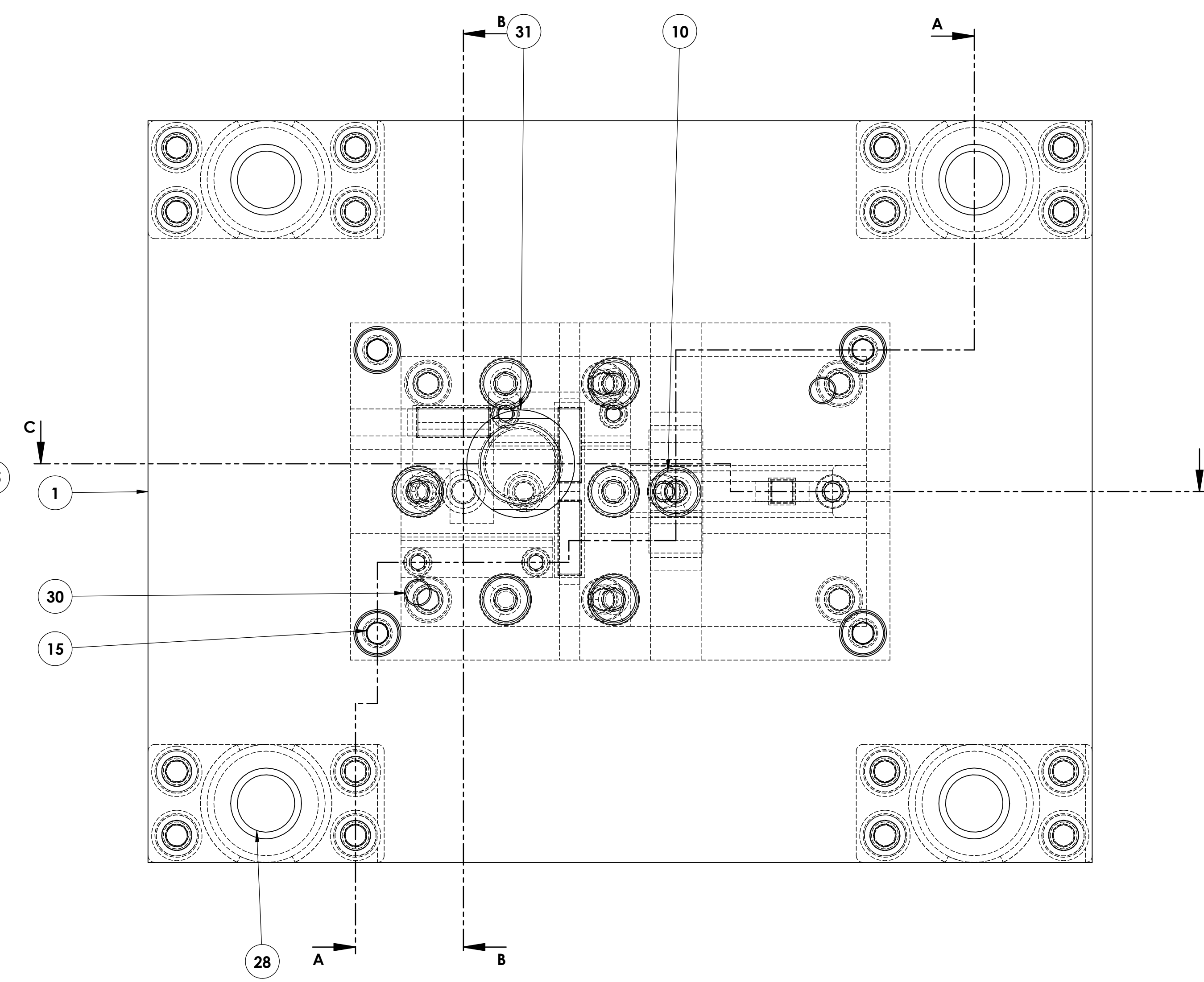
A4

DAHDAH.S OURAHMOUN.N

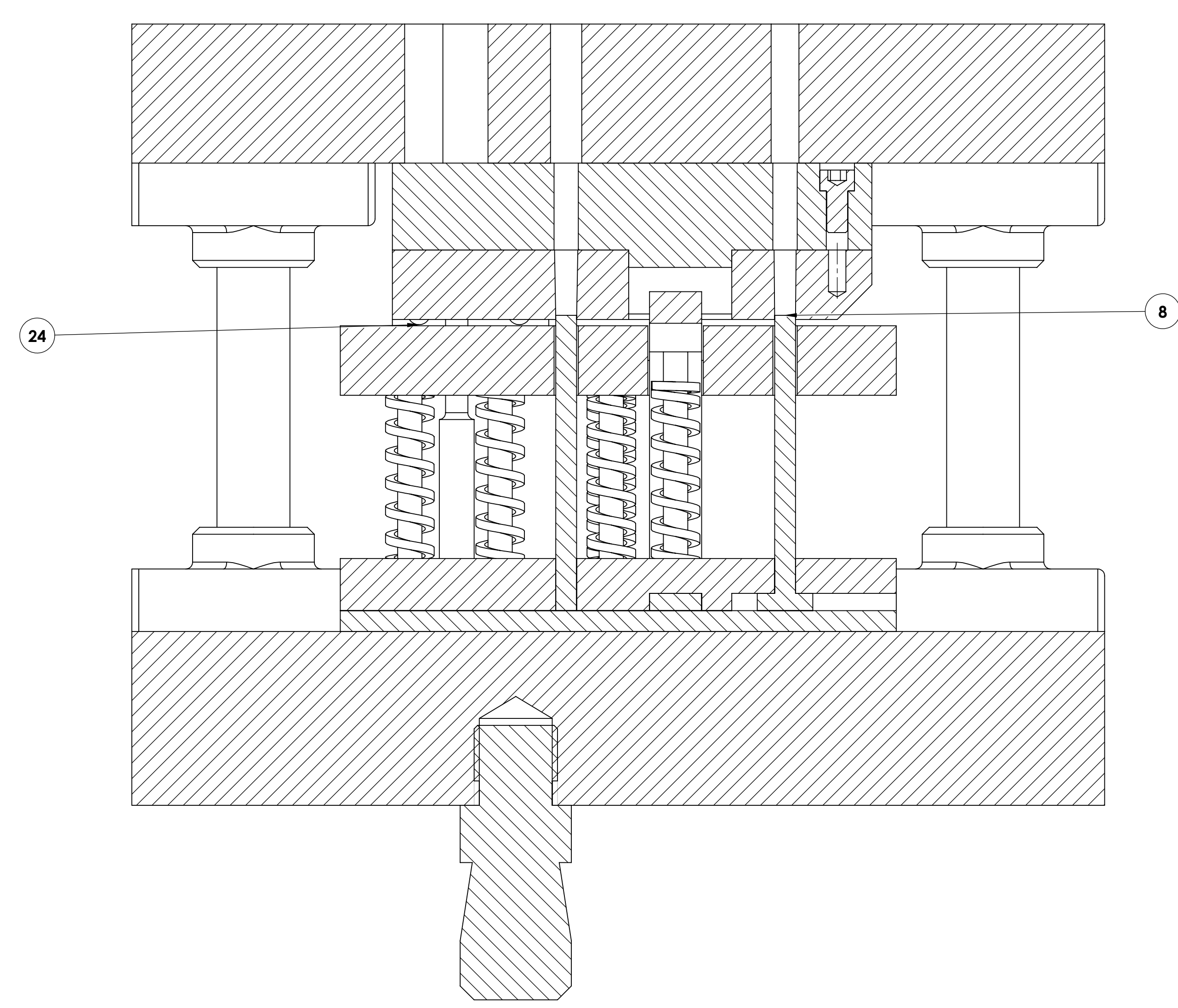
UMMTO



COUPE B-B



COUPE A-A



COUPE C-C

No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	semèle supérieure		1
2	plaque de bleu		1
3	poinçon pas		1
4	poinçon decoupage linéaire		2
5	poinsonage		1
6	porte poinçon111		1
7	poinçon pilage		2
8	poinçon decoupage carré		1
9	ressort		7
10	tige filté		7
11	dévéfisseur		1
12	serre flan		1
13	embase de guidage		8
14	ISO 4762 M8 x 25 - 25N		16
15	ISO 4762 M8 x 50 - 28S		4
16	ISO 4762 M8 x 16 - 16S		6
17	ISO 4762 M6 x 12 - 12N		2
18	ISO 4762 M8 x 12 - 12N		16
19	ISO 4762 M5 x 12 - 12N		4
20	semèle inférieure		1
21	porte matrice		1
22	matrice de pilage		1
23	matrice décou		1
24	éjecteur		2
25	ressort éjecteur		2
26	buté		1
27	guide bande		1
28	colonne de guédage		4
29	Pièce 1		1
30	ISO 8734 - 8 x 70 - A - S1		2
31	nez		1