

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche**  
**Scientifique**  
**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERY de TIZI-OUZOU**



**Faculté du Génie de la Construction**

**Département Génie Mécanique**

## **Mémoire de Fin d'Etudes**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Génie Mécanique**

**Spécialité : Fabrication mécanique et productive**

### **Thème**

**Étude et conception d'un outil poinçonnage et détournage  
d'un bandeau bombé en inox d'une cuisinière E N I E M**

**Proposé par :**

**L'Entreprise Electroménager E N I E M.**

**Elaboré par :**

**1. HOCINE CHABANE**

**2. ZIAD BELKACEM**

**Soutenu le : 24/11/2018 devant les membres de jury**

- .... /
- .... /
- .... /
- .... /

**Promotion 2017/2018**

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons en premier lieu à remercier le Bon Dieu pour le courage et la patience qui nous a donné afin de mener ce projet à terme.*

*Le projet de fin d'étude présenté dans ce manuscrit a été réalisé en collaboration avec l'Entreprise E N I E M.*

*Ce travail que nous avons réalisé a été suivi par Monsieur CHALAL.M, et l'équipe d'ingénieurs et de techniciens du secteur moyens productions de l'unité cuisson, que nous tenons à remercier énormément pour leur aide et leur orientation, tout au long de ce travail. Ils ont su nous faire profiter de leurs connaissances techniques, et de leurs méthodes. Ce fut un réel plaisir de travailler avec eux.*

*Nous tenons à remercier tout particulièrement, notre promoteur Mr.A.BEHTANI MAA à l'U.M.M.T.O, qui a encadré au quotidien notre travail. Son expertise, ainsi que ses conseils avisés ont été très formateurs et d'un très grand secours, au cours de ce projet, ce qui nous a aidé et soutenu tout le long de notre travail.*

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers les membres du jury qui ont eu la lourde tâche, d'examiner ce travail.*

*Nous remercions, sincèrement tout l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation en fabrication mécanique et productive, et nous remercions ainsi, l'ensemble d'étudiants du département de Génie mécanique de l'U.M.M.T.O, pour leurs soutiens, qui nous a beaucoup aidés.*

*Enfin, nos remerciements vont à tout ceux qui, de près ou de loin, contribuer à l'élaboration de ce projet, en particulier nos familles et nos amis(es).*

*Belkacem & Chabane*

# Dédicace

*Je dédie ce mémoire à*

*Mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sentiments pour leur patience illimitée, leurs encouragements continus, leur aide, en témoignage de mon profond respect et gratitude pour leur grand sacrifice. Mes chers frères (Ahmed et Youcef) et sœurs (Malha et Hakima) ainsi pour ma nièce Medina et mon beau frère Mustapha et moi pour leur soutien sans limite que je salue avec haute gratitude.*

*Je dédie ce mémoire à Chabha .z*

*Mes chers amis (es) Kamel. Lyas. Brahim. Lila. Nordine. Dalila. Anissa. Djidji. Mokhtar. Chabane. Rabah. Ainssi que Hocine. Nafaa. Morad. Adidi. Que sans eux ce travail n'aura jamais vu le jour.*

*Tous les enseignants et professeurs qui m'ont instruit depuis mon premier pas à l'école jusqu'aujourd'hui.*

**Ziad belkacem**

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail :*  
*A mes chers parents.*  
*A mes frères, A mes sœurs.*  
*A toute ma famille.*  
*A mon binôme et toute sa famille.*  
*A tout mes amis.*  
*A toute la promotion*  
*2017/2018*

*Houcine chabane*

# Sommaire :

- i. Liste des figures.
- ii. Liste des tableaux.
- iii. Liste des symboles.

Introduction Générale.....	01
<b>1. Présentation de l'entreprise.....</b>	<b>02</b>
1.1 Historique.....	02
1.2 Développement et organisation de l'entreprise.....	02
1.2.1 Développement.....	02
1.2.2 Organisation Générale.....	03
1.3 Missions et activités principale de chaque unité.....	04
1.3.1 Direction générale.....	04
1.3.2 Unité froid.....	04
1.3.3 Unité cuisson.....	04
1.3.4 Unité climatisation.....	05
1.3.5 Unité prestation techniques.....	05
1.3.6 Unité commerciale.....	05
1.4 Politique de l'entreprise .....	06
1.4.1 Politique qualité .....	06
1.4.1.1 Engagement de la direction .....	06
1.4.1.2 Ses objectifs .....	06
1.4.2 Politique environnementale.....	06
1.4.2.1 Engagements .....	07
1.4.2.2 Objectifs et cibles environnementaux .....	07
<b>2. Présentation de la pièce.....</b>	<b>08</b>
2.1 Emplacement de la pièce.....	09
2.2 Problématique.....	09
2.3 Solution proposée.....	09
2.4 Le processus de fabrication du bandeau bombé en inox.....	10
Conclusion.....	11

## Chapitre I : Les Procédés de Mise en Forme des Tôles : Emboutissage, découpage et pliage.

Introduction.....	12
<b>I.1 Emboutissage</b> .....	12
I.1.1 Définition.....	12
I.1.2 Principe.....	12
I.1.3 Différentes phases d'une opération d'emboutissage.....	12
I.1.4 Types d'emboutissage.....	14
- L'emboutissage a froid.....	14
- L'emboutissage a chaud (200° à 500°).....	14
I.1.5 Effort d'emboutissage.....	14
- Cylindrique.....	14
- Effort sur le serre flan cylindrique.....	15
- Rectangulaire.....	15
- Effort sur le serre flan rectangulaire.....	15
I.1.6 La vitesse d'emboutissage. ....	16
I.1.7 Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage.....	16
- Les avantages de l'emboutissage.....	16
- Les inconvénients de l'emboutissage.....	16
<b>I.2 Découpage</b> .....	17
I.2.1 Généralité.....	17
I.2.2 Principe et les différents paramètres du découpage.....	17
I.2.3 Désignation des opérations de découpage.....	18
- Poinçonnage.....	18
- Découpage.....	18
- Crevage.....	18
- Encochage.....	18
- Grignotage.....	18
- Arasage.....	19
- Détourage.....	19
- Soyage.....	19
I.2.4 Différentes phases d'une opération de découpe.....	19
I.2.5 Effort de découpage.....	20
I.2.6 Effort d'extraction.....	20
I.2.7 Vitesse de découpage.....	20
<b>I.3 Le pliage</b> .....	21
I.3.1 Définition et principe.....	21
I.3.2 Modes de pliage sur presse.....	21
I.3.2.1 Le pliage en V.....	21
- pliage en l'air.....	21
- Pliage en frappe.....	21
I.3.2.2 Le pliage en U.....	22
I.3.2.3 Le pliage en L.....	22

I.3.3 Etude des déformations du pli.....	23
I.3.4 Condition de l'opération de pliage.....	23
- Rayon de la matrice de pliage.....	23
- Jeu de pliage.....	24
I.3.5 Effort mis en jeu durant et après le pliage.....	24
I.3.6 Le retour élastique.....	24
I.3.7 L'outillage.....	25
- La plieuse à tablier.....	25
- Les presses plieuses.....	25
Conclusion.....	25

## Chapitre II : Les procédés de mise en forme poinçonnage et détournage.

<b>Introduction</b> .....	26
<b>II.1 Le poinçonnage</b> .....	27
II.1.1 Définition.....	27
II.1.2 Principe de fonctionnement.....	27
II.1.3 Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon.....	28
II.1.3.1 Le poinçon.....	28
II.1.3.2 La matrice.....	28
II.1.3.3 Jeu entre matrice et poinçon.....	29
II.1.4 Effort de poinçonnage et la section minimale du poinçon. ....	29
II.1.5 Avantages et inconvénients du poinçonnage.....	30
<b>II.2 Le Détournage</b> .....	30
II.2.1 Définition.....	30
II.2.2 Types de détournage.....	30
II.2.2.1 Détournage normal .....	31
II.2.2.2 Détournage a ras.....	31
II.2.2.3 Détournage-poinçonnage.....	31
II.3 Aspects de caractérisation du procédé.....	32
II.3.1 Effort de découpage .....	32
II.3.2 Qualité de la découpe .....	33
II.4 Paramètre du procédé .....	34
II.4.1 Paramètres géométriques .....	34
- Jeu poinçon-matrice .....	34
- Acuité d'arête des outils .....	34
II.4.2 Paramètres physique.....	35
- Dureté du matériau .....	35
- Vitesse de découpage .....	35
- Température .....	35
- Microstructure .....	35

II.5 Comportement tribologique lors d'une opération de découpage.....	35
II.5.1 Frottement poinçon/tôle .....	35
II.6 Usure des outils de découpage .....	36
II.6.1 Définition de l'usure .....	36
II.6.2 Mécanisme de l'usure .....	36
II.6.3 Quantification de l'usure des poinçons .....	37
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>

## Chapitre III : les Machines et presses utilisé.

<b>Introduction.....</b>	<b>39</b>
III-1 Définition.....	39
III-2 Types de presses.....	39
III-2-1 Selon le mode de transmission d'énergie.....	39
a) Les presses mécaniques.....	39
a-1 Mode de transmission du mouvement d'une presse.....	40
➤ Système bielle manivelle .....	40
➤ Système excentrique .....	40
➤ Système à genouillère .....	40
➤ Système à came .....	41
b) Les presses hydrauliques .....	42
b-1 mécanisme de commande .....	42
c) Comparaison entre presse mécanique et hydraulique .....	43
III-2-2 Selon la forme du bâti .....	44
a) Presses à col de cygne .....	44
b) Presses à arcade .....	45
c) Presses à colonne .....	45
d) Presse à montant droit .....	45
e) Presse à table mobile et bigorne .....	46
III-2-3 Selon le nombre de coulisseaux.....	46
a) Presses simple effet .....	46
b) Presses double effet .....	46
c) Presses à triple effet .....	47
III-3 Critères de choix d'une presse .....	47
III-4 Alimentation des presses .....	47
III-5 Sécurité sur les presses .....	48
<b>Conclusion.....</b>	<b>49</b>

## Chapitre IV : Etude et conception de l'outil.

<b>Introduction</b> .....	50
<b>Partie 01 : étude et calculs</b> .....	50
IV.1 cahier des charges .....	50
IV.2 Le processus de fabrication .....	50
IV.3 Fiche technique de la tôle.....	51
• Désignation de la tôle.....	51
• Caractéristiques.....	51
• Aspect de surface.....	51
IV.4 Calcul des efforts.....	52
IV.4.1 Calcul de l'effort de poinçonnage.....	53
IV.4.1.1 Calcul de l'effort de poinçonnage pour chaque forme.....	53
IV.4.1.2 L'effort total de poinçonnage.....	59
IV.4.2 Calcul de l'effort de détournage.....	59
IV.4.3 L'effort total de découpage.....	60
IV.5 Calcul de l'effort dévêtissage $F_{dév}$ .....	60
IV.6 Calcul de l'effort d'éjection.....	61
IV.7 Calcul de l'effort fournir par la presse.....	61
IV.8 Jeu de découpage.....	61
IV.9 choix des ressorts.....	62
IV.10 Calcul de vérification des poinçons à la résistance.....	63
IV.11 position adéquate de l'outil sur la machine (centre d'inertie).....	67
IV.12 Le choix de la machine.....	68
<b>Conclusion</b> .....	67
<b>Partie 02 : Conception de l'outil</b> .....	69
IV.13 détail de l'outil.....	69
<b>Conclusion Générale</b> .....	72
Références Bibliographiques.....	73

## Listes des figures

• <b>Figure 1.1</b> : Organigramme de l'entreprise ENIEM.....	03
• <b>Figure 2.1</b> : La forme de la pièce à réaliser.....	08
• <b>Figure 2.2</b> : cuisinière ENIEM.....	08
• <b>Figure 2.3</b> : Emplacement de la pièce.....	09
• <b>Figure I.1</b> : principe d'emboutissage.....	12
• <b>Figure I.2</b> : Différentes phases d'une opération d'emboutissage.....	13
• <b>Figure I.3</b> : principe et paramètre de découpage.....	17
• <b>Figure I.4</b> : les différentes phases de la découpe.....	20
• <b>Figure I.5</b> : pliage en l'air.....	21
• <b>Figure I.6</b> : pliage en frappe.....	22
• <b>Figure I.7</b> : Pliage en U.....	22
• <b>Figure I.8</b> : Pliage en L.....	22
• <b>Figure I.9</b> : Opération de pliage d'une tôle.....	23
• <b>Figure I.10</b> : jeu de pliage et rayon de la matrice.....	24
• <b>Figure I.11</b> : Le retour élastique.....	25
• <b>Figure II.1</b> : procédé du poinçonnage.....	27
• <b>Figure II.2</b> : poinçon.....	28
• <b>Figure II.3</b> : matrice.....	29
• <b>Figure II.4</b> : jeu entre poinçon et matrice.....	29
• <b>Figure II.5</b> : Détourage normal.....	31
• <b>Figure II.6</b> : Détourage a ras.....	31
• <b>Figure II.7</b> : détourage-poinçonnage.....	32
• <b>Figure II.8</b> : courbe « effort/pénétration ».....	32
• <b>Figure II.9</b> : caractérisation du profil d'une pièce découpée.....	33
• <b>Figure II.10</b> : paramètres géométriques de découpage. ....	34
• <b>Figure II.11</b> : évaluation des arêtes de découpe d'un poinçon et d'une matrice..	36
• <b>Figure III.1</b> : Presse Mécanique.....	39
• <b>Figure III.2</b> : Système bielle manivelle.....	40
• <b>Figure III.3</b> : presse Mécanique excentrique.....	40
• <b>Figure III.4</b> : Système a genouillère.....	41
• <b>Figure III.5</b> : Système à came.....	41
• <b>Figure III.6</b> : Presse hydraulique.....	42
• <b>Figure III.7</b> : Presse à col de cygne.....	44
• <b>Figure III.8</b> : Presse à arcade.....	45
• <b>Figure III.9</b> : Presse à colonne.....	45
• <b>Figure III.10</b> : Principe de fonctionnement de presses double effet.....	46
• <b>Figure III.11</b> : principe de fonctionnement de presse à triple effet.....	47
• <b>Figure III.12</b> : Ligne automatique d'alimentation.....	48

- **Figure IV.1:** La forme de la pièce à réaliser..... 50
- **Figure IV.2:** les différentes formes à poinçonner..... 52
- **Figure IV.3:** Dimension du contour a détournée.....53
- **Figure IV.4 :** poinçonnage de forme 1..... 54
- **Figure IV.5:** poinçonnage de forme 2..... 55
- **Figure IV.6:** poinçonnage de forme 5..... 56
- **Figure IV.7 :** poinçonnage de forme 7..... 57
- **Figure IV.8 :** poinçonnage de forme 10..... 58
- **Figure IV.9 :** différents ressorts (représenter suivant ISO10243)..... 62
- **Figure IV.10 :** caractéristique des ressort a charge extra forte couleur jaune.....63
- **Figure IV.11 :** flambement d'une poutre soumise à un effort axial..... 63
- **Figure IV.12 :** position des centres de gravité..... 67
- **Figure IV.13 :** Partie inférieure assemblée..... 69
- **Figure IV.14 :** Partie supérieur assemblée..... 70
- **Figure IV.15 :** outil complet assemblé..... 71

## *Liste des tableaux*

- **Tableau I.1** : le coefficient K en fonction de  $d/D$ .....14
- **Tableau I.2**: les matériaux du flan et leurs pressions spécifique.....15
- **Tableau I.3** : vitesses d'emboutissage pour différents matériaux.....16
- **Tableau I.4** : résistance au cisaillement  $R_c$  de quelques matériaux.....20
- **Tableau III-1** : Comparaison entre presse mécanique et hydraulique.....43
- **Tableau IV-1** : caractéristiques chimique.....51
- **Tableau IV-2** : Dimensions Nominale..... 51
- **Tableau IV.3** : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons...64
- **Tableau IV.4** : coordonnées des centres d'inertie des poinçons.....67

## Liste des symboles

**R<sub>p</sub>** : limite d'élasticité.  
**R<sub>m</sub>** : résistance à la traction.  
**F<sub>p</sub>** : effort de poinçonnage.  
**P** : périmètre du poinçon.  
**E** : épaisseur de la tôle  
**R<sub>g</sub>** : résistance pratique au cisaillement.  
**P** : périmètre.  
**S** : section cisailée.  
**S<sub>d</sub>** : section détournée  
**F<sub>dév</sub>** : effort dévissage.  
**F<sub>éj</sub>** : effort d'éjection.  
**P<sub>Presse</sub>** : effort fourni par la presse.  
**J** : jeu de découpage.  
**L** : longueur  
**K** : raideur  
**F<sub>cr</sub>** : Charge critique.  
**I** : Moment d'inertie.  
**E** : Module de Young  
**D** : diamètre  
**K** : coefficient en fonction de d/D  
**F<sub>s</sub>** : effort sur le serre-flan cylindrique  
**P** : pression spécifique  
**F<sub>sr</sub>** : effort serre-flan.  
**R<sub>n</sub>** : rayon en angle  
**D<sub>m</sub>** : diamètre de la matrice  
**H** : hauteur d'embouti  
**F** : effort découpage  
**P** : périmètre découpé.  
**R<sub>c</sub>** : résistance au cisaillement de la tôle.  
**R<sub>min</sub>** : rayon minimale de pliage.  
**A** : allongement.  
**Z** : coefficient de striction.  
**J** : jeu entre poinçon et la matrice.

# **Introduction Générale**

# Introduction générale

---

## Introduction :

La fabrication mécanique est un secteur très dynamique qui ne cesse d'évoluer de jour en jour. Elle a pour objectif l'étude, la conception, la fabrication de divers pièces, d'outils, mais aussi, la réparation et réglages multiples. La transformation des tôles, est l'une des illustrations de nombreux services de ce vaste domaine, très prisé par d'autres secteurs tels que la construction automobile, électrique, électroménager, aéronautique pour ne citer que cela.

Les moyens de calculs qui deviennent de plus en plus puissants, robustes, surtout en constance évolutions, sont incontournables pour la conception et la simulation numérique des procédés de mise en forme, relatives aux conditions optimales ; exigeant des critères de qualités biens définis.

L'objectif de ce projet consiste à faire une étude et conception, d'un outil pour la fabrication d'un bandeau bombé en inox pour une cuisinière en se basant sur le procédé simultané de découpage (poinçonnage et détourage). Ce projet nous a été proposé par l'entreprise ENIEM (Unité Cuisson), dans le but d'étudier et concevoir un outil pour la réalisation du bandeau bombé avec une géométrie bien déterminée regroupant l'opération simultané de poinçonnage et détourage.

Afin de détailler la démarche proposée, ce document de mémoire est donc organisé en quatre (04) chapitres.

Dans le premier chapitre intitulé « les procédés de mise en forme des tôles: Emboutissage, Découpage, Pliage» nous donnent une description de quelques procédés de mise en forme telle que l'emboutissage, le découpage et le pliage, leurs définitions et Principe de fonctionnement. Ces procédés de mise en forme on prit dans la production industrielle contemporaine une place dont l'importance était imprévisible voici à peine quelques décennies.

Le second chapitre intitulé « procédé de mise en forme poinçonnage et détourage » concerne les différentes base et techniques du poinçonnage et détourage, dont nous avons essayé de donner une présentation plus exacte et une vue plus proche sur ces procédés dans le but de réussir la réalisation de ces dernier dans la pratique.

Le troisième chapitre nommé « les machines et presses utilisée » englobe toutes les machines utilisées dans ces procédés de mise en frome. Ainsi que la classification des presses qui se fait en fonction de plusieurs particularités telles que Leur mode de transmission d'énergie soit (hydraulique, mécanique), le nombre de coulisseaux et la forme du bâti.

Le quatrième chapitre nommé « étude et conception de l'outil » est réservé à l'étude et conception de l'outil et les résultats des efforts de détourage et de poinçonnage pour calculer l'effort total que doit fournir la presse pour la réalisation de nos pièces.

# ***1. Présentation de l'entreprise***

# Présentation de l'entreprise

---

## 1.1 Historique:

L'entreprise nationale des industries électroménagères (ENIEM) est née après la restructuration de l'entreprise mère la SONELEC, le 02 janvier 1983.

ENIEM est entrée en production (sous le nom de l'entreprise la SONELEC), à partir de janvier 1977, dont l'activité principale est la fabrication et la commercialisation d'appareils électroménagers.

En 1989, l'entreprise a connu une baisse brusque de production due à la concurrence du marché. Cette situation a provoqué sa transformation en société par action au capital de 40.000.000 DA, dans le but est d'améliorer la recherche et le développement de ses produits, devenu de nos jours, le leader de l'électroménagère en Algérie et cela dans divers domaines tels que :

- Les appareils ménagers domestiques (climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à Oued Aïssi).
- Les lampes d'éclairage à Mohammadia (Mascara).
- Les produits sanitaires à Khemis Miliana (Ain Defla).

Avec un capital social de 10.279.800.000 DA détenu en totalité par l'ELEC ELDJAZAIR. Son siège est à TIZI OUZOU. Ses unités de productions et commerciale son implantées au niveau de la zone industrielle « Aissat Idir ».

## 1.2 Développement et organisation de l'entreprise :

### 1.2.1 Développement :

Pour atteindre ses espérances en matière de développement L'ENIEM a fait appel à l'ensemble de ses unités afin de se restructurer et de s'organiser, de manière à donner et à trouver des solutions les plus fiables pour atteindre un développement durable. Cette entreprise se compose de plusieurs unités d'organisation qui sont :

- Quatre unités de production.
- Une unité commerciale.
- Une unité de prestation.
- Une filiale dont le capital est 100% ENIEM.

# Présentation de l'entreprise

## 1.2.2 Organisation générale :

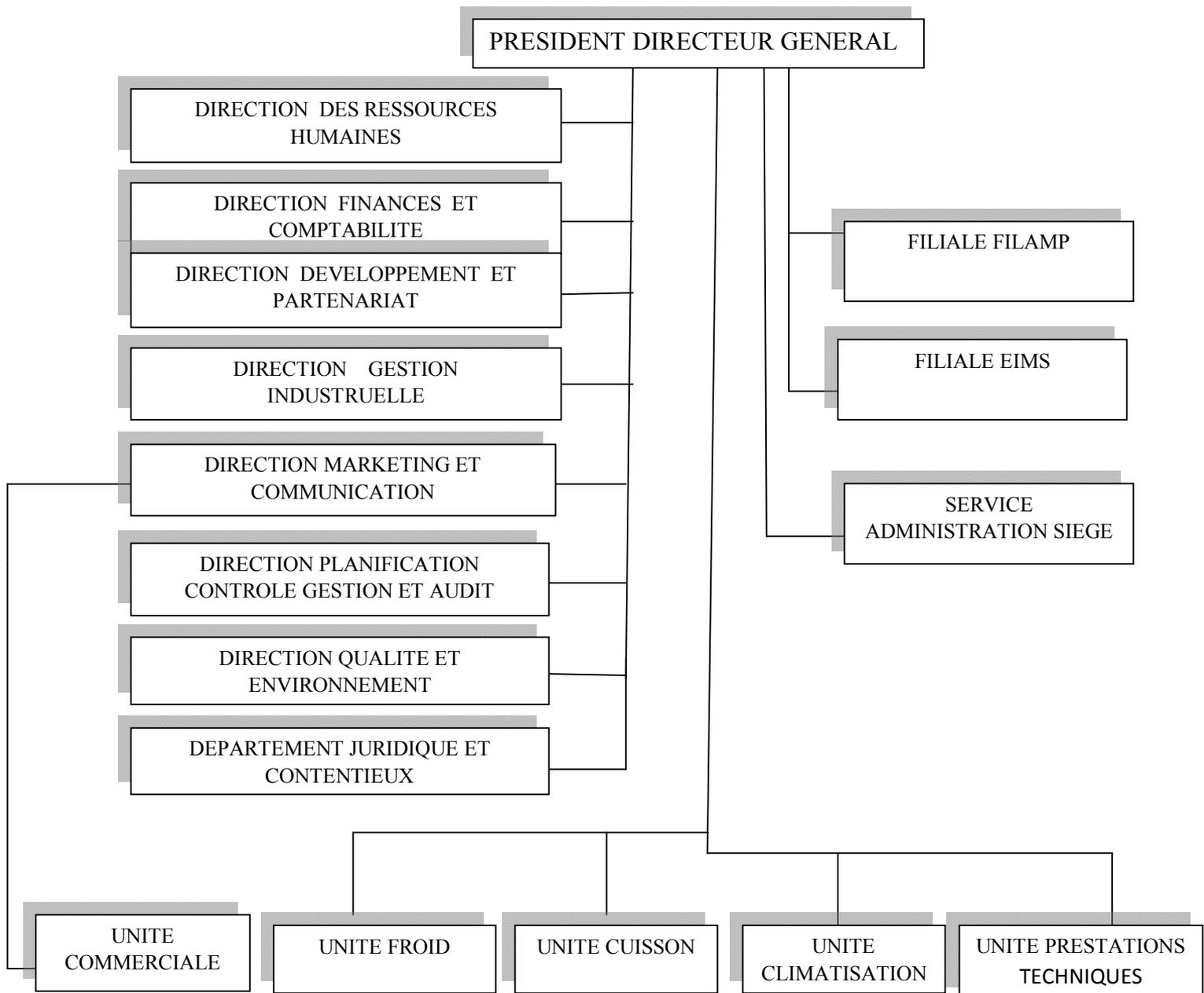


Figure 1.1 : Organigramme de l'entreprise ENIEM.

# Présentation de l'entreprise

---

## 1.3 Missions et activités principales de chaque unité :

### 1.3.1 Direction générale :

La direction générale est une unité responsable de stratégie, du développement de l'entreprise et ce tenant compte de résolution de son conseil d'administration.

Elle exerce son autorité hiérarchique, fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unités. Le président directeur générale est assisté par les cadres dirigeants chargés des principales fonctions de l'entreprise suivante :

- ✓ Direction industrielle(DI).
- ✓ Direction développement et partenariat(DDP).
- ✓ Direction central finance et comptabilité(DFC).
- ✓ Direction des ressources humaines(DRH).
- ✓ Direction planification et contrôle de gestion(DPG).
- ✓ Direction marketing et communication(DMC).
- ✓ Direction qualité (DQ).

### 1.3.2 Unité froid :

Elle est de loin l'unité la plus importante du point de vue effectif, elle produit plusieurs modèles de réfrigérateurs et congélateurs, sa mission globale est de produire et développer les produits de froid domestique.

➤ **Activités :**

- Transformation de tôle.
- Traitement et revêtement de surface (peinture, plastification).
- Injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces mécanique (condenseur, évaporateur....).
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage.

### 1.3.3 Unité cuisson :

Cette unité est spécialisée dans la production de différents types de cuisinières.

➤ **Activités :**

- Transformation de tôle
- Traitement et revêtement de surface (émaillage, zingage, chromage).
- Assemblage des cuisiniers.

# Présentation de l'entreprise

---

## 1.3.4 Unité climatisation :

Comme son nom l'indique, elle est spécialisée dans la fabrication et montage de plusieurs types de climatiseurs.

➤ **Activités :**

- Transformation de tôle.
- Traitement et revêtement de surface (peinture).
- Assemblage de climatiseurs.

En plus de ces activités de réalisation, les unités de production, froid, cuisson et climatisation) assurent, en leurs seins respectives, les activités suivantes :

- Etudes /méthodes de fabrication.
- Achats.
- Contrôle (réception, en cours de fabrication, final).
- Stock (magasin, atelier).
- Maintenance.
- Sécurité industrielle.

## 1.3.5 Unité prestation techniques :

C'est une unité de soutien aux autres unités de production, elle est chargée de la gestion :

- Des énergies et fluides.
- De l'entretien des équipements.
- Des engins roulants.
- De l'entretien des bâtiments.
- De fonction informatique au sein du complexe appareil ménager.

## 1.3.6 Unité commerciale :

Elle est chargée de la commercialisation des produits de l'entreprise, de la gestion du réseau et du service après vents. Sa mission est l'étude du marché national et l'écoulement de tous les produits des unités de production.

➤ **Activités :**

- Marketing.

# Présentation de l'entreprise

---

## 1.4 Politique de l'entreprise :

ENIEM est certifiée ISO 14001 /2004 ENVIRONNEMENT et ISO 9001 /2008 QUALITE.

### 1.4.1 Politique qualité :

L'entière satisfaction durable du client constitue pour l'entreprise l'objectif essentiel face aux enjeux économiques, l'ENIEM a mis en œuvre et a développé un système de management de la qualité conforme au référentiel international ISO 9001/2008.

Cette politique qualité basée sur l'amélioration continue des processus se manifeste par la volonté de la direction générale à :

- Comprendre les besoins présents et futurs de ses clients et y répondre efficacement.
  - En mettant à leurs dispositions des produits et services compétitifs.
  - Développer la culture de l'entreprise et le professionnalisme de son personnel.
  - Améliorer en continue l'efficacité du système de management de la qualité.

#### 1.4.1.1 Engagement de la direction :

Pour mettre en œuvre sa politique, la direction générale de l'ENIEM s'engage à :

- Se conformer à l'exigence légale et réglementaire en vigueur.
- Appliquer et respecter les dispositions et procédures établies.
- Fournir les ressources nécessaires pour atteindre des objectifs.

#### 1.4.1.2 Ses objectifs :

Pour aboutir aux missions précitées, l'ENIEM se fixe les objectifs suivants :

- Accroître la satisfaction des clients.
- Améliorer les compétences du personnel.
- Réduire les rebuts.
- Augmenter la valeur de la production.
- Améliorer le chiffre d'affaire.

## 1.4.2 Politique environnementale :

La politique environnementale de l'ENIEM s'inscrit dans le développement durable en intégrant un management proactif dans le domaine de la protection de l'environnement.

## Présentation de l'entreprise

---

Pour y parvenir, l'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des ressources, la sensibilisation, la formation, la responsabilité et l'implication de son personnel. Pour cela, l'ENIEM a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue en mettant en place un système de management environnemental selon le référentiel ISO 14001/ 2004.

### 1.4.2.1 Engagements :

- Respecter les exigences légales et réglementaires en vigueur.
- Prévenir et maîtriser les risques de pollutions qui peuvent être générés par ses activités.
- Améliorer la gestion des déchets (papier, emballages, consommables, informatiques, déchets, des processus...)
- Rationaliser les consommations d'énergies.
- Améliorer la communication avec les parties intéressées (interne et externe).
- Continuer la formation pour améliorer la compétence du personnel.
- Continuer l'amélioration de l'efficacité du système de management environnemental.
- Mener des revues de direction.

### 1.4.2.2 Objectifs et cibles environnementaux :

Dernièrement en 2012, l'ENIEM a fixé des objectifs et cibles environnementaux :

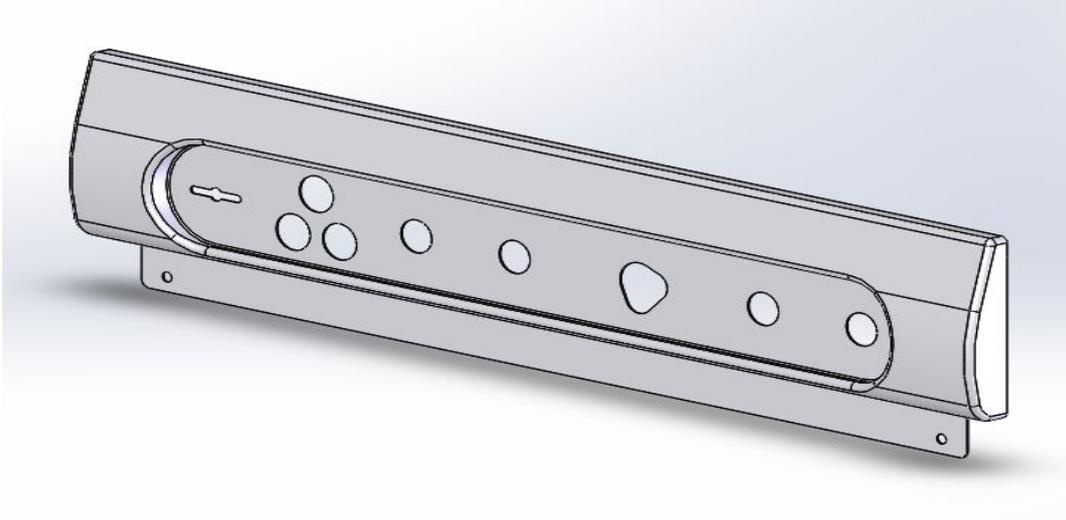
- **Objectifs :** En conformité avec sa politique environnementale, l'ENIEM se fixe pour l'année 2012 les objectifs suivants :
  - L'amélioration de la gestion des déchets.
  - La rationalisation de la consommation des énergies et fluides.
  - La prévention des risques de pollution.
  - La sensibilisation des parties intéressées.
  - La formation du personnel sur l'environnement.
- **Cibles:**
  - Réduire les déchets générés de 1%.
  - Elever le niveau de tri des générés de 2%.
  - Réduire les stocks morts de 4%.
  - Ratio consommation d'eau/Production <20 M3/tonne.
  - Ratio consommation d'énergie électrique/production <635 KWh/tonne.
  - Ration consommation de gaz /production <1,76 KTh/tonne.
  - Mesurer les rejets atmosphériques.
  - Former 200 agents sur l'environnement.
  - Continuer la sensibilisation des fournisseurs, agents agréés et les sous-traitants sur l'environnement

## Présentation de la pièce

---

### 2. Présentation de la pièce :

La figure ci-dessous représente le bandeau bombé en inox d'une cuisinière ENIEM, il est conçu pour le montage de la minuterie, les boutons d'allumage (tourne bronche, allumage intégrér, lampe) et les robinets de gaz (table de travail, four, grilloirs), voir figure (2.1).



**Figure 2.1 : La forme de la pièce à réaliser.**

Cette pièce a une longueur de 583,40 mm et une largeur de 124 ,7 mm après développement, et une épaisseur de 0.6 mm.

La figure ci-dessous nous montre la cuisinière ENIEM en perspective.



**Figure 2.2 : cuisinière ENIEM.**

# Présentation de la pièce

---

## 2.1 Emplacement de la pièce :

La figure ci-dessous nous montre l'emplacement de la pièce par rapport à la cuisinière.



**Figure 2.3 : Emplacement de la pièce.**

## 2.2 Problématique :

Afin d'augmenter le taux d'intégration des pièces fabriquées localement et de limiter le nombre des pièces importées, l'ENIEM a décidé de produire cette pièce dans ces propres ateliers.

Au cours des réunions techniques, la question s'est posée comme suite :

Pourrions-nous produire cette pièce dans les ateliers de fabrication de l'ENIEM ?

Si c'est oui, comment la produire ?

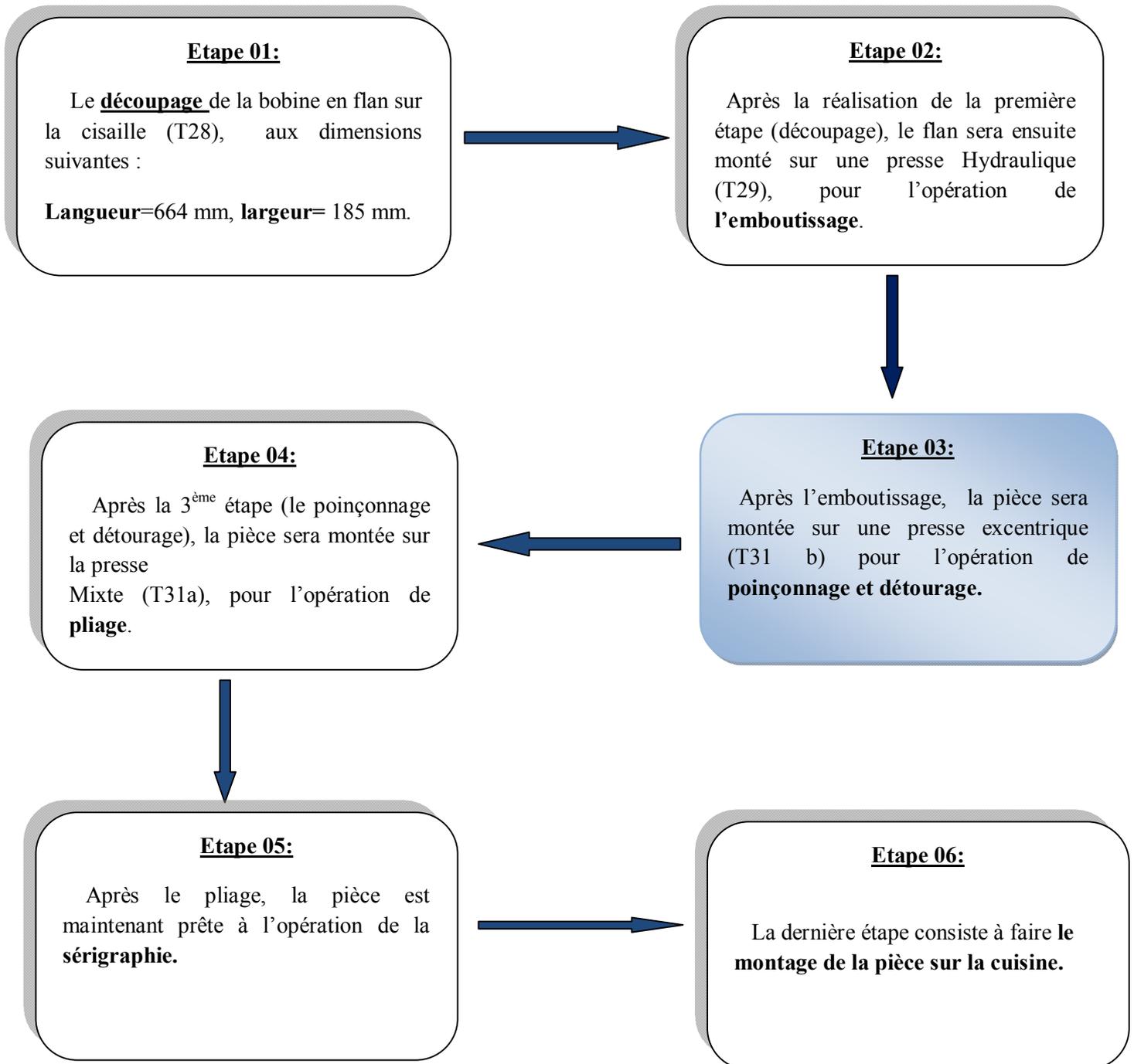
## 2.3 Solution proposée :

Le choix est donc pris avec la collaboration de l'unité de prestation technique afin de faire des outils de travail, sur lesquels seront exécutées les opérations suivantes : Découpage, emboutissage, pliage, poinçonnage et détournage.

## Présentation de la pièce

### 2.4 Le processus de fabrication du bandeau bombé en inox :

Le processus de fabrication du bandeau bombé passe par 06 étapes et le schéma ci-dessous montre l'enchaînement de ces étapes :



#### Remarque :

Notre travail consiste à l'étude et conception d'un outil poinçonnage et détourage.

## Présentation de la pièce

---

### **Conclusion :**

Après une présentation générale de l'entreprise ENIEM et une analyse d'une meilleure répartition des opérations, le premier chapitre intitulé (**les procédés de mise en forme des tôles : emboutissage, découpage et pliage**), comprendra une vue d'ensemble des opérations nécessaires à l'obtention de la forme du bandeau avant les opérations de (poinçonnage, détourage), à qui nous avons consacré le deuxième chapitre.

# **Chapitre I : Les Procédés de Mise en Forme des Tôles: Emboutissage, Découpage, Pliage.**

### Introduction :

La mise en forme des tôles est une opération qui assure la fabrication des pièces en production de grande série à faible coût. Rapportés à la qualité des pièces finales obtenues. Les procédés de mise en forme restent la forme la plus économique d'obtention des produits par déformation plastique des métaux. Aux cours du formage, les pièces subissent des variations dimensionnelles ou des caractéristiques fonctionnelles qui peuvent affecter, d'une manière considérable leur qualité finale, on distingue trois types de mise en forme par déformation plastique :

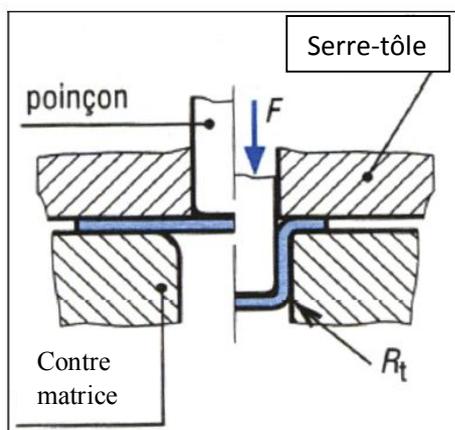
### I.1 Emboutissage :

#### I.1.1 Définition:

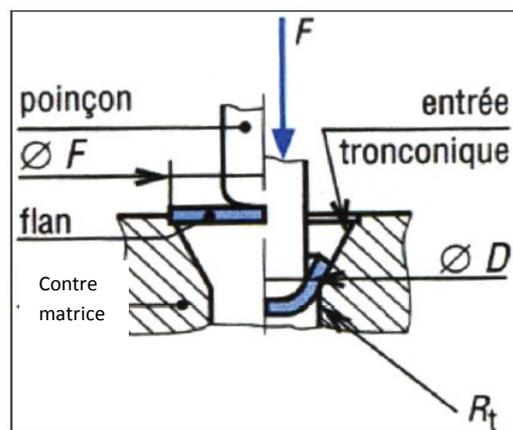
L'emboutissage est un procédé qui permet d'obtenir des pièces de formes simples, non développables à partir d'un flan découpé dans une tôle. Cette opération est effectuée sur des presses. La forme est déterminée par le poinçon et la matrice.

#### I.1.2 Principe :

L'opération d'emboutissage de tôles nécessite une presse à emboutir de forte puissance munie d'outillages spéciaux qui servent à la déformation plastique des métaux. La déformation consiste en un allongement ou un rétreint local de la tôle pour obtenir une forme bien précise.



Emboutissage avec serre-flan.



Emboutissage sans serre-flan.

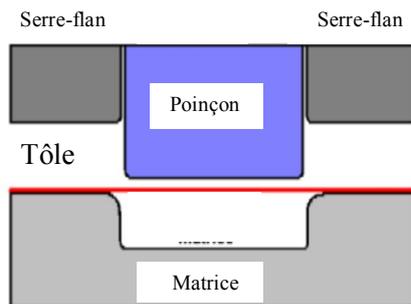
Figure I.1 : principe d'emboutissage.

#### I.1.3 Différentes phases d'une opération d'emboutissage :

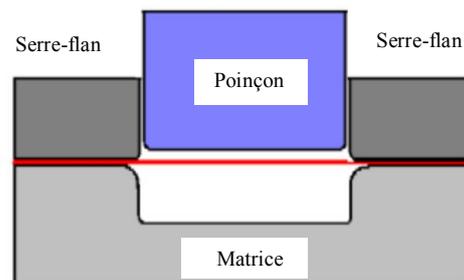
Sous l'action de la contrainte imposée par la partie active de l'outil, il se produit une déformation élastique puis une déformation plastique des matériaux, cette déformation passe par ces quatre phases suivantes :

- **phase (1) :** poinçon et serre-flan sont relevés, la tôle est préalablement graissée et posée sur la matrice.

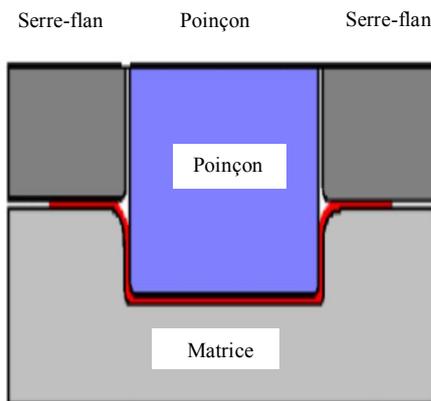
- **Phase (2)** : le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de fluer.
- **Phase(3)** : la tôle étant maintenue avec glissement possible entre le serre-flan et la matrice le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.
- **Phase(4)** : le poinçon et le serre-flan se relèvent, la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée), reste seulement qu'à la sortir du fond de la matrice et de la détourer.



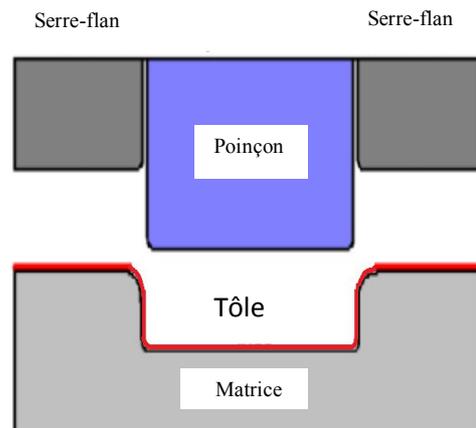
**Phase (1)**



**Phase(2)**



**Phase(3)**



**Phase(4)**

**Figure I.2 : Différentes phases d'une opération d'emboutissage.**

### I.1.4 Types d'emboutissage :

Il existe deux types d'emboutissage :

➤ **L'emboutissage à froid :**

L'emboutissage à froid est le procédé le plus employé pour la fabrication en grande série. Cette technique consiste à former une pièce à température ambiante. Appliquée sur des tôles à faible épaisseur, cette technique nous permet d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle. Limite les coûts et évite la formation d'oxyde.

➤ **L'emboutissage à chaud (200° à 500°) :**

Cette technique facilite la déformation de la matière et permet l'emboutissage des pièces profondes par chauffage du flan. L'emboutissage à chaud est moins rapide que l'emboutissage à froid, à cause du temps de chauffage.

Ce dernier (l'emboutissage à chaud) se pratique :

- Quand le métal ou l'alliage ne peut pas se conformer à froid.
- Quand, en raison de l'épaisseur et de la surface de la tôle, l'emboutissage à froid exige une force supérieure à celle de la presse, dont on dispose.
- Quand, pour les faibles séries, on veut limiter les frais d'outillage, toujours importants, que nécessite l'emboutissage à froid.

### I.1.5 Effort d'emboutissage :

➤ **Cylindrique :**

$$F_e = \pi \cdot d \cdot e \cdot R_m \cdot K \dots\dots\dots (I.1).$$

Avec : d : diamètre du poinçon,

D : diamètre du trou,

e : épaisseur de la tôle,

R<sub>m</sub> : résistance de la tôle à la traction,

K : coefficient en fonction de d/D,

d/D	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
K	1	0.86	0.72	0.6	0.5	0.4

**Tableau I.1 : le coefficient K en fonction de d/D.**

• **Effort sur le serre flan cylindrique :**

$$F_s = \pi/4 (D^2 - d_1^2) \cdot P \dots\dots\dots (I.2)$$

Avec :

P : pression spécifique sur le serre-flan.

Matière du flan	P (daN/cm <sup>2</sup> )
Acier doux	25
Acier inoxydable	20
Laiton	20
Aluminium	12
Duralumin	16

**Tableau I.2: les matériaux du flan et leurs pressions spécifique.**

➤ **Rectangulaire :**

$$F_{er} = 1,6 (a+b+2 r_n) \cdot P \cdot e \dots\dots\dots (I.3)$$

F<sub>er</sub> : effort d'emboutissage rectangulaire en daN,

a et b : distance entre les centres des rayons des angles d'emboutissage rectangulaire en mm,

r<sub>n</sub> : rayon en angle (mm),

e : épaisseur spécifique pour le métal considéré en daN/mm<sup>2</sup>,

• **Effort sur le serre flan rectangulaire :**

$$F_{sr} = 2 (a + b) \cdot H \cdot P \cdot \pi/ 2(D^2 - d_m^2) \cdot P \dots\dots\dots (I.4)$$

F<sub>sr</sub> : effort du serre-flan en daN,

D : diamètre de flan,

d<sub>m</sub> : diamètre de matrice,

H : hauteur de l'embouti,

### I.1.6 La vitesse d'emboutissage :

La vitesse d'emboutissage doit être optimale parce que si la vitesse est trop faible, elle tendre à générer un écrouissage ce qui rend le métal moins malléable.

Matériaux	Vitesse (mm/s)
L'acier, le zinc	200
Les aciers doux	280
L'aluminium	500
Le laiton	750

**Tableau I.3 : vitesses d'emboutissage pour différents matériaux.**

### I.1.7 Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage :

#### ➤ Les avantages de l'emboutissage :

- l'emboutissage produit des formes inaccessibles au tour ou à la fraise.
- La qualité de l'état de la surface d'une pièce d'emboutissage est bien supérieure à celle d'une pièce coulée.
- L'emboutissage produit des pièces d'une beauté optimale.
- L'emboutissage requiert une finition plus légère que celle des autres machines.
- L'emboutissage est financièrement plus intéressant et génère des cadences de fabrication maximale.

#### ➤ Les inconvénients de l'emboutissage :

- les zones d'étirement subissent un amincissement (qui doit rester limité pour les éviter), et les zones de retreint subissent une combinaison d'épaississement et de plissement.
- Le retour élastique, lorsque le poinçon se retire après la phase de mise en forme, la pièce ainsi formée n'est plus soumise à la force de maintien. Il se produit alors un retrait de la matière. Afin d'atténuer ce phénomène, il est courant de recourir à certains artifices tels que la frappe du rayon, l'étirage en fin de gamme ou le maintien prolongé du poinçon.
- L'entrée de la matrice doit être très arrondie et polie pour éviter toute déchirure du métal.
- Pour obtenir des pièces précises, il est nécessaire d'utiliser des logiciels permettant de simuler le retour élastique de la pièce.

## I.2 Découpage :

### I.2.1 Généralités :

Le découpage mécanique fait partie des procédés de transformation à froid des métaux. Ce type de procédé est de loin le plus pratiqué dans le domaine industriel. Il est effectué sur presse et, intervient notamment pour une large part dans la fabrication des composants dédiés à l'industrie électronique. Parmi tous les procédés industriels de mise en forme, le découpage de tôles est une opération particulière, car contrairement à l'emboutissage et au pliage par exemple qui ont pour but de déformer plastiquement la matière des tôles, le découpage sollicite celle-ci jusqu'à la rupture finale.

### I.2.2 Principe et les différents paramètres du découpage :

Le découpage consiste à obtenir des pièces par cisailage de tôles. Il consiste à séparer en deux parties, une tôles généralement suivant un profil fermé. L'organe principal du procédé est un outil constitué de deux éléments principaux.

- Une matrice : qui porte l'empreinte correspondante à la forme de la découpe souhaitée.
- Un poinçon : il porte une forme complémentaire à celle de l'empreinte, qui est généralement animé d'un mouvement de translation.

Deux autres éléments principaux entrent en jeu, lors du découpage.

- Une tôle ou bande de matière à découper,
- Un serre-flan qui sert au maintien de la tôle (bande de matière) au cours du découpage.

Généralement, la matrice est la partie de l'outil qui est fixée sur la table de la presse et, les poinçons sont animés d'un mouvement alternatif, transmis par le coulisseau, l'orange mobile de la presse. A chaque course de l'ensemble, un ou plusieurs découpages sont effectués.

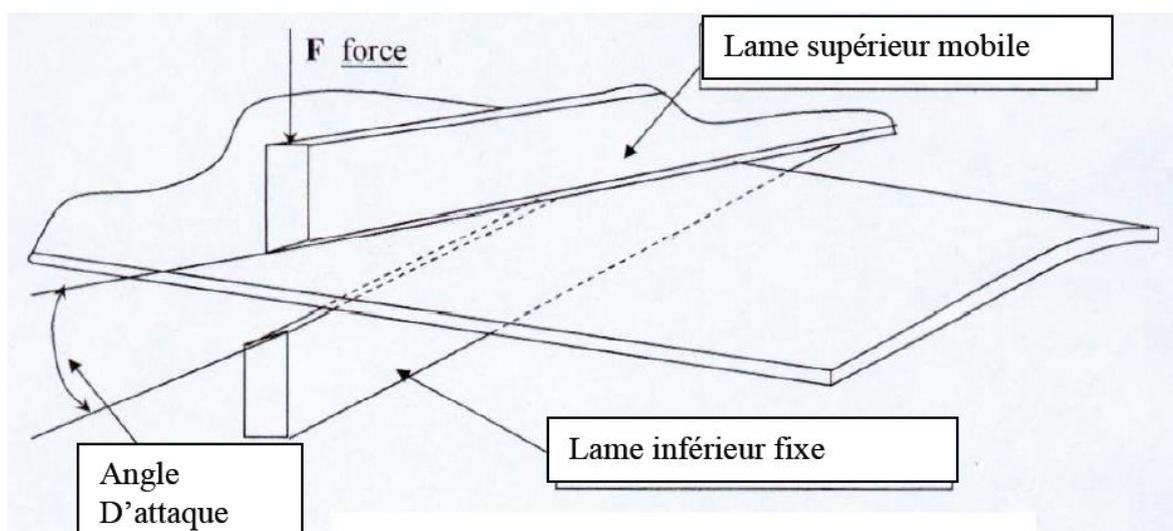


Figure I.3 : principe et paramètre de découpage.

### I.2.3 Désignation des opérations de découpage :

➤ **Poinçonnage :**

Trous de petit diamètre, le déchet est appelé débouchur.



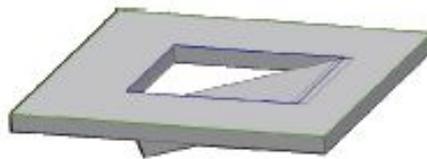
➤ **Découpage :**

Le produit obtenu est un flanc (récupéré pour emboutissage ou pliage).



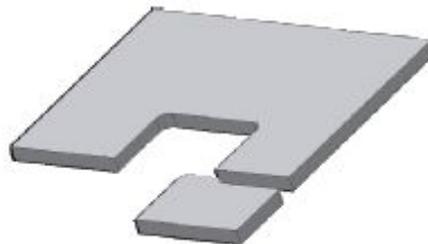
➤ **Crevage :**

Découpage partiel.



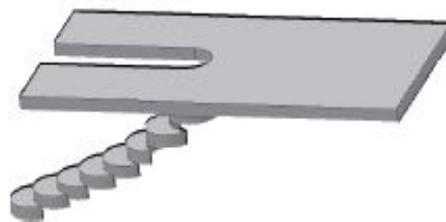
➤ **Encochage :**

Découpage débouchant sur un contour.



➤ **Grignotage :**

Poinçonnage partiel par déplacement progressif de la pièce ou du poinçon.



➤ **Arasage :**

Découpage en reprise (précision de cotes et de surface).



➤ **Détourage :**

Finition d'un contour déjà ébauché, modifié au cours d'une déformation.



➤ **Soyage :**

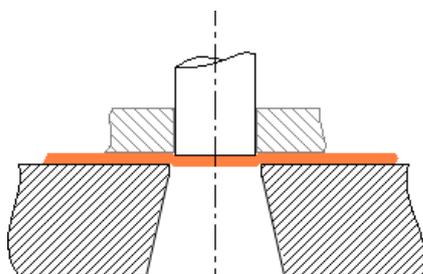
Le soyage consiste à former un collet, soit par perçage de tôle, ou par un poinçon de forme pointue ou encor sur un profil déjà formé.

#### I.2.4 Différentes phases d'une opération de découpe :

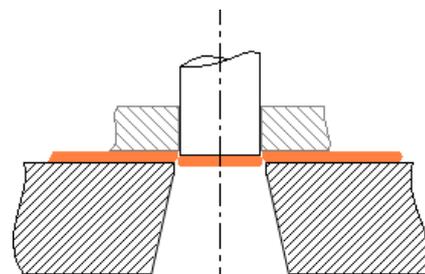
Sous l'action de la contrainte imposée par la partie active du poinçon, il se produit une déformation élastique puis un glissement avec décohéation du métal. Le poinçon poursuit sa course et, provoque la rupture complète de la tôle. Cette pénétration du poinçon, doit être minime afin d'éviter sa détérioration.

Le mouvement de découpe peut être décomposé en quatre phases principales suivantes :

- **Phase(1)** : phase d'allongement, la tôle se déforme sans se rompre.
- **Phase(2)** : phase de fissuration, le poinçon poursuit sa course et des fissures apparaissent au voisinage des arêtes coupantes, coté matrice et poinçon.
- **Phase(3)** : phase de la découpe, les fissures se rejoignent et la pièce est découpée.
- **Phase(4)** : phase d'évacuation, le poinçon descend toujours et pousse la pièce dans la matrice avant qu'elle soit évacuée.



Phase 1 : phase d'allongement



phase 2 : phase de fissuration

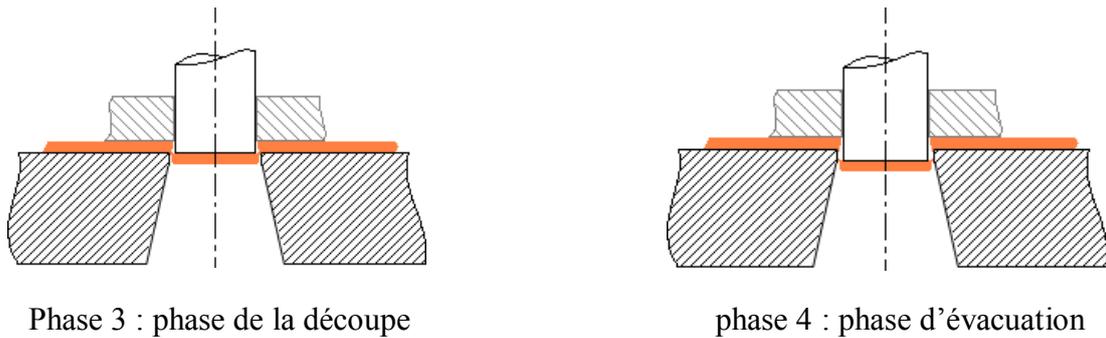


Figure I.4 : les différentes phases de la découpe.

### I.2.5 Effort de découpage :

Les efforts de découpage dépendent de l'épaisseur, du périmètre de la section à cisailer et aussi, de la résistance du métal. La lubrification est souvent conseillée pour éviter l'usure rapide de l'outil. La force à appliquer est donnée par la relation suivante :

$$F = P \times e \times R_c \dots\dots\dots (I.5).$$

Avec :

P : est le périmètre de la découpe.

e : c'est l'épaisseur de la tôle.

R<sub>c</sub> : la résistance au cisaillement de la tôle.

Matériaux	R <sub>c</sub> ( daN/mm <sup>2</sup> )
Acier dur	70
Acier inoxydable	55
Acier doux	40
Aluminium	10

Tableau I.4 : résistance au cisaillement R<sub>c</sub> de quelques matériaux.

### I.2.6 Effort d'extraction :

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

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

### I.2.7 Vitesse de découpage :

C'est la vitesse de propagation des deux lames dans la matière, laquelle, ne doit pas dépasser : 0.06 m/s pour les aciers, et 0.10 m/s pour les aciers doux.

## I.3 Le pliage :

### I.3.1 Définition et principe :

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

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

### I.3.2 Modes de pliage sur presse :

Il existe trois types de pliage des tôles :

#### I.3.2.1 Le pliage en V :

##### ➤ pliage en l'air :

La matrice est composée de deux points d'appuis sur lesquels prend position la tôle, le poinçon ne déplace pas jusqu'en fond de matrice, il s'arrête en un point en air préalablement défini, Cette technique est utilisée dans le cas de pliage des tôles épaisses.

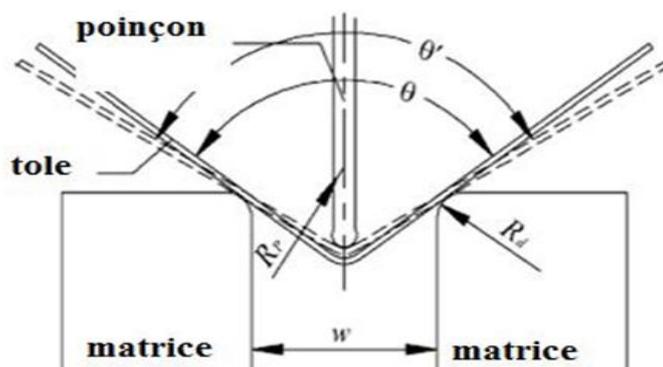


Figure I.5 : pliage en l'air.

##### ➤ Pliage en frappe :

C'est une opération qui s'effectue en deux phases :

- **Phase (1) :** un pliage en air jusqu'à l'obtention de l'angle désiré.
- **Phase (2) :** la tôle subit une frappe rapide par le poinçon et marque la carre de la tôle jusqu'à réduire voire éliminer totalement le retour élastique. Cette technique est utilisée dans le cas de pliage des tôles d'épaisseur inférieure à 1.5

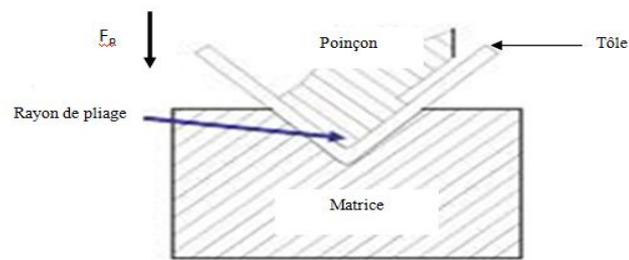


Figure I.6 : pliage en frape.

### I.3.2.2 Le pliage en U :

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

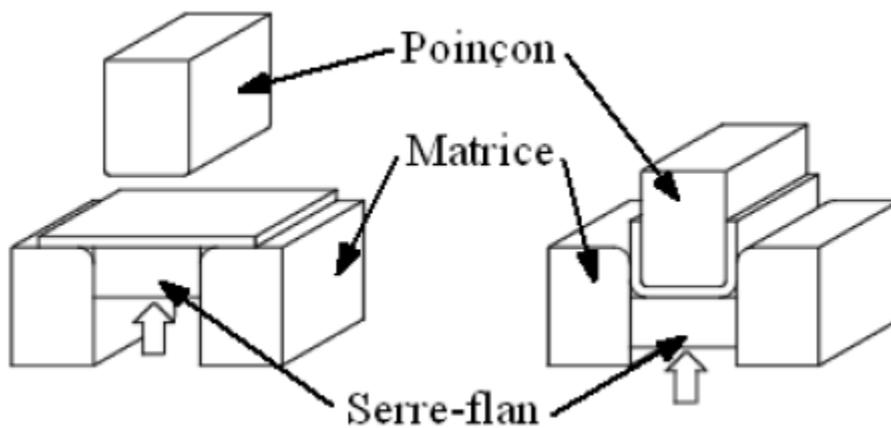


Figure I.7 : Pliage en U.

### I.3.2.3 Le pliage en L :

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

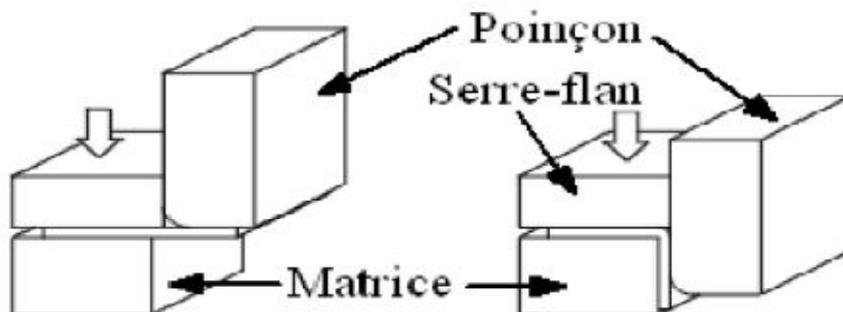


Figure I.8: Pliage en L.

### I.3.3 Etude des déformations du pli :

Lors du pliage d'une tôle se produit une déformation plastique, cette déformation est de type allongement de la partie extérieure et compression de la partie intérieure. Cette déformation doit assurer la non rupture du matériau dans cette zone, autant le rayon de pliage est grand, autant la déformation est minime, la fibre neutre est une fibre qui ne subit pas de déformation.

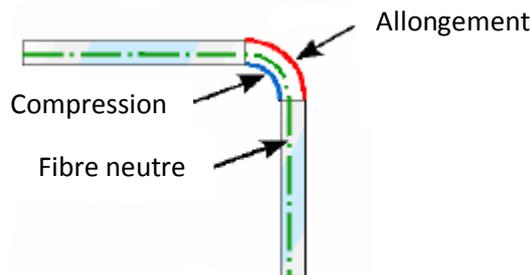


Figure I.9 : Opération de pliage d'une tôle.

### I.3.4 Condition de l'opération de pliage :

L'opération de pliage est garantie par deux conditions suivantes :

➤ **Rayon de la matrice de pliage :**

L'équation donnant la valeur du rayon minimal est la suivante :

$$R_{\min} = \frac{e}{\frac{A-4}{100-Z} * \left( \frac{A-4}{200-Z} + 2 \right)}$$

Avec :  $R_{\min}$  : rayon minimal de pliage en (mm).

$e$  : épaisseur de la tôle en (mm).

$A(\%)$  : allongement.

$Z(\%)$  : coefficient de striction.

L'expression du rayon de pliage  $R$  désigne toujours le rayon intérieur.

➤ **Jeu de pliage :**

Lors de la réalisation de la matrice de pliage, on doit prévoir un jeu entre l'arrête verticale extérieure du poinçon et l'arrêt intérieur de la matrice. Le jeu sera égal à l'épaisseur de la tête plus la tolérance maximale.

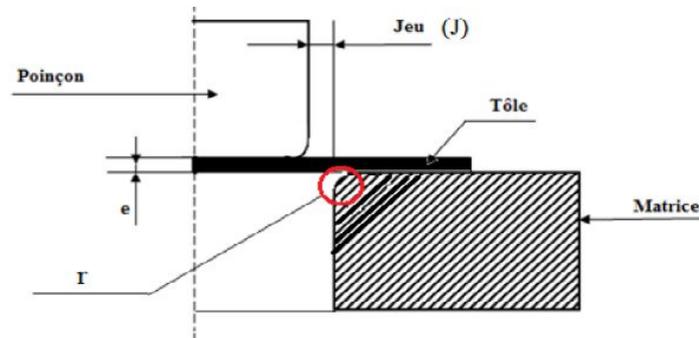


Figure I.10 : jeu de pliage et rayon de la matrice.

**I.3.5 Effort mis en jeu durant et après le pliage :**

L'effort qu'on doit mettre en jeu lors de l'opération de pliage est donné par la relation suivante :

$$F_p = (L \times e \times R_c) / 10 \dots \dots \dots (I.6)$$

Avec :

L : longueur de la tôle à plié en (mm).

e : épaisseur de la tôle en (mm).

F : l'effort de pliage.

R<sub>c</sub> : résistance au cisaillement de la tôle en (daN/mm<sup>2</sup>).

**I.3.6 Le retour élastique :**

Lors de pliage d'une tôle à un angle imposé par l'outillage, il y a un retour élastique lors du retrait du poinçon. L'angle final ( $\alpha_f$ ) obtenu diffère de celui imposé par l'outillage ( $\alpha_i$ ) de la valeur correspondant à ce retour élastique. Plus la limite élastique de l'alliage est grande plus le retour élastique sera grand. On peut estimer le retour élastique qui dépend notamment de rayon de pliage et de l'épaisseur, mais il est préférable et plus fiable de faire une série d'essais et corriger l'angle de pliage en fonction des résultats obtenus à partir de quelques échantillons.

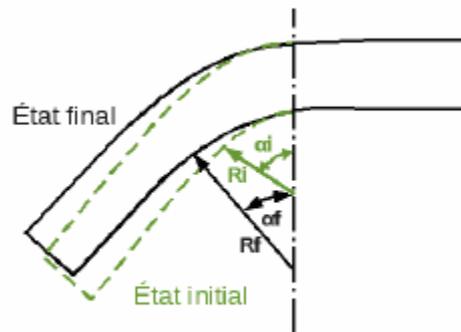


Figure I.11 : Le retour élastique.

### I.3.7 L'outillage :

Les opérations de pliages se font sur des machines appelées presses plieuse. Les types de presses plieuses les plus utilisées sont :

- **La plieuse à tablier** : cette machine convient mieux dans un petit atelier de tôlerie.
- **Les presses plieuses** : sont des machines très puissante que l'on utilise pour les pliages de métaux en feuilles de toutes épaisseurs.

### Conclusion :

Les techniques de mise en forme des matériaux : découpage, emboutissage et pliage ont pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. C'est un travail qui nécessite de maîtriser parfaitement certains paramètres expérimentaux tels que : la composition du matériau et ses différentes caractéristiques mécaniques. Le découpage traditionnel réalisé sur presse, est une opération importante dans la mise en forme des tôles. Effectuée seule ou accompagnant une opération de formage comme l'emboutissage et le pliage, elle influence fortement la qualité des pièces fabriquées.

L'emboutissage est un procédé de fabrication très utilisé dans l'industrie automobile et dans l'électroménager.

Ce chapitre nous a permis de voir les différents procédés de mise en forme des pièces mécaniques effectués sur presses.

Les modes de pliage effectués sur presses et aussi, la présentation de l'outillage en particulier la matrice et les différents paramètres qui l'influent comme son rayon et le jeu entre poinçon et matrice.

**Chapitre II : Les Procédés  
de mise en forme  
Poinçonnage et Détourage**

### Introduction :

Le découpage consiste à enlever de la matière par un cisaillement normal, les sollicitations dues à cette opération sont à la fois très importantes en terme de pression de contact aux interfaces tôle/outil et ou complexes. Ces chargements peuvent réduire considérablement la durée de vie des outillages. Contrairement aux autres procédés de mise en forme, le découpage conduit à des déformations permanentes très localisées et à la séparation totale de la pièce initiale en deux parties. Selon Chabenet, on peut distinguer deux classes de découpe : la découpe sur un contour fermé (poinçonnage) et la découpe sur un contour ouvert telle que le grugeage. Ici nous intéresserons au cas du poinçonnage. Dans l'industrie, l'opération de poinçonnage est réalisée à l'aide de presses hydrauliques ou mécaniques. La tôle est mise et maintenue en position entre la matrice et le porte matrice qui représente la partie inférieure de l'outil. Or que la partie supérieure qui contient les poinçons, porte poinçon et le serre-flan est animée d'un mouvement de translation. Le poinçon vient en contact avec la tôle sur laquelle il exerce un effort en appui sur la matrice. Conventionnellement, la matrice constitue la partie fixe de l'outillage. Le poinçonnage s'exécute soit à la main, pour des travaux unitaires et peu précis, à l'aide de petit poinçon manuel, soit à la machine (qui est le but de notre travail) pour les travaux de grandes séries et de bonne précision dimensionnelle.

Après emboutissage, les pièces obtenues présentent des bords (collerette) irréguliers donc il est nécessaire de détourer pour obtenir un bord franc. Donc dans ce chapitre, Nous allons aussi parler du détourage qui a pour objectif de délimiter les bords libres des structures métalliques. Cette opération est réalisée dans le but d'assurer des précisions géométriques et des qualités de surfaces bien définies.

Dans ce chapitre, nous essayerons d'abord de présenter brièvement le procédé de poinçonnage et le détourage, notre attention sera focalisée sur les différents phénomènes qui rentrent en jeu dans une opération de la découpe (poinçonnage & détourage) tels que, les efforts de coupe, les jeux de coupe et les différents paramètres (physique et chimique) qui interviennent dans une opération de découpage, ainsi une analyse géométrique d'un profil d'une pièce découpée.

### II.1 Le poinçonnage :

#### II.1.1 Définition :

Le Poinçonnage c'est une opération semblable au découpage, mais l'on conserve la partie extérieure, le déchet étant le déboucheur. Il s'agit d'un cisailage sur un contour fermé effectué par un poinçon sur une matrice, cela est valable pour des petites sections.

Généralement 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. Il est utilisé aussi en construction métallique pour « percer » les profilés.

#### II.1.2 Principe de fonctionnement :

Une partie de l'outil, bâti inférieur (matrice, porte matrice) est bridé sur la table fixe de la presse, tandis que l'autre partie, bâti supérieur (poinçons, serre-flan) est animée d'un mouvement alternatif du coulisseau. A chaque course, un ou plusieurs découpages sont effectués.

Le procédé peut être amélioré par l'usage d'un serre-flan afin de limiter les déformations de la plaque au moment de la découpe.

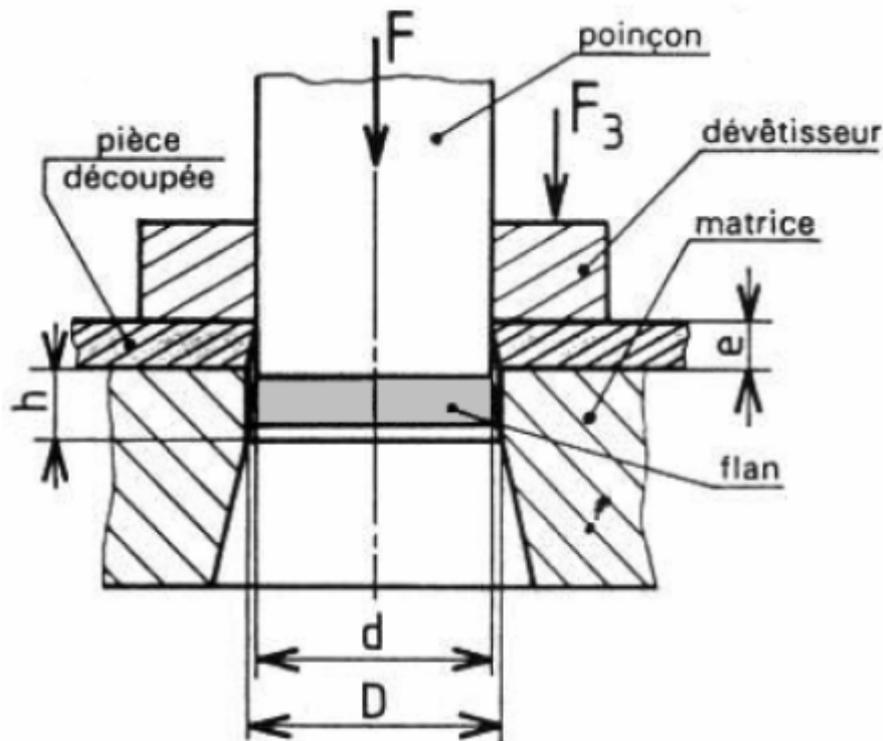


Figure II.1 : procédé du poinçonnage.

### II.1.3 Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon :

#### II.1.3.1 Le poinçon :

Il est composé de plusieurs parties :

- Le corps du poinçon qui possède une longueur variable pour monter et serrer l'outil.
- La tête qui porte les arrêtes tranchantes.
- La mouche (ou téton) utile pour positionner l'outil dans les coups de pointeaux préalablement réalisés à cet effet. Ils ont été effectués dans l'axe du trou à réaliser.
- Un angle de dépouille qui est de 2 à 3° pour limiter les frottements.

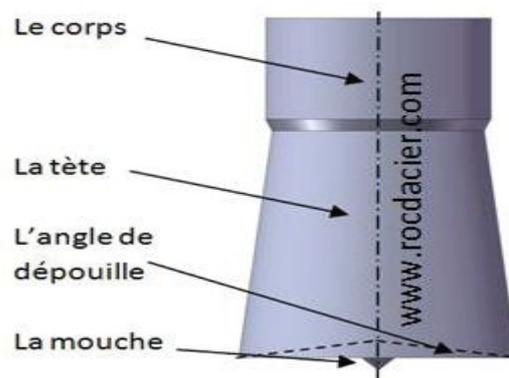


Figure II.2 : poinçon.

**Remarque :** le poinçon de forme quelconque doit résister à la compression et au flambage, sa longueur libre est vérifiée par la relation suivante :

$$L \leq \sqrt{\frac{E \cdot I}{F}}$$

Avec : E : module d'élasticité en (N/mm<sup>2</sup>).

I : le moment quadratique de la section en (mm<sup>4</sup>).

F : effort de découpage en (N).

#### II.1.3.2 La matrice :

Elle est le « support d'empreinte » du poinçon. A son axe elle comporte un trou aux formes et dimensions du poinçon, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètre.



Figure II.3: matrice.

### II.1.3.3 Jeu entre matrice et poinçon :

Ce jeu diminue l'effort de poinçonnage et l'écaillage de la zone poinçonner. Il est proportionnel à l'épaisseur poinçonnée et dépendra de la résistance de la tôle.

Exemple :

- $J = 0.05 e$  pour l'acier doux, laiton et cuivre.
- $J = 0.06 e$  pour l'acier mi-dur.
- $J = 0.07 e$  pour l'acier dur.
- $J = 0.1 e$  pour l'aluminium.

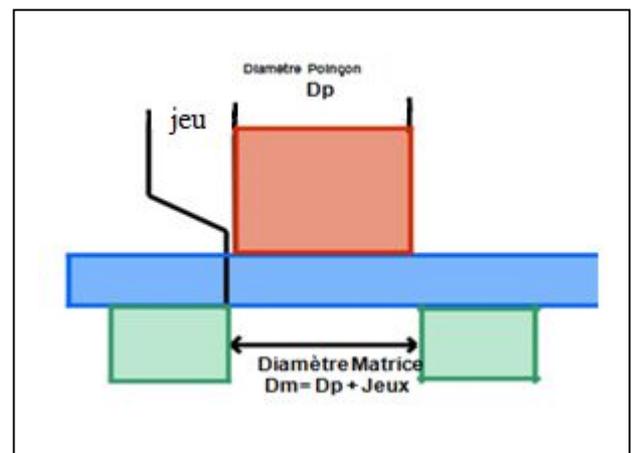


Figure II.4 : jeu entre poinçon et matrice.

### II.1.4 Effort de poinçonnage et la section minimale du poinçon :

L'effort de poinçonnage dépend de l'épaisseur, de périmètre de la section du trou, de la résistance du métal et des frottements qui sont généralement négligés. Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les outils. La section minimale de poinçonnage dépend de l'effort de poinçonnage, de la forme et de la surface de la section poinçonnée et aussi de la longueur de flambage de l'outil.

## Chapitre II: Les procédés de mise en forme poinçonnage et détournage

---

La force à appliquer est calculée par la relation suivante :

$$F=P \times e \times R_c \dots\dots\dots (II.1)$$

Avec : P : le périmètre découpé

e : l'épaisseur de la tôle

Rc : la résistance au cisaillement du matériau.

### II.1.5 Avantages et inconvénients du poinçonnage :

#### ➤ Avantages du poinçonnage :

- par rapport au perçage, le poinçonnage est extrêmement économique (gain de temps, usure moindre des outils, affutage peu fréquente).
- Le poinçonnage donne la possibilité d'utiliser toutes sortes de formes pour les trous.
- Par rapport au découpage à la presse, le poinçonnage sur commande numérique permet de changer de série en minimisant les coûts d'outillages, de découper de grands formes, et d'utiliser des outils simple et peu onéreux.

#### ➤ Inconvénients du poinçonnage :

- limité dans les épaisseurs.
- Section minimale du poinçon limite.

## II.2 Le Détournage :

### II.2.1 Définition :

Le détournage est une opération de finition d'un contour déjà ébauché, modifié au cours d'une déformation. Il consiste à enlever un excédent de métal autour d'une pièce préalablement formée. Le détournage est alors la dernière opération de formage. Suivant le type de pièce, on trouve plusieurs techniques :

Les collerettes, après emboutissage, ne sont jamais régulières, il est possible de leur donner une forme régulière par détournage.

Lorsqu'on ne désire pas de collerette, l'arête de l'outil découpe suivant un bord non perpendiculaire à la surface de tôle.

### II.2.2 Types de détournage :

Après le découpage, les pièces obtenues présentent des bords irréguliers donc il est nécessaire de détourner pour obtenir un bord franc.

On distingue trois types d'outil :

### II.2.2.1 Détournage normal :

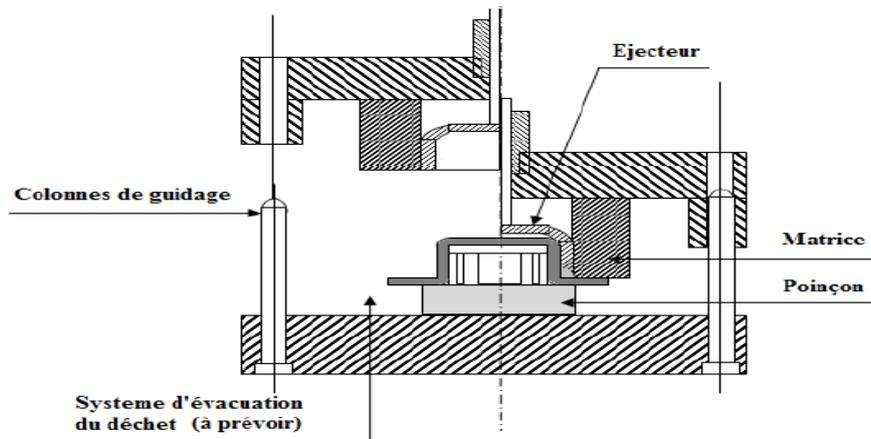


Figure II.5: Détournage normal.

### II.2.2.2 Détournage a ras :

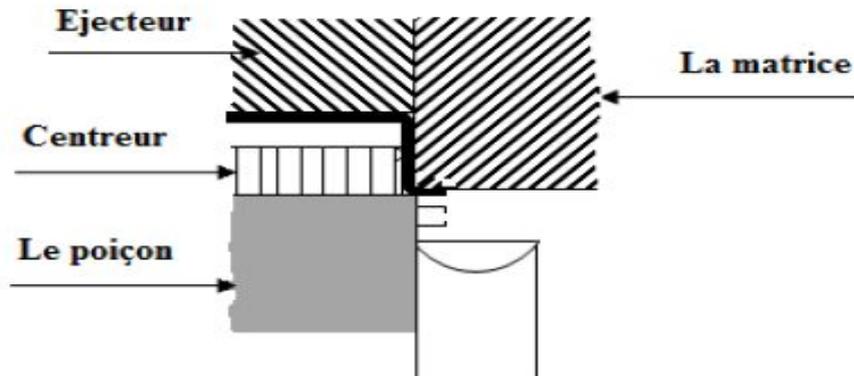


Figure II.6 : Détournage a ras.

### II.2.2.3 Détournage-poinçonnage :

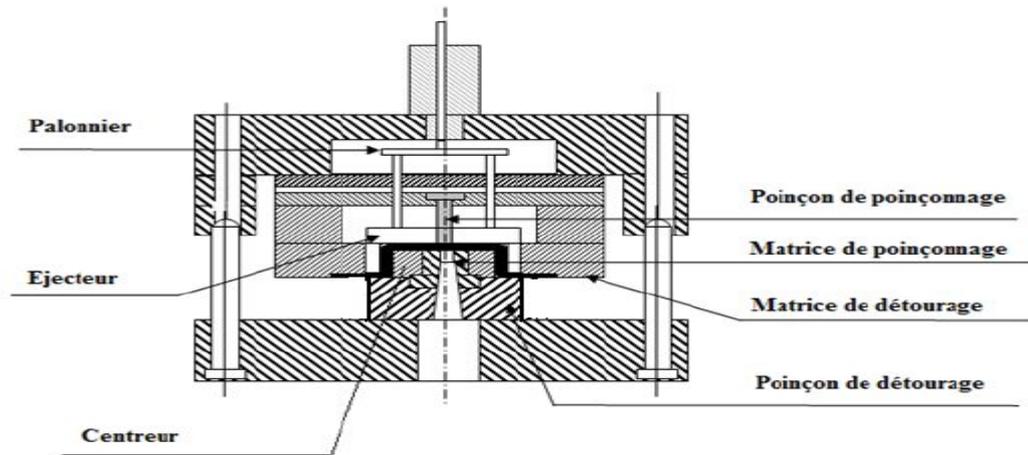


Figure II.7 : détournage-poinçonnage.

### II.3 Aspects de caractérisation du procédé :

La littérature montre que la caractérisation du procédé de découpage s'effectue à partir de deux types d'études : l'évolution de l'effort de découpage et l'analyse du profil de bord découpé.

#### II.3.1 Effort de découpage :

Il est caractérisé par la courbe « effort/ pénétration » qui permet de dimensionner la presse, elle permet également d'identifier les différentes phases de la découpe.

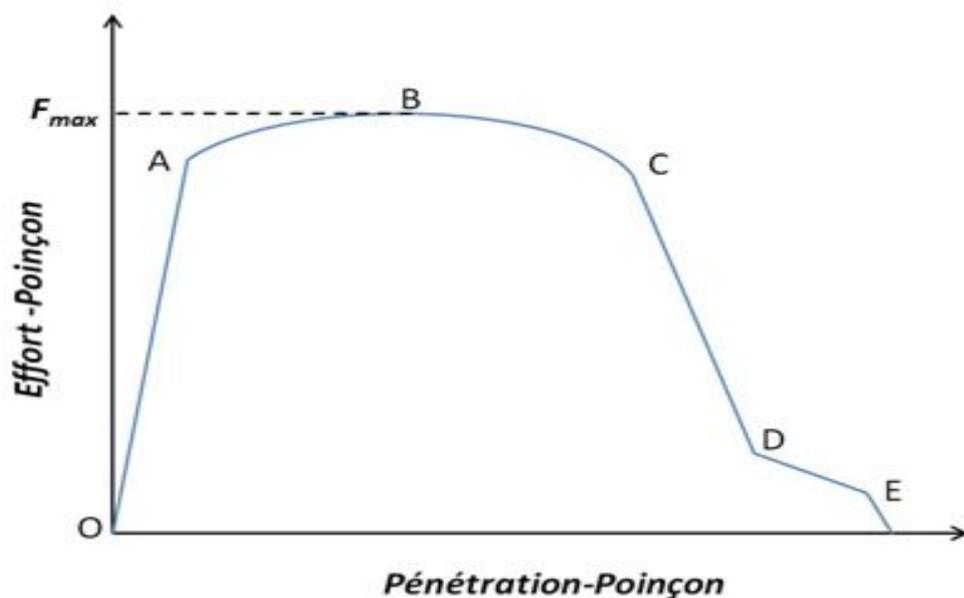


Figure II.8 : courbe « effort/pénétration ».

- **Phase 1 (OA)** : évolution linéaire de l'effort associé a une déformation élastique du matériau.
- **Phase 2 (AB)** : déformation plastique non linéaire de la tôle. L'effort maximal correspond à une instabilité plastique, une bande de cisaillement plastique se forme pendant cette phase.
- **Phase 3 (BC)** : développement progressif de l'endommagement suite à la déformation plastique. La diminution de l'effort observé est une conséquence de la réduction de l'épaisseur de la bande de cisaillement.
- **Phase 4 (CD)** : amorçage des fissures au niveau des deux arêtes coupantes (poinçon/matrice). Une chute importante de l'effort du poinçon due à la propagation rapide des fissures est constatée.
- **Phase 5 (DE)** : expulsion complète de la chute découpée, elle correspond à l'effort de frottement dû à la poussée de la chute dans la matrice lors de descente du poinçon.

L'air sous la courbe (OC) permet de calculer l'énergie nécessaire pour la découpe du matériau.

### II.3.2 Qualité de la découpe :

Il est possible de relier les différentes zones caractéristique du profil de découpe au diagramme « effort/déplacement », quatre zones principales apparaissent sur le profil de la pièce découpée.

- **La tombée** : elle apparait dans la phase élasto-plastique du matériau. Elle est liée à la flexion sous l'effet du couple engendré entre le poinçon et la matrice. Cette zone correspond aux phases 1 et 2.
- **La zone cisailée** : elle a l'aspect lisse, consécutive aux déformations plastique subies par la tôle, on parle ici d'écoulement plastique. Elle se forme dans les zones 2 et 3.
- **La zone arrachée** : elle correspond à la rupture de la matière. Cette déformation importante localisée dans la phase 3, elle provoque l'apparition des micro-fissures qui se propagent rapidement sur les bords de la tôle.
- **La bavure** : elle résulte de la formation de la tombée de découpe en phase 1 et de l'amorçage de fissure macroscopique en phase 4, cette zone elle doit être la plus réduite possible.

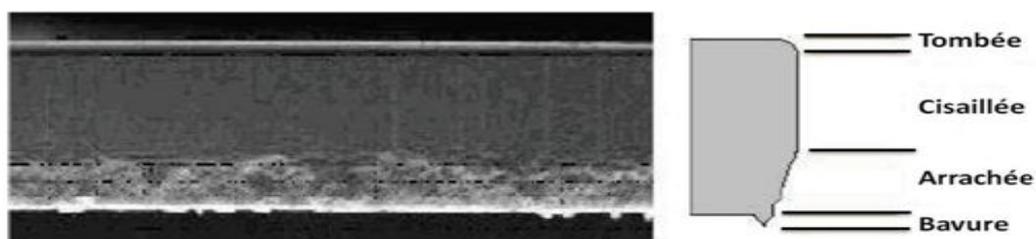


Figure II.9 : caractérisation du profil d'une pièce découpée.

### II.4 Paramètre du procédé :

La compréhension des principaux mécanismes de déformation lors de découpage dépend non seulement de la caractérisation du comportement du matériau, mais aussi des effets du couple procédé- matériau en termes de :

- ✓ **paramètres géométriques** : jeu poinçon-matrice, géométrie et usure des outils.
- ✓ **Paramètres physiques** : taille de grain, vitesse de déformation, dureté, frottement et température.

#### II.4.1 Paramètres géométriques :

##### ➤ Jeu poinçon-matrice :

C'est le paramètre le plus significatif du procédé de découpage, il influence directement la qualité du profil de la pièce découpée. Une diminution du jeu provoque l'augmentation de la zone cisailée et la diminution de la zone arrachée. Un jeu trop important perturbe le trajet de fissuration. Les valeurs de jeu trop faible pénalisent l'énergie mise en jeu pour la découpe.

##### ➤ Acuité d'arête des outils :

Les valeurs des rayons d'outils impactent la qualité de la découpe, une augmentation des rayons d'outils induit l'augmentation de taille de bavure et la diminution de la rugosité de la zone cisailée. L'initiation de la rupture, la pénétration du poinçon qui correspond à l'initiation de fissure dans la tôle augmente avec l'augmentation du rayon du poinçon.

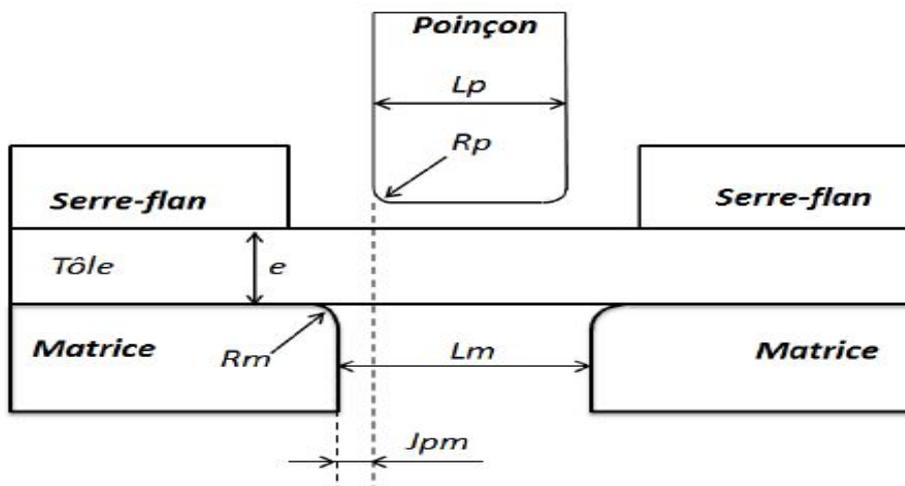


Figure II.10: paramètres géométriques de découpage.

### II.4.2 Paramètres physique :

- **Dureté du matériau** : l'effort maximal de découpage augmente de façon quasi-linéaire avec l'augmentation de la dureté du matériau.
- **Vitesse de découpage** : la vitesse de coupe a une influence directe sur l'effort maximal de découpage et le profil de découpe. En effet, l'effort maximal de découpage diminue et la hauteur de la zone cisailée augmente lorsque la vitesse de découpage augmente.
- **Température** : l'influence de la température sur le comportement des tôles dans le découpage est très importante. L'effort maximal de découpe diminue lors de l'augmentation de la température.
- **Microstructure** : Plus l'épaisseur de la tôle est faible de façon à ce qu'elle soit du même ordre de grandeur que celle des grains, plus la densité de joints de grains diminue. En effet, l'effort maximal de découpage diminue lorsque la taille de grains est augmentée.

### II.5 Comportement tribologique lors d'une opération de découpage :

Lors d'une opération de découpage, un frottement a lieu entre la matrice et la tôle et entre le poinçon et la tôle. Dans cette partie on s'intéressera à l'analyse des travaux concernant le système tribologique poinçon/tôle.

#### II.5.1 Frottement poinçon/tôle :

Lors d'une opération de découpage, l'arête d'un poinçon est soumise à des sollicitations mécaniques et thermiques causé par le contact avec la tôle, ces derniers sont dues aux contraintes statiques et dynamiques et aux frottements que subit cette arête lors de la découpe. Le frottement poinçon/tôle peut être décomposé en deux étapes ; la première étape a lieu lors de la pénétration du poinçon dans la tôle. La deuxième étape a lieu lors de la remonter du poinçon après la rupture de la tôle. Dans cette partie on associe l'action du dévêtissage du poinçon.  $F_{\text{devet}}$  correspondant à son extraction, traduit le frottement du poinçon sur la tôle découpée, qui applique un effort de serrage  $F_{\text{serrage}}$  par le retour élastique sur le poinçon. On peut définir cette force de dévêtissage par la formule suivante :

$$F_{\text{devet}} = \mu \times F_{\text{serrage}}$$

Avec  $\mu$  le coefficient de frottement poinçon/tôle.

### II.6 Usure des outils de découpage :

L'usure est le processus d'endommagement des surfaces en contacts, sous l'effet du frottement. Il s'agit d'un phénomène incontournable dans tous les contacts mécaniques tel le processus de mise en forme par découpage. Au cours du procédé, les poinçons et les matrices subissent une usure progressive de leurs parties actives.

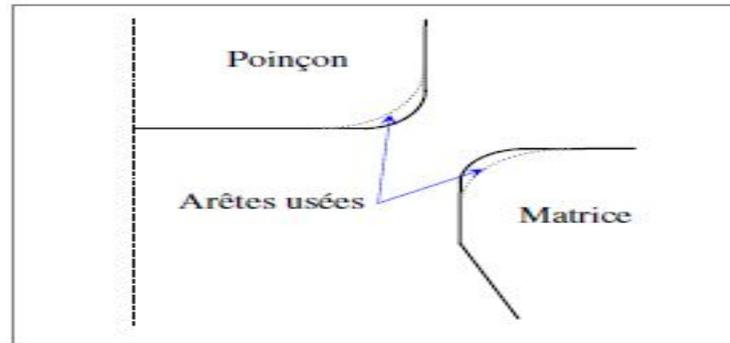


Figure II.11 : évaluation des arêtes de découpe d'un poinçon et d'une matrice.

La variation de ces dimensions a pour conséquence l'augmentation de la valeur du jeu poinçon/matrice, ainsi l'effort nécessaire au découpage. Le poinçon durant sa durée de vie il subit trois étapes d'usure suivantes :

- Rodage : usure rapide avec une vitesse d'usure décroissante.
- Marche normale : conditionne la durée de vie du poinçon (usure faible et constant).
- Vieillesse et mort : vitesse d'usure croissante, le poinçon se casse dans certains cas.

#### II.6.1 Définition de l'usure :

L'usure est peut être définie comme la perte ou le déplacement non désiré de matière d'un solide en mouvement relatif ou en contact avec un autre solide. Cela se traduit par une perte de masse, modification de cotes ou de forme, elle est généralement accompagnée de transformation physique et chimique des surfaces.

#### II.6.2 Mécanisme de l'usure :

Il existe quatre paramètres d'usure sur les pièces frottent :

- **Usure par adhésion** : l'usure adhésive résulte de la formation de micro-jonctions entre les surfaces en contact et la création de micro-ruptures dans l'un des corps en contact.
- **Usure par abrasion** : elle est produite par des particules dures, qui provoquent un déplacement et un enlèvement de matière, par déformation plastique et rupture par cisaillement avec formation de micro-coupeaux.

- **Usure par fatigue** : l'application des charges élevées cycliques provoque un endommagement par fatigue mécanique superficielle, l'apparition des fissures sur les arêtes coupante qui se propageant dans le volume.
- **Usure par corrosion** : c'est le processus chimique (oxydation) couplé au frottement, est à l'origine de ce mécanisme d'endommagement.

Dans la plupart des cas, les outils de découpage montrent des signes d'usure abrasive dans les zones de contact. Qui se produit généralement dans l'outillage quand la surface de la tôle contient des particules dures.

### II.6.3 Quantification de l'usure des poinçons :

Dans l'industrie du découpage l'usure des poinçons a des conséquences importantes sur la production. L'usure important des outils provoque une mauvaise géométrie sur les pièces découpées, le changement et le réaffûtages des poinçons usés, aussi une contrainte qui pénalise la productivité ; la maîtrise de l'usure des outils répond à double soucis :

- **Quantitatif** : réduire le coût des pièces produites.
- **Qualitatif** : obtenir des surfaces ayant des géométries optimales.

### Conclusion :

L'étude effectuée dans ce deuxième chapitre est destinée aux différents procédés de mise en forme des métaux, parmi les techniques de déformation de la matière on y trouve la mise en forme des métaux par déformation plastique tels que le découpage, détournage et le poinçonnage, la fabrication d'une pièce demande cette technique qui dépend des caractéristiques mécanique des matériaux, de la forme des outils, l'usure des outil. Compte tenu de la dépendance de ces différents paramètres, cette technique est restée pendant longtemps un art réservé à quelques initiés.

# **Chapitre III : Les Presses et Machines Utilisés.**

### **Introduction :**

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

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

### **III.1 Définition :**

Les presses sont des machines qui permettent de changer la forme d'une pièce en appliquant une pression.

Ces presses sont formées d'une partie mobile (coulisseau) qui porte le poinçon et d'une partie fixe (bâti) qui porte la matrice.

La classification des presses se fait en fonction de plusieurs particularités :

- Leur mode de transmission d'énergie : hydraulique, mécanique,
- le nombre de coulisseaux,
- la forme du bâti.

### **III.2 Types de presses :**

#### **III.2.1 Selon le mode de transmission d'énergie :**

Selon cette particularité en distingue deux types de presses :

##### **a) Les presses mécaniques :**

Les mouvements des presses mécaniques sont commandés mécaniquement. Dans ce type de presses l'énergie fournie par le moteur et un mouvement relatif est emmagasinée dans un volant d'inertie (volant en rotation) sous forme d'énergie cinétique, elle est ensuite transmise au coulisseau en mouvement de translation par un volant et un mécanisme approprié.



**Figure III.1: Presse Mécanique**

### a.1 Mode de transmission du mouvement d'une presse :

Ils permettent de transformer le mouvement circulaire uniforme du moteur en un mouvement rectiligne alternatif du coulisseau, parmi lesquels nous citons :

#### ➤ Système bielle manivelle :

Le pied de bielle attaque le coulisseau sur une articulation à rotule pour les petites presses ou sur un axe soit directement, soit par l'intermédiaire d'un cylindre glissant dans un fourreau fixé au bâti pour diminuer les réactions sur les glissières du coulisseau.

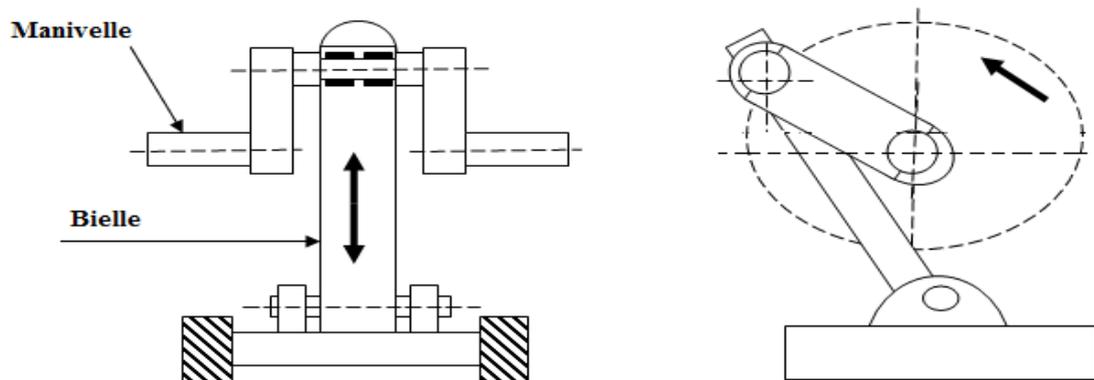


Figure III.2 : Système bielle manivelle.

#### ➤ Système excentrique :

Lors du desserrage de l'écrou, la bague d'immobilisation est repoussée par des ressorts. Lorsque les crabots et la douille excentrique sont entièrement dégagés, on obtient la variation  $e_t$  par rotation de la douille excentrique. Ce type est utilisé quand une longue course est demandée. Toutes les caractéristiques de la presse à double engrenage sont aussi présentes pour ce genre de presse, néanmoins, la presse à arbre excentrique assure plus de précision.

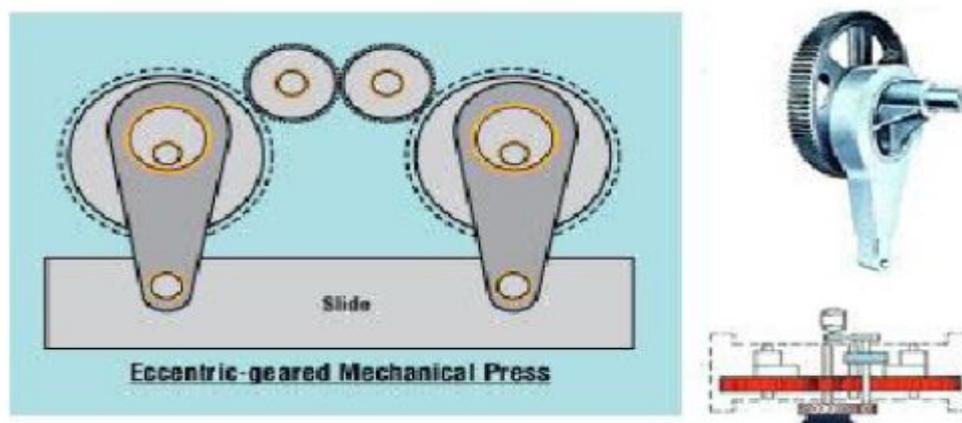
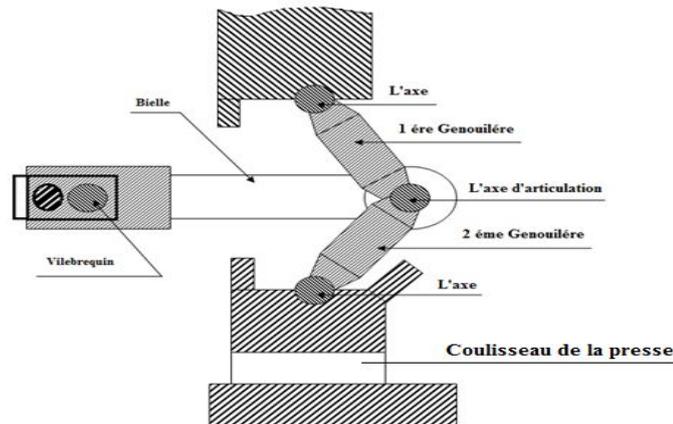


Figure III.3 : presse Mécanique excentrique.

### ➤ **Système à genouillère :**

Une genouillère est un dispositif mécanique composé de deux bielles articulées. Une bielle entraînée par un vilebrequin, exerce une traction sur l'axe d'articulation commun aux deux genouillères (1) et (2). La rotation du vilebrequin a pour effet d'amener les deux genouillères en ligne droite et, aux extrémités inférieure de la genouillère on trouve les axes fixés, l'un est lié au coulisseau, descend. Ce mécanisme est un amplificateur d'effort.



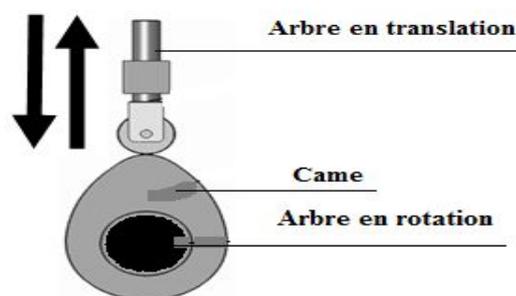
**Figure III.4: Système a genouillère.**

### ➤ **Système à came :**

L'excentrique à came est un système constitué de deux objets, l'un menant, nommé « came », constitué d'un solide généralement en rotation, et l'autre mené, animé d'un mouvement alternatif de translation, contraint par le solide menant Figure (III.5). Le nom vient du système cinématique le plus courant, constitué d'une came en forme de section ovale, placé sur un arbre en rotation.

Il existe plusieurs types de cames :

Came à profil extérieur, Came à profil intérieur, Came à rainure, Came à transmission radiale, Came à transmission axiale...etc.



**Figure III.5: Système à came.**

Et pour que le mouvement circulaire du moteur soit toujours transformé en un mouvement rectiligne alternatif du coulisseau, cette transformation nécessite un mécanisme approprié entre le moteur et le mécanisme de commande du coulisseau qu'est l'embrayage.

### b) Les presses hydrauliques :

Ses structures comparables à celles des presses mécaniques, elles se différencient par le mode d'action du coulisseau et par le moyen de production de l'énergie.

Il existe deux types de presse hydraulique :

- Presses à eau.
- Presses à l'huile.

L'énergie fournie par le moteur électrique est emmagasinée sous forme hydraulique dans un fluide sous pression. Cette énergie est obtenue par la pression d'un liquide. Cette énergie qui entraîne le coulisseau par un intermédiaire qui est le vérin.

Le cycle d'une opération peut alors se décomposer de la façon suivante :

- Avance rapide jusqu'au contact avec la tôle ;
- Arrêt du coulisseau ;
- Emboutissage a une vitesse constante et aussi faible qu'on le désire ;
- Retour rapide.

#### b.1 mécanisme de commande :

Parmi les mécanismes de commande employés dans les circuits hydraulique nous citons :

- **Pompe** : elle permet d'obtenir une pression adéquate avec un débit variable.
- **Piston** : un ou plusieurs pistons supportent le coulisseau.
- **Cerveau moteur** : il s'agit d'un amplificateur mécanique destiné a produire un effet supplémentaire il s'adapte indifféremment sur les presses mécaniques et se situe sous la table de la presse.



Figure III.6: Presse hydraulique.

**c) Comparaison entre presse mécanique et hydraulique :**

<b>Presses</b>	<b>Presses mécaniques</b>	<b>Presses hydrauliques</b>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plus rustique.</li> <li>● Moins couteuses.</li> <li>● Destinés pour les travaux de grandes séries.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Modification de la course du coulisseau.</li> <li>● Obtention de très longues courses.</li> <li>● Vitesse de réglage et de travail lente.</li> <li>● Vitesse d’approche et de retour rapide.</li> <li>● Très souples.</li> <li>● Réglage de la pression exercée sur le coulisseau d’emboutissage.</li> <li>● Arrêt du coulisseau à n’importe quelle position de travail.</li> <li>● Pas de risque de déformation du bâti en cas de surcharge.</li> <li>● Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente des coulisseaux.</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réglage d’approche du coulisseau difficile.</li> <li>● Difficulté d’arrêt du coulisseau encas de danger.</li> <li>● Le bâti et l’outil risque de casser en cas de surcharge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plus fragile que les presses mécaniques.</li> <li>● Risque de pannes (joints, pompes...etc..).</li> <li>● Moins rapides dans les cadences élevées.</li> </ul>

**Tableau III.1 : Comparaison entre presse mécanique et hydraulique.**

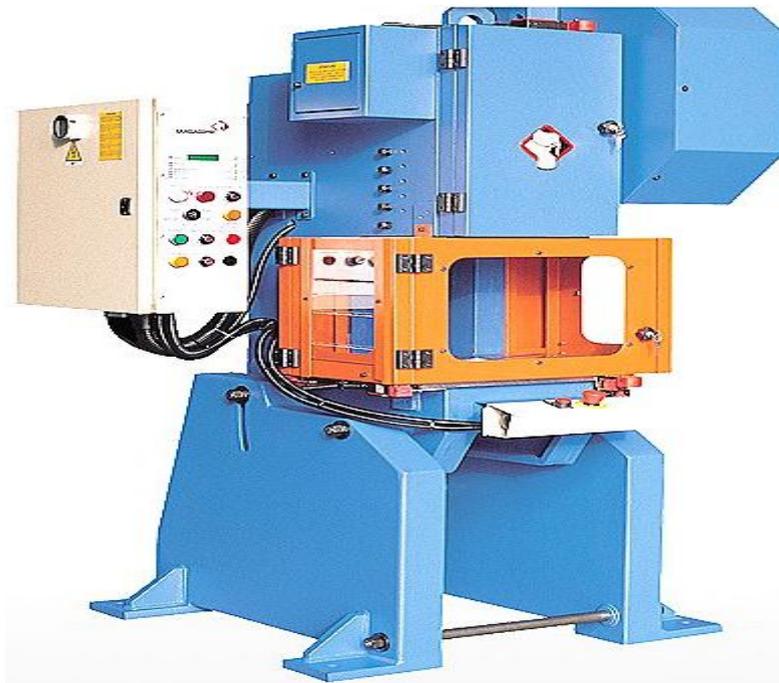
### III.2.2 Selon la forme du bâti :

#### a) Presses à col de cygne :

La forme de ces presses rend la table et le coulisseau très accessible et sont inclinasion de 30° en arriere lui permet l'évacuation aisée des pièces par gravité.

Ce type de presse est employé pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petites pièces et des grandes séries.

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



**Figure III.7 : Presse à col de cygne.**

#### b) Presses à arcade :

Ces machines présentent une rigidité maximale parce qu'elles ont un bâti mono-bloc coulé ou parfois soudé ce qui lui permet de supporter des efforts beaucoup plus importants, tout en assurant une plus grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être simple ou a double effets.

Elles peuvent travailler avec des capacités supérieur ou inferieur a 1000 KN pour l'emboutissage, la découpe rapide ( $\geq 400$  coups/min).

Néanmoins, il devient courant de rencontrer des presses, avec un bâti monobloc capable de développer plus de 10000 KN.



**Figure III.8: Presse à arcade.**

**c) Presses à colonne :**

Elles sont employées pour le forgeage et le matriçage, et elles sont équipées de quatre glissières liant le sommet supérieur et inférieur. Leur puissance peut aller jusqu'à 6000 KN.



**Figure III.9: Presse à colonne.**

**d) Presse à montant droit :**

Le bâti est du type «assemblé» c'est-à-dire que la table, les montants et le chapiteau sont reliés par quatre forts tirants en acier serrés à chaud (donc précontraints). Ces presses, très robustes, peuvent atteindre de très grandes dimensions. Elles peuvent développer une force au maximum 10000 KN.

Les distances entre les montants et la distance entre le chapiteau et la table sont choisies en fonction du travail à exécuter.

### e) Presse à table mobile et bigorne :

Elles sont équipées d'une table mobile, réglable en hauteur, autorise le montage d'outils très hauts, la table est éolisable par simple rotation, ce qui permet l'utilisation de la bigorne. La bigorne montée à la place de la table

le, permet le poinçonnage latéral de gros emboutis.

### III.2.3 Selon le nombre de coulisseaux:

#### a) Presses simple effet :

Elles ne comportent qu'un seul coulisseau actionné, suivant sa taille, par 1, 2 ou 4 bielles et elles couvrent toute la gamme des efforts de 10 à 30 000 KN.

Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise mettant en œuvre l'emboutissage ou le pliage, et pour cette raison sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre-flan.

D'une façon générale, ces machines n'acceptent qu'un seul outil ou, au maximum, deux. L'exécution d'une pièce en plusieurs passes nécessite l'utilisation de plusieurs presses.

#### b) Presses double effet :

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

Le coulisseau serre-flan doit entrer en contact le premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon ne commence sa phase de travail. Il doit rester immobile pendant toute la durée de travail du plongeur. Les deux coulisseaux sont en prise sur le même arbre moteur et cela conduit à deux cinématiques différentes pour le coulisseau serre-flan et pour le plongeur.

La commande du coulisseau plongeur est identique à celle des presses simple effet, la commande du serre-flan est différente car, du fait que l'on se trouve dans l'impossibilité d'obtenir l'arrêt complet du serre-flan dans de bonnes conditions, on réalise une immobilisation approchée en utilisant une combinaison de genouillères...etc.

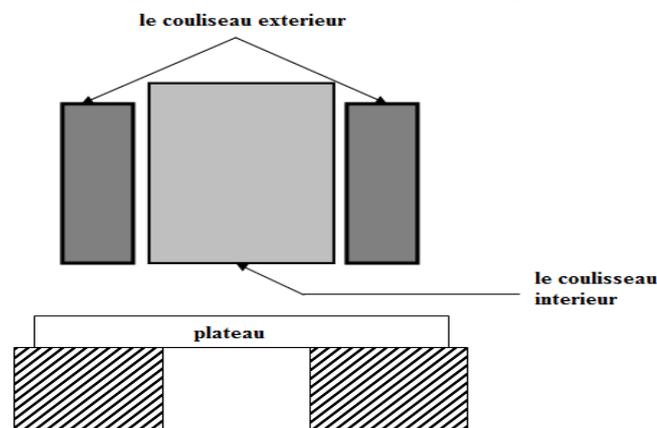


Figure III.10: Principe de fonctionnement de presses double effet.

### c) Presses à triple effet :

De conception similaire aux presses double effet, elles sont équipées d'un coulisseau inférieur qui possède sa propre cinématique.

Ce type de presse est presque exclusivement utilisé pour la carrosserie qui nécessite souvent des contre-emboutis peu profonds. Ces presses permettent d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.

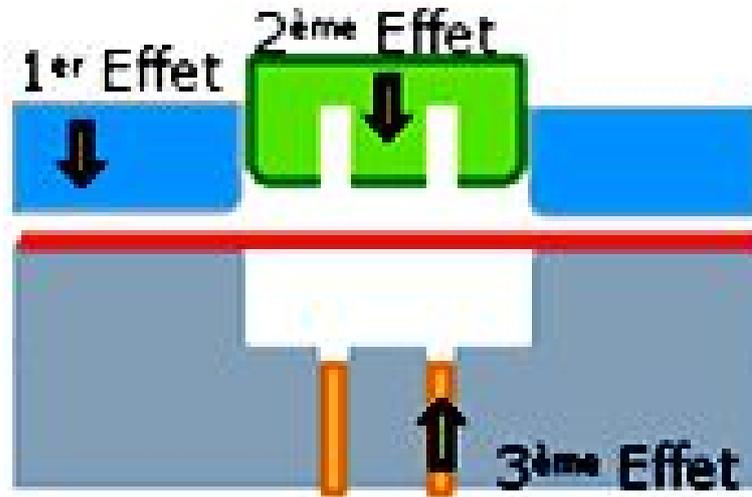


Figure III.11: principe de fonctionnement de presse à triple effet.

### III.3 Critères de choix d'une presse :

Pour sélectionner une presse, nous devons considérer les principaux facteurs suivants :

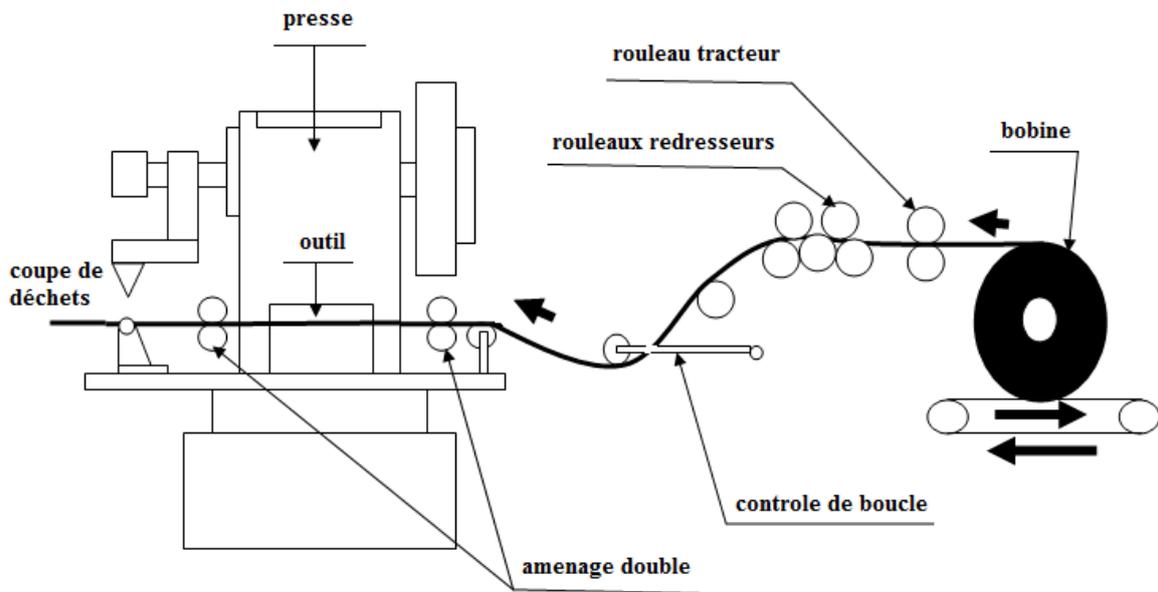
- type de travail à faire,
- la capacité de la presse dépend de l'effort nécessaire pour la réalisation des opérations,
- les dimensions de l'outil et de la pièce,
- la longueur de déplacement des coulisseaux,
- la cadence de production,
- entretien et mise en œuvre.

### III.4 Alimentation des presses :

L'alimentation des presses tend toujours plus vers l'automatisation ; ceci pour permettre d'une part une amélioration des conditions de travail du personnel en particulier de la sécurité, et d'autre part une augmentation de la productivité.

On peut distinguer deux types d'alimentation des presses :

- Les aménages qui alimentent l'outil à partir de bobines ou de boudes.
- Les cabots ou manipulateurs qui transportent les pièces d'un poste ou d'une presse à l'autre.



**Figure III.12 : Ligne automatique d'alimentation.**

### **III.5 Sécurité sur les presses :**

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

- ▶ Protection optique : la machine s'arrête automatiquement si la main de l'opérateur traverse les rayons lumineux;
- ▶ Protection par appareil à bracelets : protection efficace pour les mains dans la mesure où aucun risque d'accrochage n'est possible ;
- ▶ Protection bi manuelle : la commande du coulisseau nécessite l'action simultanée sur deux boutons ;
- ▶ Alimentation automatique : le dispositif d'alimentation automatique est indispensable lorsqu'il s'agit de satisfaire aux impératifs de sécurité et de la productivité ;
- ▶ protection à l'aide d'une cage qui isole l'opérateur de la zone dangereuse.

### **Conclusion :**

Une fabrication économique nécessite l'utilisation de moyens de production adéquats. L'utilisation des presses mécaniques est souvent la solution la plus économique, surtout lorsqu'il s'agit de petites séries. Dans ce chapitre, nous avons fait un aperçu global sur les différents types de presses utilisées dans l'industrie, nous avons aussi définie les différentes machines (presses) selon trois critères, soit par le mode de transmission de l'énergie (presse mécanique ou hydraulique), ou bien par nombre de coulisseaux (simple effet, double effets et triple effets), ou alors selon la forme de leurs bâti (presses a col de cygne, presses a colonnes...).

Dans le chapitre suivant nous allons concevoir un outil dédiée a la réalisation de la pièce demandée en prenant compte des connaissances acquises dans ce présent chapitre afin d'optimiser son dimensionnement et adapté son architecture.

# **Chapitre IV : Etude Et Conception De L'outil.**

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

### Introduction :

Dans le domaine de l'industrie, le but du producteur est de réaliser des pièces ayant le minimum de déchets et réduire le coût de production, pour cela on doit procéder au calcul des efforts de coupes de toutes les opérations à réaliser, pour un bon choix de la machine.

Dans ce chapitre on s'intéresse aux calculs des efforts de poinçonnage et détourage ainsi, l'effort total nécessaire pour réaliser ces opérations. Ce dernier nous permettra de choisir la machine qui convient.

### Partie 01 : étude et calculs.

#### IV.1 cahier des charges :

Notre travail consiste à la conception d'un outil (poinçonnage & détourage) pour la réalisation d'un bandeau bombé en inox des cuisinières ENIEM, dont les caractéristiques géométriques sont présentes sur la figure (IV-1).

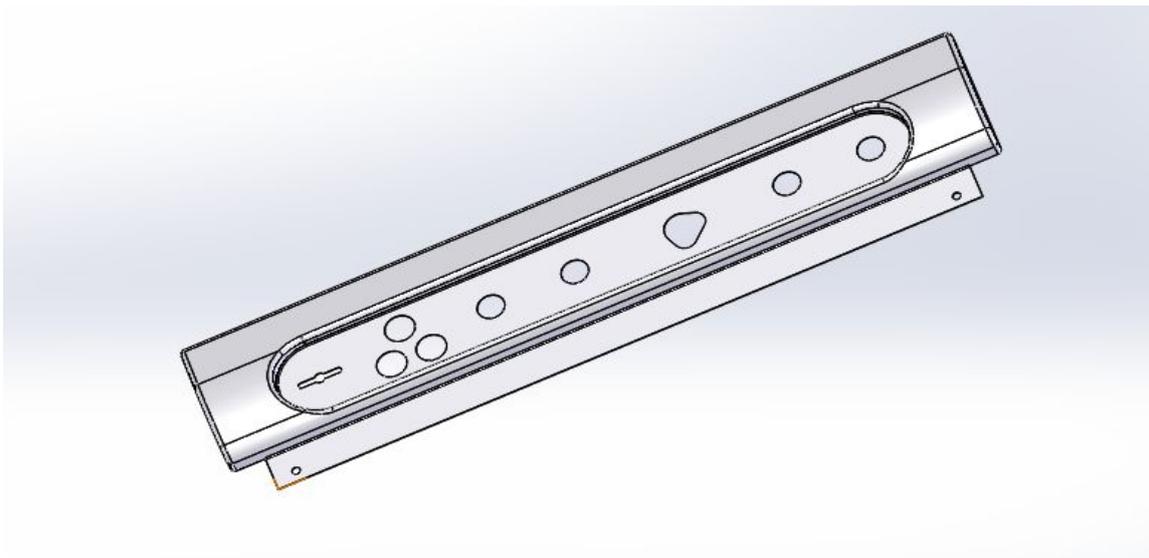


Figure IV.1 : La forme de la pièce à réaliser.

#### IV.2 Le processus de fabrication :

Le processus de fabrication de ce bandeau passe par 4 étapes :

**1<sup>er</sup> étape :** Elle consiste de découper des bandes (**découpage du flan**) à partir de tôle fournie en format commercial standard sous forme des bobines de 2 tonne.

**2<sup>ème</sup> étape :** Emboutissage de la pièce.

**3<sup>ème</sup> étape :** Découpage (poinçonnage et détourage).

**4<sup>ème</sup> étape :** L'opération consiste à réaliser un pli de 90°.

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

A la fin en passe au contrôle de la pièce, qui consiste à contrôler la conformité géométrique et dimensionnelle de la pièce par rapport au dessin de définition. Les aciers utilisés pour ce genre de fabrication sont utilisés pour la fabrication des pièces par déformation à froid.

La tôle utilisée doit être conforme à la norme suivante : EN 10088-2-2014 1.4307.

### IV.3 Fiche technique de la tôle :

Les informations ci-dessous ont été fournies par l'ENIEM dans leur fiche technique :

- **Désignation de la tôle**

Tôle en acier inoxydable satinée (X<sub>2</sub>CrNi 18-9)

Selon la Norme EN 10088-2-2014 1.4307.

- **Caractéristiques :**

**1- Caractéristiques mécaniques :**

- Limite d'élasticité  $R_p=220$  N/mm<sup>2</sup> 0.2%.

- Résistance à la traction  $R_m=520-700$  N/mm<sup>2</sup>.

-  $A=45\%$  (allongement après rupture A80%).

**2- Caractéristiques chimiques :**

C (%)	SI (%)	Mn (%)	Ni (%)	Cr (%)	N (%)	S (%)	P (%)
≤ 0.03	≤ 1.00	≤ 2.00	8-10	17.5-19.5	≤ 0.10	≤ 0.015	≤ 0.045

Tableau IV.1 : caractéristiques chimiques.

- **Dimension nominales selon la norme EN 10131 :**

N°	Code	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)
01	130 096A	0.6	640
02	130 097A	0.6	640

Tableau IV.2 : Dimensions Nominales.

- **Aspect de surface :**

- la qualité de surface est : 2B /SAT.

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

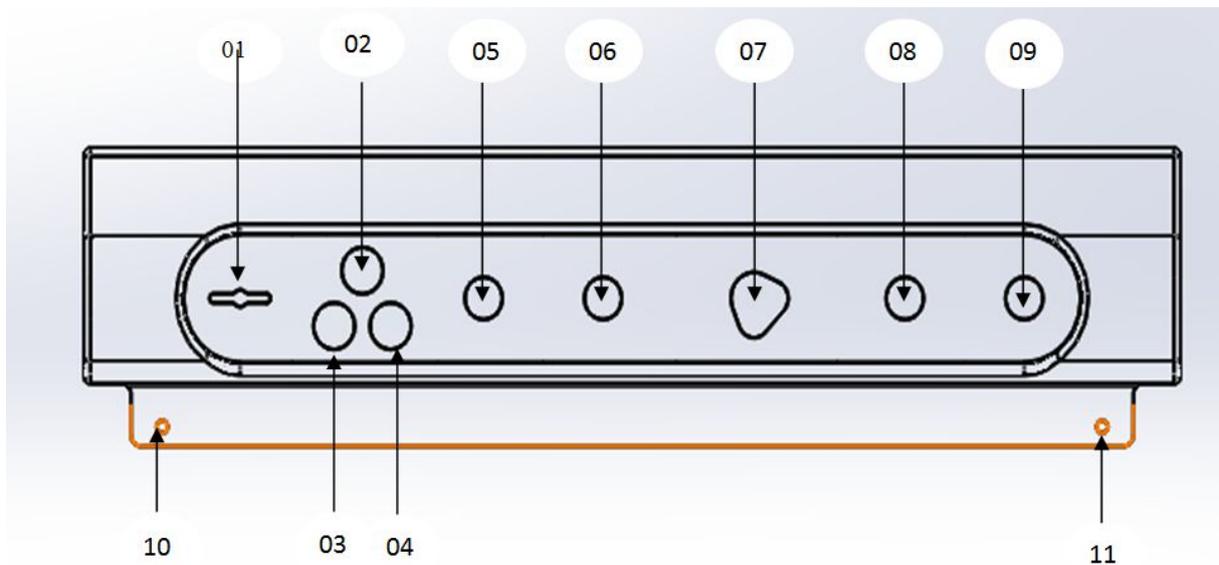
- LA surface tôle en INOX doit être protégée par un film vinylique (PS /PVC) sur une surface extérieure.

### IV.4 Calcul des efforts :

La pièce à réaliser (bandeau bombé) passe par deux étapes simultanées ; poinçonnage et détourage, les différents efforts à appliqués pour obtenir la forme finale sont :

- **Poinçonnage :**

La figure ci-dessous représente les différentes formes à poinçonner numérotés de 01 à 11 :

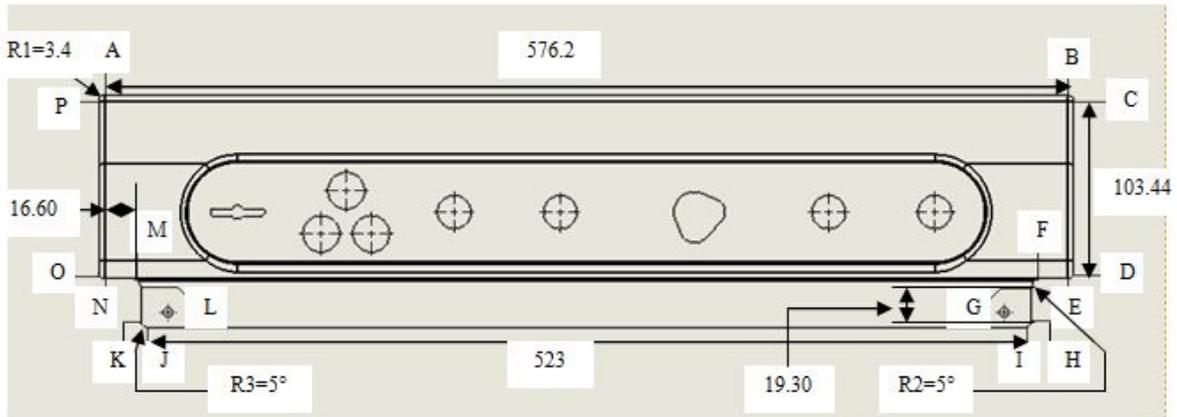


**Figure IV.2: les différentes formes à poinçonner.**

- $F_{p1}$  : effort de poinçonnage (forme 1).
- $F_{p2}$  : effort de poinçonnage (forme 2).
- $F_{p3}$  : effort de poinçonnage (forme 3).
- $F_{p4}$  : effort de poinçonnage (forme 4).
- $F_{p5}$  : effort de poinçonnage (forme 5).
- $F_{p6}$  : effort de poinçonnage (forme 6).
- $F_{p7}$  : effort de poinçonnage (forme 7).
- $F_{p8}$  : effort de poinçonnage (forme 8).
- $F_{p9}$  : effort de poinçonnage (forme 9).
- $F_{p10}$  : effort de poinçonnage (forme 10).
- $F_{p11}$  : effort de poinçonnage (forme 11).

- **Détourage :**

La figure ci-dessous représente le périmètre de détourage nommé de **a** à **p** :



**Figure IV.3: Dimension du contour a détournée.**

### IV.4.1 Calcul de l'effort de poinçonnage :

Pour le calcul des efforts de poinçonnage on utilise la formule suivante :

$$F_p = P \times e \times R_g \dots\dots\dots \text{IV.1}$$

Avec : **P** : le périmètre a poinçonner.

**e** : l'épaisseur de la tôle.

**Rg**: résistance pratique au cisaillement en DaN/mm<sup>2</sup>

#### IV.4.1.1 Calcul de l'effort de poinçonnage pour chaque forme :

##### A. Calcul de l'effort poinçonnage forme 1 :

Pour les calculs des arcs on utilise la formule suivante :

$$Arc = \pi \times R \times \alpha/180\dots\dots\dots \text{IV.2}$$

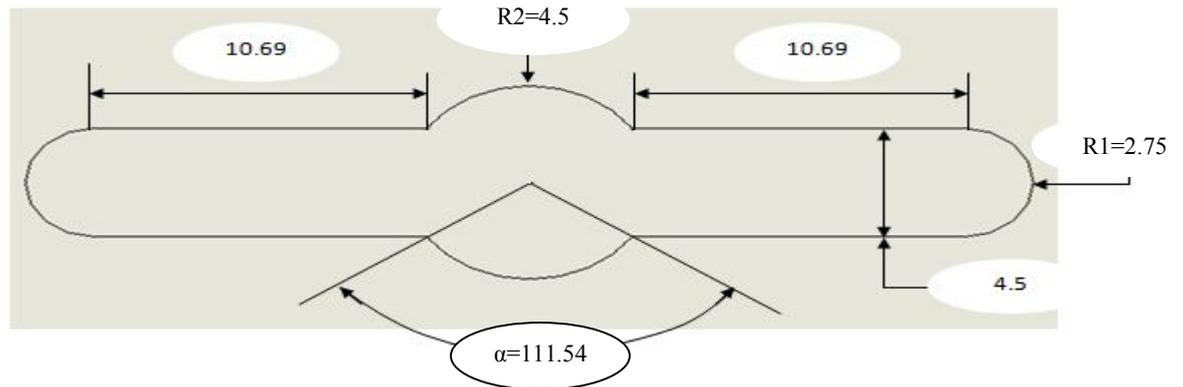


Figure IV.4 : poinçonnage de forme 1.

- **Calcul de périmètre :**

$$P_1 = (10.69 \times 4) + ((R2 \times \pi \times \alpha / 180) \times 2) + ((R1 \times \pi \times \alpha / 180) \times 2)$$

$$P_1 = (10.69 \times 4) + ((4.5 \times 3.14 \times 111.54 / 180) \times 2) + ((2.75 \times 3.14 \times 180 / 180) \times 2)$$

$$P_1 = 42.76 + 17.51 + 17.27$$

$$P_1 = 77.54 \text{ mm}$$

$$P_1 = 77.54 \text{ mm}$$

- **Calcul de la section à cisailer :**

$$S_1 = P_1 \times e$$

$$S_1 = 77.54 \times 0.6$$

$$S_1 = 46.52 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = 46.52 \text{ mm}^2$$

- **Calcul de l'effort de poinçonnage :**

$$F_{p1} = S_1 \times R_g$$

$$F_{p1} = 46.52 \times 56$$

$$F_{p1} = 2605.34 \text{ DaN}$$

$$F_{p1} = 2605.34 \text{ DaN}$$

### B. Calcul de l'effort poinçonnage forme 2, 3 et 4 :

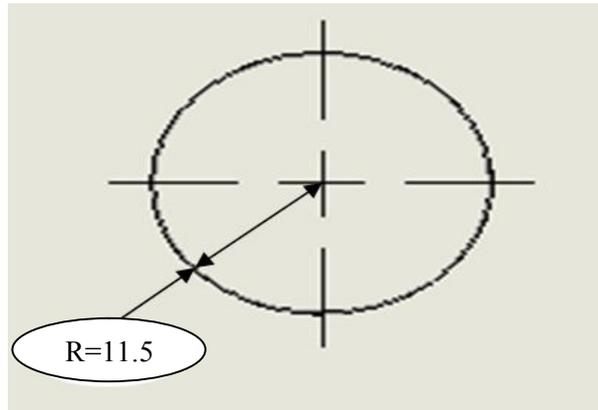


Figure IV.5: poinçonnage de forme 2.

- **Calcul de périmètre :**

$$P_2 = 2\pi \times R$$

$$P_2 = 2 \times 3.14 \times 11.5$$

$$P_2 = 72.22 \text{ mm}$$

- **Calcul de la section à cisailer :**

$$S_2 = P_2 \times e$$

$$S_2 = 72.22 \times 0.6$$

$$S_2 = 43.33 \text{ mm}^2$$

- **Calcul de l'effort de poinçonnage :**

$$F_{p2} = S_2 \times Rg$$

$$F_{p2} = 43.33 \times 56$$

$$F_{p2} = 2426.59 \text{ DaN}$$

$$F_{p2} = 2426.59 \text{ DaN}$$

Comme les sections des trous S2, S3 et S4 sont égaux, d'où  $F_{p2} = F_{p3} = F_{p4}$ .

$$F_{p2, 3, 4} = 7279.77 \text{ DaN}$$

### C. Calcul de l'effort de poinçonnage forme 5, 6, 8 et 9 :

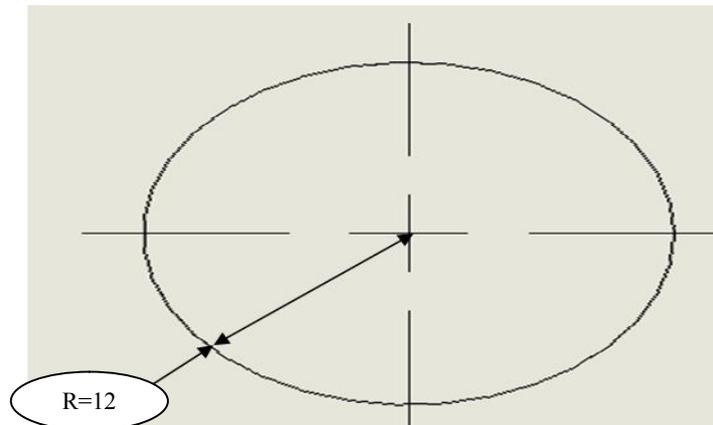


Figure IV.6: poinçonnage de forme 5.

- Calcul de périmètre :

$$P_5 = 2\pi \times R$$

$$P_5 = 2 \times 3.14 \times 12$$

$$P_5 = 75.36 \text{ mm}$$

$$P_5 = 75.36 \text{ mm}$$

- Calcul de la section à cisailer :

$$S_5 = P_5 \times e$$

$$S_5 = 75.36 \times 0.6$$

$$S_5 = 45.21 \text{ mm}^2$$

$$S_5 = 45.21 \text{ mm}^2$$

- Calcul de l'effort de poinçonnage :

$$F_{p5} = S_5 \times R_g$$

$$F_{p5} = 45.21 \times 56$$

$$F_{p5} = 2532.09 \text{ DaN}$$

$$F_{p5} = 2532.09 \text{ DaN}$$

Comme les sections des trous S5, S6, S8 et S9 sont égaux, d'où  $F_{p5} = F_{p6} = F_{p8} = F_{p9}$ .

$$F_{p5, 6, 8, 9} = 10128.38 \text{ DaN}$$

### D. Calcul de l'effort de poinçonnage forme 7 :

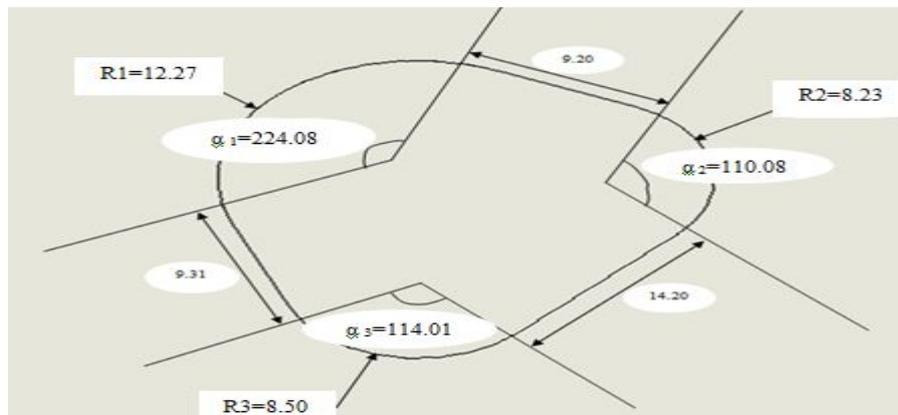


Figure IV.7 : poinçonnage de forme 7.

- Calcul de périmètre :

$$P_7 = (9.20 + 14.20 + 9.31) + ((R1 \times \pi \times \alpha_1 / 180) + (R2 \times \pi \times \alpha_2 / 180) + (R3 \times \pi \times \alpha_3 / 180))$$

$$P_7 = 32.71 + 47.96 + 15.80 + 16.90$$

$$P_7 = 113.37 \text{ mm}$$

$$P_7 = 113.37 \text{ mm}$$

- Calcul de la section à cisailer :

$$S_7 = P_7 \times e$$

$$S_7 = 113.37 \times 0.6$$

$$S_7 = 68.02 \text{ mm}^2$$

$$S_7 = 68.02 \text{ mm}^2$$

- Calcul de l'effort de poinçonnage :

$$F_{p7} = S_7 \times R_g$$

$$F_{p7} = 68.02 \times 56$$

$$F_{p7} = 3809.12 \text{ DaN}$$

$$F_{p7} = 3809.12 \text{ DaN}$$

### E. Calcul de l'effort de poinçonnage forme 10 et 11 :

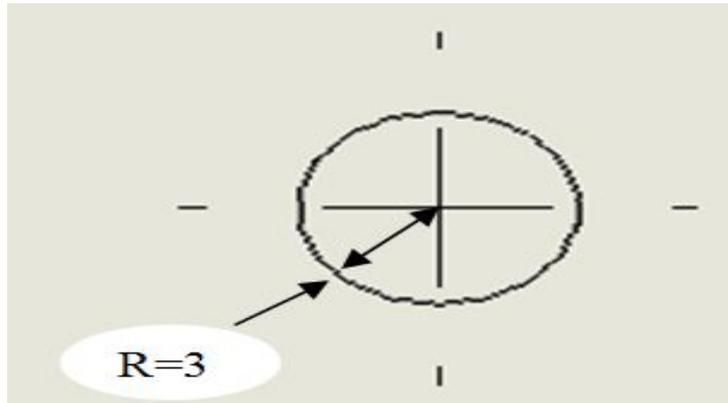


Figure IV.8 : poinçonnage de forme 10.

- Calcul de périmètre :

$$P_{10} = 2\pi \times R$$

$$P_{10} = 2 \times 3.14 \times 3$$

$$P_{10} = 18.84 \text{ mm}$$

$$P_{10} = 18.84 \text{ mm}$$

- Calcul de la section à cisailer :

$$S_{10} = P_{10} \times e$$

$$S_{10} = 18.84 \times 0.6$$

$$S_{10} = 11.30 \text{ mm}^2$$

$$S_{10} = 11.30 \text{ mm}^2$$

- Calcul de l'effort de poinçonnage :

$$F_{p10} = S_{10} \times R_g$$

$$F_{p10} = 11.30 \times 56$$

$$F_{p10} = 632.8 \text{ DaN}$$

$$F_{p10} = 632.8 \text{ DaN}$$

Comme les sections  $S_{10}$  et  $S_{11}$  sont égaux, d'où  $F_{p10} = F_{p11}$ .

$$F_{p10,11} = 1265.6 \text{ DaN}$$

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

### IV.4.1.2 L'effort total de poinçonnage :

$$F_{\text{total p}} = F_{p1} + F_{p2, 3, 4} + F_{p5, 6, 8, 9} + F_{p7} + F_{p10, 11}$$

$$F_{\text{total p}} = 2605.34 + 7279.77 + 10128.38 + 3809.12 + 1265.60$$

$$F_{\text{total p}} = 25088.21 \text{ DaN}$$

$$F_{\text{Total p}} = 25088.21 \text{ DaN}$$

### IV.4.2 Calcul de l'effort de détournage :

Pour le calcul de l'effort de détournage en utilise la formule suivante :

$$F_d = P \times e \times Rg \dots\dots\dots \text{IV.3}$$

Avec : **P** : le périmètre a poinçonner.

**e** : l'épaisseur de la tôle.

**Rg** : résistance pratique au cisaillement en DaN/mm.

#### a) Calcul de périmètre :

$$P = \text{Arc}_{\text{total}} + L_{\text{total}}$$

#### • Calcul des arcs :

$$\text{Arc}_{\text{total}} = \text{Arc}_{BC} + \text{Arc}_{DE} + \text{Arc}_{NO} + \text{Arc}_{PA} + \text{Arc}_{FG} + \text{Arc}_{LM} + \text{Arc}_{HI} + \text{Arc}_{JK}$$

$$\text{Arc}_{BC} = \pi \times R1 \times \alpha / 180$$

$$\text{Arc}_{BC} = 3.14 \times 3.40 \times 90 / 180$$

$$\text{Arc}_{BC} = 5.33 \text{ mm}$$

$$\text{On a: } \text{Arc}_{BC} = \text{Arc}_{DE} = \text{Arc}_{NO} = \text{Arc}_{PA} = 5.33 \text{ mm}$$

$$\text{Arc}_{FG} = \pi \times R2 \times \alpha / 180$$

$$\text{Arc}_{FG} = 3.14 \times 5 \times 90 / 180$$

$$\text{Arc}_{FG} = 7.85 \text{ mm}$$

$$\text{On a: } \text{Arc}_{FG} = \text{Arc}_{LM} = \text{Arc}_{HI} = \text{Arc}_{JK} = 7.85 \text{ mm}$$

$$\text{Arc}_{\text{total}} = (5.33 \times 4) + (7.85 \times 4)$$

$$\text{Arc}_{\text{total}} = 52.72 \text{ mm}$$

$$\text{Arc}_{\text{total}} = 52.72 \text{ mm}$$

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

- Calcul des arêtes :

$$L_{\text{total}} = L_{AB} + L_{CD} + L_{EF} + L_{GH} + L_{IJ} + L_{KL} + L_{MN} + L_{OP}$$

$$L_{\text{total}} = 576.2 + 103.44 + 16.60 + 19.30 + 523 + 19.30 + 16.60 + 103.44$$

$$L_{\text{total}} = 1377.88 \text{ mm}$$

$$P = \text{Arc}_{\text{total}} + L_{\text{total}}$$

$$P = 55.72 + 1377.88$$

$$P = 1433.6 \text{ mm}$$

- b) Calcul de la section à découper :

$$S_d = P \times e$$

$$S_d = 1433.6 \times 0.6$$

$$S_d = 860.16 \text{ mm}^2$$

- c) calcul de l'effort de détournage :

$$F_d = S_d \times Rg$$

$$F_d = 860.16 \times 56$$

$$F_d = 48168.96 \text{ DaN}$$

$F_d = 48168.96 \text{ DaN}$
------------------------------

### IV.4.3 L'effort total de découpage :

$$F_{\text{total d}} = F_{\text{total p}} + F_d \dots \dots \dots \text{IV.4}$$

$$F_{\text{total d}} = 25088.21 + 48168.96$$

$$F_{\text{total d}} = 73257.17 \text{ DaN}$$

$F_{\text{total d}} = 73257.17 \text{ DaN}$
---

### IV.5 Calcul de l'effort dévêtissage $F_{\text{dév}}$ :

C'est l'effort nécessaire pour dégager les poinçons de la bande après découpage ou poinçonnage. Il est de 7% de l'effort total de découpage.

$$F_{\text{dév}} = F_{\text{total d}} \times 7\% \dots \dots \dots \text{IV.5}$$

$$F_{\text{dév}} = 73257.17 \times 0.07$$

$$F_{\text{dév}} = 5128.00 \text{ DaN}$$

$F_{\text{Dévi}} = 5128.00 \text{ DaN}$
---

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

### IV.6 Calcul de l'effort d'éjection :

C'est l'effort nécessaire pour dégager le flan de la matrice de poinçonnage, il est généralement pris à 1.33% de l'effort de découpage.

$$F_{\text{éj}} = F_{\text{total d}} \times 1.33\% \dots \dots \dots \text{IV.6}$$

$$F_{\text{éj}} = 73257.17 \times 0.0133$$

$$F_{\text{éj}} = 974.32 \text{ DaN}$$

$F_{\text{éj}} = 974.32 \text{ DaN}$
--------------------------------------

### IV.7 Calcul de l'effort fournir par la presse :

La presse est la source de production de l'énergie, elle doit produire un effort supérieur au égale à la somme des forces suivantes :

$$F_{\text{presse}} = F_{\text{total d}} + F_{\text{dév}}$$

$$F_{\text{presse}} = 73257.17 + 5128.00$$

$$F_{\text{presse}} = 78385.17 \text{ DaN}$$

$$F_{\text{presse}} = 78385.17 \text{ DaN}$$

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

$$F_{\text{presse}} \geq 78.38 \text{ tonne-force}$$

### IV.8 Jeu de découpage :

Pour que la tranche de la pièce découpée soit propre, il est important de prévoir un jeu de coupe entre la matrice et le poinçon. Selon le type de l'opération à effectuer le jeu est pris, soit sur la matrice ou bien, sur le poinçon. Dans notre cas, on donne le jeu pour la matrice.

La nature du matériau à découper détermine ce jeu, pour les aciers durs, fonte, inox. Le jeu est de 1/15 de l'épaisseur de la bande.

$$J = 1/15 \times e \dots \dots \dots \text{IV.7}$$

AN :

$$J = 1/15 \times 0.6$$

$$J = 0.04 \text{ mm}$$

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

### IV.9 choix des ressorts :

Le choix des ressorts est une opération très importante, la raideur des ressorts doit assurer le dévêtissage qui consiste à plaquer la bonde contre la matrice pour éviter la remontée de la bonde lors du retour des poinçons. La figure ci-dessus montre les différents types de ressorts.



Figure IV.9 : différents ressorts (représenter suivant ISO10243).

- Calcul de l'effort assuré par un seul ressort :

$$F_{\text{ressort}} = \frac{F_{\text{dév}}}{N} \dots\dots\dots \text{VI.8}$$

Avec :

$F_{\text{ressort}}$  : la force d'un seul ressort en N.

$F_{\text{dév}}$  : la force d'extraction des poinçons en N.

$N$  : nombre de ressorts.

Vu que l'effort total de la découpe est important (79 tonnes) et que la taille de l'outil est assez importante, pour des raisons d'équilibre on utilise 12 ressorts ( $N=12$ ).

AN:

$$F_{\text{ressort}} = \frac{51280.00}{12}$$

$$F_{\text{ressort}} = 4273.33 \text{ N}$$

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

D'après le résultat obtenu, le ressort qui satisfait les conditions de travail est le ressort pour outil à charge extra forte de couleur jaune.

Le tableau suivant résume les caractéristiques des ressorts utilisés :

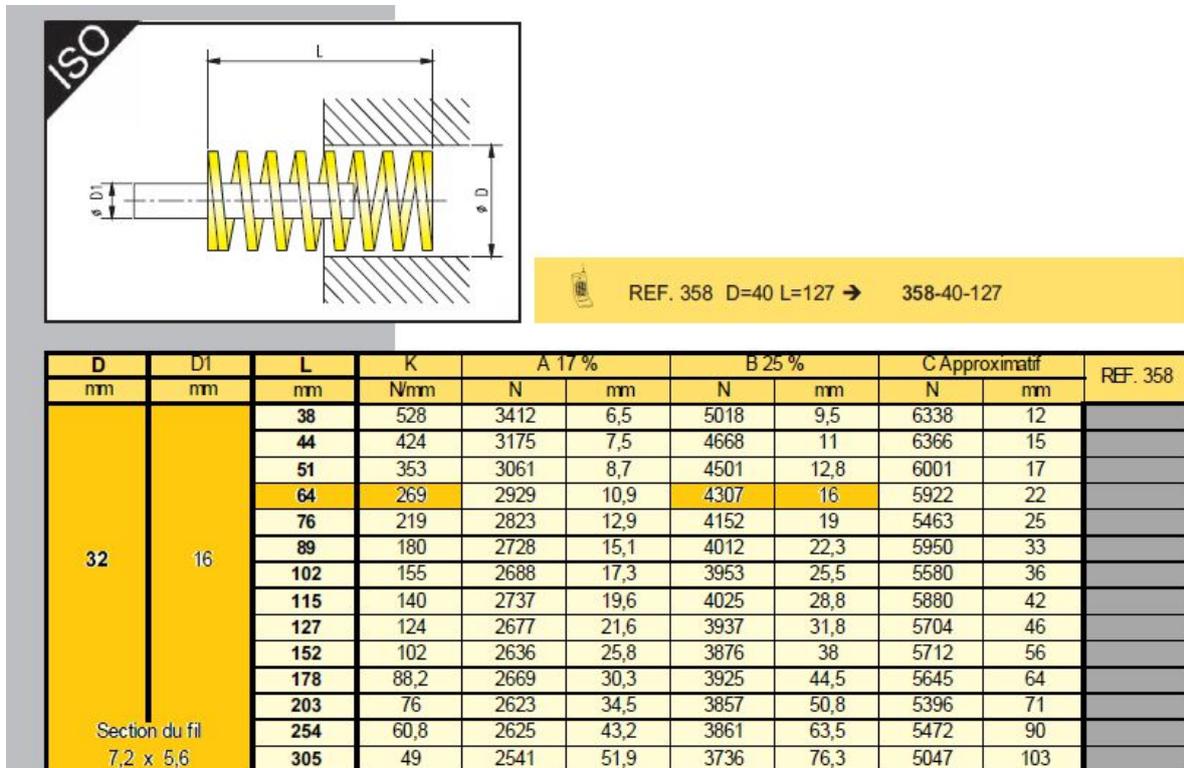


Figure IV.10 : caractéristique des ressort a charge extra forte couleur jaune.

La longueur  $L=64$  mm.

La raideur  $K=269$  N/mm.

### IV.10 Calcul de vérification des poinçons à la résistance :

Les poinçons de petites sections risquent de flamber lors de l'application de l'effort, un calcul de vérification s'impose.

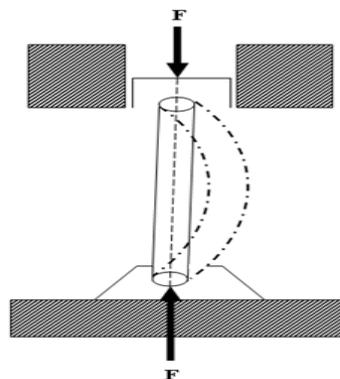


Figure IV.11 : flambement d'une poutre soumise à un effort axial.

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

Les poinçons sont assimilés à des poutres chargées axialement. Le flambement se produit pour une certaine valeur de charge appelée charges critiques.

Si :

- $F < F_{cr}$  : la poutre ne subit qu'un faible raccourcissement qui est dû à la compression.
- $F > F_{cr}$  : la poutre se déforme et la rupture peut intervenir rapidement.

Avec :  $F$  : effort de découpage.

$F_{cr}$  : charge critique d'Euler qui se calcule comme suite :

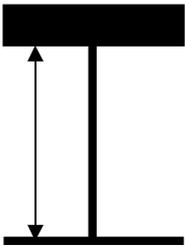
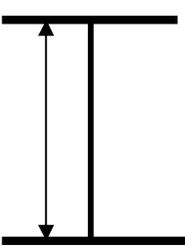
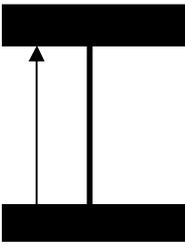
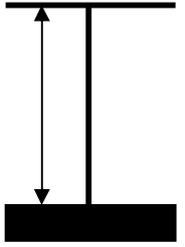
$$F_{cr} = \pi^2 \times E \times I / L^2 \dots\dots\dots IV.9$$

Avec :  $E$  : module de Young.

$I$  : moment d'inertie.

$L$  : longueur réelle.

La longueur libre de flambage est donnée en fonction du type d'appui. Le tableau suivant répertorie les différents cas possibles.

LONGUEUR LIBRE DE FLAMBAGE				
Type de Liaisons	Encastré en A Et Libre en B	Liaisons Pivotantes en A et B	Encastré en A Et B	Encastré en A Et Pivots en B
Valeurs de $L$	 $l=2L$	 $l=L$	 $l=L/2$	 $l=0.7L$

**Tableau IV.3 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.**

**Remarque :**

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

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

- **Poinçon 1 :**

$I_1 = 645.49 \text{ mm}^4$  (Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS).

$$F_{cr1} = \pi^2 \times E \times I/L^2$$

$$F_{cr1} = (3.14)^2 \times 210000 \times 645.49 / (2 \times 83)^2$$

$$F_{cr1} = 48501.13 \text{ N}$$

$$F_{cr1} = 4850.11 \text{ DaN}$$

$$F_{p1} = 2605.34 \text{ DaN}$$

$F_{p1} < F_{cr1}$  : la condition est vérifiée, donc le poinçon va résister.

- **Poinçon 2 :**

$$I_2 = \pi \times D^4/64$$

$$\text{AN: } I_2 = 3.14 \times 23^4/64$$

$$I_2 = 13729.69 \text{ mm}^4$$

$$F_{cr2} = \pi^2 \times E \times I/L^2$$

$$F_{cr2} = (3.14)^2 \times 210000 \times 13729.69 / (2 \times 84)^2$$

$$F_{cr2} = 1007211.69 \text{ N}$$

$$F_{cr2} = 100721.16 \text{ DaN}$$

$$F_{p2} = 2426.59 \text{ DaN}$$

$F_{p2} < F_{cr2}$  : la condition est vérifiée, donc le poinçon 2 va résister, la condition est aussi vérifiée pour les deux autres poinçons 3 et 4, car ils ont les mêmes caractéristiques.

- **Poinçon 5 :**

$$I_5 = \pi \times D^4/64$$

$$\text{AN : } I_5 = 3.14 \times 24^4/64$$

$$I_5 = 16277.76 \text{ mm}^4$$

$$F_{cr5} = \pi^2 \times E \times I/L^2$$

$$F_{cr5} = (3.14)^2 \times 210000 \times 16277.76 / (2 \times 84)$$

$$F_{cr5} = 1194128.41 \text{ N}$$

$$F_{cr5} = 119412.84 \text{ DaN}$$

$$F_{p5} = 2532.09 \text{ DaN}$$

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

$F_{p5} < F_{cr5}$  : la condition est vérifiée, donc le poinçon 5 va résister, la condition est aussi vérifiée pour les poinçons 6, 8 et 9, car ils ont les mêmes caractéristiques.

- **Poinçon 7 :**

$I_7 = 37713.07 \text{ mm}^4$  (Mesuré à partir du logiciel CAO SOLIDWORKS).

$$F_{cr7} = \pi^2 \times E \times I/L^2$$

$$F_{cr7} = (3.14)^2 \times 210000 \times 37713.07 / (2 \times 63.80)$$

$$F_{cr7} = 4795889.07 \text{ N}$$

$$F_{cr7} = 479588.90 \text{ DaN}$$

$$F_{p7} = 3809.12 \text{ DaN}$$

$F_{p7} < F_{cr7}$  : la condition est vérifiée, donc le poinçon 7 va résister.

- **Poinçon 10 :**

$$I_{10} = \pi \times D^4 / 64$$

$$\text{AN : } I_{10} = 3.14 \times 6^4 / 64$$

$$I_{10} = 63.58 \text{ mm}^4$$

$$F_{cr10} = \pi^2 \times E \times I/L^2$$

$$F_{cr10} = (3.14)^2 \times 210000 \times 63.58 / (2 \times 93.10)$$

$$F_{cr10} = 707000.03 \text{ N}$$

$$F_{cr10} = 707.00 \text{ DaN}$$

$$F_{p10} = 632.8 \text{ DaN}$$

$F_{p10} < F_{cr10}$  : la condition est vérifiée, donc le poinçon 10 va résister. La condition est aussi vérifiée pour le poinçon 11, car ils ont les mêmes caractéristiques.

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

### IV.11 position adéquate de l'outil sur la machine (centre d'inertie):

Pour que la presse travail d'une manière plus favorable, on doit positionner l'outil sur la table d'une façon à ce que la résultante de tous les efforts sollicités pendant le travail passent par l'axe vertical du coulisseau de la presse. la figure ci-dessous montre les centres d'inerties des poinçons.

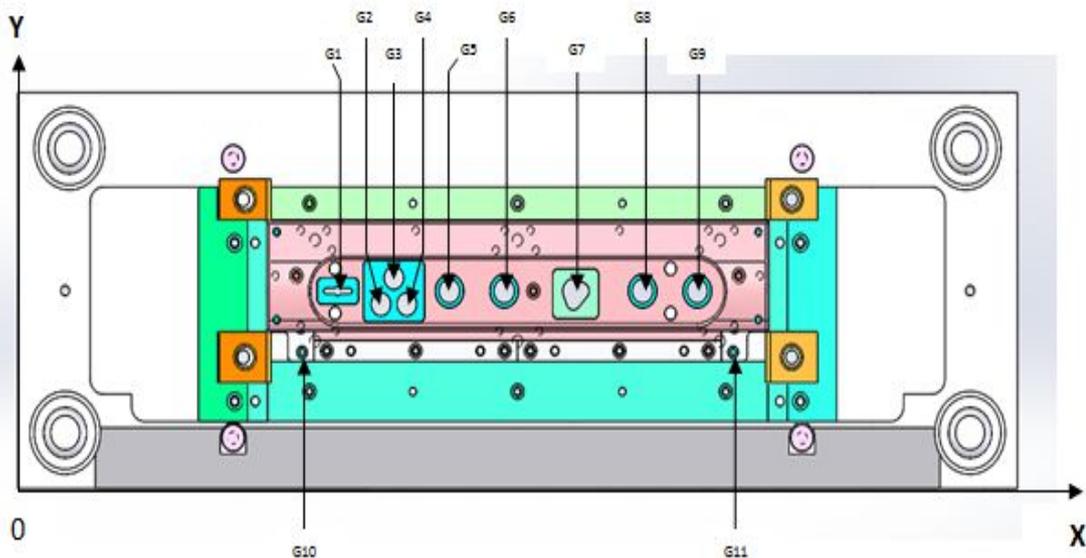


Figure IV.12 : position des centres de gravité.

Le tableau suivant résume les coordonnées des centres d'inerties des poinçons respectivement : G1 ; G2 ; G3 ;.....G11, ainsi que les efforts de coupe pour chaque poinçon.

$G_i$	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11
$X_i$	371.5	241.5	436.5	451.5	501	564.5	644.7	725	788.5	330	830
$Y_i$	194.5	181.5	207.5	181.5	194.5	194.5	194.5	194.5	194.5	134.2	134.2
$F_i$	2605.3	2426.5	2426.5	2426.5	2532.09	2532.09	3809.12	2532.09	2532.09	632.8	632.8
$X = \sum_i^n x_i \cdot F_i / \sum_i^n F_i$						$Y = \sum_i^n y_i \cdot F_i / \sum_i^n F_i$					

Tableau IV.4 : coordonnées des centres d'inerties des poinçons.

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

A.N:

$$\sum_{i=1}^{11} Fi = 25087.88 DaN.$$

$$X = \sum_{i=1}^{11} xi.Fi / \sum_{i=1}^{11} Fi = 552.68 \text{ mm}$$

$$Y = \sum_{i=1}^{11} yi.Fi / \sum_{i=1}^{11} Fi = 190.23 \text{ mm}$$

### 1V.12 Le choix de la machine :

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

- L'effort de la presse doit être supérieur aux efforts utilisés.
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieur à celle de l'outil.
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieur à la hauteur de l'outil fermé.
- La nature des opérations a réalisé. Dans notre cas, il s'agit de poinçonnage et détourage, une presse mécanique est mieux indiqué.

Après avoir calculé l'effort total de découpage (79 TONNES) ainsi qu'après avoir vérifié les dimensions de l'outil par rapport à celle de la table de travail de la presse, nous avons conclu, avec la coopération du service outillage (de l'unité cuisson), d'utiliser une presse T31B excentrique MANZONI, de construction Italienne qui a les caractéristiques suivantes :

- Capacité de la presse.....200 (tonnes).
- Dimension de la table (longueur et larguer) .....1850×1250 (mm).
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMH).....1040 (mm).
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMB).....725 (mm).
- Cours du coulisseau .....315 (mm).

### Conclusion :

Les différents calculs qu'on a effectué successivement, nous ont permis de déterminer les efforts de poinçonnage et détourage nécessaire à la réalisation de la pièce, ainsi que la capacité de la presse à utiliser après le calcul de l'effort total de la découpe.

### Partie 02 : Conception de l'outil.

#### IV.13 détail de l'outil :

L'outil de travail est un ensemble d'éléments assemblé avec précision pour assuré un bon fonctionnement, l'outil de poinçonnage et détournage est composé deux parties essentielles qu'on peut définir comme suite :

**Partie inférieure:** C'est la partie fixe de l'outil, qui contient les éléments suivants :

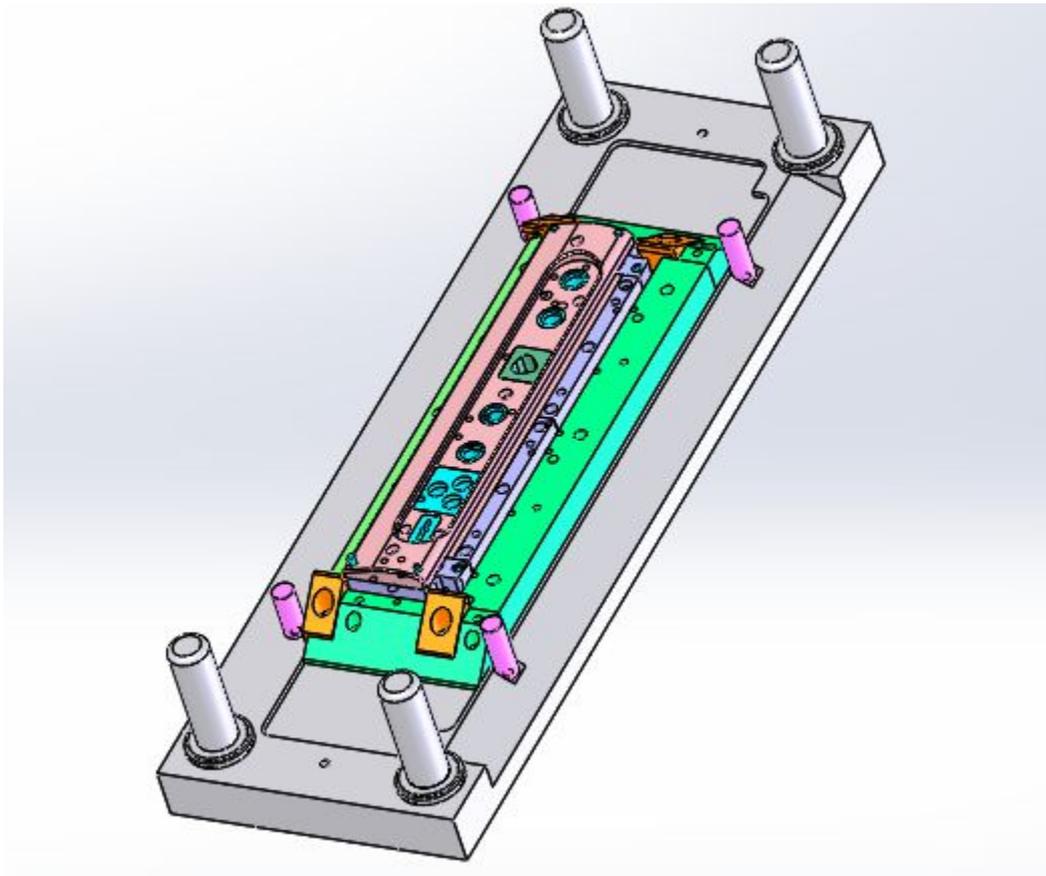


Figure IV.13 : Partie inférieure assemblée.

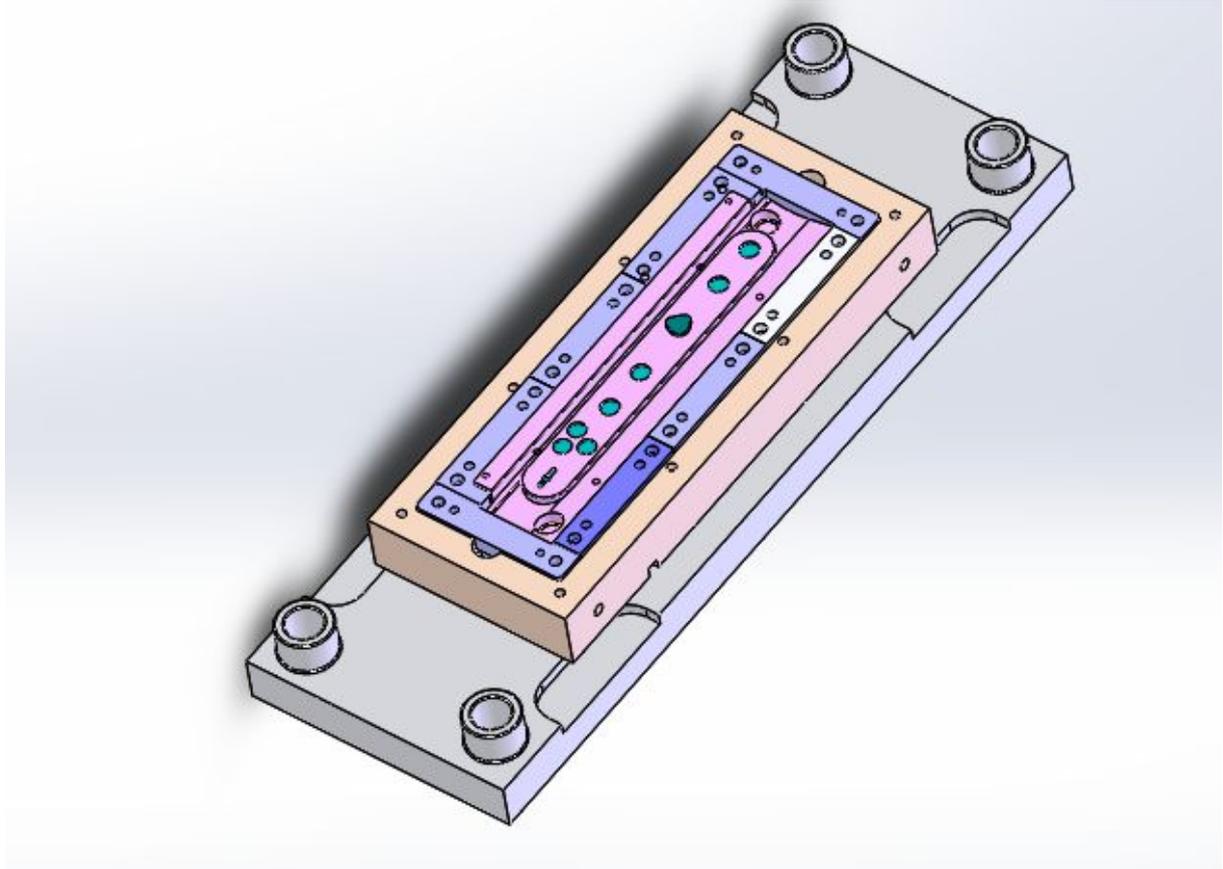
- **Semelle inférieure :** C'est une plaque sur laquelle les matrices sont ajustées, son épaisseur doit être suffisante pour résister aux efforts de découpage.
- **Les matrices :** c'est le porte empreinte dans lesquelles les poinçons se pénétrant lors de l'opération de découpage, son épaisseur doit être suffisante pour qu'elle résiste aux efforts de découpage ainsi l'effort de serre-flan pour éviter les déformations.
- **La butée :** elle sert à positionner le flan, limitant ainsi son déplacement et un bon guidage du flan.
- **Colonne de guidage :** elles coulissent dans les embases supérieures avec glissement et sont emmanchées sur les embases inférieures.
- **Coupe chute :** elle sert à découper la chute détournée pour faciliter son évacuation.

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

- **Les lames** : ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Porte matrice** : c'est l'élément sur lequel les matrices sont ajustées.

**Partie supérieur** : c'est la partie mobile de l'outil qui suit une trajectoire verticale imposés par la machine, elle contient les éléments suivants :



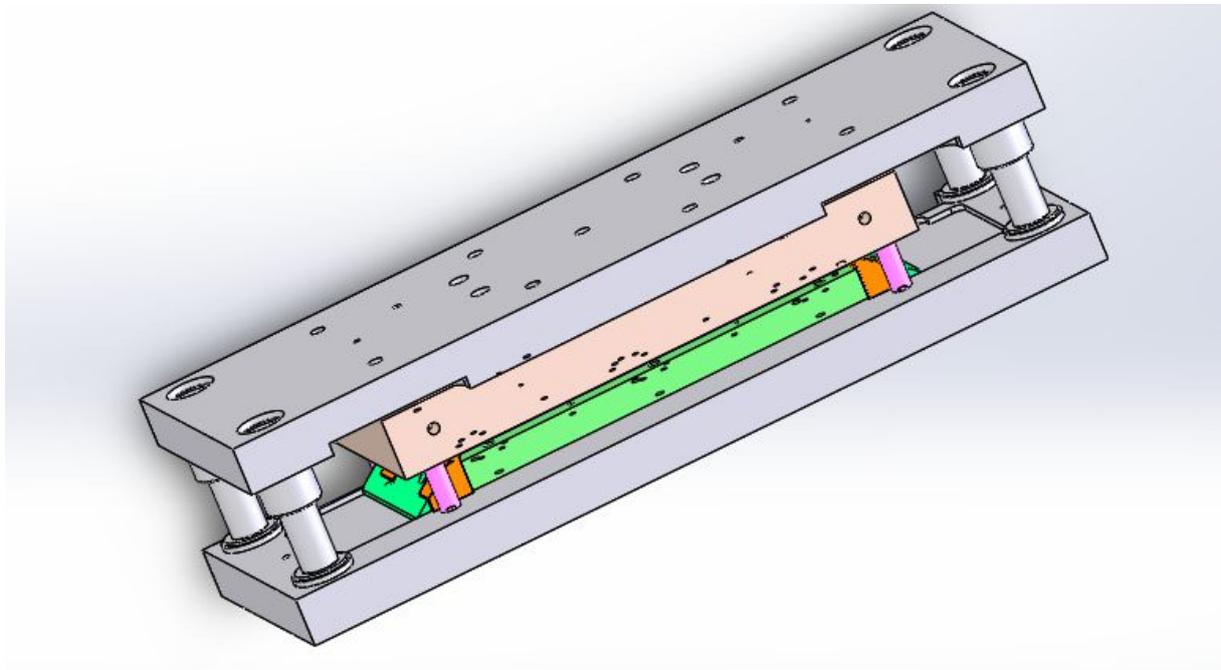
**Figure IV.14 : Partie supérieur assemblée.**

## Chapitre IV: Etude et conception de l'outil.

---

- **Semelle supérieure** : elle sert à porter les poinçons et les portes poinçons ainsi que les embases.
- **Porte poinçon** : il sert à fixer et guider les différents poinçons dans leurs positions.
- **Poinçon** : ce sont les principaux éléments qui interviennent lors de l'opération de découpage leur calcul est délicat. Les poinçons de faible section sont soumis souvent au flambement pour l'éviter on utilise des chemises dans lesquelles on les inserts.
- **Serre-flan** : il sert au guidage des poinçons et fixer la tôle, il est fixé à l'intérieur du bâti supérieur.
- **Les couteaux** : ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Les embases** : c'est des éléments qui assurent le guidage entre la semelle supérieure et inférieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage.
- **Les ressorts** : ces les éléments qui assurent le dévetissage.
- **Colonne de guidage serre-flan** : elle sert au guidage et la mise en position de serre-flan.
- **Bague de guidage** : c'est des éléments dans lesquels les colonnes de guidage pénètrent.
- **Goujon de centrage** : c'est un élément standard normalisé qui nous permet d'assurer le centrage d'une pièce par rapport à une autre.

**Outil complet assemblé :**



**Figure IV.15 : outil complet assemblé.**

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion :

Après avoir effectuée un stage pratique au sein de l'entreprise électroménagère ENIEM, qui est une expérience bénéfique pour nous, nous avons découvert que le procédé de fabrication des pièces en tôlerie dans l'industrie est connu depuis longtemps, et qui ne cesse de se développer au fil des dernières années, parce que sa nécessité est toujours croissante.

À l'aide d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (SolidWorks), qui nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques de différentes composantes de l'outil (poinçonnage et détourage), ce logiciel nous a aidé à concevoir l'outil de manière à être fiable, précis et rentable. Cette étude nous a permis de réaliser la conception (dessins d'ensemble et les dessins de définition) de l'outil et ces organes cette dernière est faite d'un choix d'une solution parmi tant d'autres et d'une manière à faciliter la réalisation du produit et ainsi diminuer son prix de revient.

Ce travail nous a permis, d'une part d'approfondir les connaissances et le savoir-faire acquis durant les années de notre formation à l'UMMTO, et d'autre part, de préparer notre intégration à la vie professionnelle et de nous situer sur le marché de l'industrie.

Finalement, espérons bien que ce travail apportera une aide à l'entreprise Electroménagère ENIEM, et servira comme guide aux étudiants (es) de département génie mécanique.

# Références Bibliographiques

**[01]** ENIEM Tizi-Ouzou ; Base de documentation E.N.I.E.M ; Z.I ; *AISSAT Idir* ; Oued Aissi ; Tizi-Ouzou ; Algérie ; *Tél/* : +213.26.41.32.14 ; Fax : +213.26.20.04.24

**[02]** D. Adem et M.BABACI- étude et conception d'un outil de découpage d'une rondelle plate pour un déflecteur U.T.R n°950.00.004-promotion.2003 /2004.

**[03]** khirani dalel –Réparation des déformations en étirage-plier et leurs effets sur le retour élastique. Thèse Magister option Mécanique appliquée. Université FERHAT ABBAS.PROMOTION 2010.

**[04]** RAMOUL Lyes -Etude et conception d'un outil d'emboutissage pour plaque d'immatriculation automobile-master professionnel en Génie Mécanique Université Mouloud Mammeri T.O -Promotion 2016 / 2017.

**[05]** Kheroub Mouloud Et Hamadi Mohammed-Etude et conception d'un outil à suivre pour la Fabrication d'un panneau latérale autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM--master professionnel en Génie Mécanique Université Mouloud Mammeri T.O –Promotion 2013/2014

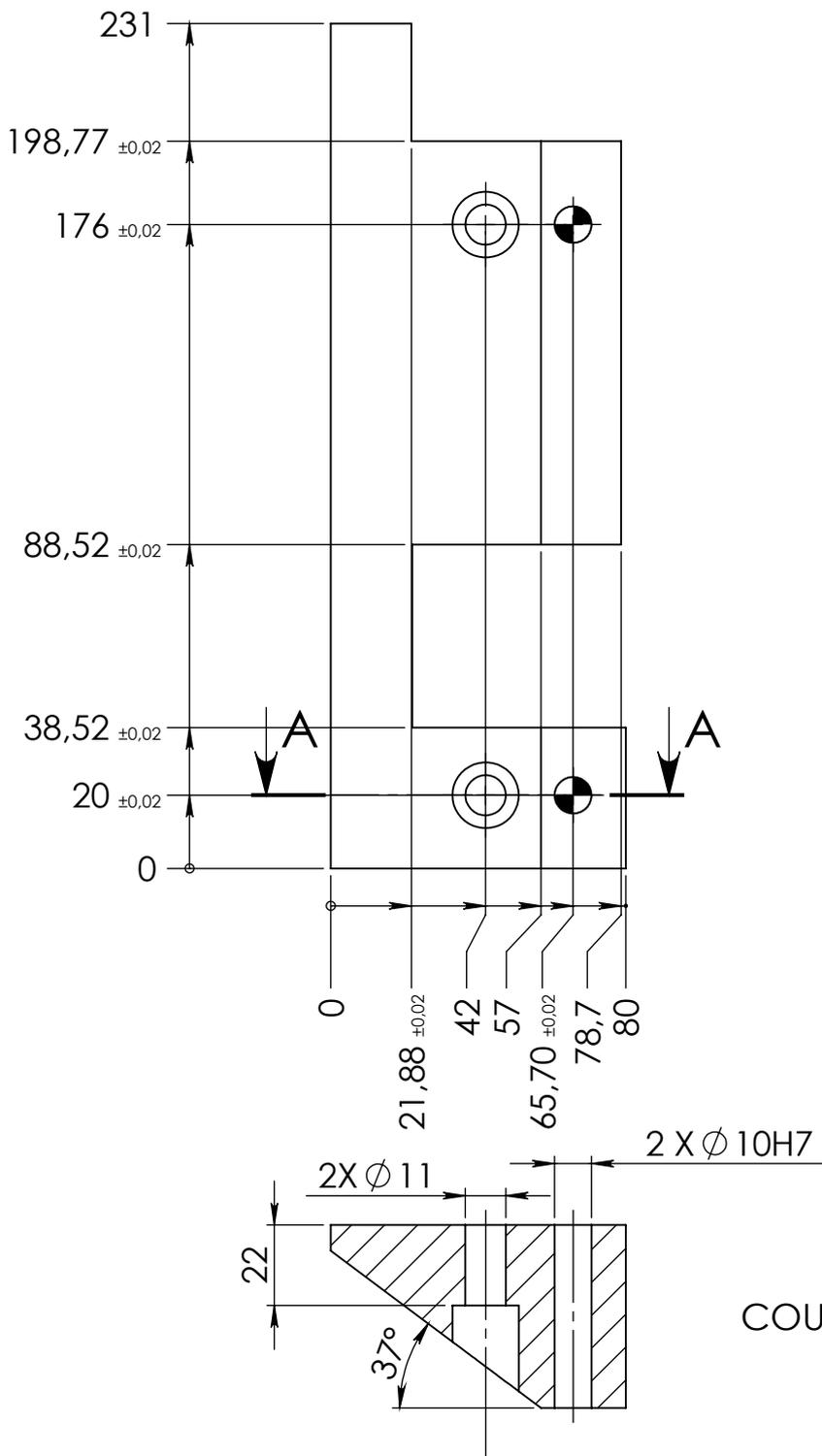
**[06]** Mourad Jerbi-Support de cours Génie Mécanique Niveau 1, INSTITUT SUPERIEUR DES ETUDES TECHNOLOGIQUES DE NABEUL DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE-2017/2018.

**[07]** HADDADOU Mahdi et AICHOUN Mohammed-Étude Et Conception De Deux Outils De Découpage-Poinçonnage Et De Pliage Pour Clapet Air Bruleur-Master En Genie Mécanique Option : Construction Mécanique Mouloud Mammeri T.O –Promotion 2013/2014.

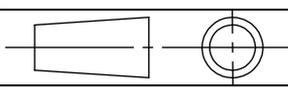
**[08]** Larbi Pacha et s.Hider –Etude et conception d'un outil à suivre à bande-diplôme d'ingénieur d'état en Génie Mécanique. Université Mouloud Mammeri T.O –Promotion 2012.

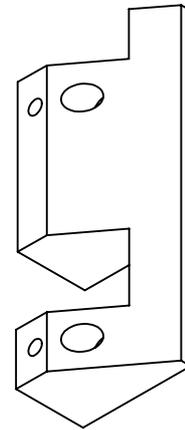
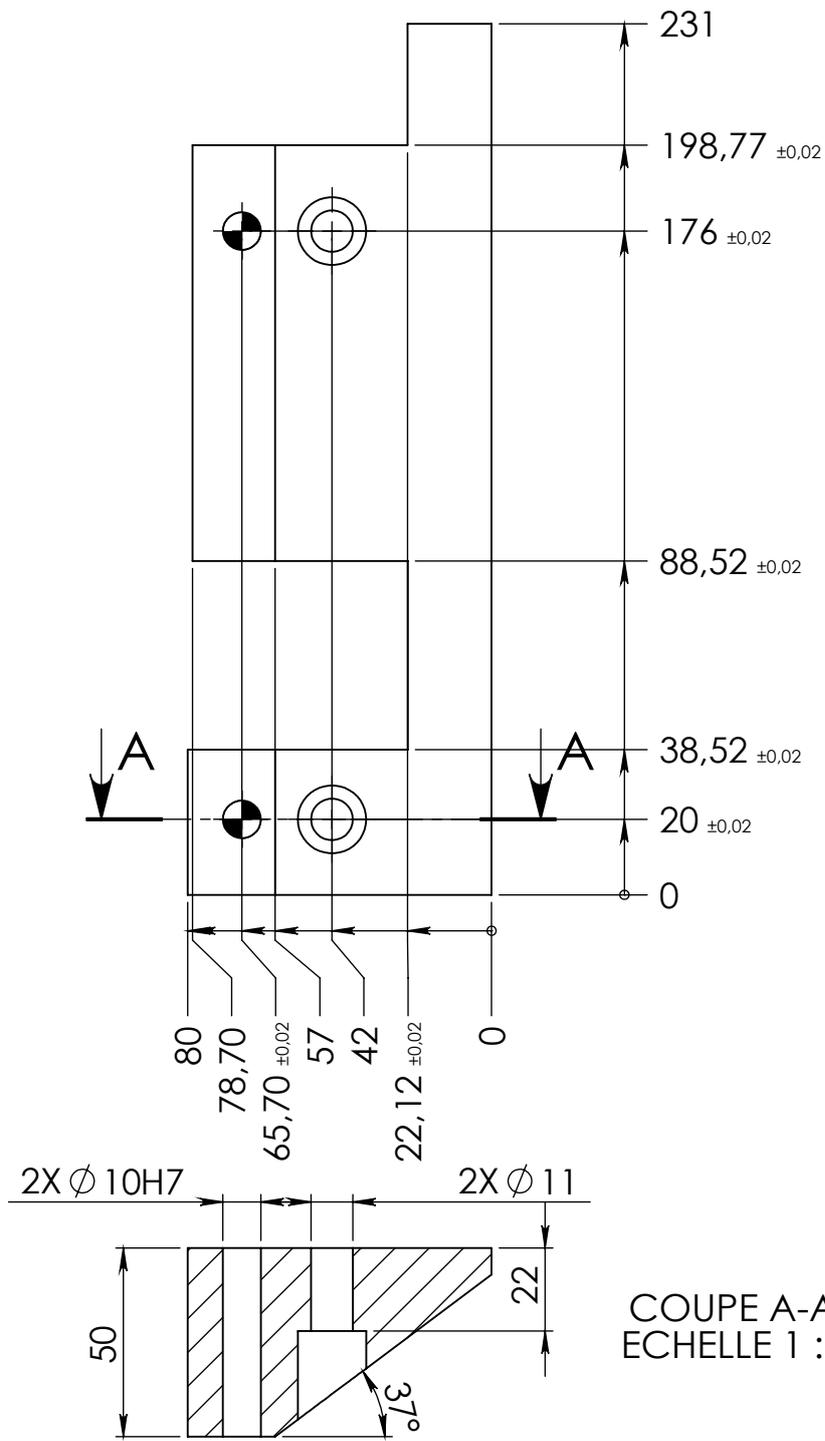
**[09]** Rabourdin Industrie Groupe ;'' composants standard pour moules et outillages'' ; Parc Gustave Eiffel ; 04 avenue Gutenberg ; BP50 ; Bussy-Saint-Georges ; 77607 ; Marne-la-vallée ; Cedex 3 ; France ; e-mail : industrie@rabourdin.fr

**[10]** Technique de l'ingénieur.

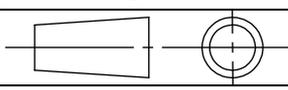


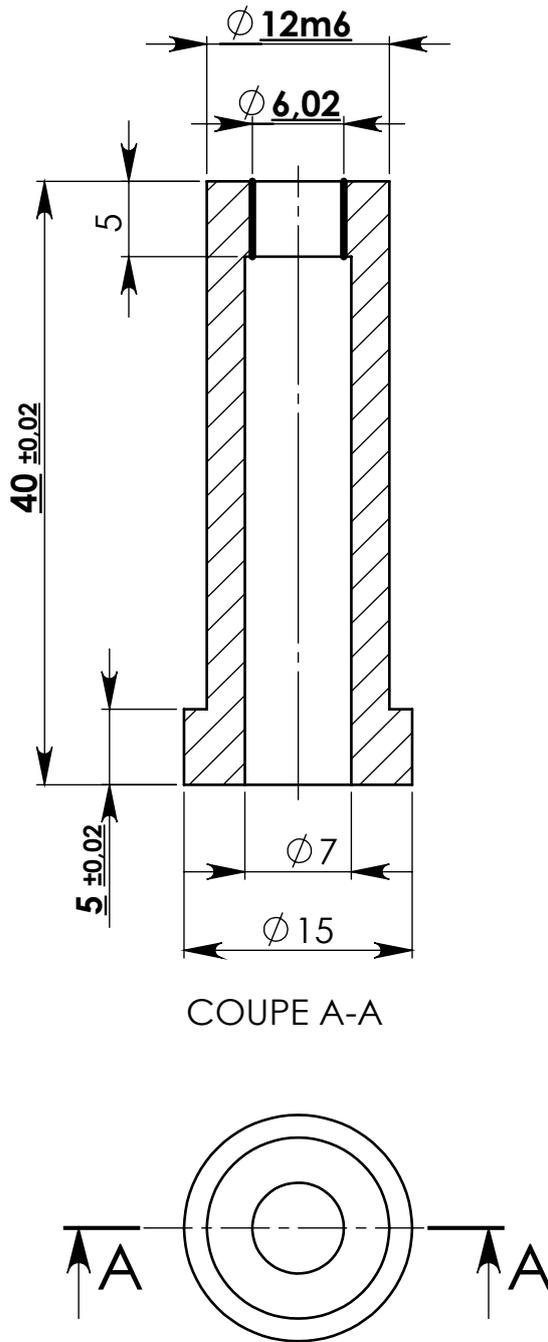
COUPE A-A

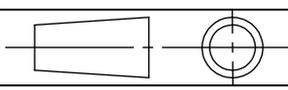
1.9	1	BUTEE DROITE	XC 48	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/2		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARTIE INFERIEUR	PLANCHE N° 01	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

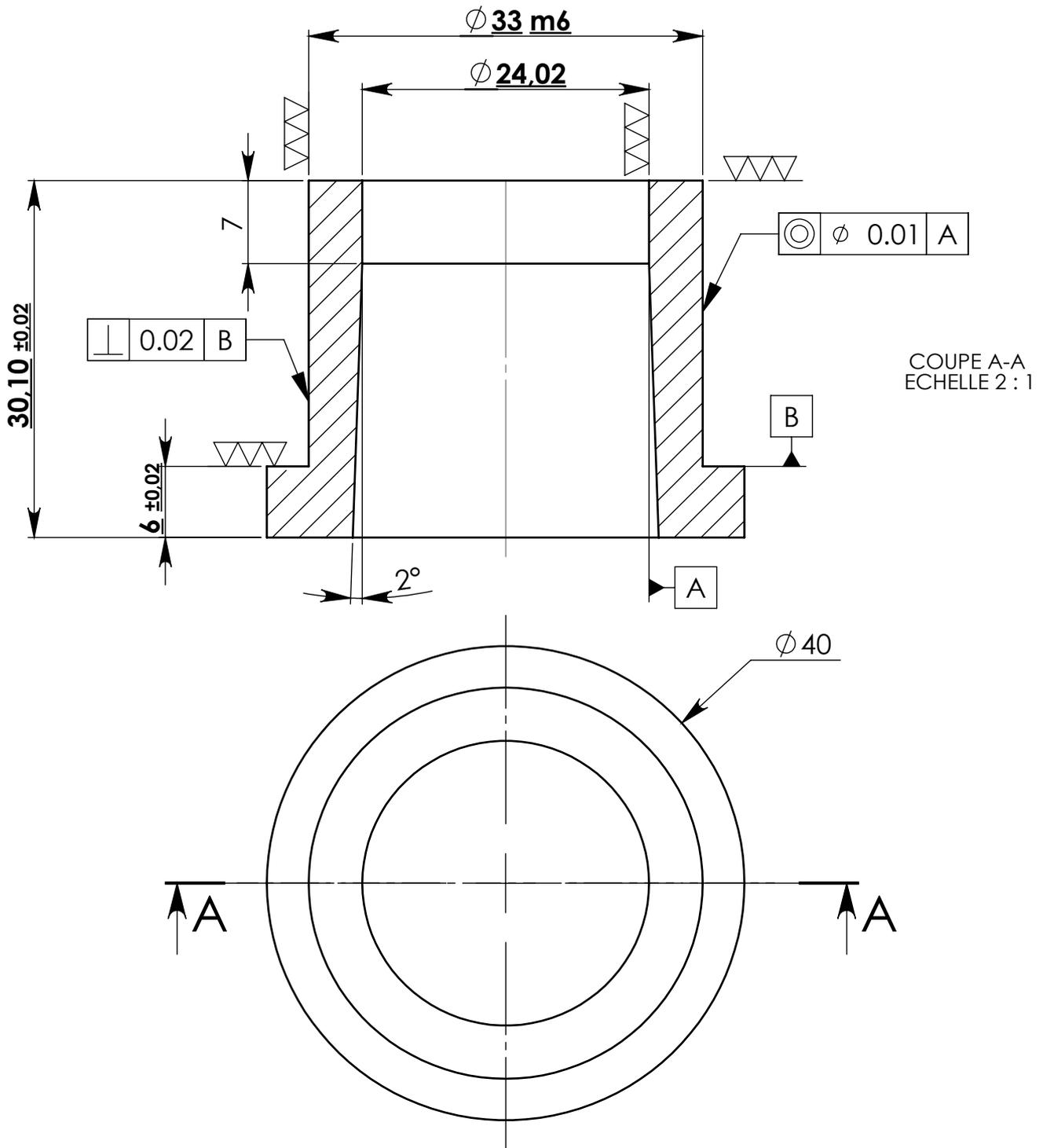


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 2

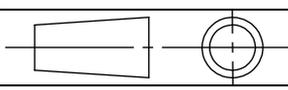
1.10	1	BUTEE GAUCHE	XC 48	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/2		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARTIE INFERIEUR	Planche N° 02	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

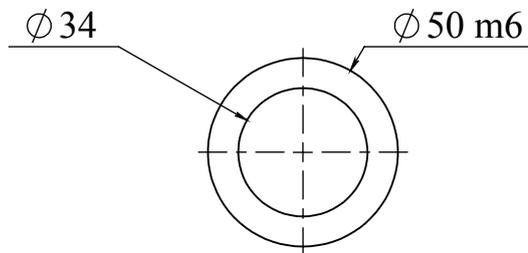
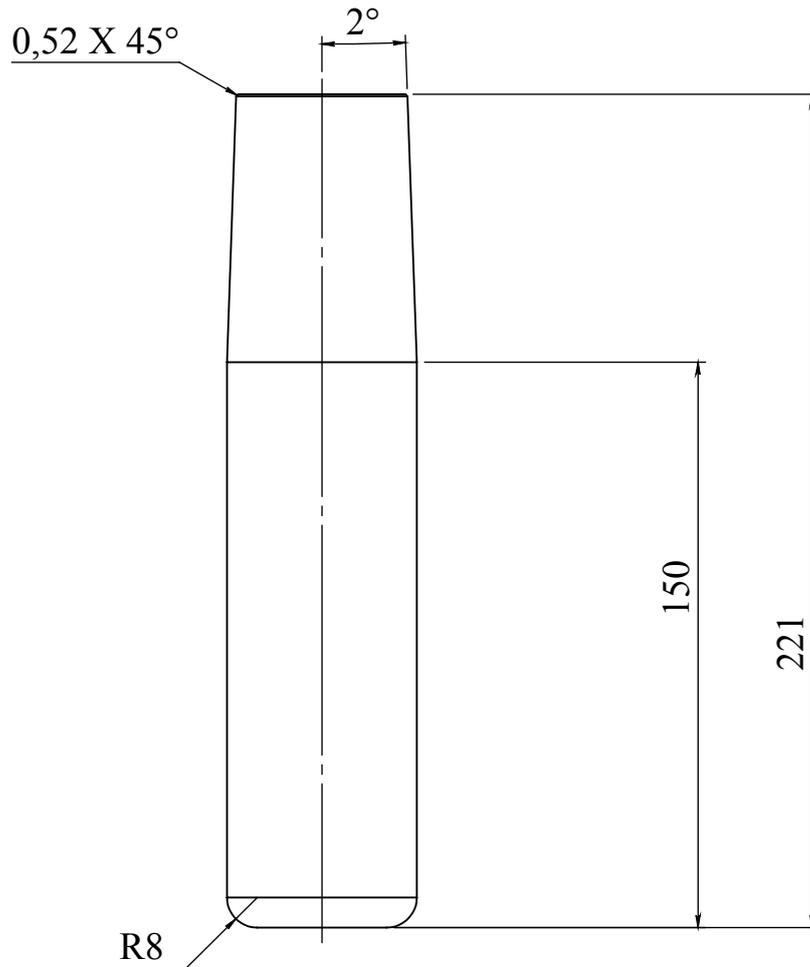


1.17	2	CANON DE PERCAGE 1	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 2/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		Planche N° 03
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

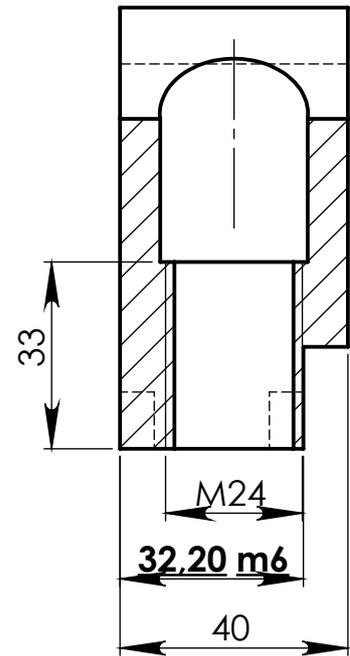
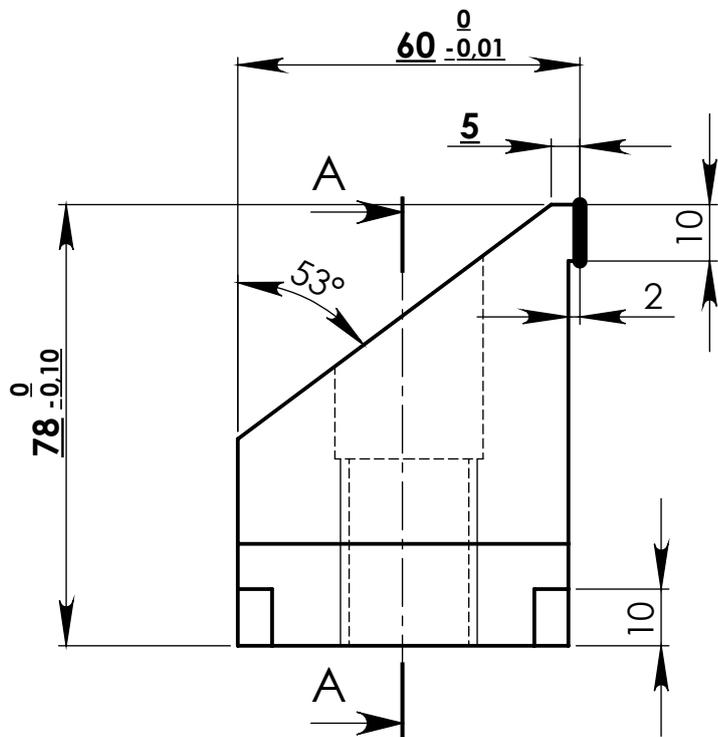


COUPE A-A  
ECHELLE 2 : 1

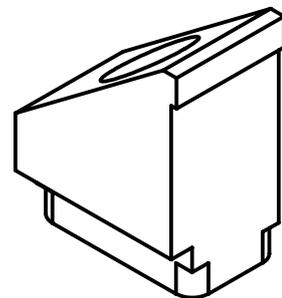
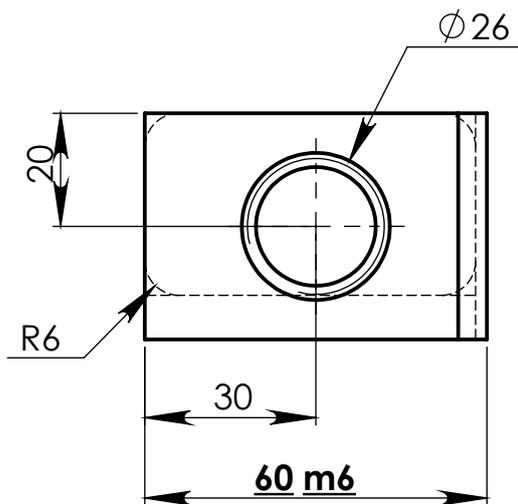
1.6	4	CANON DE PERCAGE 2	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		PLANCHE N° 04
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

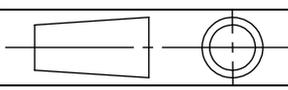


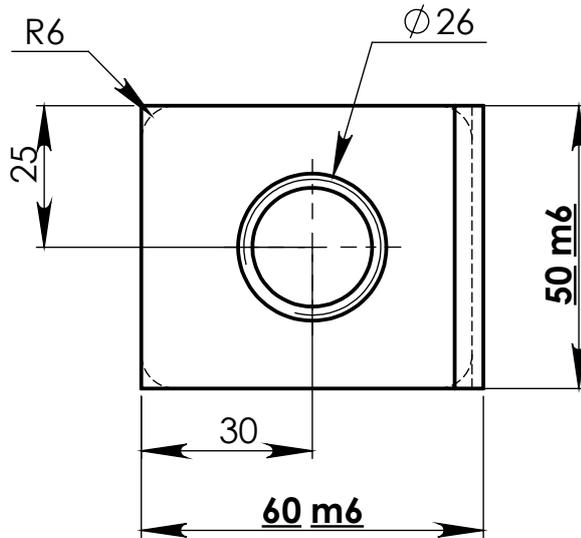
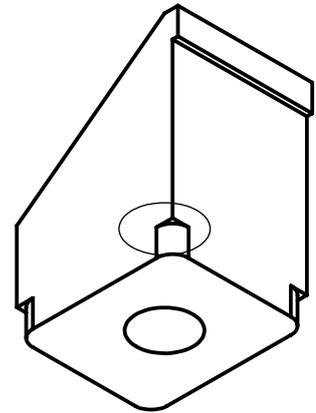
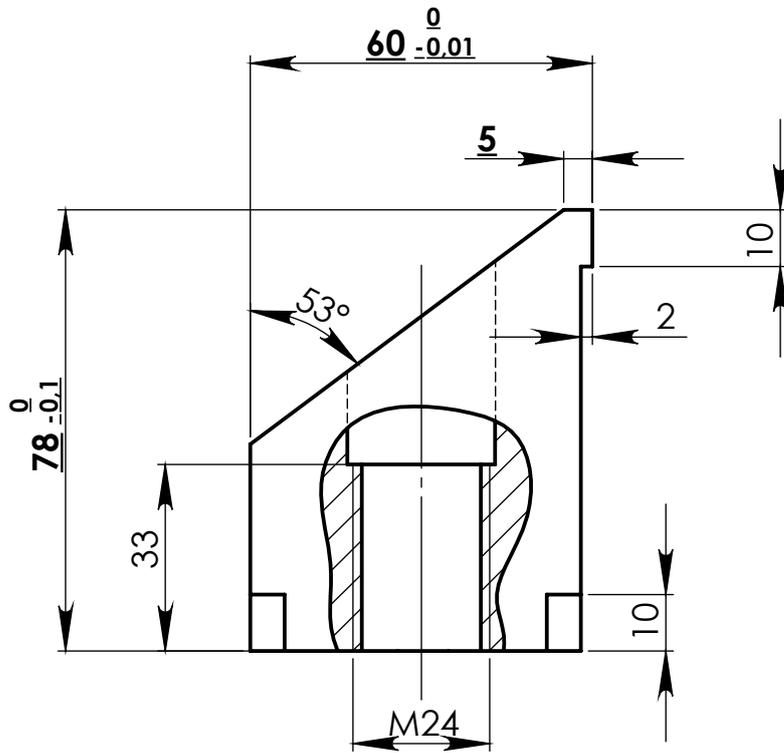
1.12	4	COLONNE DE GUIDAGE	42CD4	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		Planche N° 05
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

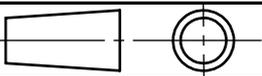


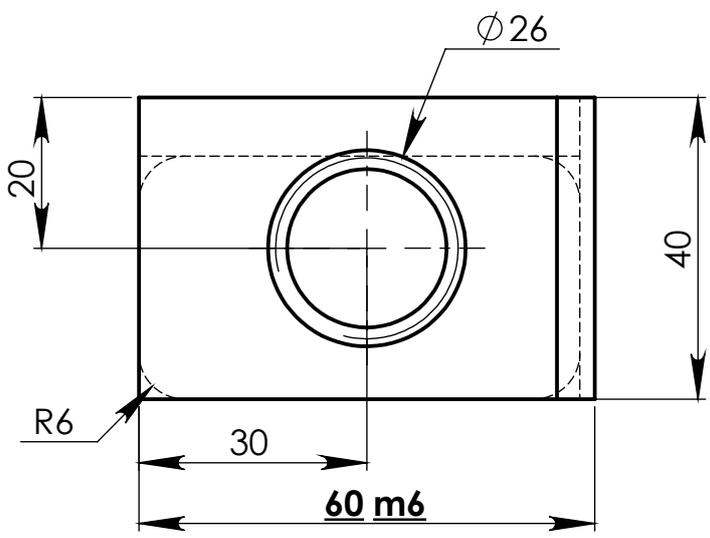
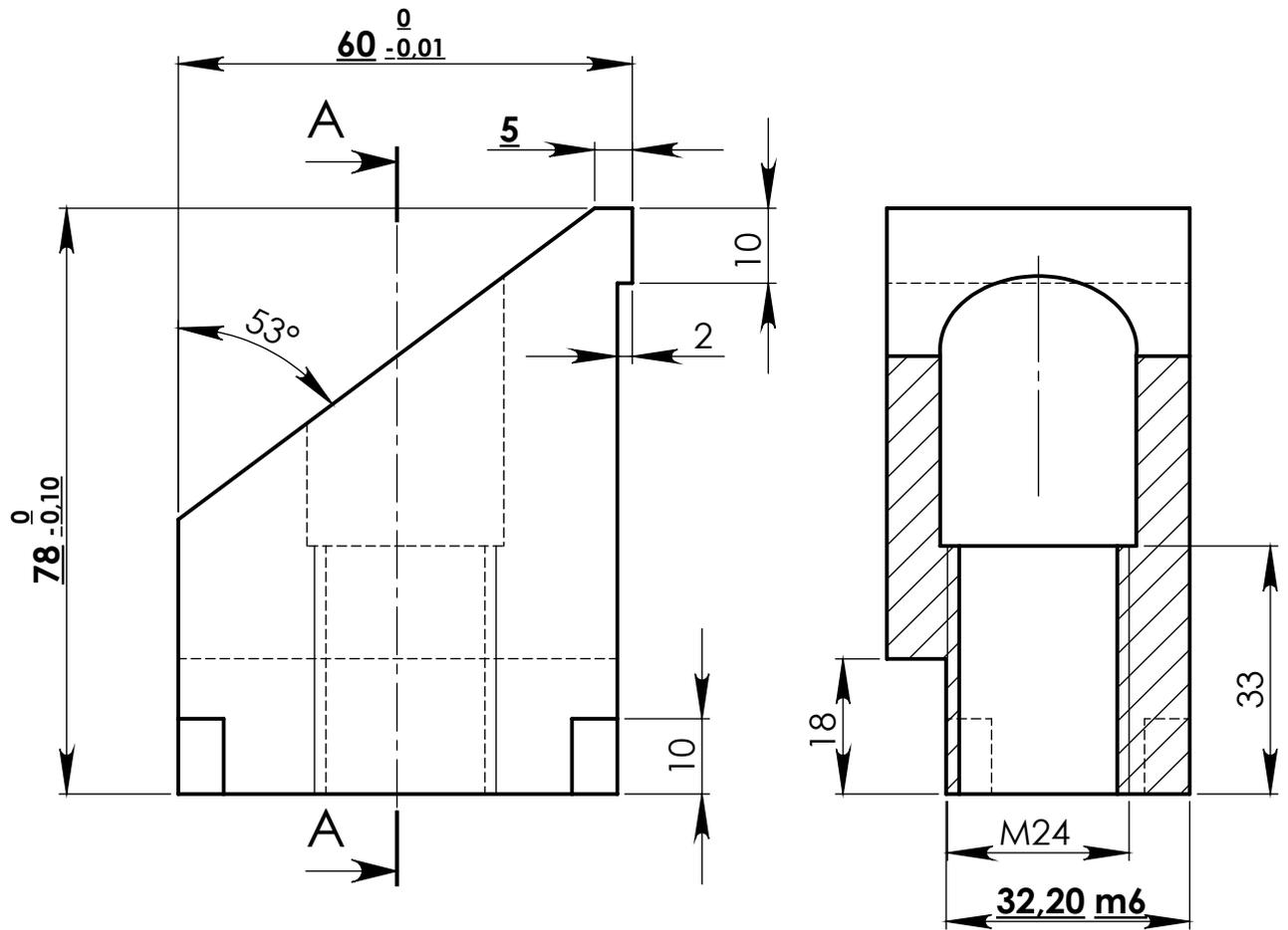
COUPE A-A  
ECHELLE 3 : 4



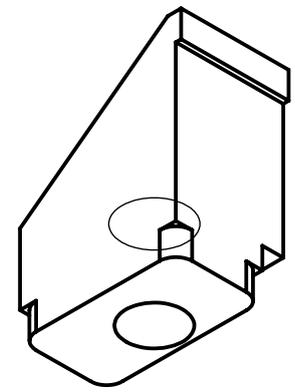
04	2	COUPE CHUTE 1	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 3/4		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		PLANCHE N° 06
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

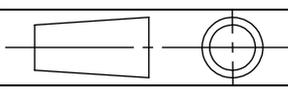


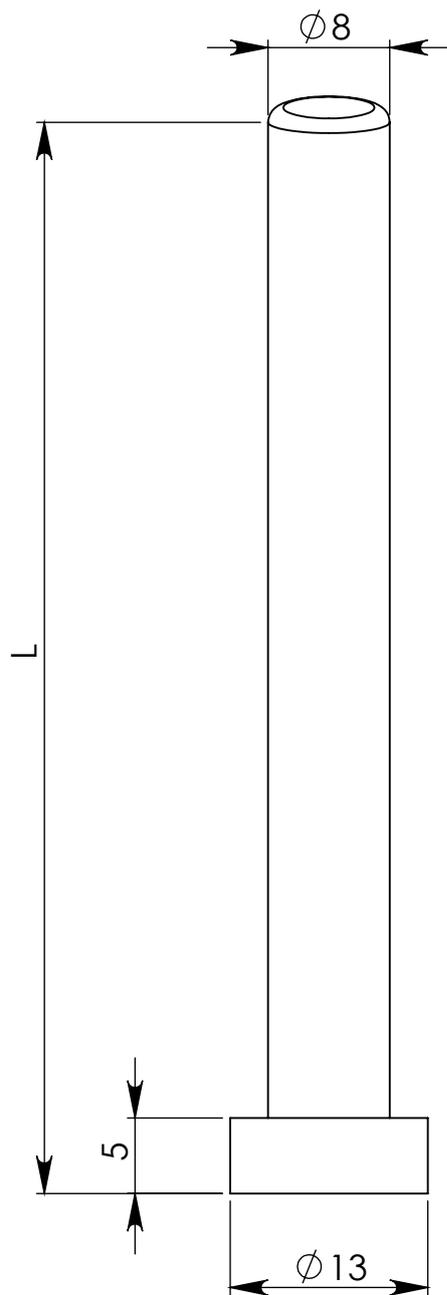
03	4	COUPE CHUTE 2	Z 200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 3/4		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		PLANCHE N° 07
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



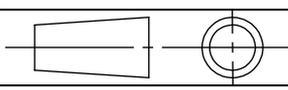
COUPE A-A

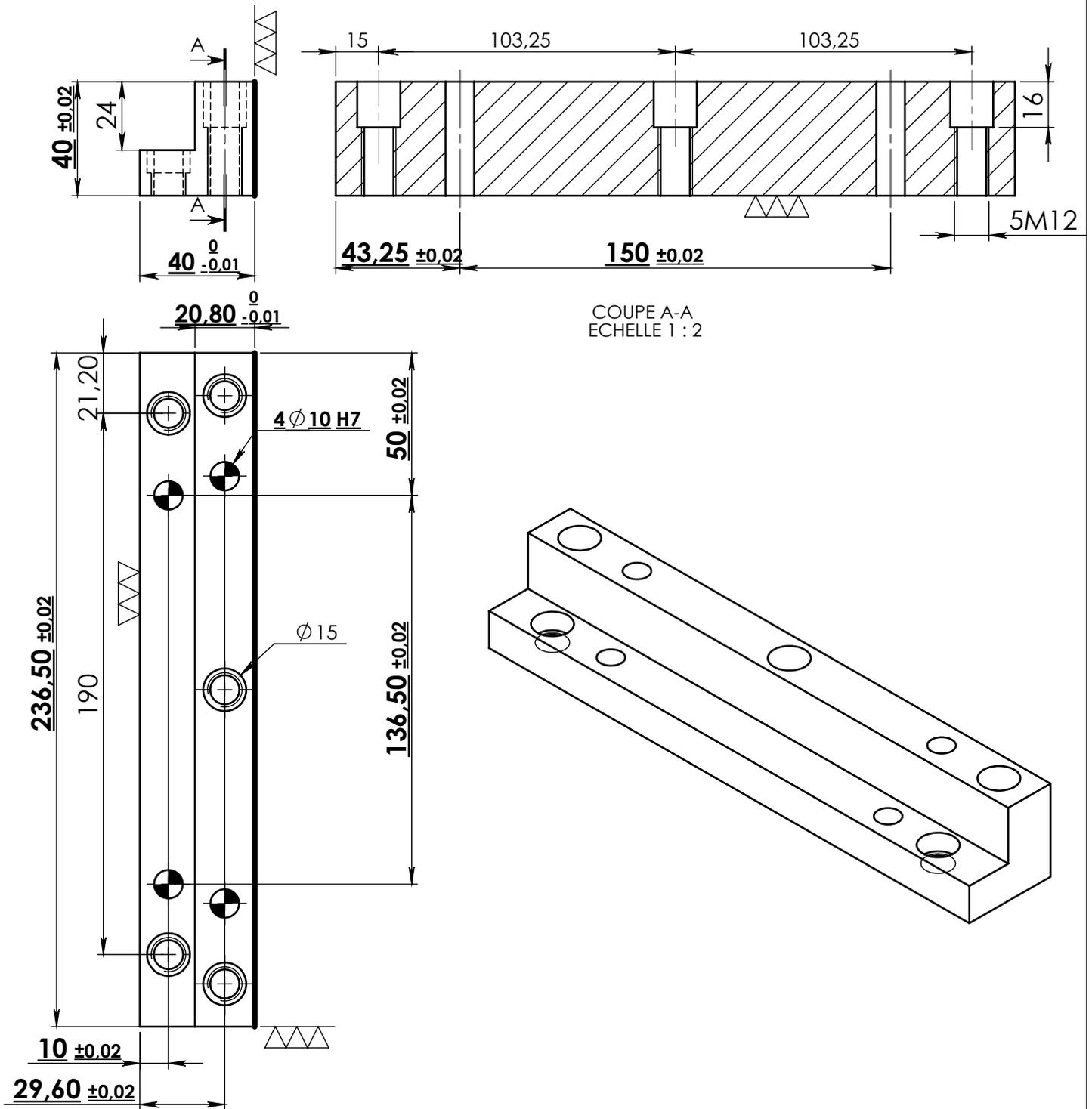


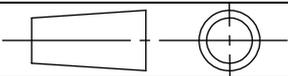
05	2	COUPE CHUTE	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 3/4		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		PLANCHE N° 08
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

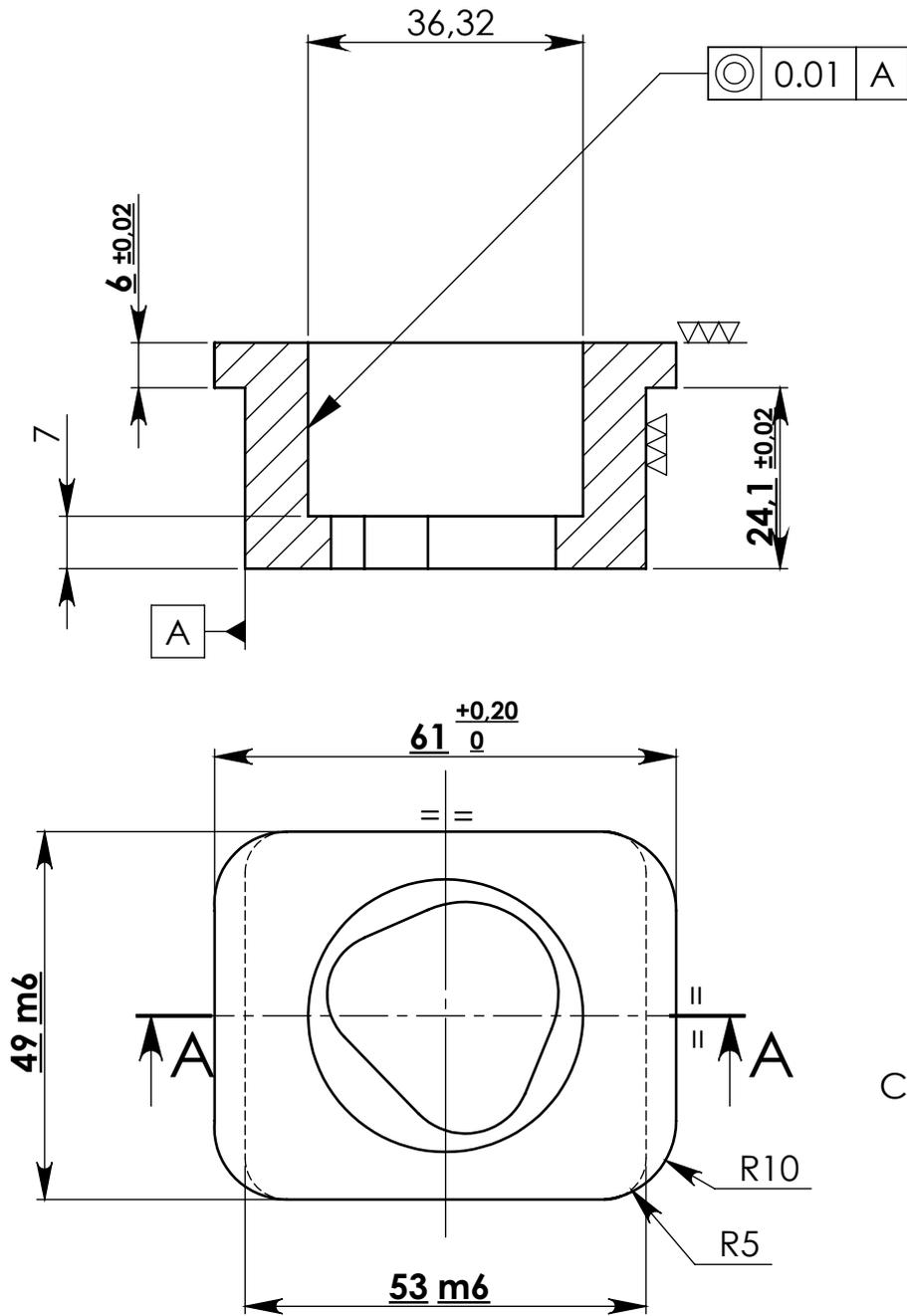


L	64	71
Qté	02	02

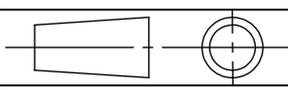
1.15	4	EJECTEUR PIECE	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARTIE INFERIEUR	Planche N° 09	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

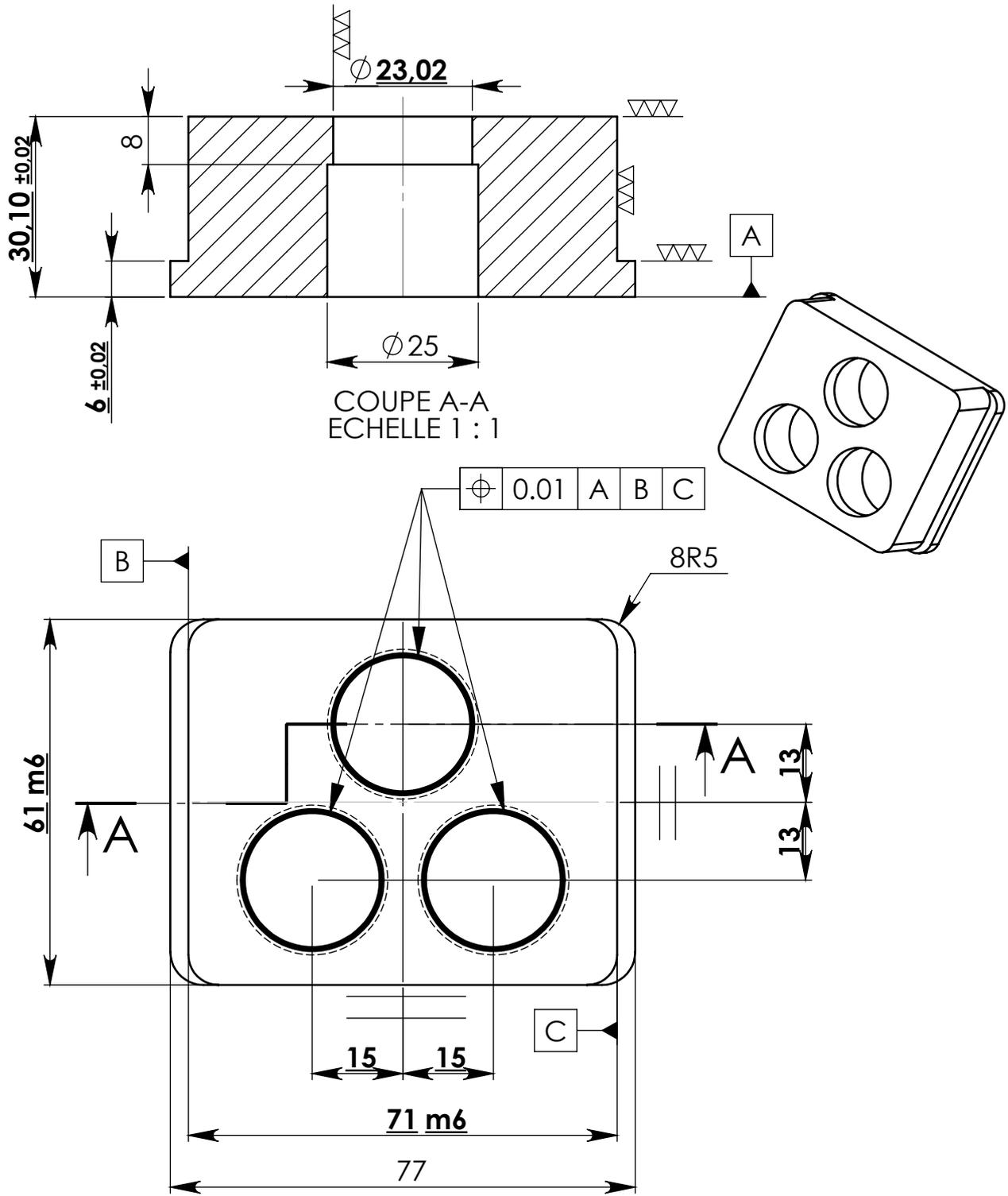


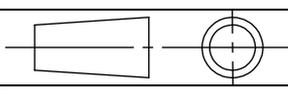
1.14	4	LAME 1	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/2		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		Planche N° 10
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

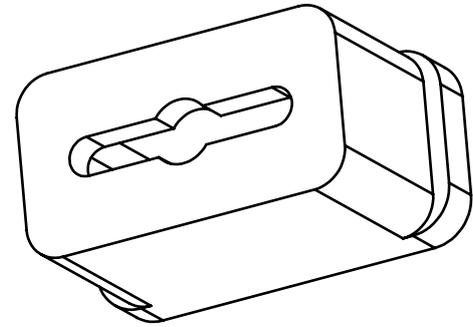
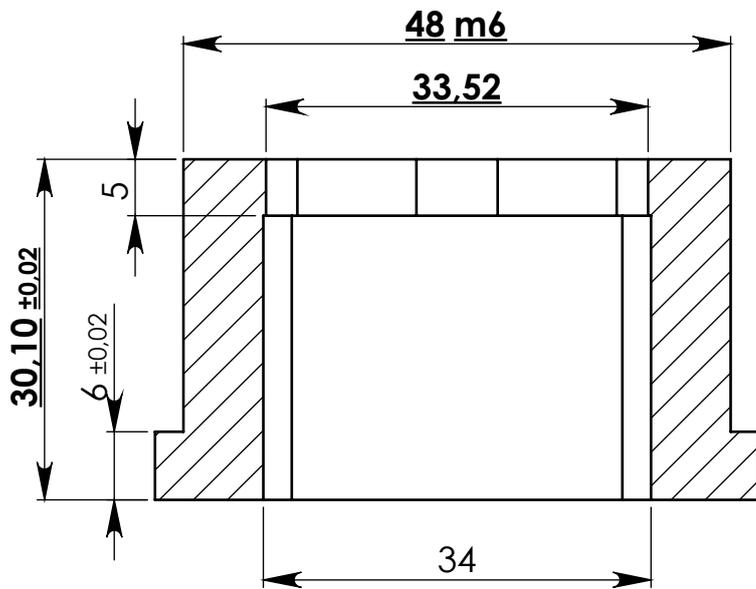


COUPE A-A

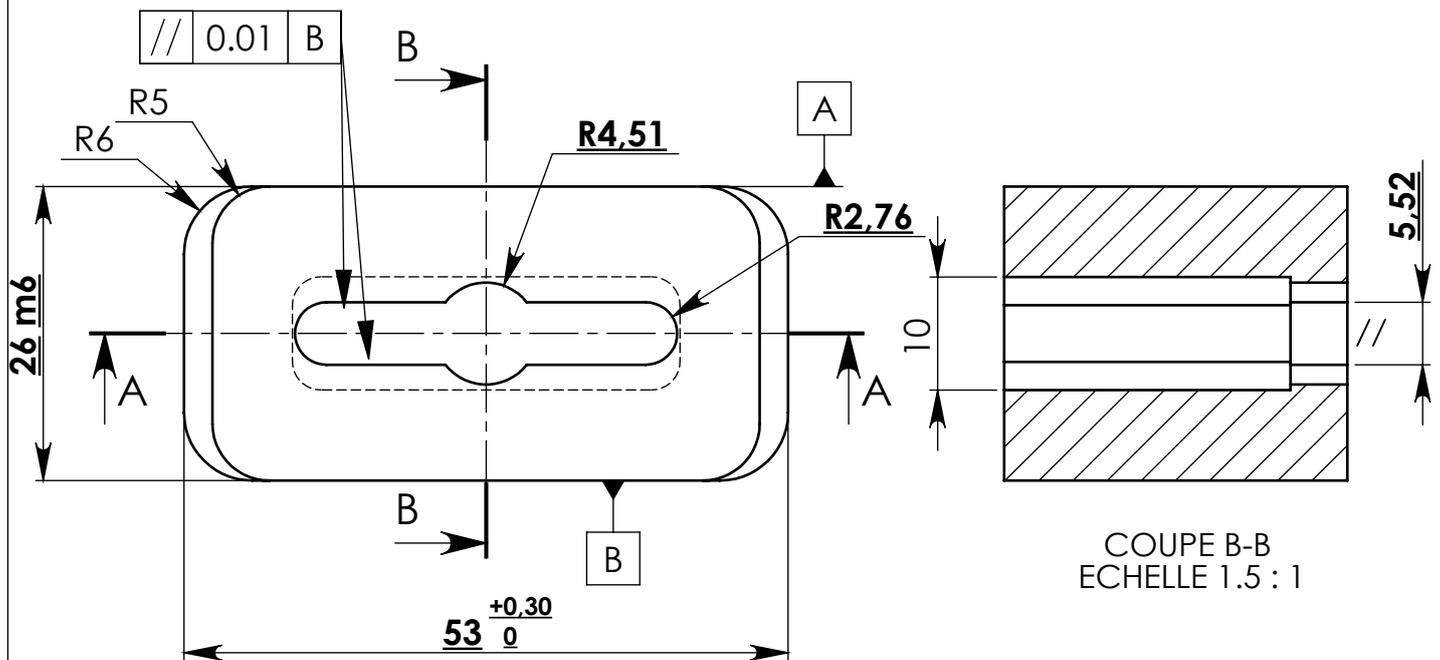
1.25	1	MATRICE RAPPORTEE 1	X155 Cr V Mo 12.1	/
REP	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
			<b>PARTIE INFERIEUR</b>	<b>Planche N° 11</b>
		<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



1.5	1	MATRICE RAPPOREE 2	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/2		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		Planche N° 12
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

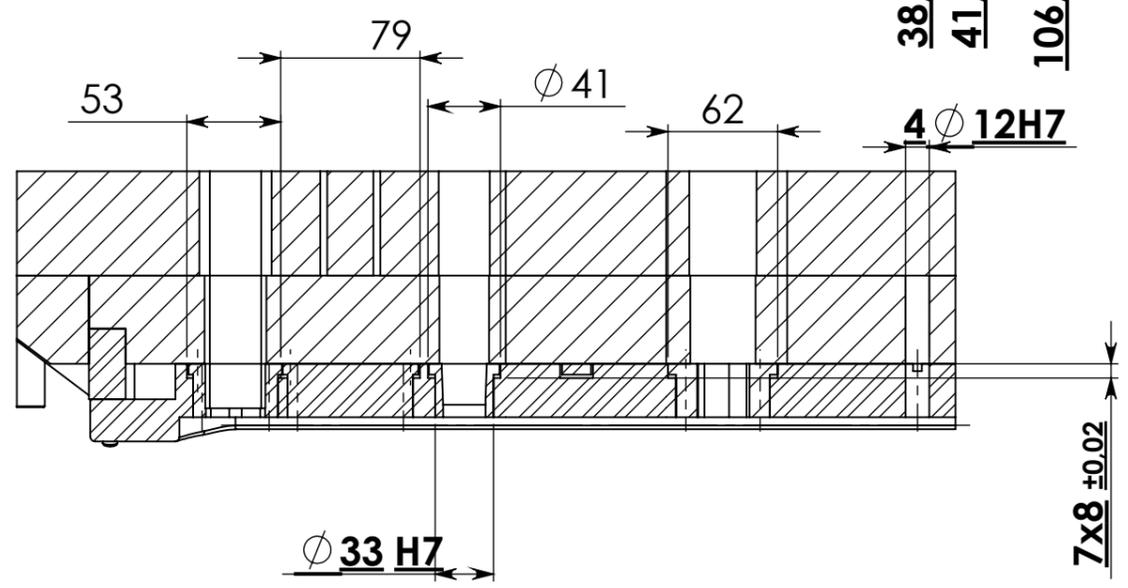
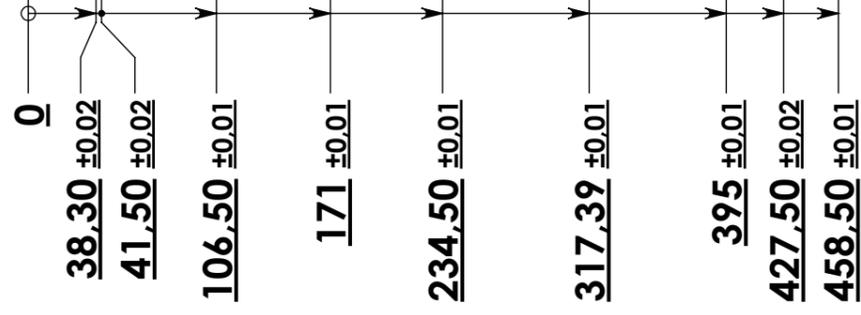
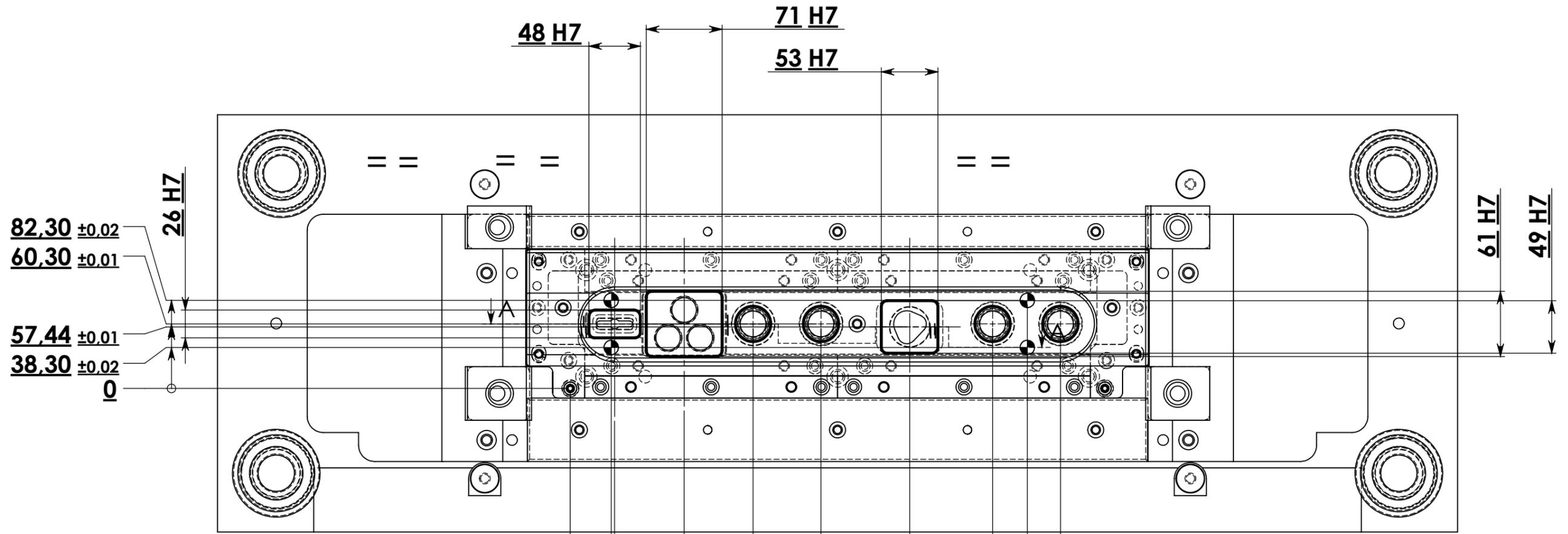


COUPE A-A  
ECHELLE 1.5 : 1



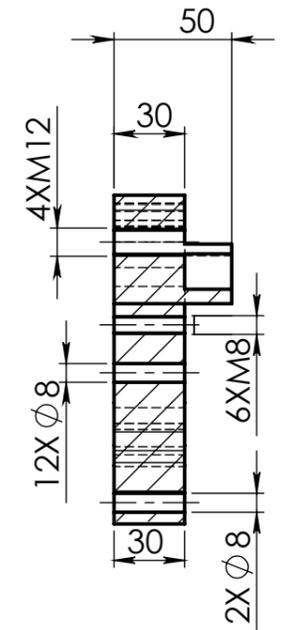
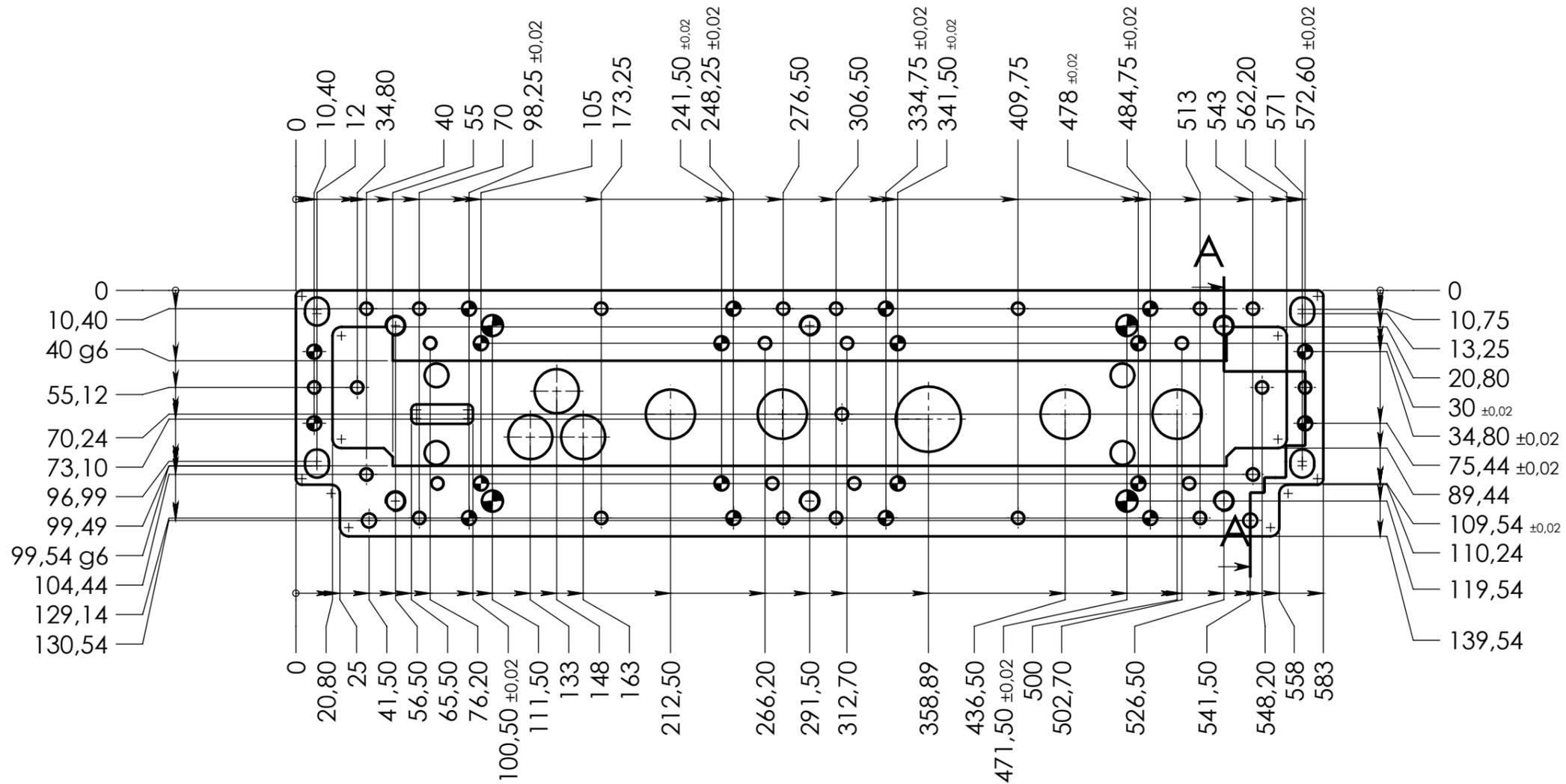
COUPE B-B  
ECHELLE 1.5 : 1

1.4	1	MATRICE RAPPORTEE 3	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR	Planche N° 13	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	



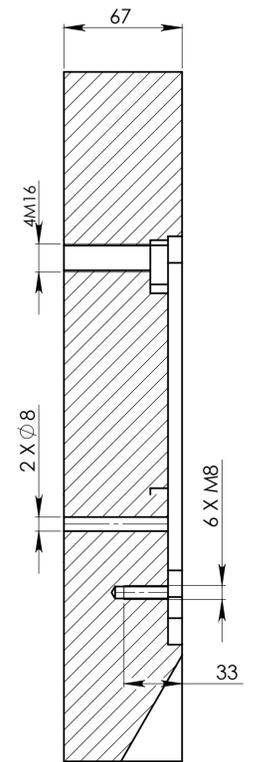
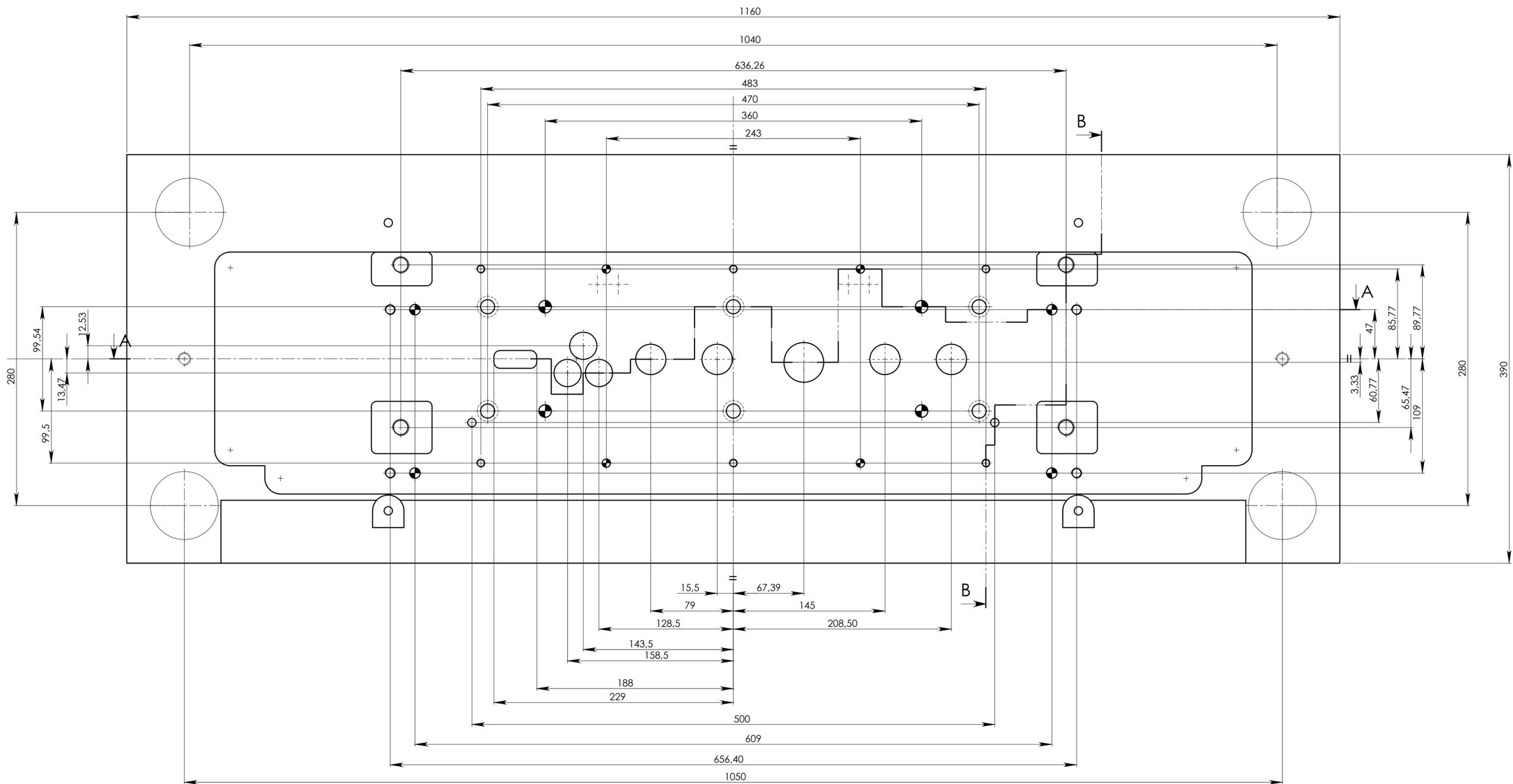
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 4

01	1	PARTIE INFERIEUR	XC 48	/
REP	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
		Echelle: 1/4	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	
			PARTIE INFERIEUR	Realiser par: C.hocine B.ziad
		A3	FGC DGM UMMTO	Planche N° 14 MASTER II

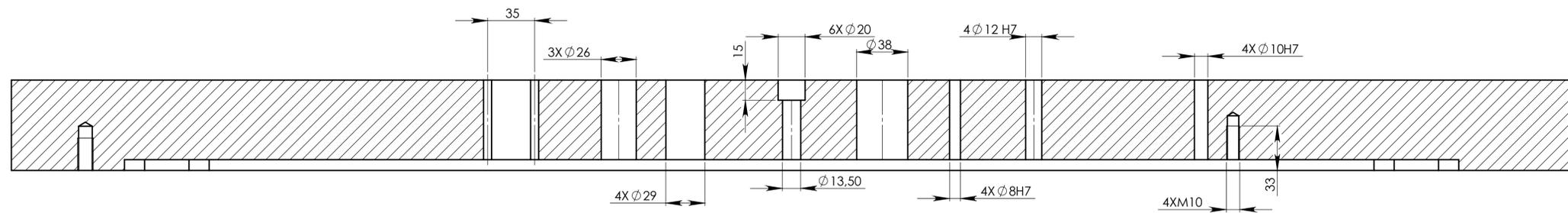


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 3

1.2	1	PORTE LAME	ST 37	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/2		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARTIE INFERIEUR	PLANCHE N° 15	
A3		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

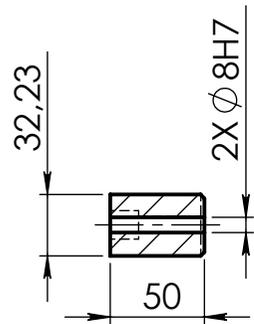


COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 2

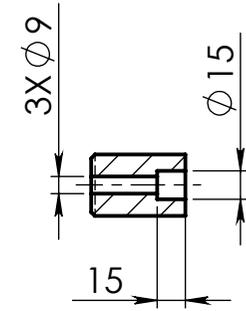
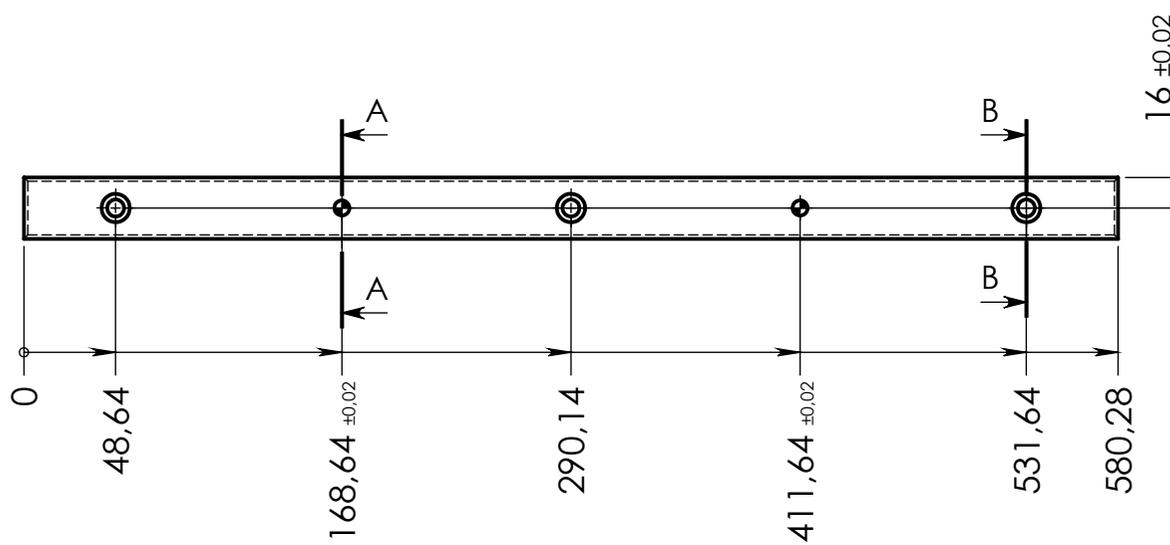


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 2

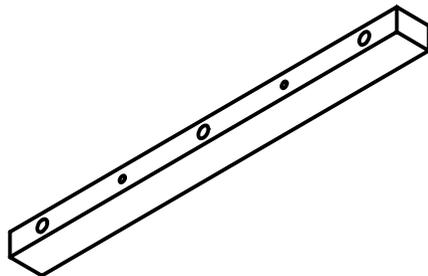
1.1	1	SEMELLE INFERIEUR	xc 48	/
REP NBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle:	1/2	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
	A2	PARTIE INFERIEUR	PLANCHE N° 16	
		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

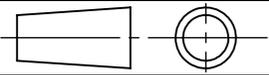


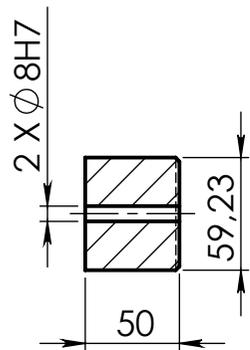
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 4



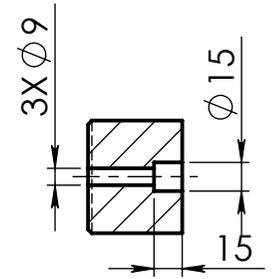
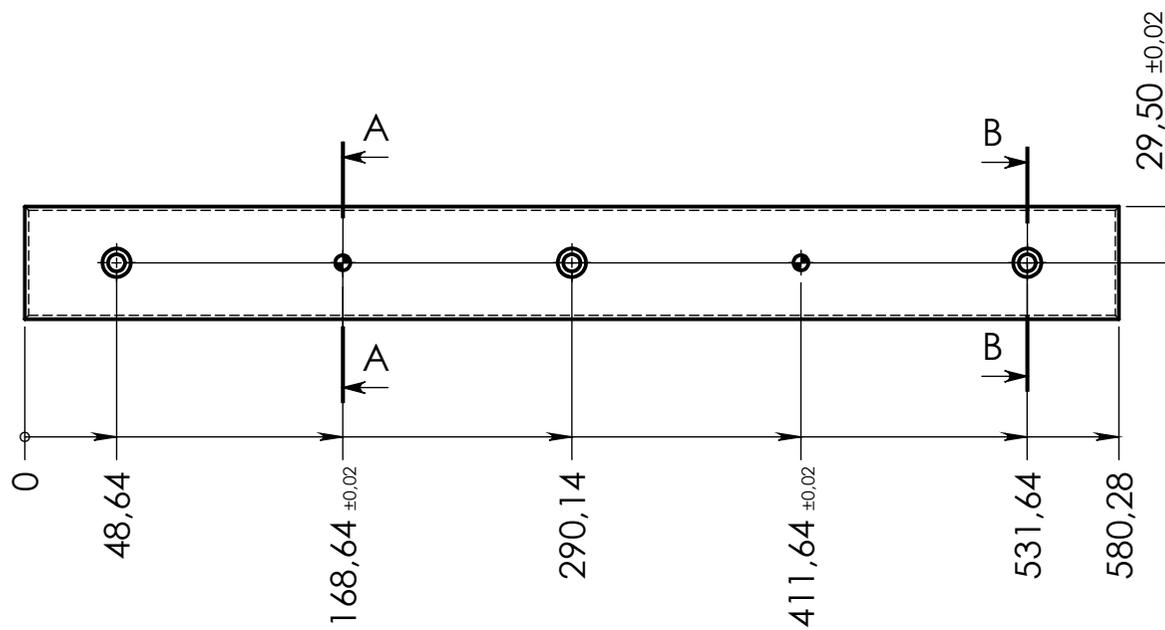
COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 4



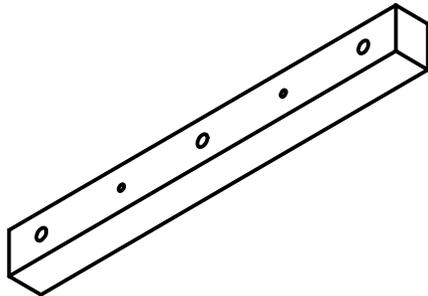
1.8	1	SUPPORT 2	XC 48	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/5		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR	PLANCHE N° 17	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

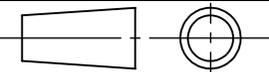


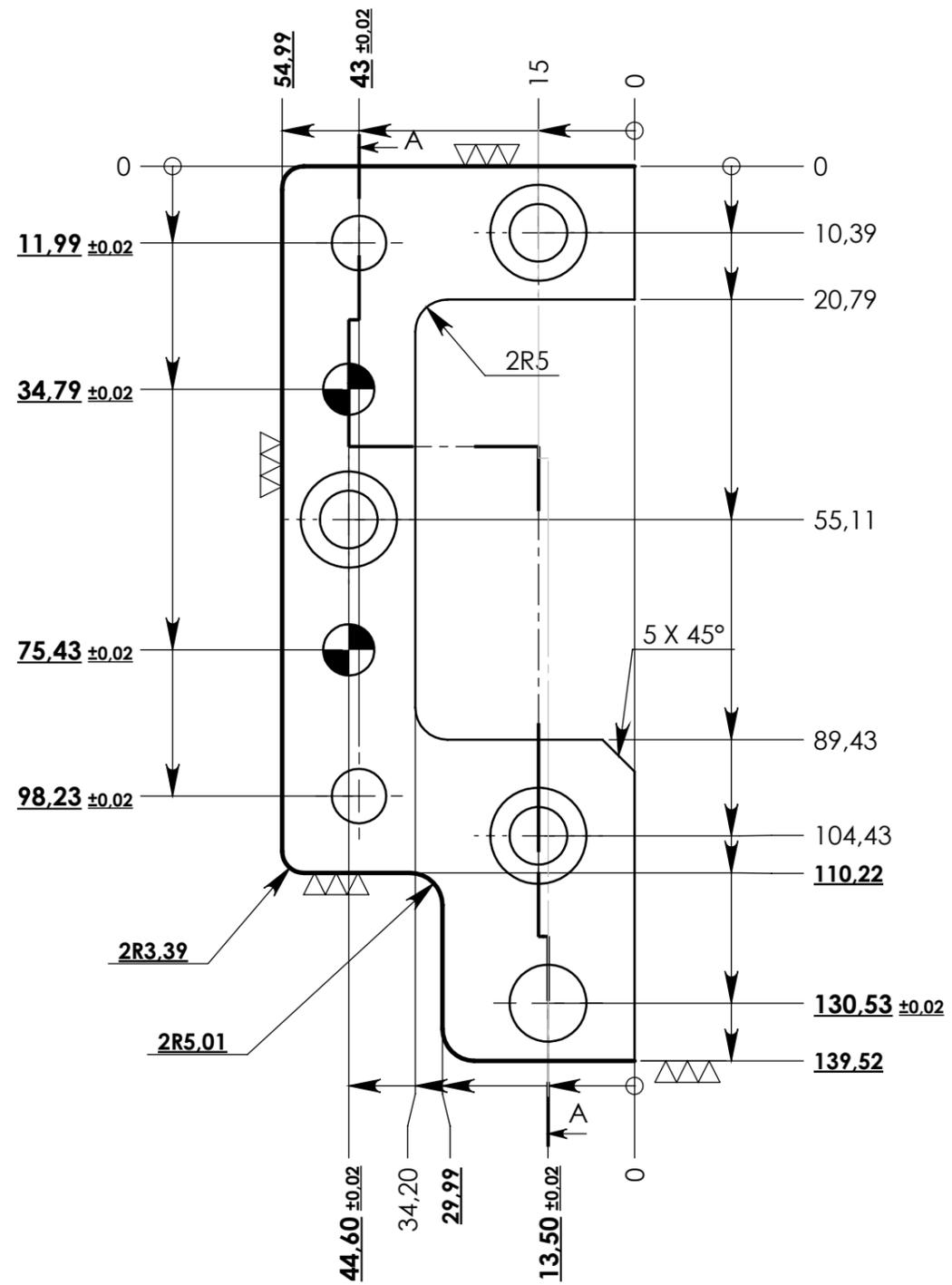
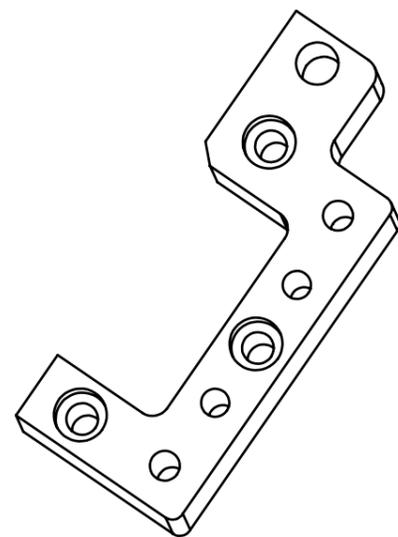
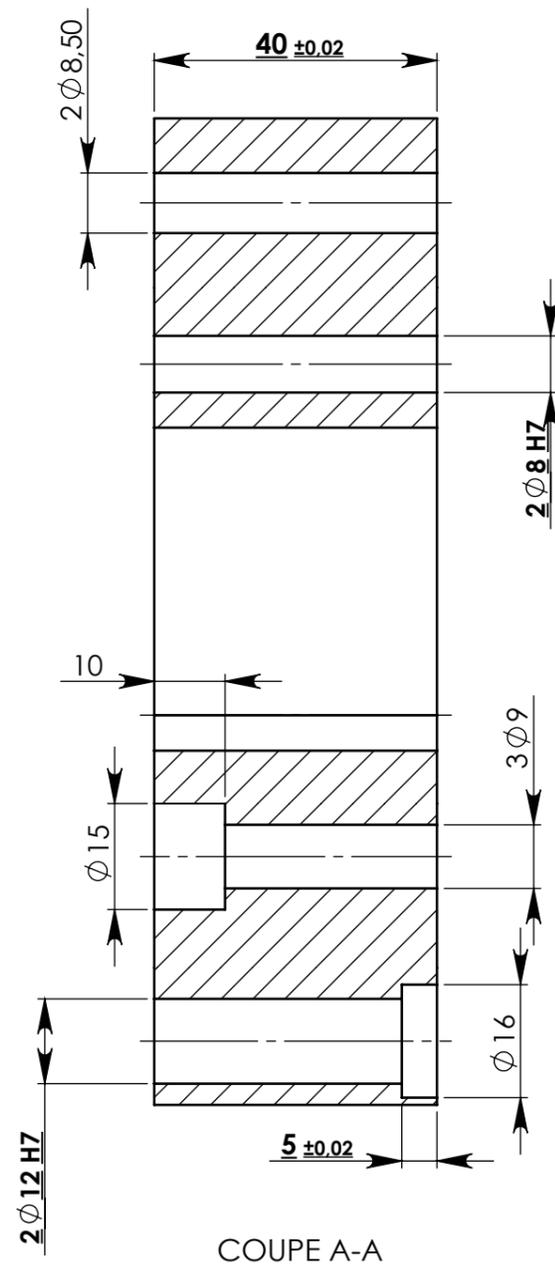
SECTION A-A  
ECHELLE 1 : 4



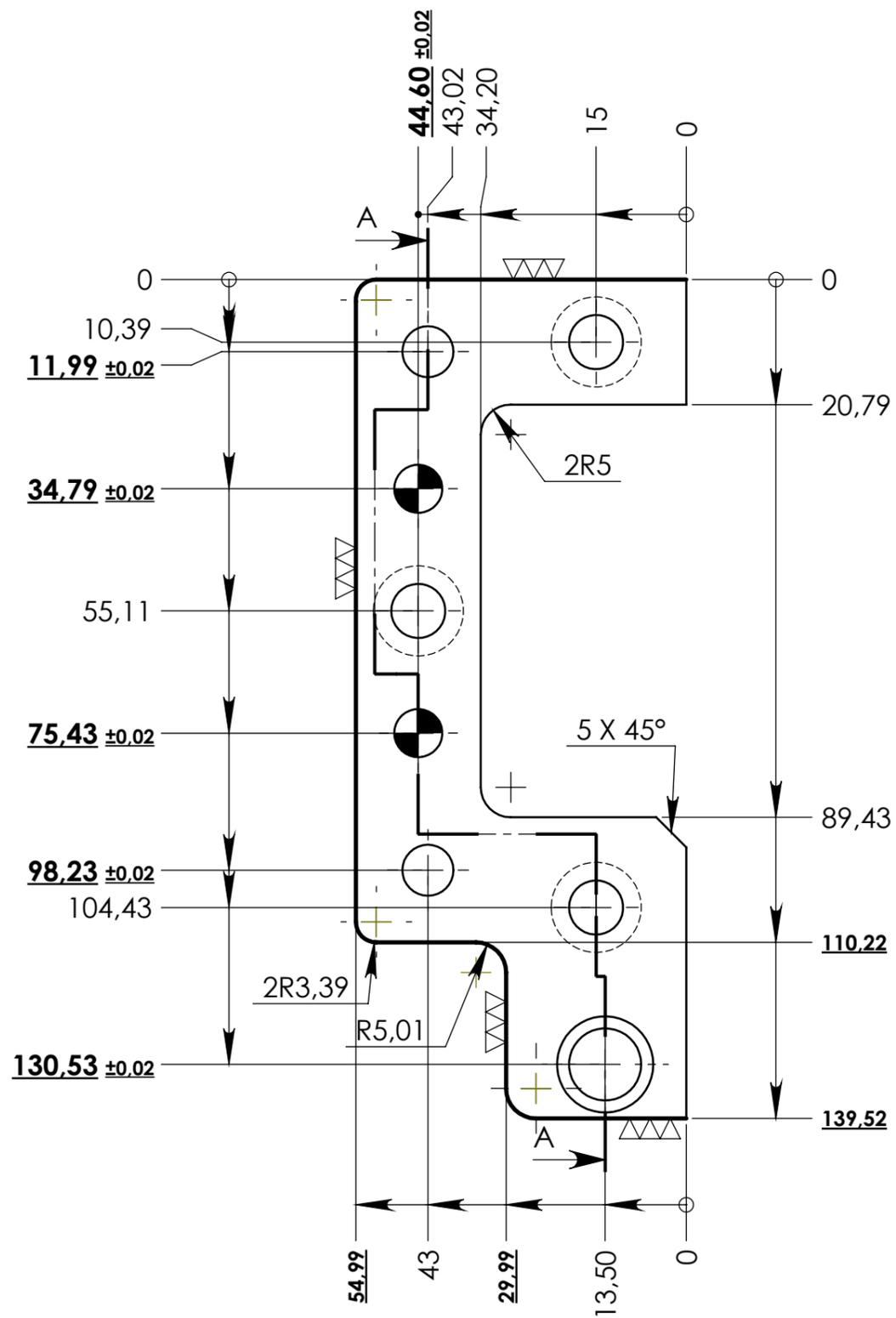
COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 4



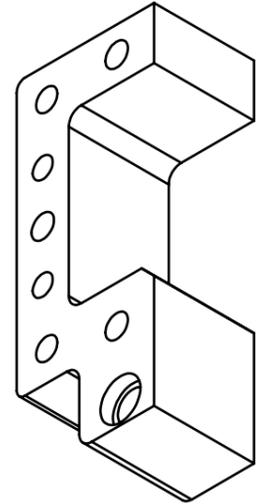
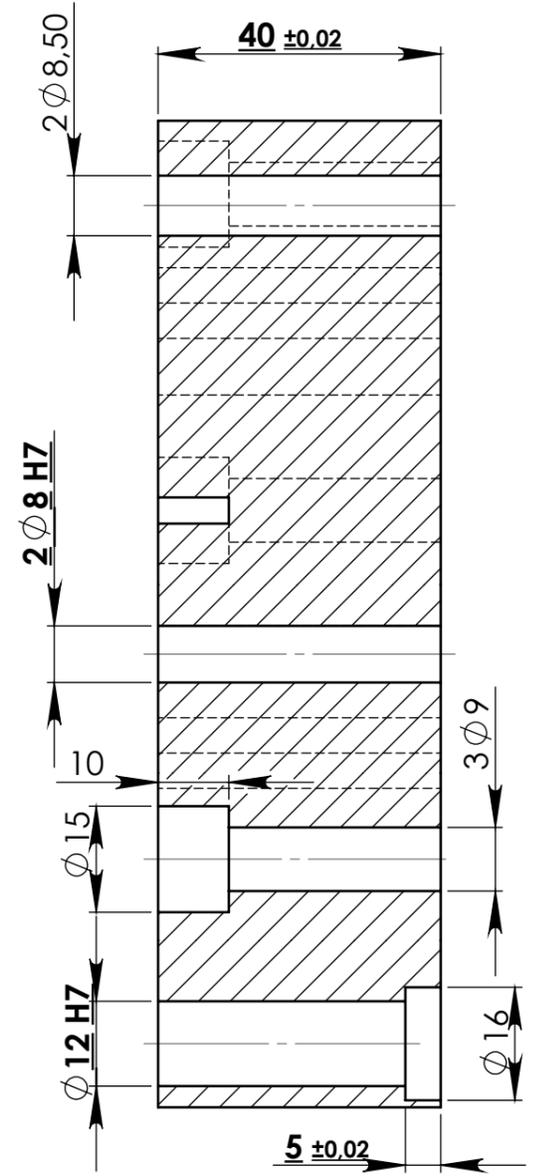
1.7	1	SUPPORT 4	XC 48	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/4		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARTIE INFERIEUR	PLANCHE N° 18	
A4		FGC DGM UMMTO	MASTER II	



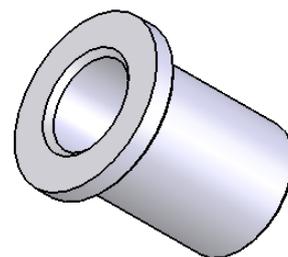
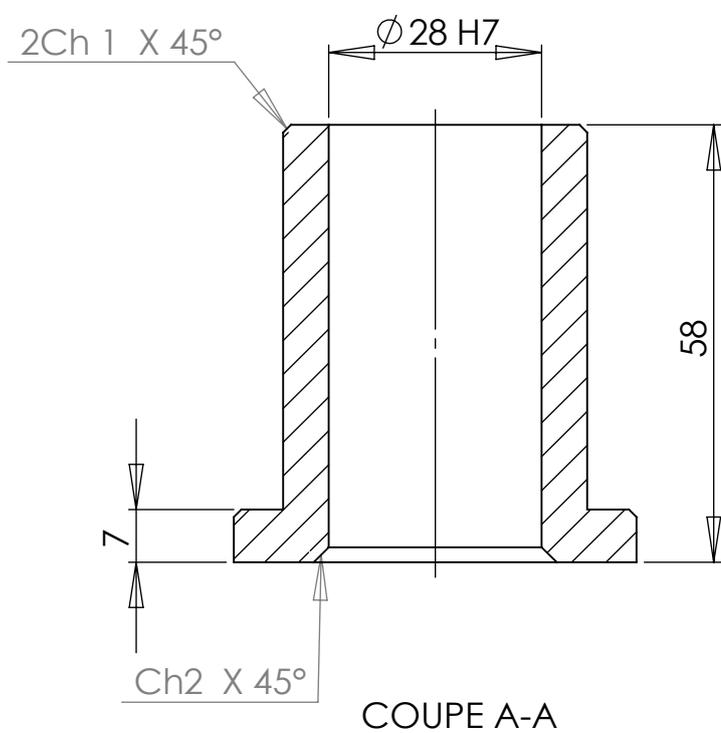
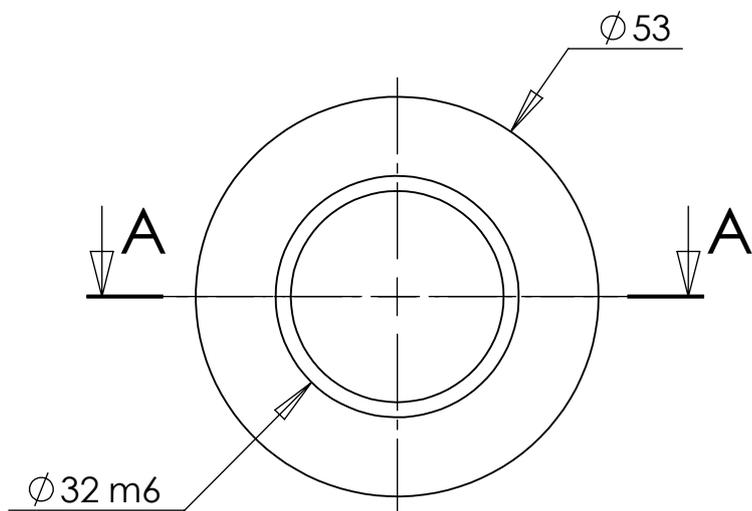
1.20	1	SYMETRIE LAME 1	Z 200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle:	1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE INFERIEUR		Planche N° 19
A3		FGC DGM UMMTO		MASTER II

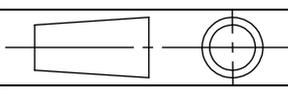


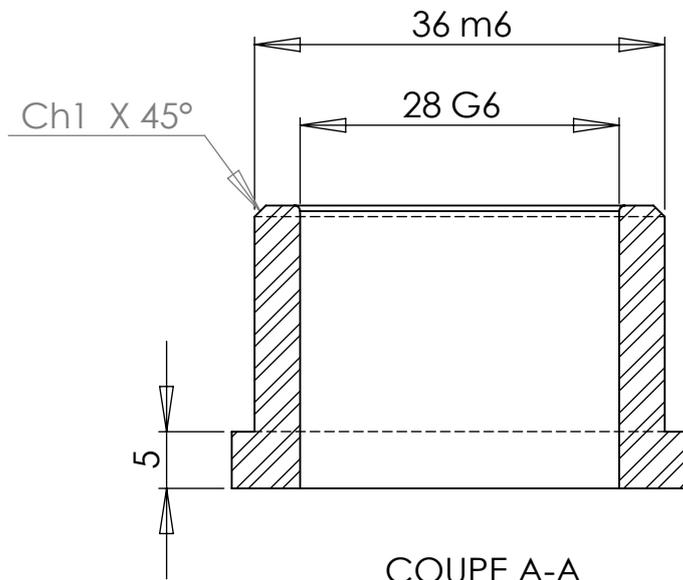
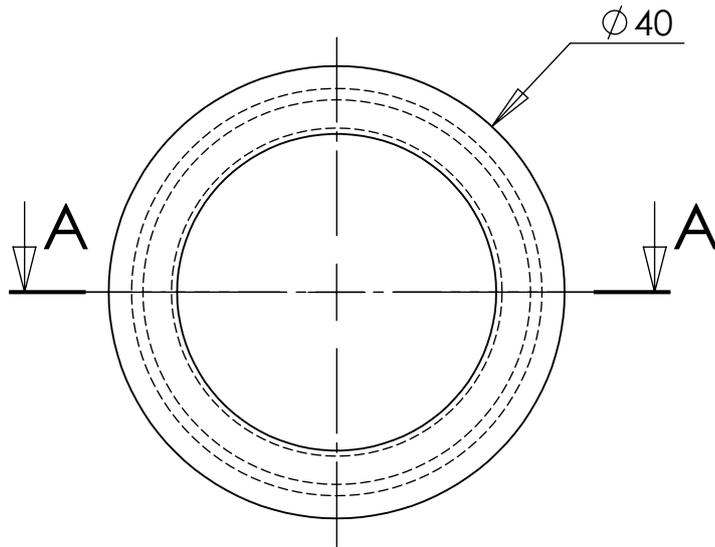
COUPE A-A



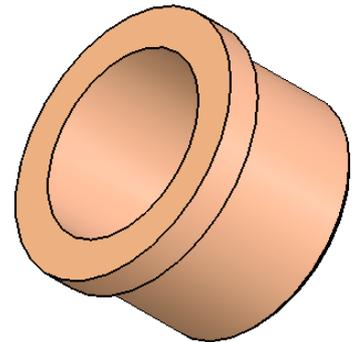
1.3	1	SYMETRIE LAME 2	Z 200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARTIE INFERIEUR	PLANCHE N° 20	
A3		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

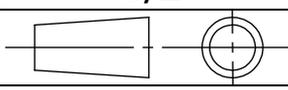


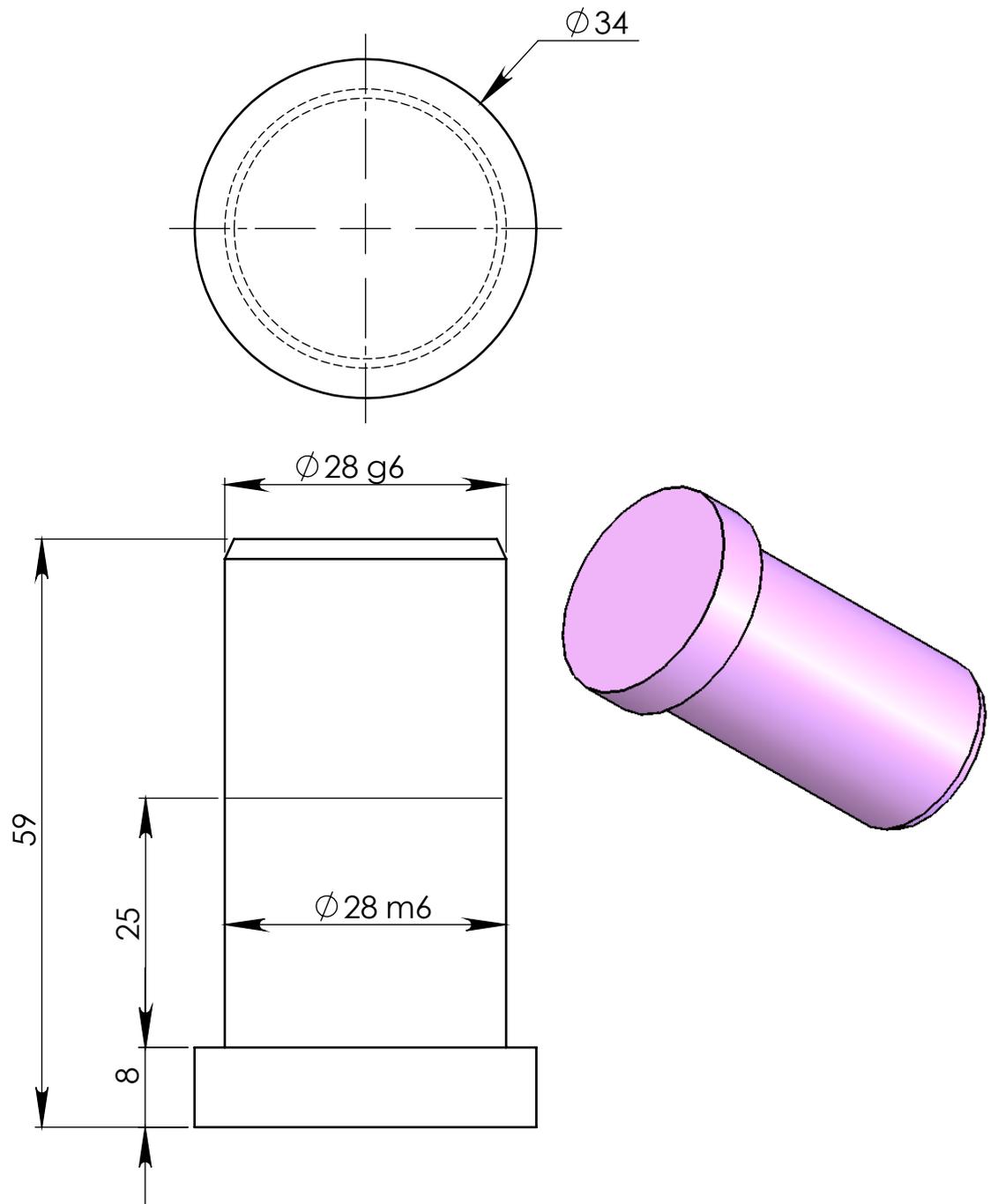
2.7	1	BAGUE DE CENTRAGE	Z 200 C12	/
REP	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.zaid
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 21
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

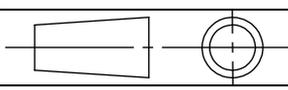


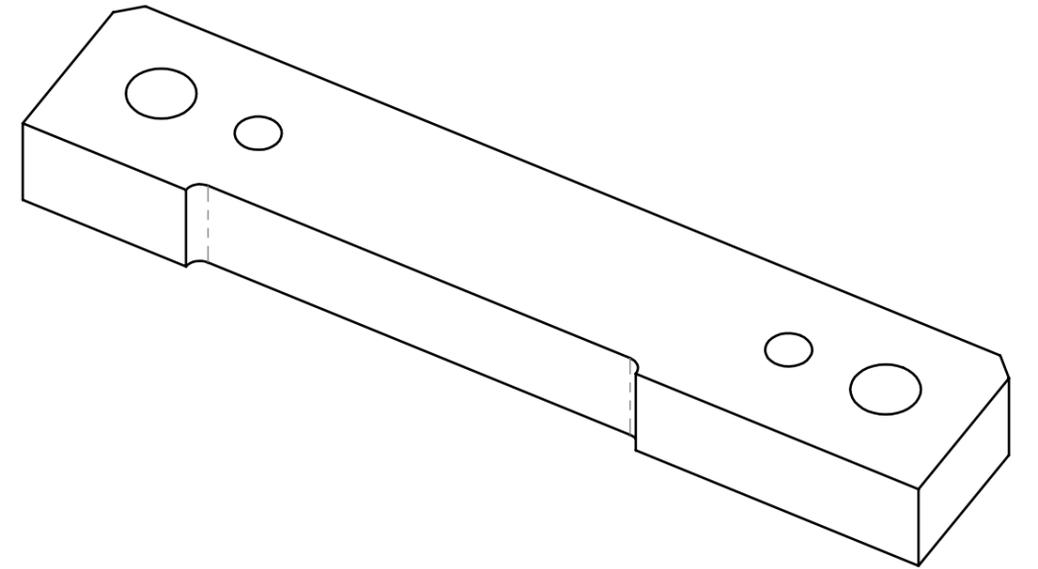
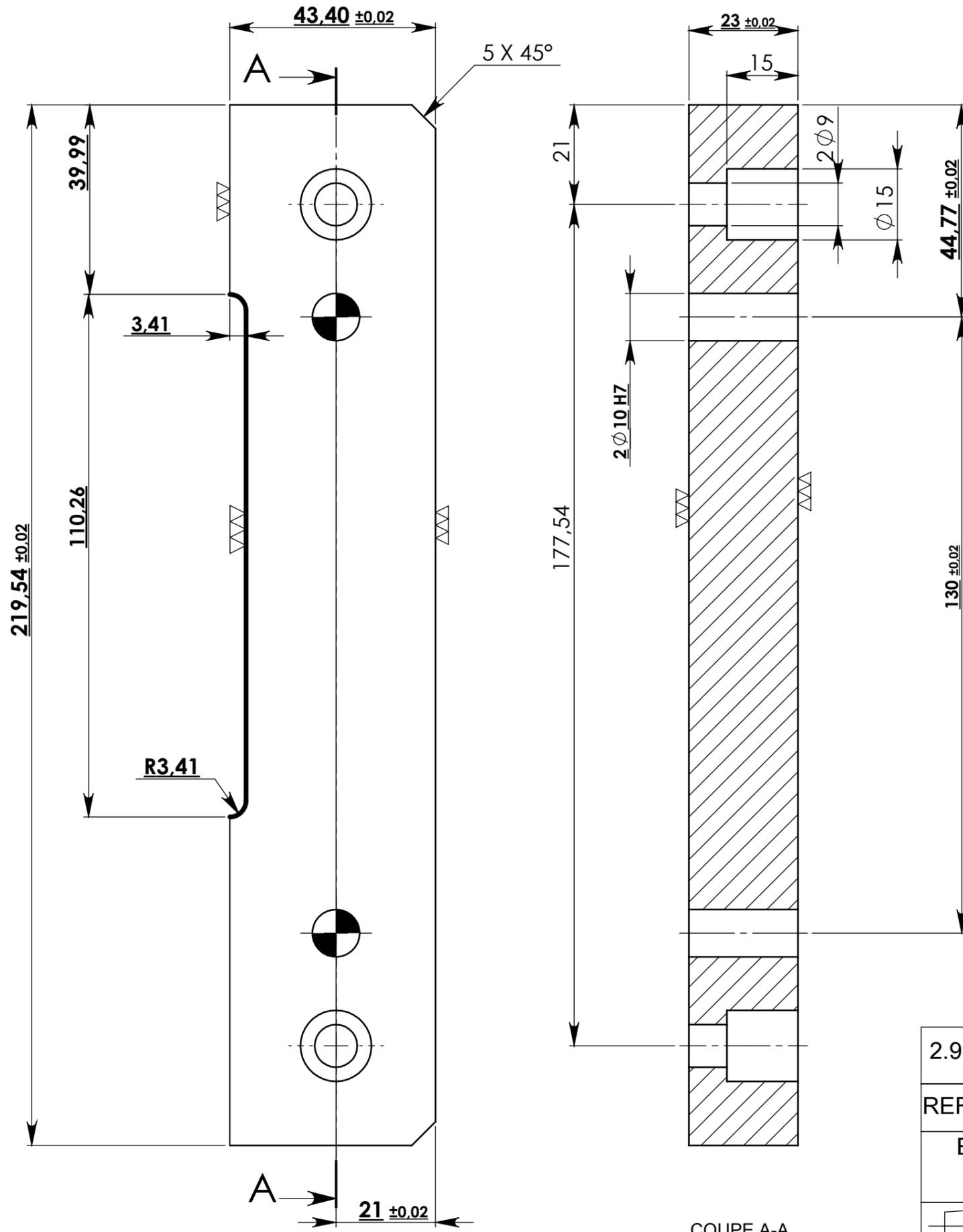
COUPE A-A  
ECHELLE 3 : 2



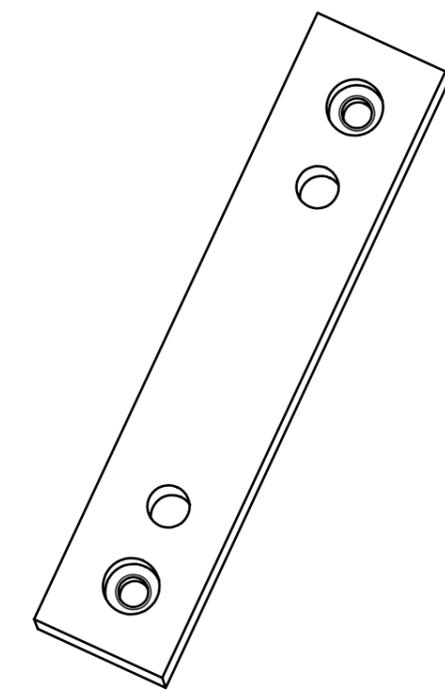
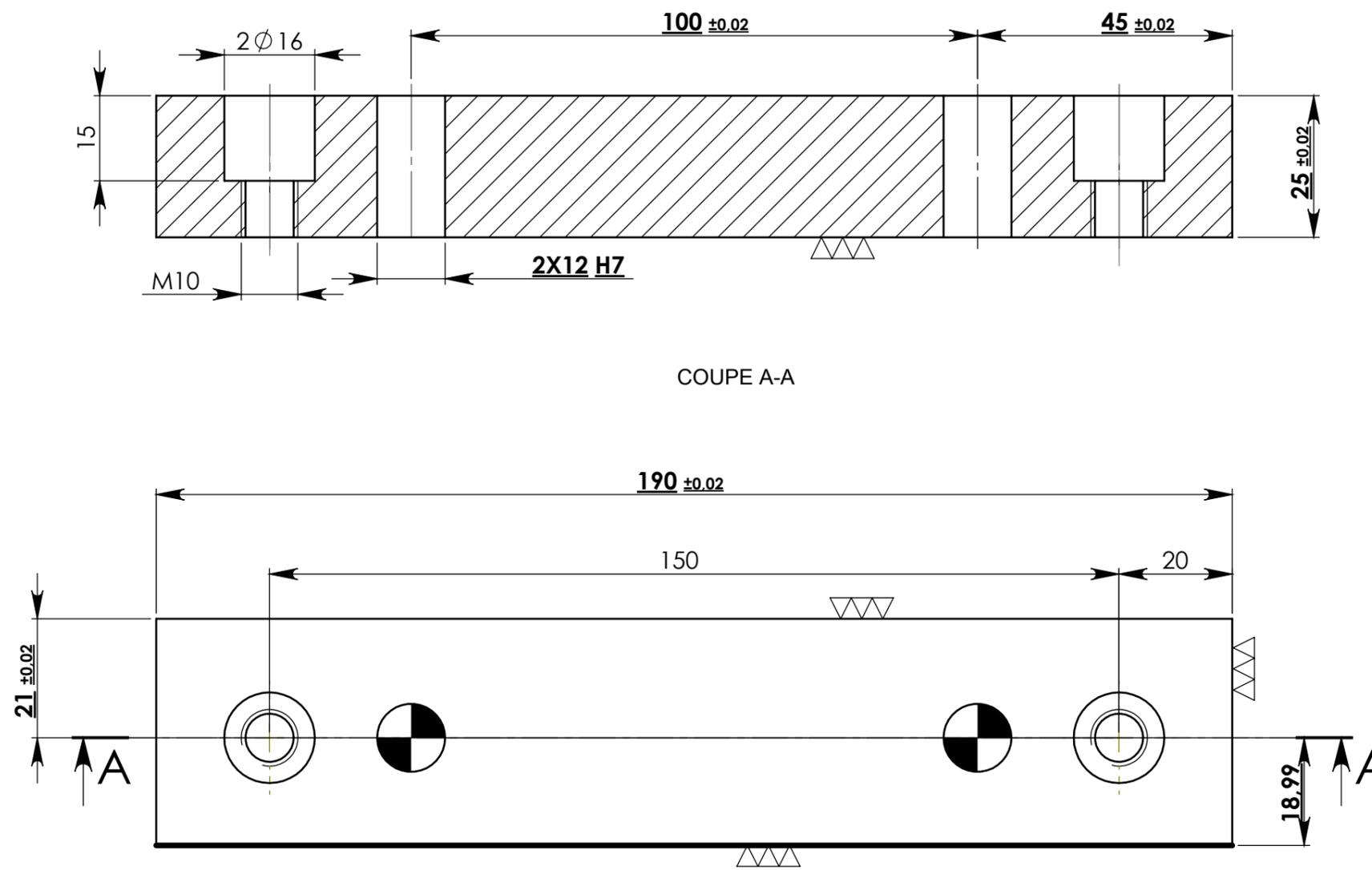
2.16	2	BAGUE DE GUIDAGE	Z 200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 3/2		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 22
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



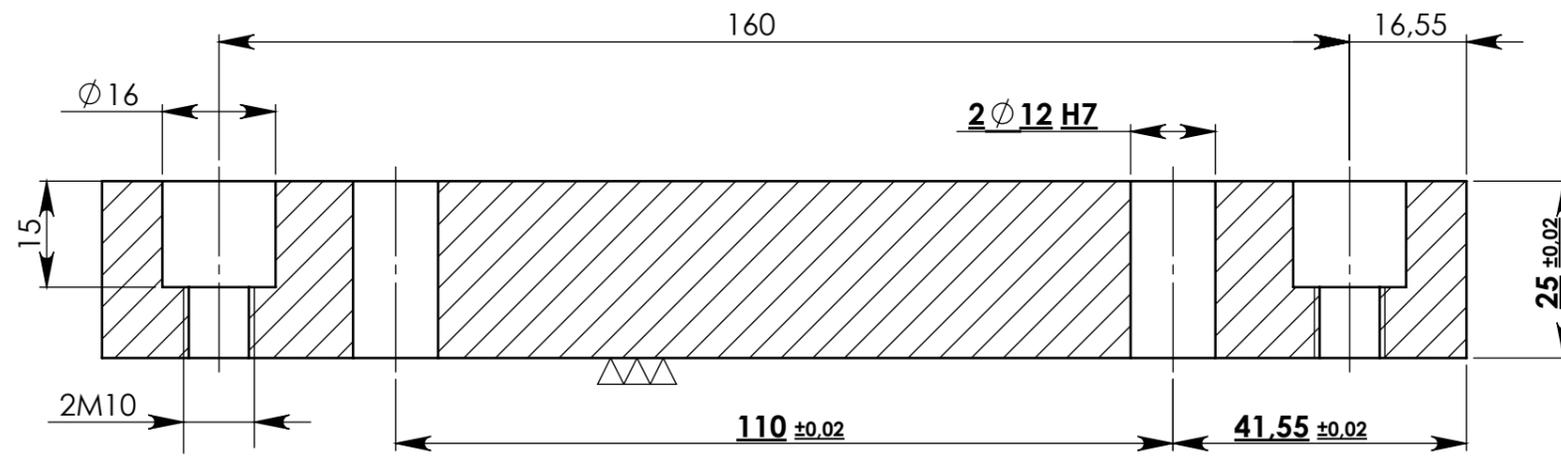
2.15	2	COLONNE SERRE-FLAN	Z 200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		<b>PARTIE SUPERIEUR</b>	<b>Planche N° 23</b>	
<b>A4</b>		<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>	



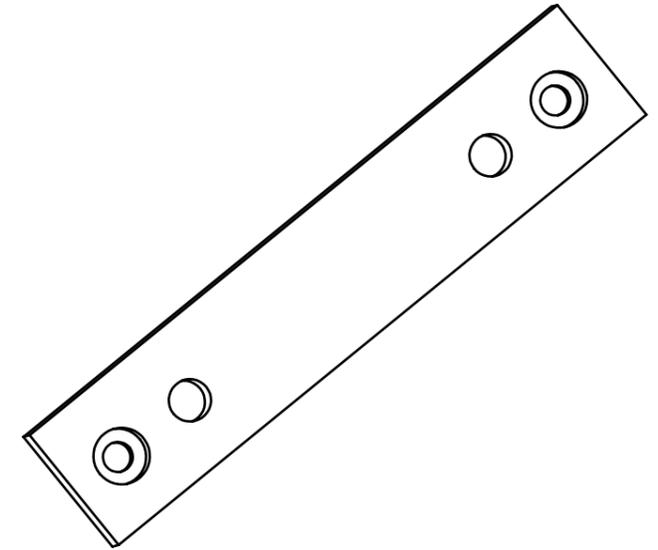
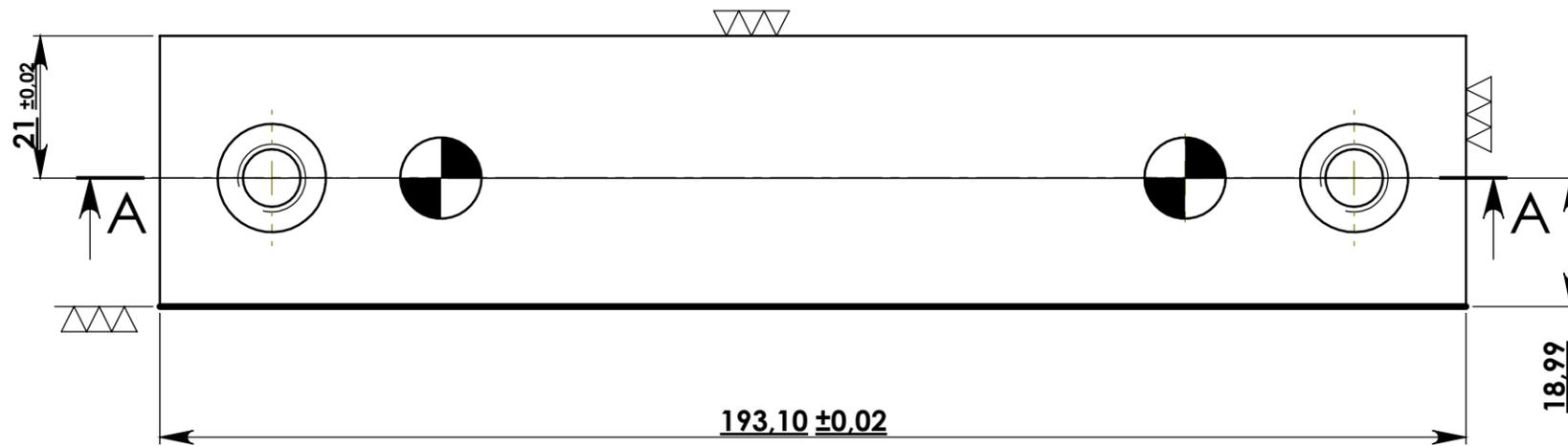
2.9	1	COUTEAU 1	Z200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
A3		PARTIE SUPERIEUR	Planche N° 24	
		FGC DGM UMMTO	MASTER II	



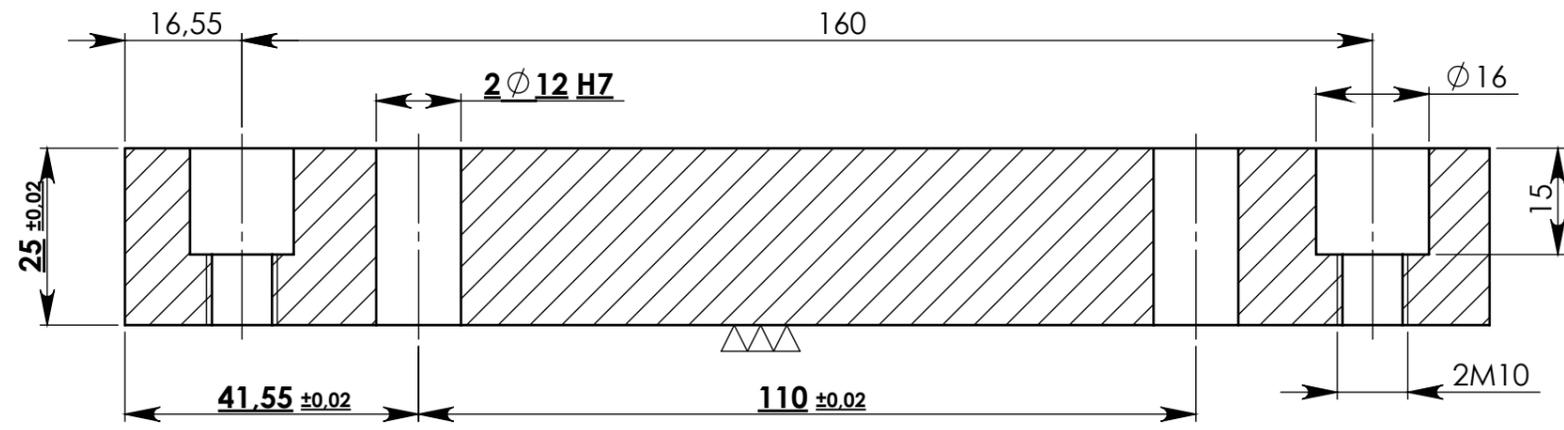
2.17	1	COUTEAU 3	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
A3		PARTIE SUPERIEUR	Planche N° 25	
A3		FGC DGM UMMTO	MASTER II	



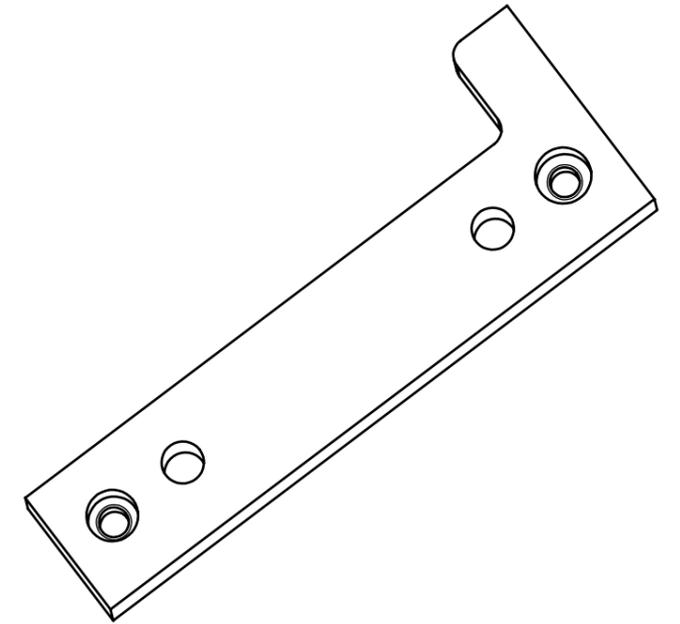
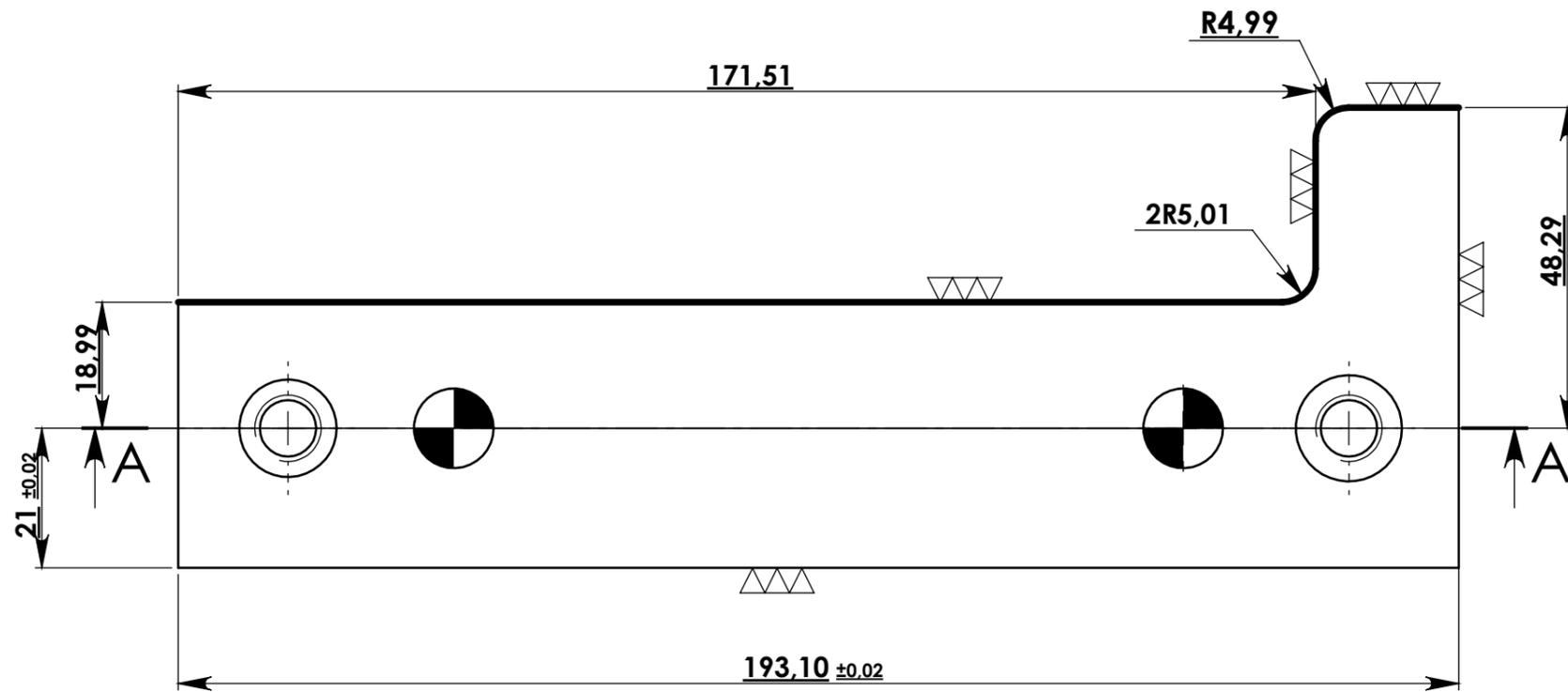
COUPE A-A



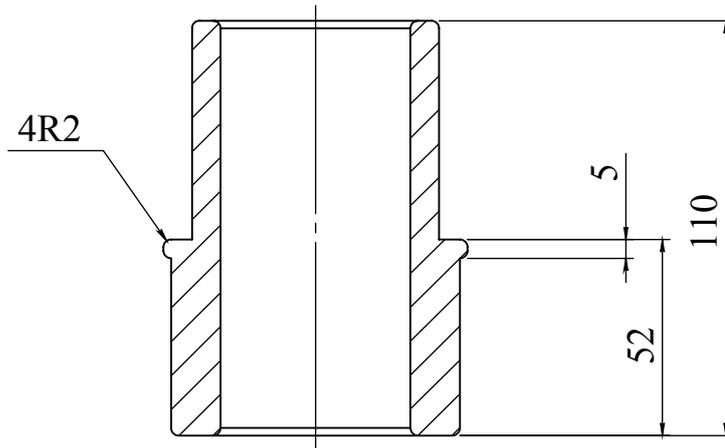
2.12	1	COUTEAU 6	Z200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle:	1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 26
A3		FGC DGM UMMTO		MASTER II



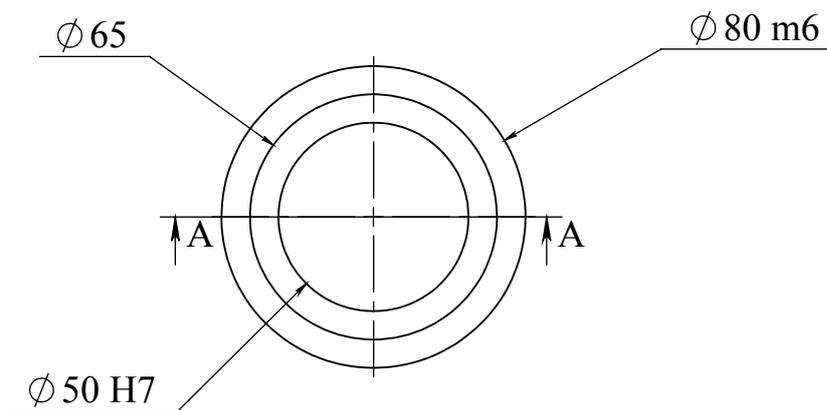
COUPE A-A



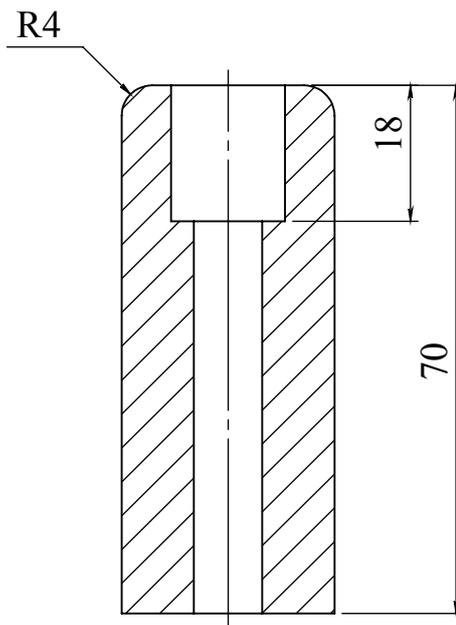
2.10	1	COUTEAU 7	Z200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
	Echelle: 1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 27
	A3	FGC DGM UMMTO		MASTER II



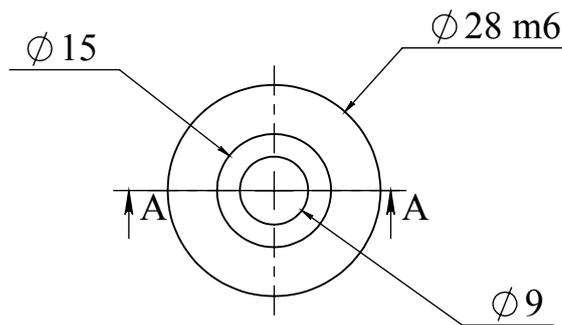
COUPE A-A

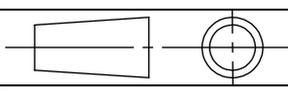


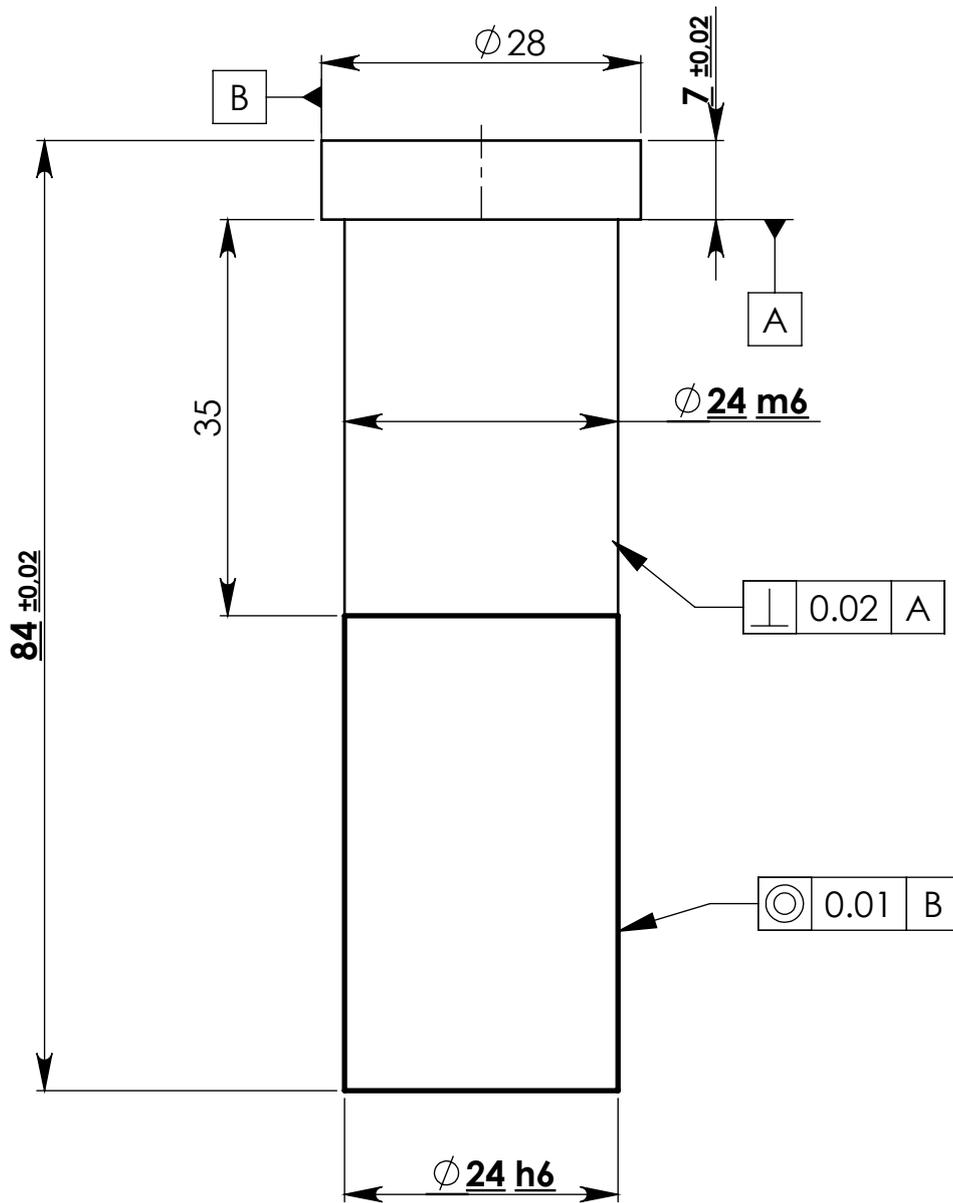
2.14	4	EMBASE	BRANZE	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 28
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



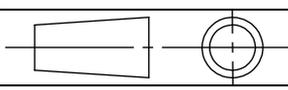
COUPE A-A

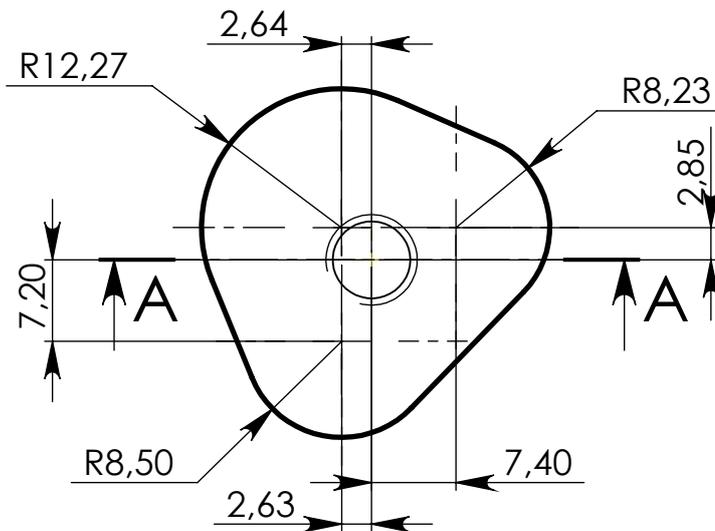
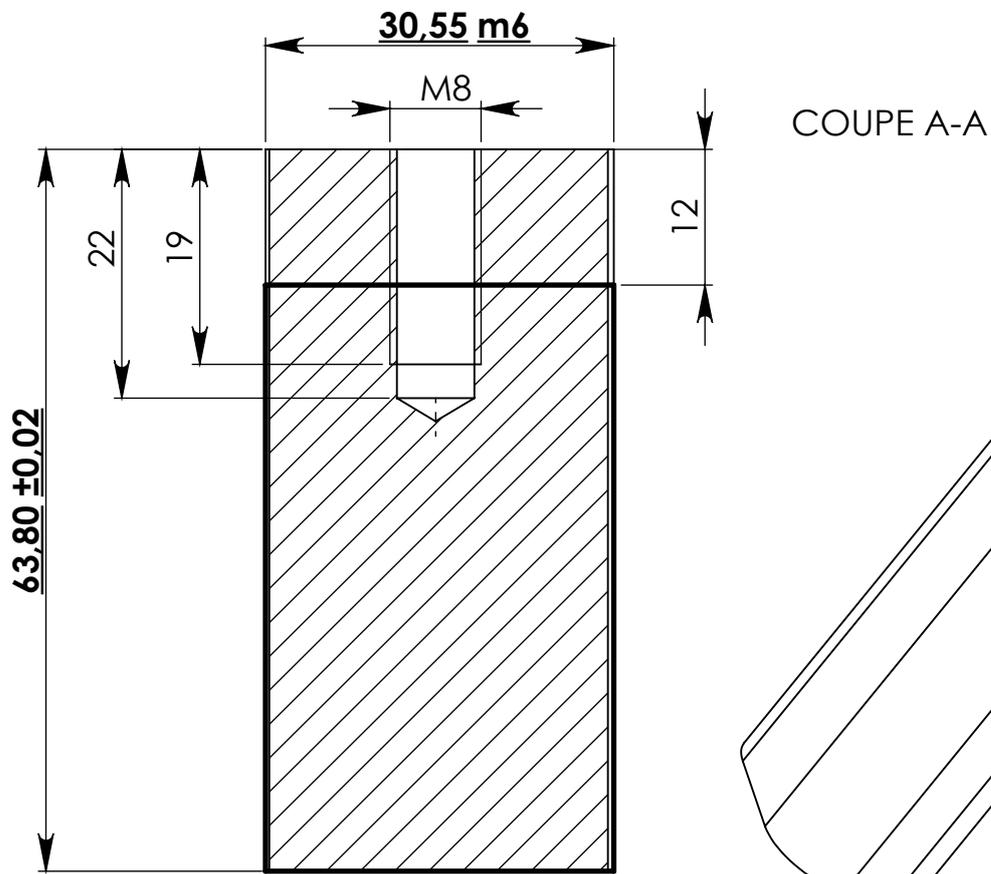


2.8	2	GOJON DE CENTRAGE SERRE-FLAN	Z 200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		PLANCHE N° 29
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

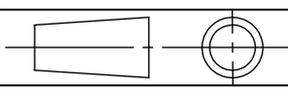


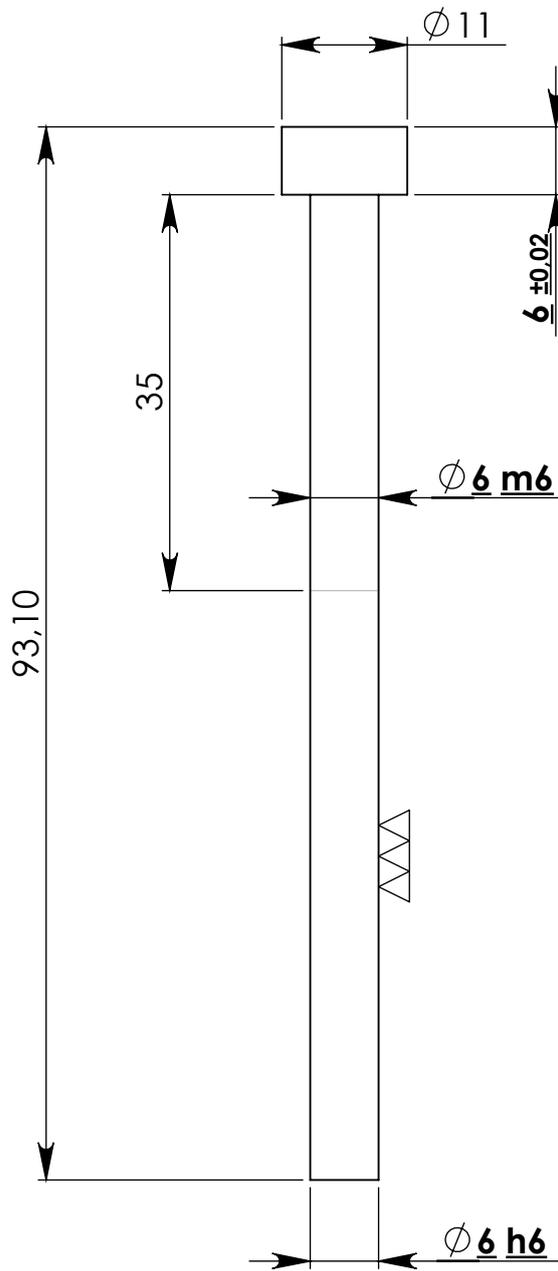
Qté : 04

2.3	4	POINCON 1	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1.5/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		PLANCHE N° 30
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



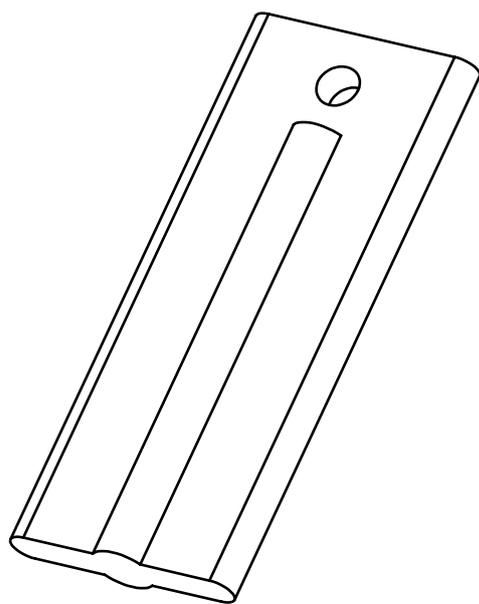
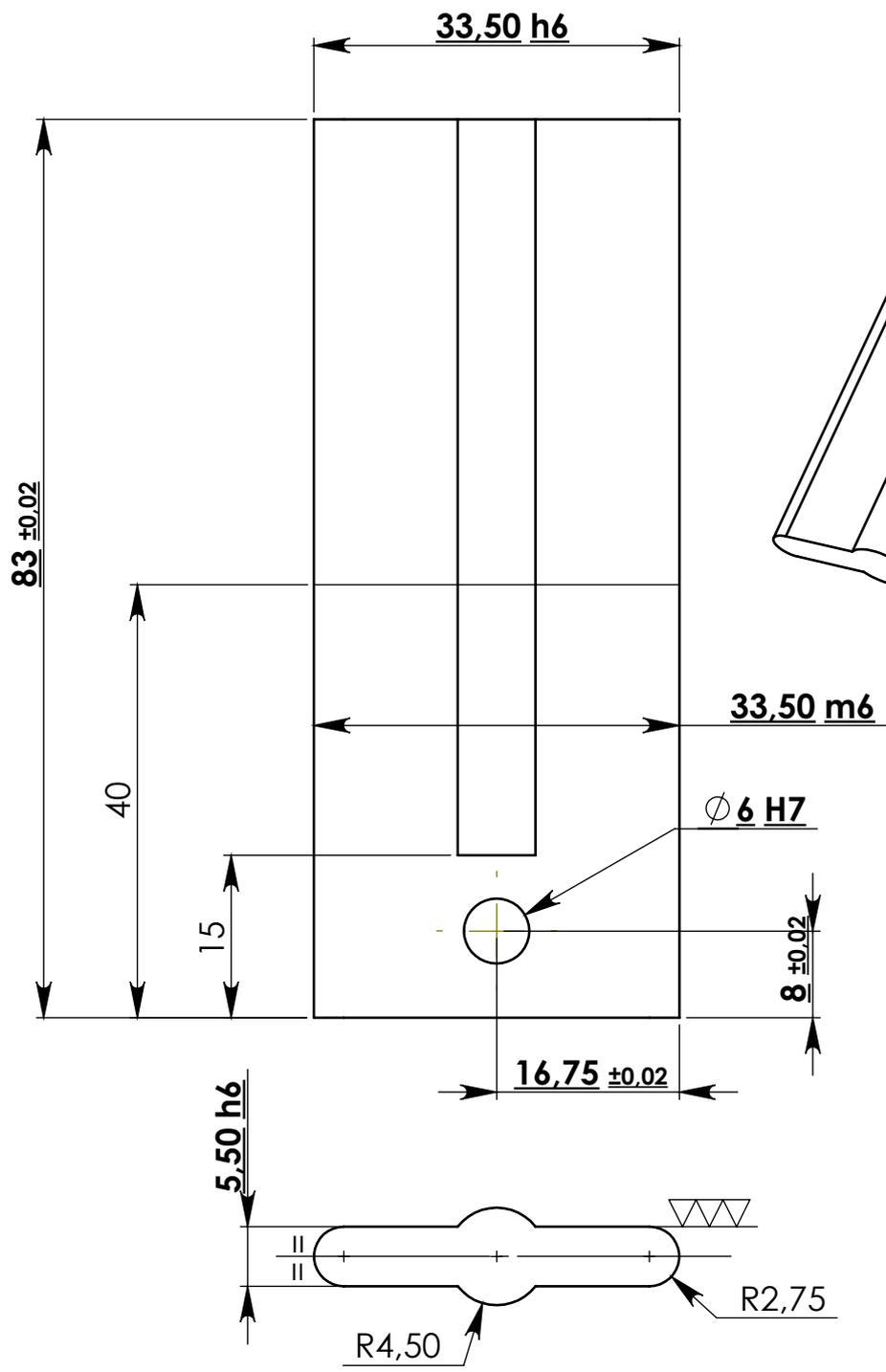
Qte: 01

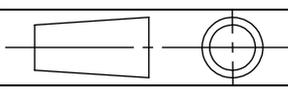
2.5	1	poincon 2	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1.5/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		<b>PARTIE SUPERIEUR</b>	<b>PLANCHE N° 31</b>	
<b>A4</b>		<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>	

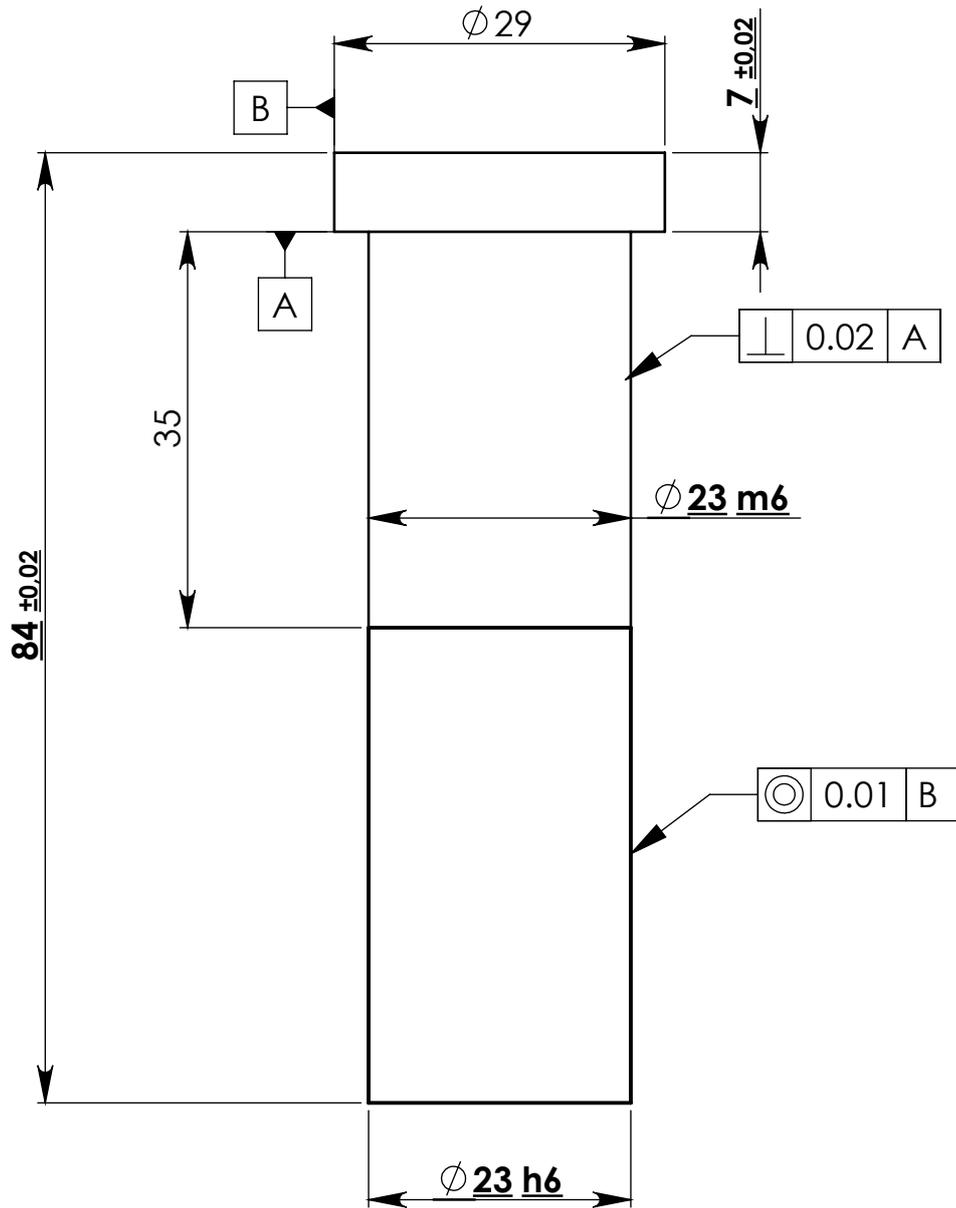


Qté: 02

2.21	3	POINCON 3	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1.5/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 32
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

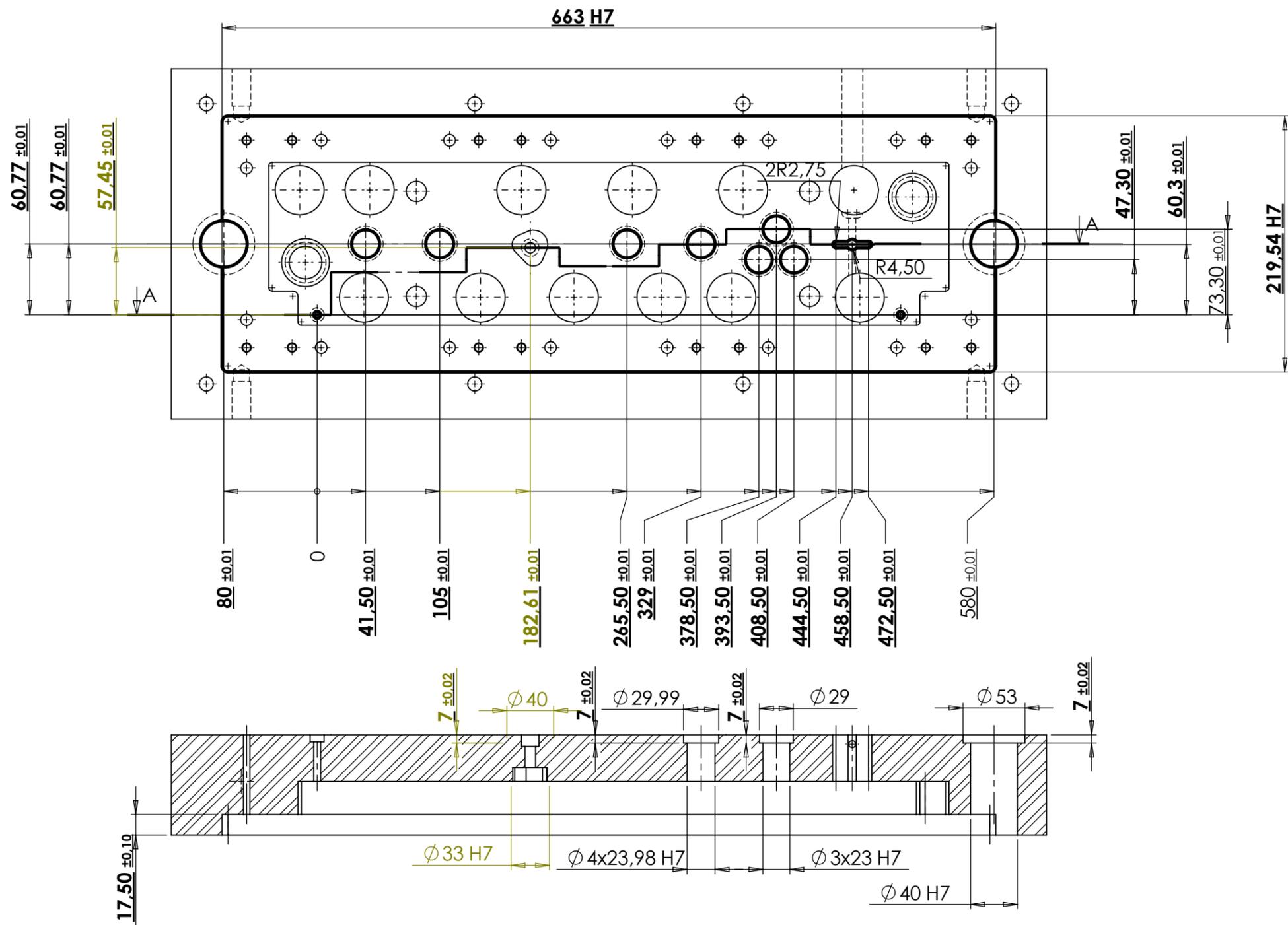


2.6	1	POINCON 4	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1.5/1		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		PLANCHE N° 33
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II



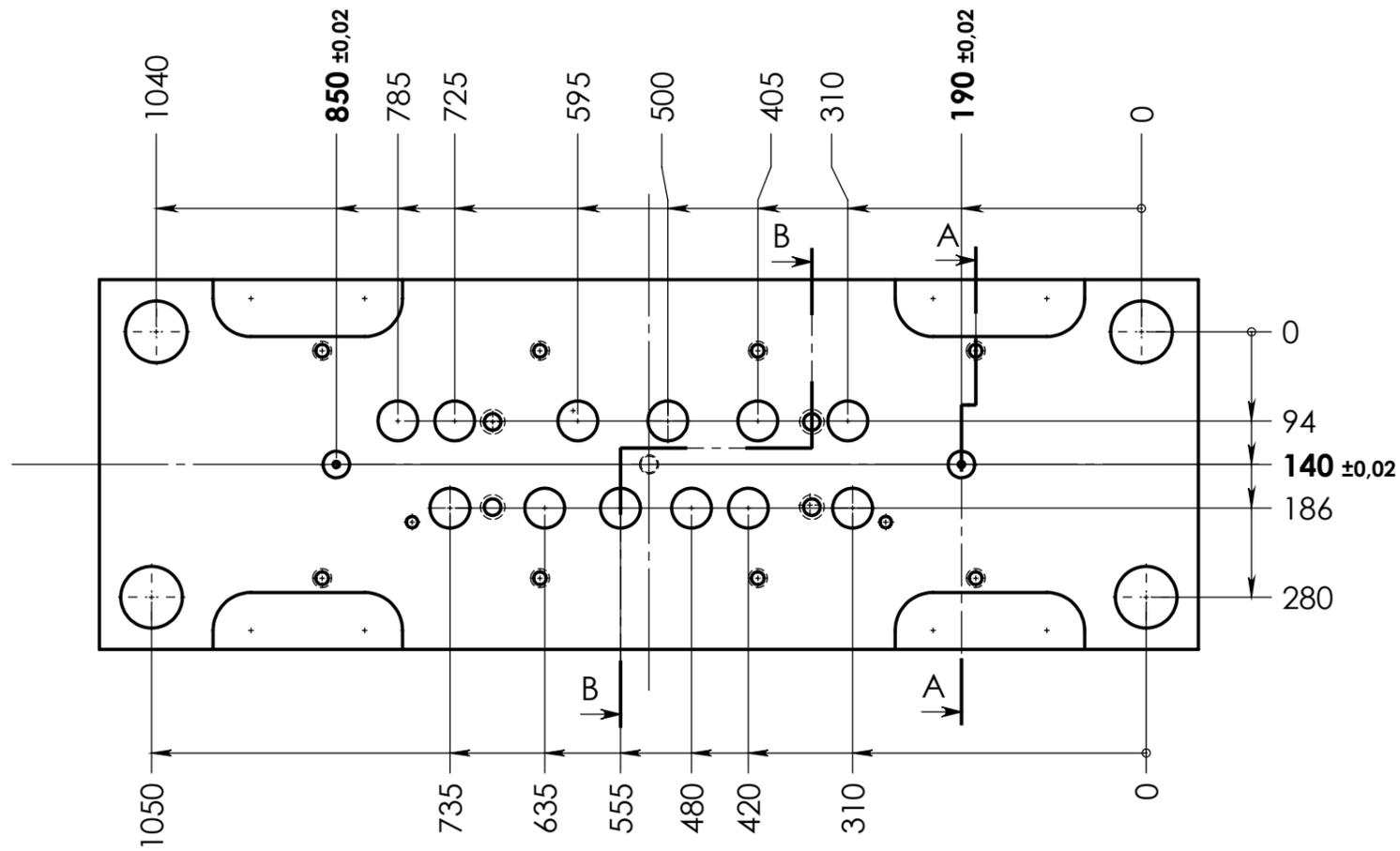
Qté : 03

2.4	3	POINCON 5	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1.5/1		<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		PLANCHE N° 34
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II

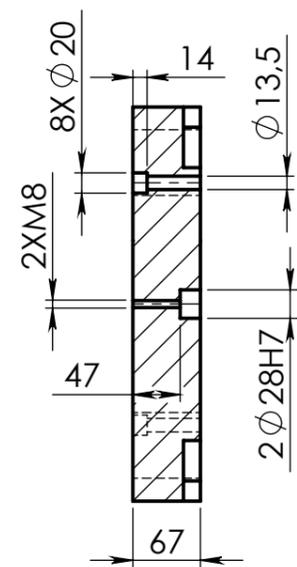


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 4

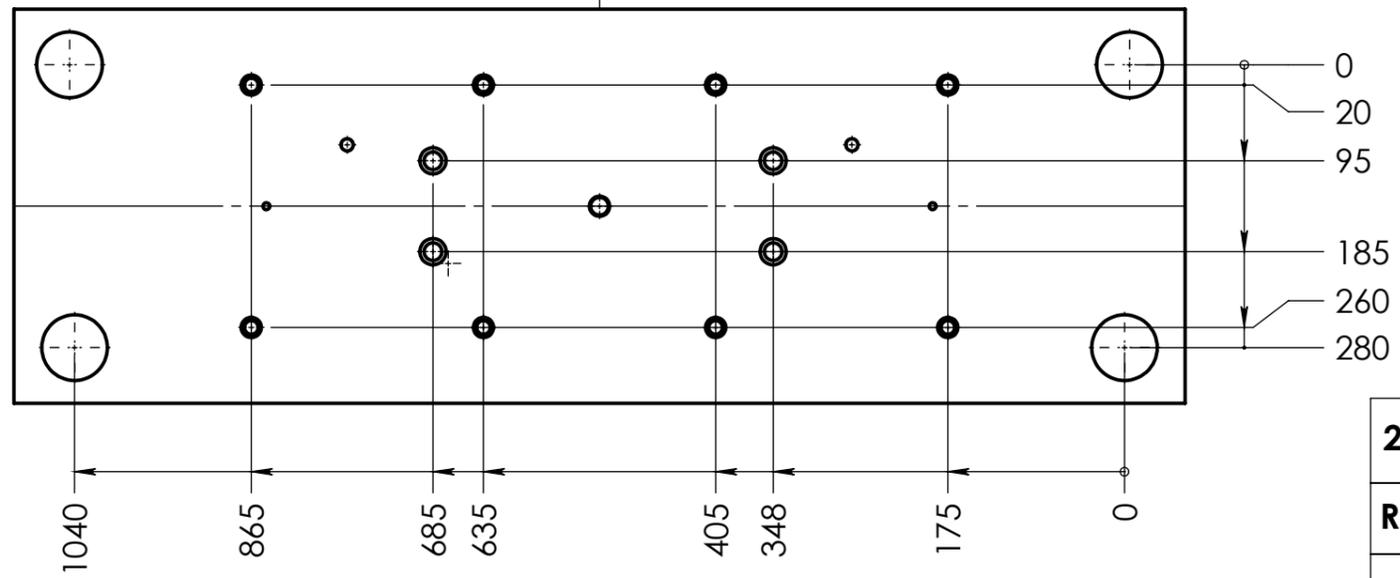
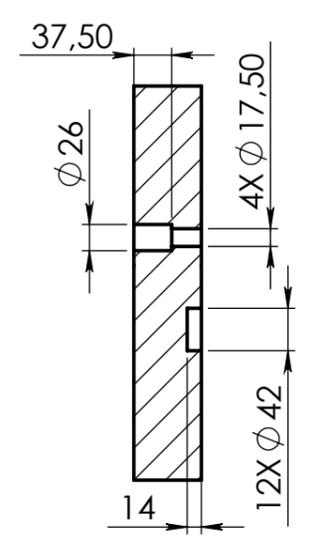
2.2	1	PORTE COUTEAU	ST 37	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
	Echelle: 1/10	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		PLANCHE N° 35
	A3	FGC DGM UMMTO		MASTER II



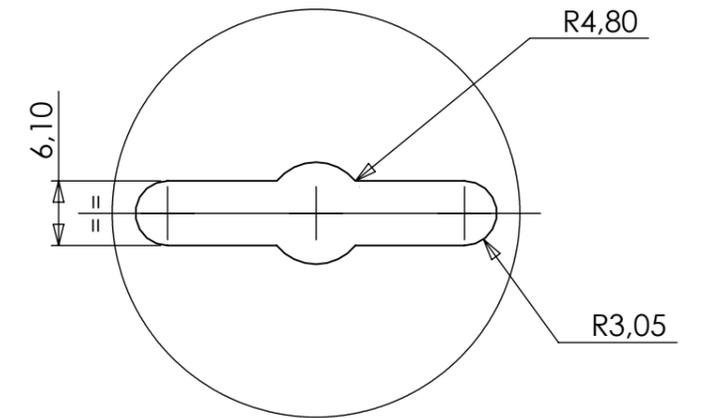
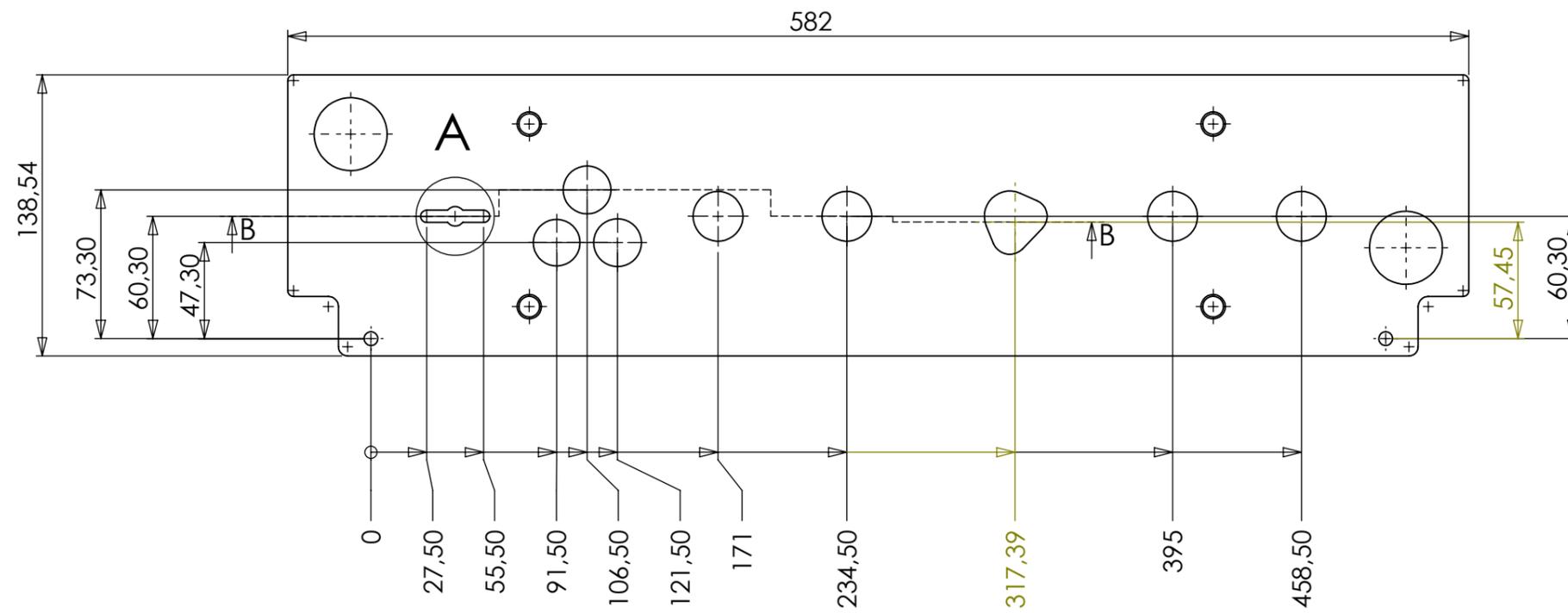
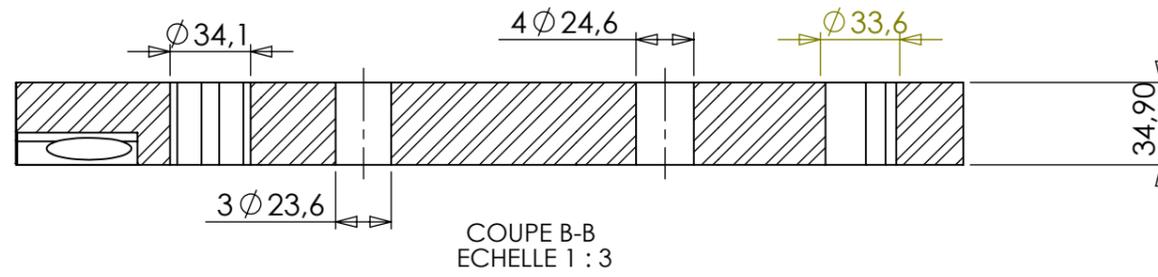
SECTION A-A  
ECHELLE 1 : 7



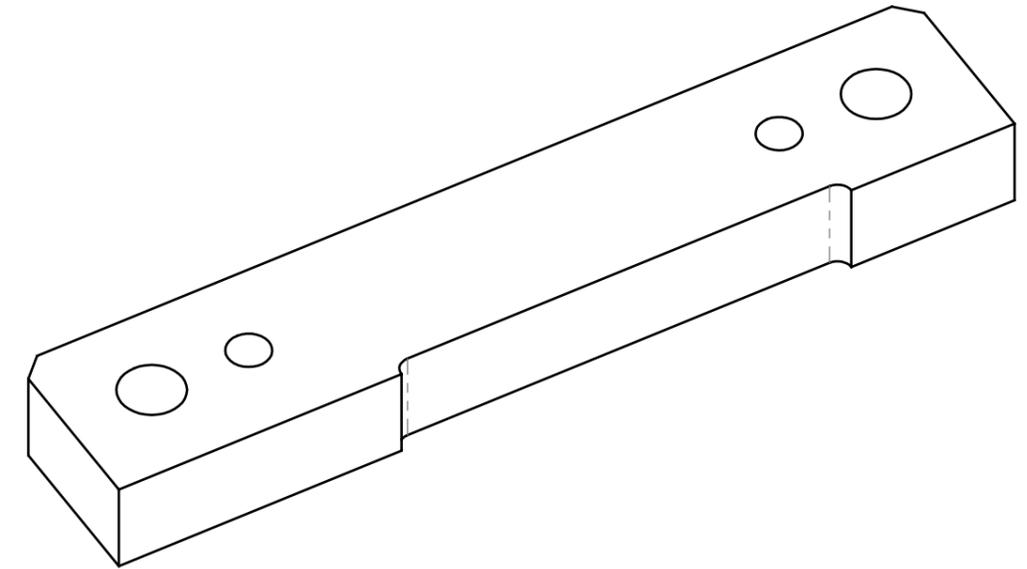
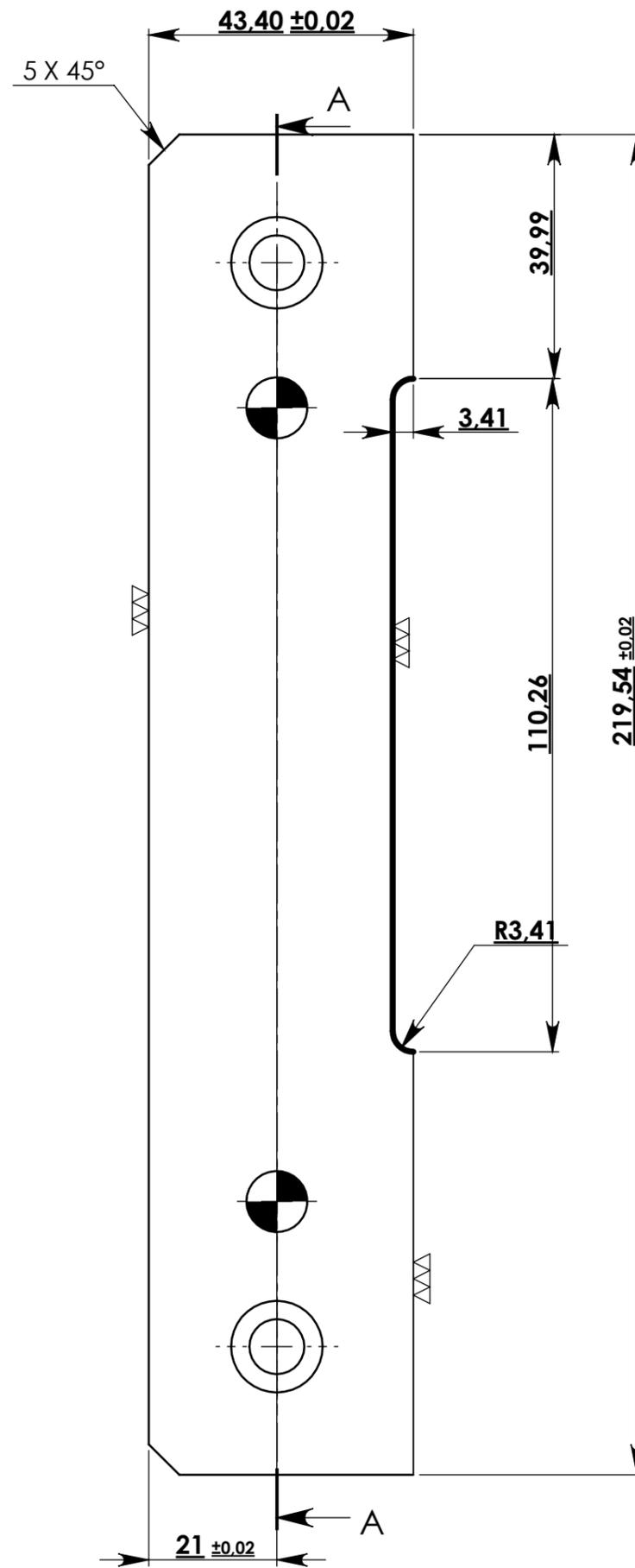
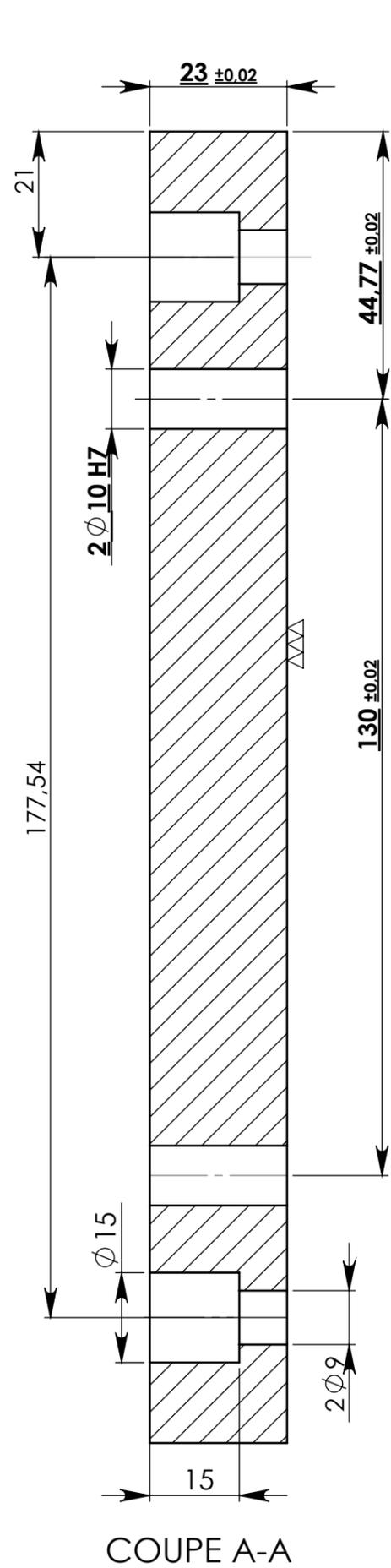
SECTION B-B  
ECHELLE 1 : 7



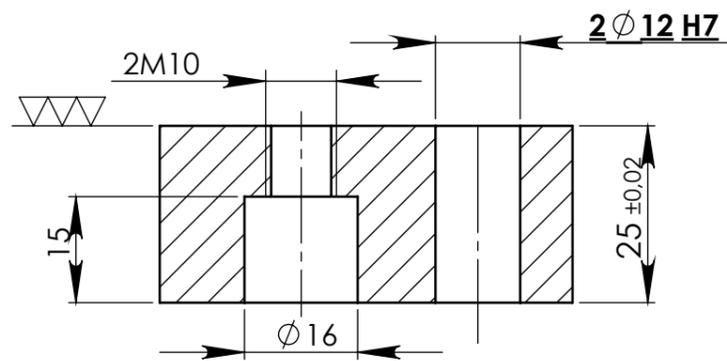
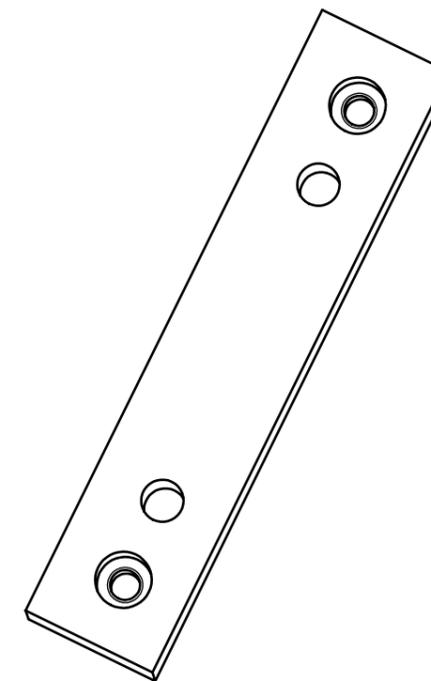
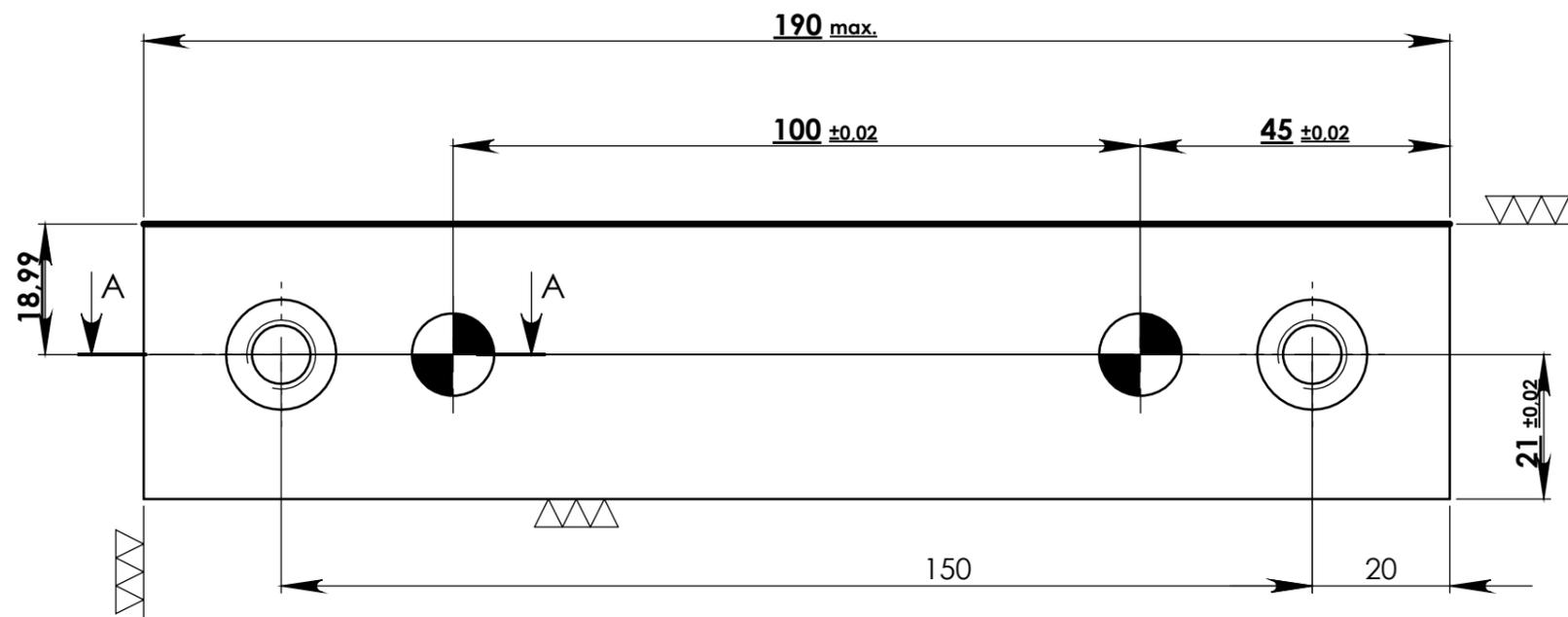
2.1	1	SEMELLE SUPERIEUR	XC 48	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/7		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		PLANCHE N° 36
A3		FGC DGM UMMTO		MASTER II



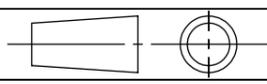
2.20	1	SERRE-FLAN	XC 48	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
Echelle: 1/4		OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE	Realiser par: C.hocine B.ziad	
		PARIE SUPERIEUR	Planche N° 37	
A3		FGC DGM UMMTO	MASTER II	

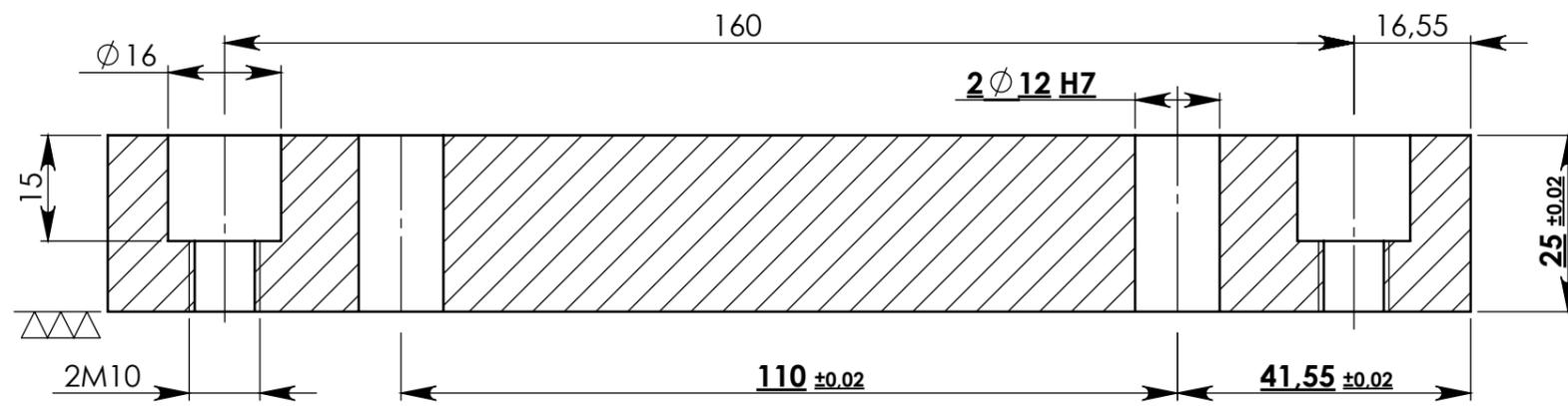


2.11	1	SYMETRIE COUTEAU 1	Z200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
	Echelle: 1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
	A3	PARTIE SUPERIEUR	FGC DGM UMMTO	Planche N° 38
				MASTER II

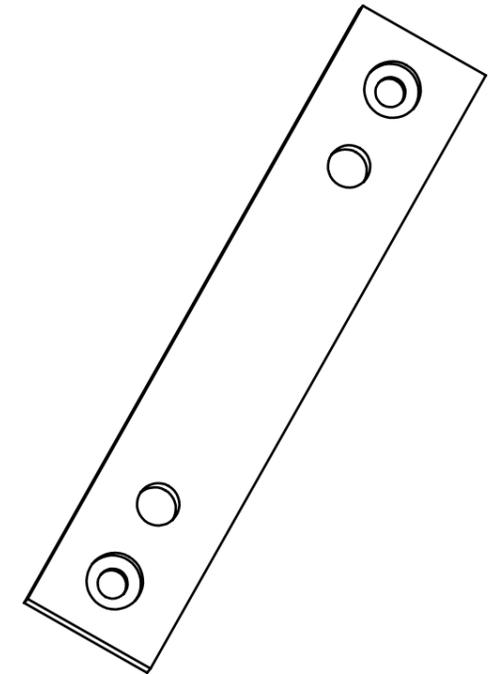
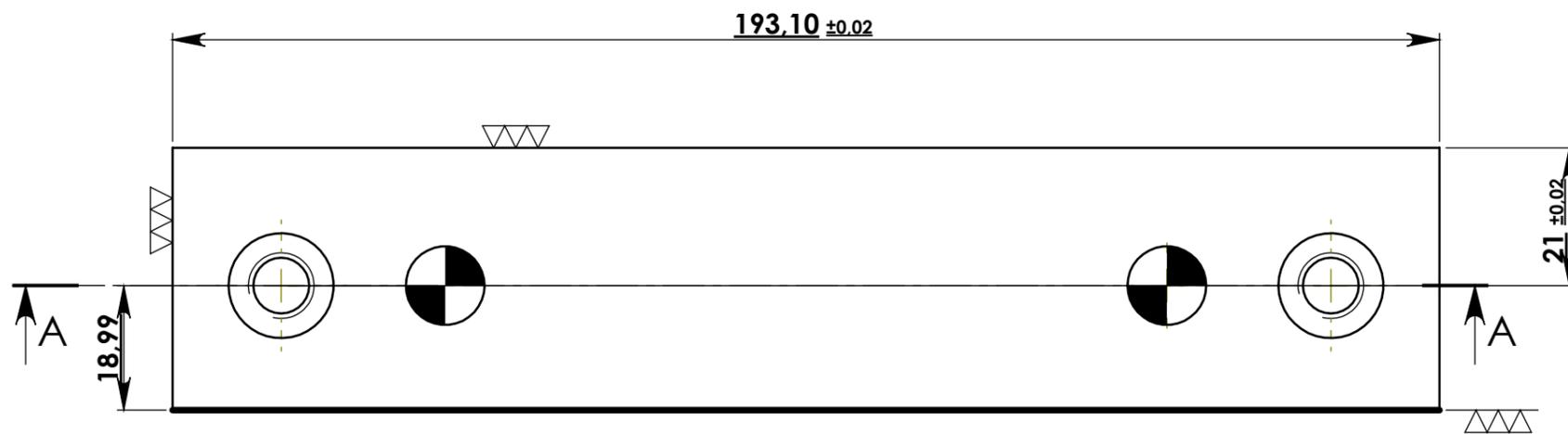


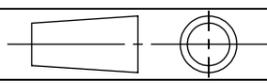
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1

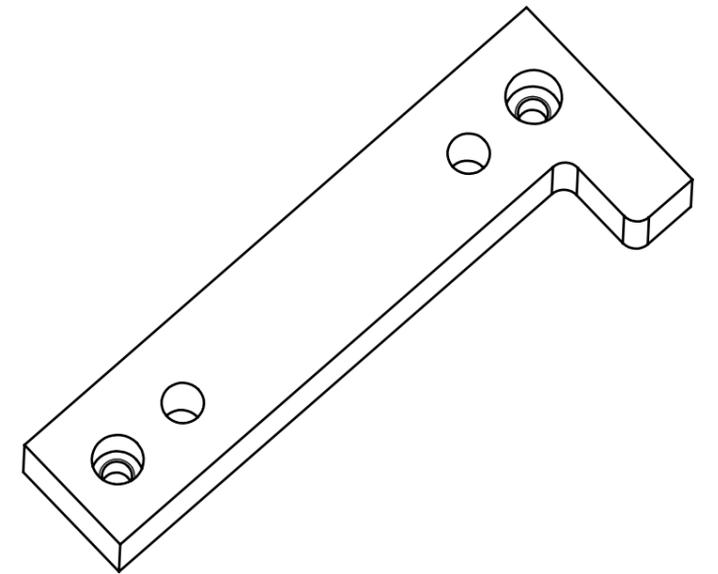
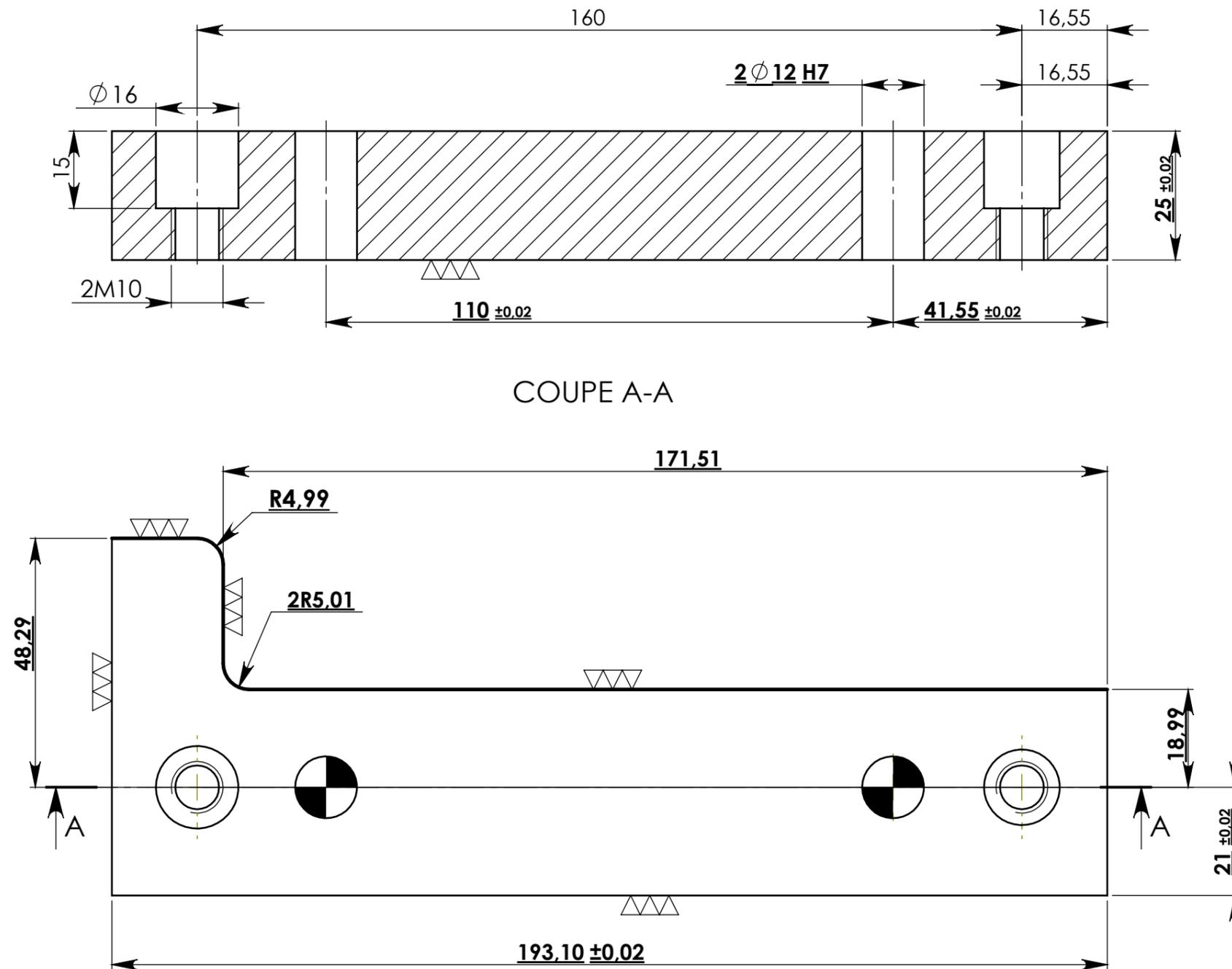
2.18	1	SYMETRIE COUTEAU 3	Z200 C12	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
	Echelle: 1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 39
	A3	FGC DGM UMMTO		MASTER II

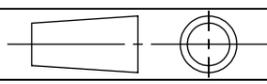


COUPE A-A

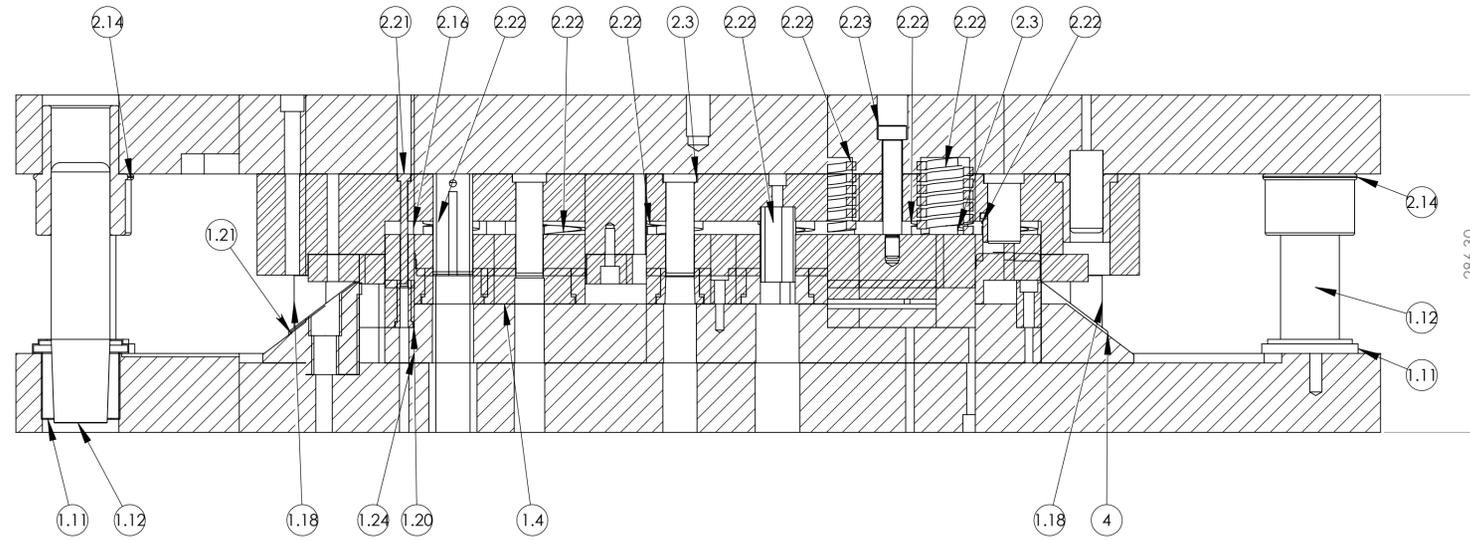


2.13	1	SYMETRIE COUTEAU 6	Z200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
	Echelle: 1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SEPERIEUR		Planche N° 40
	A3	FGC DGM UMMTO		MASTER II

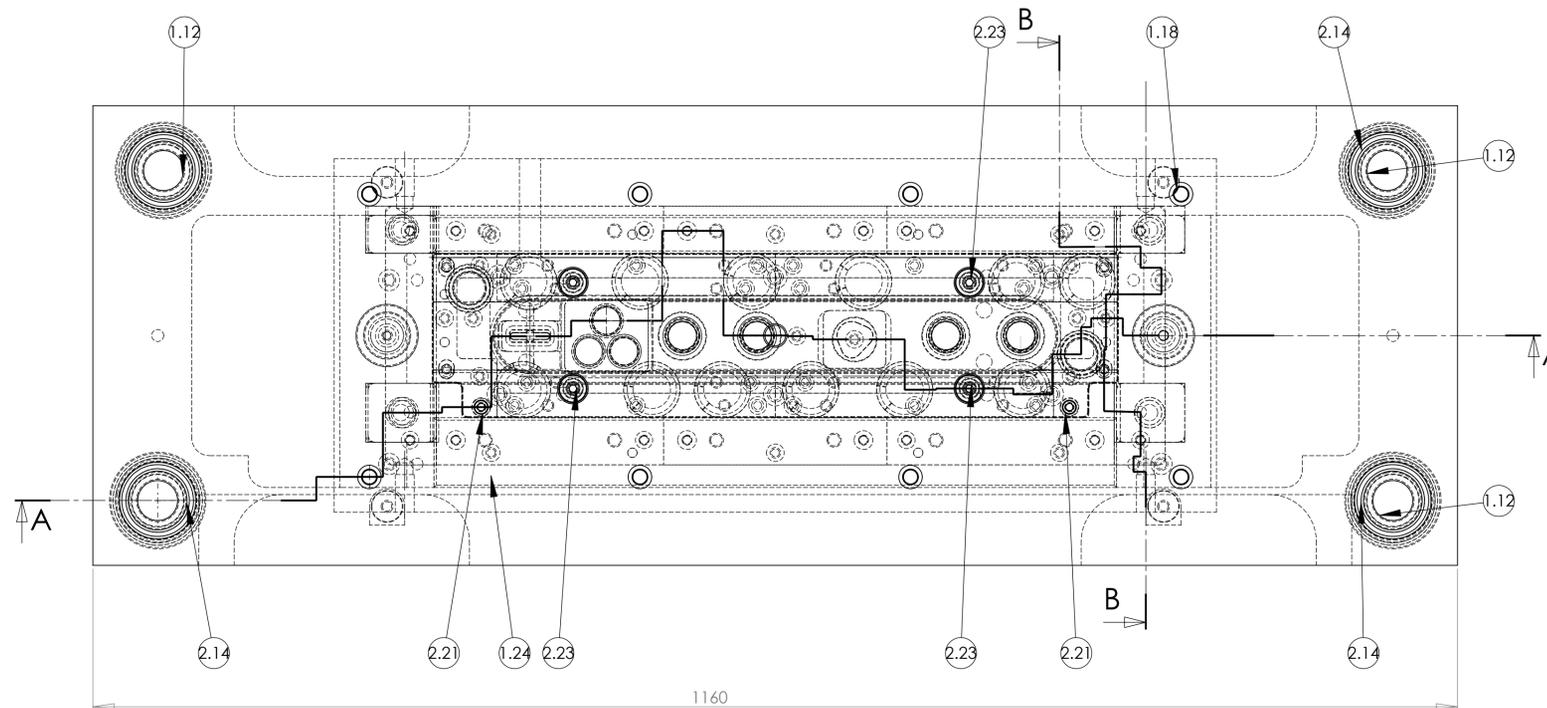
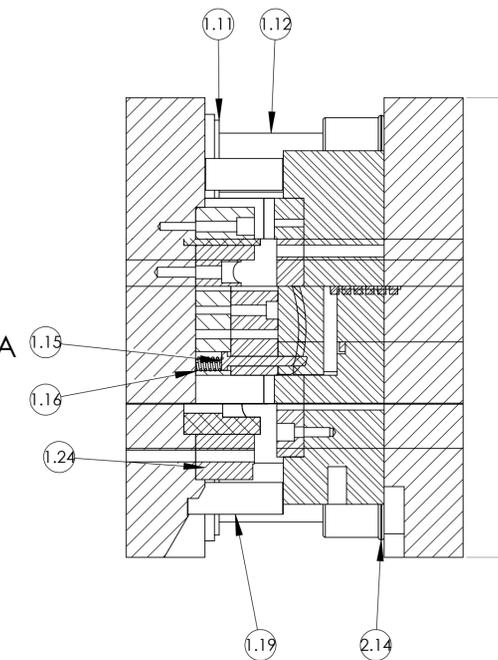


2.19	1	SYMETRIE COUTEAU 7	Z200 C12	/
REFNBR		DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
	Echelle: 1/1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE		Realiser par: C.hocine B.ziad
		PARTIE SUPERIEUR		Planche N° 41
	A3	FGC DGM UMMTO		MASTER II

**COUPE A-A  
ECHELLE 1/3**



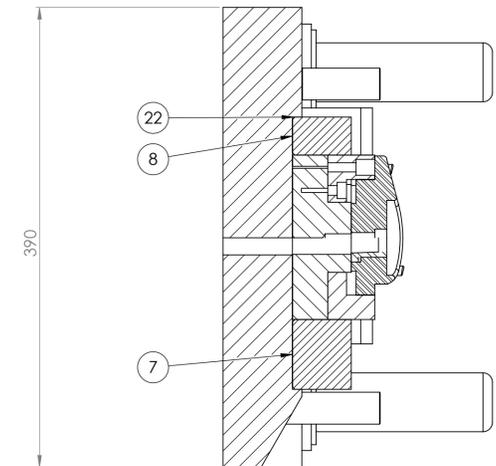
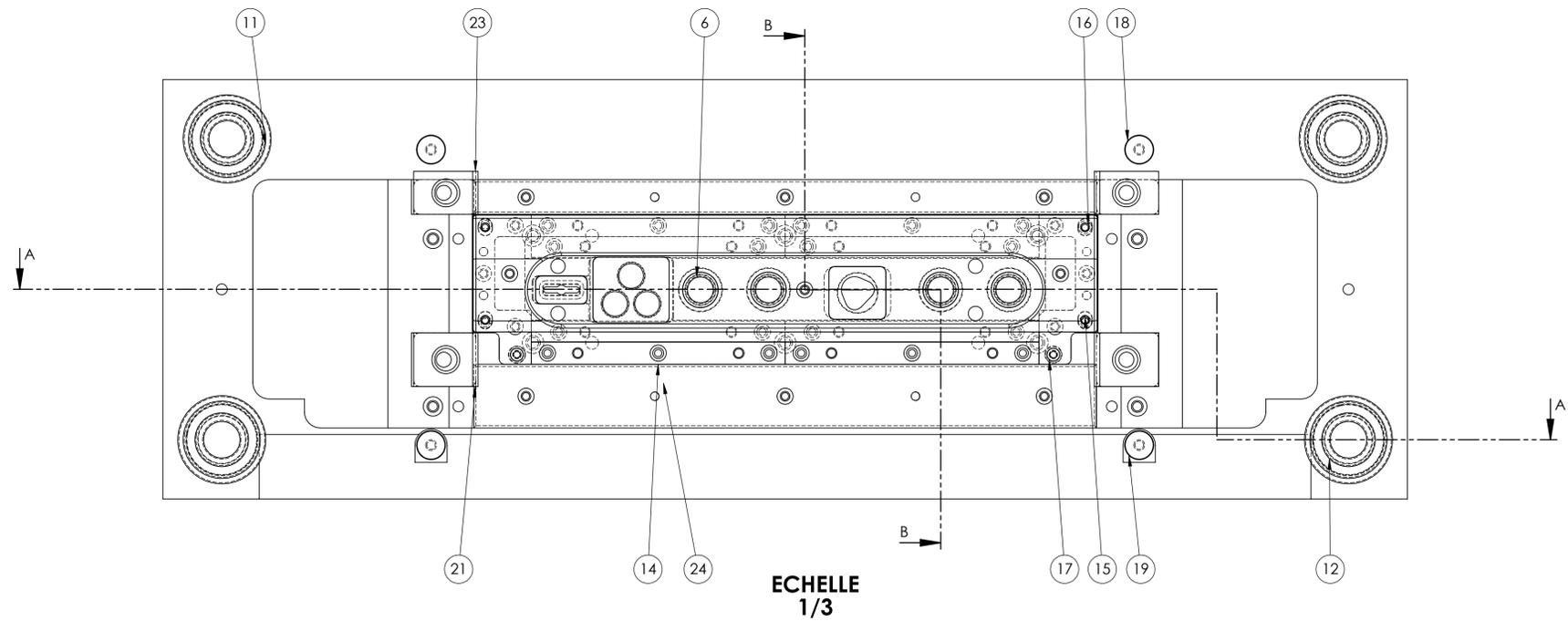
**COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 3**



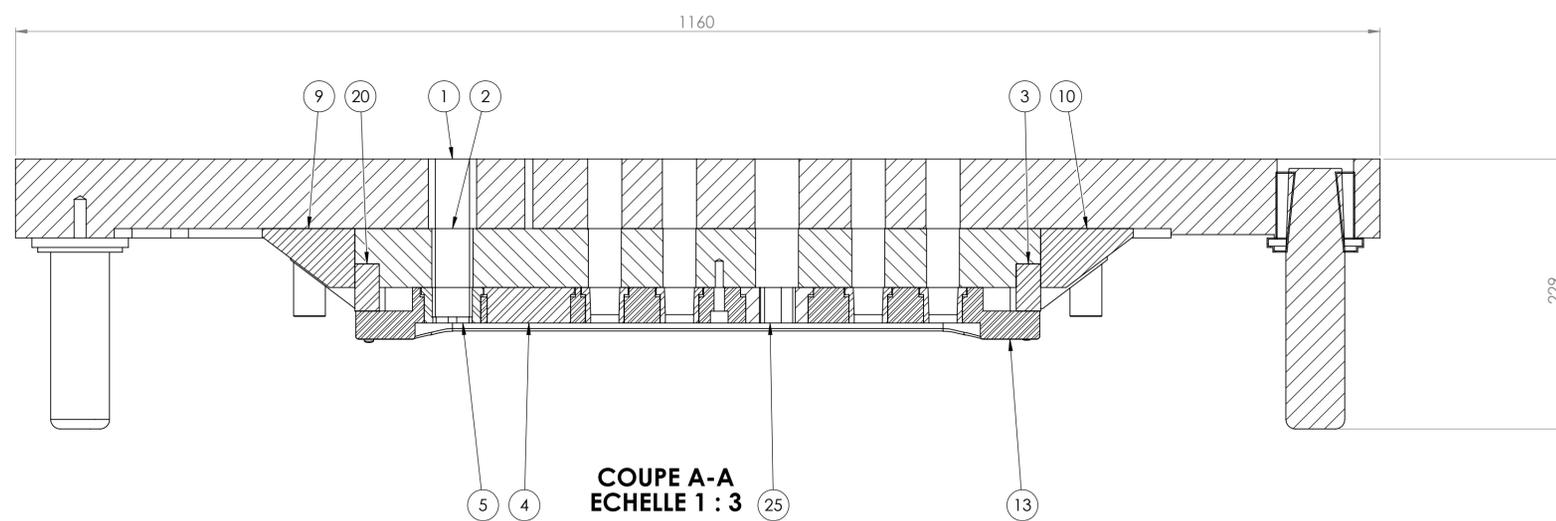
**ECHELLE  
1/3**

5	coupe chute		1
4	coupe chute. 1SLDPRT		1
3	coupe chute.2SLDPRT		2
2.23	ISO 7379 - 13 x 70 --- C		4
2.22	ressort		12
2.21	poinçon 3		3
2.20	serre flan		1
2.19	Symétricouteau 7		1
2.18	Symétricouteau 3		1
2.17	couteau 3		1
2.16	bague de guidage1		2
2.15	colonne guidage serre-flan		2
2.14	Embase		4
2.13	Symétricouteau 6		1
2.12	couteau 6		1
2.11	Symétricouteau 1		1
2.10	couteau 7		1
2.9	couteau 1		1
2.8	Goujon de Centrage		2
2.7	Bague de centrage		2
2.6	poinçon 4		1
2.5	poinçon 2		1
2.4	poinçon 5		3
2.3	poinçon 1		4
2.2	porte couteaux		1
2.1	SEMELLE SUPE		1
2	partie supérieur		1
1.25	Copie de matrice rapportee1		1
1.24	Copie de Pièce1 /partie inférieur		1
1.23	coupe chute		1
1.22	coupe chute. 1SLDPRT		1
1.21	coupe chute.2SLDPRT		2
1.20	Symétrielame inf 1		1
1.19	butée de fin de cours L 96.5SLDPRT		2
1.18	butée de fin de cours L 66.5SLDPRT		2
1.17	canon de perçage 1		2
1.16	ressort d'ejection		4
1.15	ejecteur piece		4
1.14	lame 1		4
1.13	poinçon inférieur		1
1.12	colonne de guidage		4
1.11	bague de guidage		4
1.10	butee gauche		1
1.9	butee broite		1
1.8	suport 2		1
1.7	suport 4		1
1.6	canon de perçage 2		4
1.5	matrice rapportée 3		1
1.4	matrice rapportée 2		1
1.3	symétrie lame inf 2		1
1.2	porte lame		1
1.1	SEMELLE 1		1
1	partie inférieur		1
No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE

<b>ECHELLE 1/3</b>	<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>	Realiser par: C.hocine B.ziad
	<b>OUTIL COMPLET</b>	<b>PLANCHE A</b>
<b>A1</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



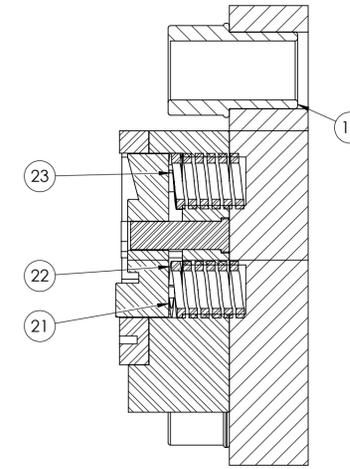
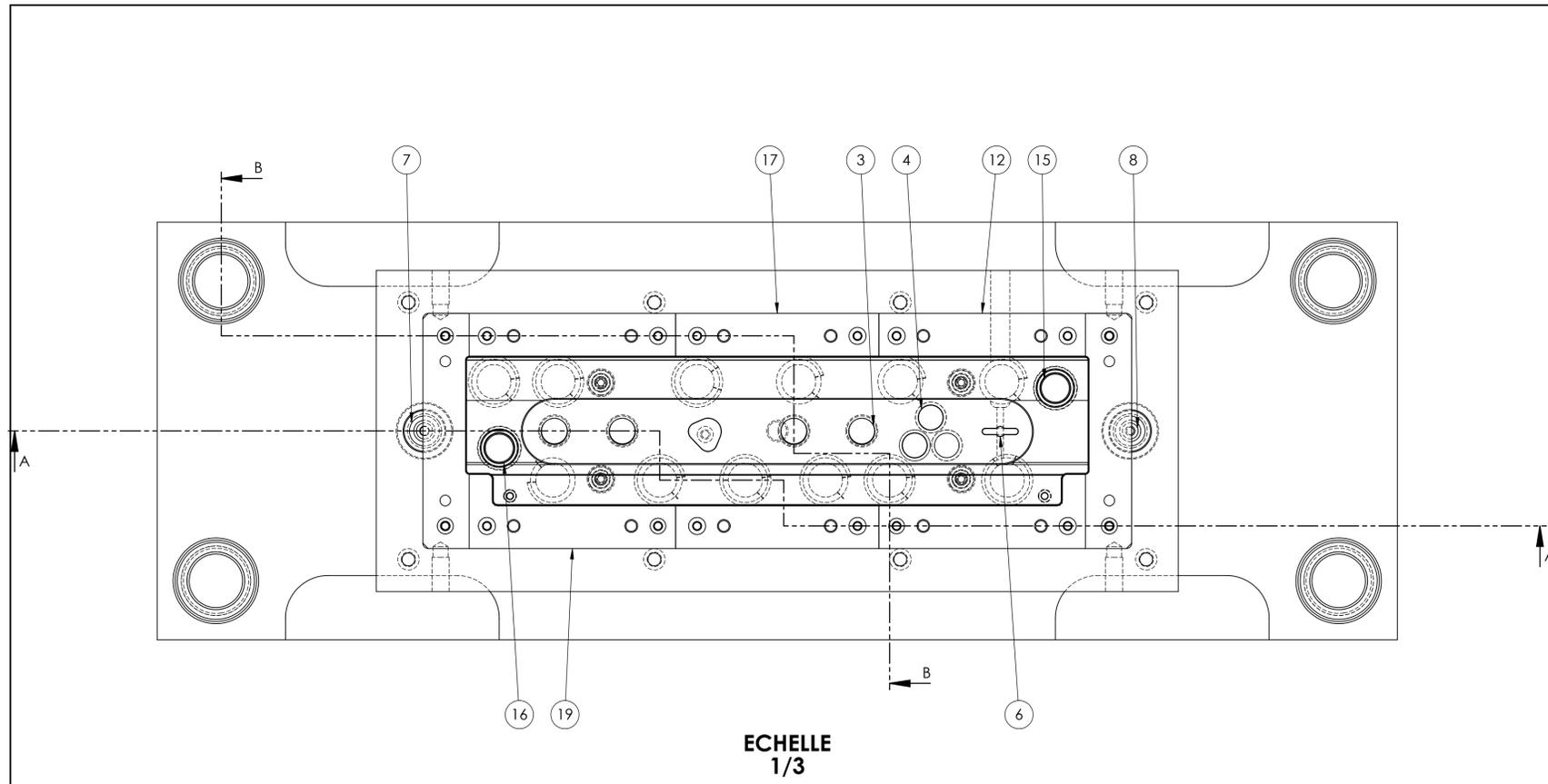
**COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 3**



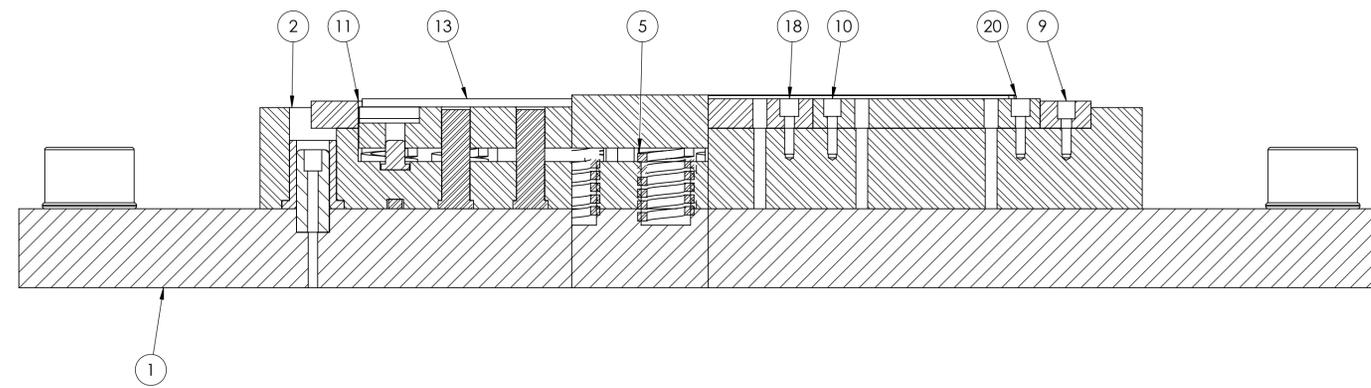
**COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 3**

No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	SEMELLE 1		1
2	porte lame		1
3	symétrie lame inf 2		1
4	matrice rapportée 2		1
5	matrice rapportée 3		1
6	canon de perçage 2		4
7	suport 4		1
8	suport 2		1
9	butee broite		1
10	butee gauche		1
11	bague de guidage		4
12	colonne de guidage		4
13	poinçon inférieur		1
14	lame 1		4
15	ejecteur piece		4
16	ressort d'ejection		4
17	canon de perçage 1		2
18	butée de fin de cours L 66.5SLDPRT		2
19	butée de fin de cours L 96.5SLDPRT		2
20	Symétrie lame inf 1		1
21	coupe chute.2SLDPRT		2
22	coupe chute. 1SLDPRT		1
23	coupe chute		1
24	Copie de Pièce 1 / partie inférieur		1
25	Copie de matrice rapportee 1		1

<b>ECHELLE 1/3</b>	<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>	Realiser par: <b>C.hocine B.ziad</b>
	<b>PARTIE INFERIEUR</b>	<b>PLANCHE B</b>
<b>A1</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



**COUPE B-B  
ECHELLE 1/3**



**COUPE A-A  
ECHELLE 1/3**

No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	SEMELLE SUPE		1
2	porte couteaux		1
3	poinçon 1		4
4	poinçon 5		3
5	poinçon 2		1
6	poinçon 4		1
7	Bague de centrage		2
8	Goujon de Centrage		2
9	couteau 1		1
10	couteau 7		1
11	Symétriecouteau 1		1
12	couteau 6		1
13	Symétriecouteau 6		1
14	Embase		4
15	colonne guidage serre-flan		2
16	bague de guidage1		2
17	couteau 3		1
18	Symétriecouteau 3		1
19	Symétriecouteau 7		1
20	serre flan		1
21	poinçon 3		3
22	ressort		12
23	ISO 7379 - 13 x 70 --- C		4

<b>ECHELLE 1/3</b>	<b>OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE</b>	Realiser par: <b>C.hocine B.ziad</b>
	<b>PARTIE SUPERIEUR</b>	<b>PLANCHE C</b>
<b>A1</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>