

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

**UNIVERSITE MOULOU MAMMERI - TIZI-OUZOU**  
**FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION**  
**DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE**



## Mémoire de fin d'étude

**En vue d'obtention du diplôme Master en Génie Mécanique**

**Spécialité : Construction Mécanique**

### **Thème :**

**Etude et conception d'un outil de Poinçonnage et  
Détourage pour un cache ventilateur d'une cuisinière  
ENIEM**

**Encadré par :**

**Mr K. HACHOUR**

**Réalisé par :**

**FERHAT Ismail**

**BOUARABA Mohammed**

**Proposé par :**

**Mr M. CHALAL**

**Promotion 2021/2022**

## REMERCIEMENTS

*Nous remercions tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné la foi et le courage afin de mener ce projet a terme.*

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

*Nous remercions également Mr M. CHALAL qui nous a encadré au sein de l'entreprise pour son aide et son orientation tout au long de notre formation, sans oublier tout le personnel de l'ENIEM .*

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

*Enfin, nos remerciements vont à tous ceux qui, de près et de loin ont contribué à l'élaboration de ce mémoire et en particulier nos parents, nos familles et tous (tes) nos amis(es).*

## DEDICACES

*C'est avec un grand honneur que je dédie ce modeste travail*

*A mes parents qui ont toujours cru en moi et je leurs témoigne ma profonde reconnaissance pour leurs amour, soutiens et aide précieuse tout au long de mon cursus*

*A mon cher frère Menouar*

*A mes très chères sœurs : Nadia, Samia et Yasmine*

*A tous mes amis :*

*Bilal, Hamid, Yacine, Salim, Omar, Moh, Sid ali, Anis, Ghiles, Moumouh, Oussama, Said, Abdeslam, Nassim, Ramdhane, Rahim, Slimane, Lyes, Rachid*

*A toutes mes amies*

*Silina, Tina, Sabrina, Najoua*

*Ainsi qu'à tous les étudiants du département génie mécanique*

**Mohammed**

## DEDICACES

*Il m'est agréable de saisir cette occasion pour dédier ce travail*

*A mes chers parents, source de vie, d'amour et d'affection*

*A mon grand frère MASSINISSA mon pilier dans ma vie*

*A mon petit frère Rabah à qui je souhaite beaucoup de réussite*

*A L.CHALLAL qui m'a beaucoup soutenue*

*Ainsi qu'à tous mes amis*

**ISMAIL**

# SOMMAIRE

|                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| <b>Introduction Générale.....</b>             | <b>1</b> |
| <b>Présentation de l'entreprise.....</b>      | <b>3</b> |
| 1. Introduction.....                          | 3        |
| 2. Situation géographique.....                | 3        |
| 3. Objet social et champ d'activité.....      | 4        |
| 4. Capital social et chiffres d'affaires..... | 4        |
| 5. Organisation de l'entreprise .....         | 5        |
| 6. Mission et objectifs de l'ENIEM.....       | 6        |
| A. Mission de l'ENIEM.....                    | 6        |
| B. Mission des unités .....                   | 6        |
| C. Objectif de l'ENIEM.....                   | 7        |
| 7. Politique environnemental.....             | 7        |

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES MATERIAUX

|         |                                            |    |
|---------|--------------------------------------------|----|
| I.1     | Introduction .....                         | 9  |
| I.2     | Généralités sur les matériaux .....        | 9  |
| I.3     | Méthodes de sélection des matériaux .....  | 9  |
| I.4     | Classification des matériaux .....         | 10 |
| I.4.1   | Les grandes classes de matériaux .....     | 10 |
| I.4.1.1 | Les polymères ou matières plastiques ..... | 10 |
| I.4.1.2 | Les céramiques .....                       | 10 |
| I.4.1.3 | Les matériaux composites .....             | 10 |
| I.4.1.4 | Matériaux métalliques .....                | 11 |
| I.4.2   | Caractéristiques des matériaux .....       | 12 |
| I.5     | Généralités sur les aciers .....           | 12 |
| I.5.1   | Définition .....                           | 12 |
| I.5.2   | Les différents types d'acier .....         | 13 |
| I.5.2.1 | Aciers ordinaires .....                    | 13 |
| I.5.2.2 | Aciers de traitement thermique .....       | 15 |
| I.5.2.3 | Aciers à outils .....                      | 16 |

|         |                                                |    |
|---------|------------------------------------------------|----|
| I.5.2.4 | Elément d'addition .....                       | 17 |
| I.5.2.5 | Aciers inoxydables .....                       | 17 |
| I.5.3   | Traitement thermique .....                     | 17 |
| I.5.3.1 | La trempe : (727+50° et plus) .....            | 17 |
| I.5.3.2 | Le revenu : (entre 180°C et <b>Ac1</b> ) ..... | 18 |
| I.5.3.3 | Traitement thermique de diffusion .....        | 19 |
| I.6     | Les Bronzes .....                              | 19 |
| I.6.1   | Définition .....                               | 19 |
| I.6.2   | Utilisation du bronze .....                    | 20 |
| I.6.3   | Les différentes nuances de bronze .....        | 20 |
| I.7     | Conclusion .....                               | 21 |

## CHAPITRE II : TRAVAUX DE MISE EN FORME DES TOLES

|          |                                                            |    |
|----------|------------------------------------------------------------|----|
| II.1     | Introduction .....                                         | 22 |
| II.2     | La Tôle .....                                              | 22 |
| II.2.1   | Définition .....                                           | 22 |
| II.3     | Procédés d'obtention des tôles .....                       | 24 |
| II.3.1   | Le Laminage .....                                          | 24 |
| II.3.1.1 | Laminage à froid .....                                     | 25 |
| II.3.1.2 | Laminage à chaud .....                                     | 25 |
| II.4     | Procédés de mise en forme des tôles .....                  | 26 |
| II.4.1   | L'Emboutissage .....                                       | 26 |
| II.4.1.1 | Définition .....                                           | 26 |
| II.4.1.2 | Principe de l'Emboutissage .....                           | 27 |
| II.4.1.3 | Techniques d'emboutissage .....                            | 28 |
| II.4.1.4 | Effort d'Emboutissage .....                                | 29 |
| II.4.1.5 | Les Avantages et les Inconvénients de l'Emboutissage ..... | 30 |
| II.4.2   | Le Pliage .....                                            | 31 |
| II.4.2.1 | Définition .....                                           | 31 |
| II.4.2.2 | Principe du Pliage .....                                   | 31 |
| II.4.2.3 | Les différents modes de Pliage .....                       | 32 |
| II.4.2.4 | Le Retour élastique .....                                  | 34 |
| II.4.2.5 | Effort de Pliage .....                                     | 34 |

|          |                                                               |    |
|----------|---------------------------------------------------------------|----|
| II.4.3   | Le Découpage .....                                            | 35 |
| II.4.3.1 | Définition .....                                              | 35 |
| II.4.3.2 | Principe .....                                                | 35 |
| II.4.3.3 | Quelque type de Découpage .....                               | 36 |
| II.4.3.4 | Effort de Découpage .....                                     | 39 |
| II.4.3.5 | Jeu de Découpage .....                                        | 40 |
| II.4.3.6 | Vitesse de Découpage .....                                    | 41 |
| II.4.4   | Le Poinçonnage .....                                          | 41 |
| II.4.4.1 | Définition .....                                              | 41 |
| II.4.4.2 | Principe de fonctionnement .....                              | 41 |
| II.4.4.3 | Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon ..... | 42 |
| II.4.4.4 | Effort de Poinçonnage et la section minimale du poinçon ..... | 45 |
| II.4.4.5 | Contraintes sur les poinçons .....                            | 45 |
| II.4.4.6 | Avantages et inconvénients du Poinçonnage .....               | 47 |
| II.5     | Conclusion .....                                              | 47 |

## CHAPITRE III : PRESSES ET LEURS OUTILS

|           |                                                 |    |
|-----------|-------------------------------------------------|----|
| III.1     | Introduction .....                              | 48 |
| III.2     | Définition des Presses .....                    | 48 |
| III.3     | Classification des Presses .....                | 48 |
| III.3.1   | Selon la nature de transmission d'énergie ..... | 48 |
| III.3.1.1 | Les Presses Mécaniques .....                    | 49 |
| III.3.1.2 | Les Presses Hydrauliques .....                  | 49 |
| III.3.2   | Selon le nombre de coulisseaux .....            | 50 |
| III.3.2.1 | Presse à simple effet .....                     | 50 |
| III.3.2.2 | Presse à double effets .....                    | 51 |
| III.3.2.3 | Presse à triple effets .....                    | 52 |
| III.3.3   | Selon la forme de bâti .....                    | 52 |
| III.3.3.1 | Presses à col de cygne .....                    | 52 |
| III.3.3.2 | Presses à arcade .....                          | 53 |
| III.3.3.3 | Presses à montant droit .....                   | 54 |
| III.3.3.4 | Presses à colonnes .....                        | 54 |
| III.3.3.5 | Presses à table mobile et bigorne .....         | 55 |

|           |                                                                         |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| III.4     | Caractéristique d’une presse .....                                      | 55 |
| III.5     | Exigence de choix d’une presse .....                                    | 56 |
| III.6     | Avantages et Inconvénients des presses Hydrauliques et Mécaniques ..... | 56 |
| III.6.1   | Presses Mécaniques .....                                                | 56 |
| III.6.2   | Presses Hydrauliques .....                                              | 57 |
| III.7     | Outils de Presses .....                                                 | 57 |
| III.7.1   | Définition .....                                                        | 57 |
| III.7.2   | Les éléments principaux des outils .....                                | 58 |
| III.7.2.1 | Poinçon .....                                                           | 58 |
| III.7.2.2 | Matrice .....                                                           | 59 |
| III.7.2.3 | La dépouille .....                                                      | 59 |
| III.7.3   | Usure des poinçons .....                                                | 60 |
| III.7.4   | Affûtage .....                                                          | 60 |
| III.7.5   | La lubrification des poinçons et des matrices .....                     | 60 |
| III.7.6   | Différents types d’outil de presse .....                                | 61 |
| III.7.6.1 | Outils de découpage .....                                               | 61 |
| III.7.6.2 | Outil d’emboutissage .....                                              | 67 |
| III.7.6.3 | Outils de cambrage .....                                                | 68 |
| III.7.6.4 | Outil à cames .....                                                     | 70 |
| III.7.7   | Montage des outils sur les presses .....                                | 70 |
| III.7.7.1 | Les petites presses .....                                               | 71 |
| III.7.7.2 | Les grosses presses .....                                               | 71 |
| III.7.8   | Graissage des outils .....                                              | 72 |
| III.8     | Conclusion .....                                                        | 72 |

## **CHAPITRE IV : ETUDE ET CONCEPTION**

|        |                                  |    |
|--------|----------------------------------|----|
| IV.1   | Introduction .....               | 73 |
| IV.2   | Cahier de charges .....          | 73 |
| IV.3   | Processus de fabrication .....   | 75 |
| IV.4   | Fiche Technique de la tôle ..... | 75 |
| IV.4.1 | Désignation de la tôle .....     | 75 |
| IV.4.2 | Aspect de surface .....          | 75 |
| IV.4.3 | Caractéristiques .....           | 76 |



|                                 |                                                                           |           |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| IV.4.3.1                        | Caractéristiques Chimiques .....                                          | 76        |
| IV.4.3.2                        | Caractéristiques Mécaniques .....                                         | 76        |
| IV.4.4                          | Livraison .....                                                           | 76        |
| IV.4.4.1                        | Livraison .....                                                           | 76        |
| IV.4.4.2                        | Mode de livraison .....                                                   | 76        |
| IV.5                            | Détails de l'outil .....                                                  | 77        |
| IV.5.1                          | Partie inférieure .....                                                   | 77        |
| IV.5.2                          | Partie supérieure .....                                                   | 78        |
| IV.5.3                          | Matériaux des différentes pièces de l'outil .....                         | 80        |
| IV.6                            | Calculs des efforts et vérification .....                                 | 81        |
| IV.6.1                          | Calculs de l'effort de poinçonnage ( $F_P$ ) .....                        | 81        |
| IV.6.2                          | Calcul de l'effort de détournage ( $F_D$ ) .....                          | 85        |
| IV.6.3                          | Calcul de l'effort de serre flan (effort d'extraction) ( $F_{sf}$ ) ..... | 87        |
| IV.6.4                          | Calcul de l'effort total ( $F_{Total}$ ) .....                            | 87        |
| IV.6.5                          | L'effort total que doit fournir la Presse ( $F_{Pr}$ ) .....              | 88        |
| IV.6.6                          | Vérification de la résistance des poinçons au flambement .....            | 88        |
| IV.7                            | Choix des ressorts de rappels .....                                       | 92        |
| IV.8                            | Choix de la Presse .....                                                  | 96        |
| IV.9                            | Conclusion .....                                                          | 97        |
| <b>Conclusion Générale.....</b> |                                                                           | <b>98</b> |

## LISTE DES FIGURES

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Figure I-1: Différents types de composite. ....           | 11 |
| Figure I-2: Traitement thermique de la trempe. ....       | 18 |
| Figure I-3: Bague de guidage bronze .....                 | 20 |
| Figure II-1: Bobine de Tôle.....                          | 23 |
| Figure II-2: Bobinage de la Tôle. ....                    | 23 |
| Figure II-3: Train de Laminage. ....                      | 24 |
| Figure II-4: Laminage à froid.....                        | 25 |
| Figure II-5: Laminage à chaud. ....                       | 26 |
| Figure II-6: Phase 1 de l'emboutissage.....               | 27 |
| Figure II-7: Phase 2 de l'emboutissage.....               | 27 |
| Figure II-8: Phase 3 de l'emboutissage.....               | 28 |
| Figure II-9: Phase 4 de l'emboutissage.....               | 28 |
| Figure II-10: Direction des efforts $F_e$ et $F_s$ . .... | 30 |
| Figure II-11: Technique du Pliage. ....                   | 32 |
| Figure II-12: Pliage en V.....                            | 32 |
| Figure II-13: Pliage en frappe. ....                      | 33 |
| Figure II-14: Pliage en U.....                            | 33 |
| Figure II-15: Pliage en L. ....                           | 34 |
| Figure II-16: Principe de Découpage. ....                 | 36 |
| Figure II-17: Poinçonnage.....                            | 36 |
| Figure II-18: Découpage. ....                             | 37 |
| Figure II-19: Crevage. ....                               | 37 |
| Figure II-20: Encochage.....                              | 37 |
| Figure II-21: Grignotage. ....                            | 38 |
| Figure II-22: Arasage ou Repassage. ....                  | 38 |
| Figure II-23: Détourage.....                              | 39 |
| Figure II-24: Procédé de Poinçonnage. ....                | 42 |
| Figure II-25: Poinçon. ....                               | 43 |
| Figure II-26: Matrice.....                                | 44 |
| Figure II-27: Jeu entre Poinçon et Matrice.....           | 44 |
| Figure II-28: Flambement d'un poinçon.....                | 46 |
| Figure III-1: Presse Mécanique.....                       | 49 |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Figure III-2: Presse Hydraulique.....                               | 50 |
| Figure III-3: Presse à simple effet. ....                           | 51 |
| Figure III-4: Presse à double effet.....                            | 51 |
| Figure III-5: Presse à triple effet. ....                           | 52 |
| Figure III-6: Presse à col de cygne.....                            | 53 |
| Figure III-7: Presse à arcade.....                                  | 53 |
| Figure III-8: Presse à montant droit. ....                          | 54 |
| Figure III-9: Presse à colonnes.....                                | 54 |
| Figure III-10: Presse à table mobile et bigorne. ....               | 55 |
| Figure III-11: Poinçon épaulé. ....                                 | 58 |
| Figure III-12: L'ensemble poinçon-matrice.....                      | 59 |
| Figure III-13 : Angle de dépouille de la matrice. ....              | 59 |
| Figure III-14: Affûtage de la matrice. ....                         | 60 |
| Figure III-15: Outil simple découvert. ....                         | 61 |
| Figure III-16: Outil découvert à butées. ....                       | 61 |
| Figure III-17: Outil à presse-bande. ....                           | 62 |
| Figure III-18: Outil suisse. ....                                   | 63 |
| Figure III-19: Outil à engrenage.....                               | 63 |
| Figure III-20: Outil à couteau.....                                 | 64 |
| Figure III-21: Outil de détournage normal. ....                     | 65 |
| Figure III-22: Outil de détournage à ras.....                       | 65 |
| Figure III-23: Outil de détournage-poinçonnage.....                 | 66 |
| Figure III-24: Outil de poinçonnage à contre-plaque.....            | 66 |
| Figure III-25: Outil de poinçonnage à serre-flan.....               | 67 |
| Figure III-26: Outil à serre-flan actionné par coulisseaux. ....    | 68 |
| Figure III-27: Outil à serre-flan actionné par ressorts.....        | 68 |
| Figure III-28: Outil de cambrage en V.....                          | 69 |
| Figure III-29: Outil de cambrage en U.....                          | 69 |
| Figure III-30: Outil de cambrage en équerre.....                    | 70 |
| Figure III-31: Outil à cames. ....                                  | 70 |
| Figure III-32: Les modes de fixation de la semelle au plateau. .... | 71 |
| Figure III-33: Fixation de la partie supérieure de l'outil. ....    | 71 |
| Figure III-34: Les rainures sur le coulisseau et plateau. ....      | 72 |
| Figure IV-1 : Cache Ventilateur.....                                | 74 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure IV-2 : Emplacement de la pièce.....                                                    | 74 |
| Figure IV-3 : Partie inférieure de l'outil. ....                                              | 77 |
| Figure IV-4 : Partie supérieure de l'outil. ....                                              | 79 |
| Figure IV-5 : Outil complet assemblé. ....                                                    | 80 |
| Figure IV-6 : Mesure du périmètre du poinçon 5 avec le logiciel Solid Works. ....             | 84 |
| Figure IV-7 : Mesure du périmètre de détournage de la pièce avec le logiciel Solid Works. ... | 86 |
| Figure IV-8 : Types de ressorts. ....                                                         | 93 |
| Figure IV-9 : Ressort rouge de charges fortes.....                                            | 95 |

## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau I-1: Aciers d'usage général.....                                                           | 13 |
| Tableau I-2 : Quelques valeurs de dureté après le revenu pour les aciers Z200 C12 (X210CrW12)..... | 19 |
| Tableau II-1:Tableau de détermination du coefficient K en fonction de $(d)/D$ .....                | 29 |
| Tableau II-2: La valeur de la résistance au cisaillement pour les matériaux les plus utilisés. 40  |    |
| Tableau II-3: Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper. ....                      | 41 |
| Tableau IV-1 : Caractéristiques chimiques de la tôle.....                                          | 76 |
| Tableau IV-2 : Caractéristiques mécaniques de la tôle. ....                                        | 76 |
| Tableau IV-3 : Matériaux des différentes pièces de l'outil.....                                    | 80 |
| Tableau IV-4 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.....                   | 89 |
| Tableau IV-5 : Catalogue des ressorts rouges de charges fortes.....                                | 93 |

# INTRODUCTION GENERALE

Dans les industries mécaniques, la mise en forme des tôles par déformation est largement utilisée pour réaliser divers composants. Les procédés de mise en forme ont une importance considérable dans de nombreuses industries telle que la construction mécanique, l'automobile, l'aéronautique, l'électroménager...etc. L'industrie sidérurgique développe actuellement de nouvelles tôles à partir de matériaux combinant à la fois résistance et large aptitude à la mise en forme (formabilité). Cette branche d'activités occupe une place importante dans cette industrie.

Parmi les principaux procédés de mise en forme apparus récemment afin d'assurer la production en grande séries se trouve le formage. Ce procédé regroupe plusieurs techniques dont on peut citer l'emboutissage, poinçonnage, crevage, pliage, encochage, détournage.....

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

Au niveau de bureau d'études et de développement de l'unité cuisson de l'entreprise ENIEM, on nous a confié un travail qui consiste à faire l'étude et la conception d'un outil de poinçonnage et détournage pour la réalisation d'un cache ventilateur d'une cuisinière.

Pour répondre à cette demande, il est important de se munir des connaissances suffisantes sur les différents procédés de mise en forme ainsi que l'outillage nécessaire pour la réalisation de la pièce.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons organisé notre travail comme suit :

Après avoir débuté notre travail par une introduction générale suivi d'une présentation de l'entreprise ENIEM viendra le chapitre I.

Ce chapitre abordera les généralités sur les différents matériaux ainsi que leurs différentes caractéristiques.

Le deuxième chapitre est consacré aux différents procédés d'obtention et de mise en forme des tôles.

Dans le troisième chapitre on va citer les différentes presses utilisées dans l'industrie ainsi que les différents outils associés à ces presses.

L'étude et la conception de l'outil a fait l'objet du chapitre IV, le cahier de charge, la fiche technique de la tôle ainsi que le logiciel Solid Works ont été utilisés dans nos calculs, ce qui nous a permis à la fin de choisir la presse a utilisé.

Après ca nous avons terminé notre travail par une conclusion générale.

# PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

## 1. Introduction :

L'ENIEM est l'entreprise nationale des industries électroménagères créée en 1982 après la restructuration de l'entreprise mère la SONELEC 1 (société nationale de fabrication et de montage électroménagère) qui regroupé depuis sa création en 1978 plusieurs filiales, en 1989 elle devient autonome et sera érigée en société par actions(SPA).



L'ENIEM est le leader de l'industrie électronique en ALGERIE avec un capital 2957600000000 DA.

**Figure1: Siège de l'Entreprise Nationale des industries électroménagères**

## 2. Situation géographique :

Elle est implantée à la zone industrielle AISSAT IDIR d'Oued Aissi à 7Km du chef-lieu de wilaya de Tizi-Ouzou à proximité de la route nationale qui facilite son accès. Sa direction générale se situe à la sortie sud-ouest de la ville de Tizi-Ouzou, et les unités de production sont :

- Unité de production froid cuisson et climatisation à Oued Aissi wilaya Tizi-Ouzou.



- Unité sanitaire installé à Miliana willaya d'Ain-Defla.
- Unité des lampes à Mohammedia willaya de Mascara.

### 3. Objet social et champ d'activité :

ENIEM est leader de l'Électroménager en Algérie, elle possède des capacités de production et une expérience de plus 30 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager, notamment :

- Les appareils ménagers domestiques
- Les appareils des collectivités.
- Les lampes d'éclairage.
- Les produits sanitaires.

Elle assure également la commercialisation et le service après-vente de ses appareils.

### 4. Capital social et chiffres d'affaires :

L'ENIEM à été transformée juridiquement en société par action le 8 octobre 1998 son capital social est de 10.279.800.000 da détenu en total par la SGP INDELEC. Avec un chiffre d'affaires de :

- 2.67 Milliards DA
- 3.63 Milliards DA
- 5.7 Milliards DA
- 5.46 Milliards DA

Et un effectif de 2885 travailleurs.

### 5. Organisation de l'entreprise :

La structure organisationnelle est fondée de telle façon à avoir une meilleure activité au sein de l'entreprise tout en suivant la chaîne de réalisation d'un produit.

Afin d'obtenir un produit fini il est nécessaire de passer par toutes les unités :

- Unité commerciale ;
- Unité de prestation technique.
- Unité froid ;
- Unité cuisson ;
- Unité climatisation ;
- Unité produit similaire.

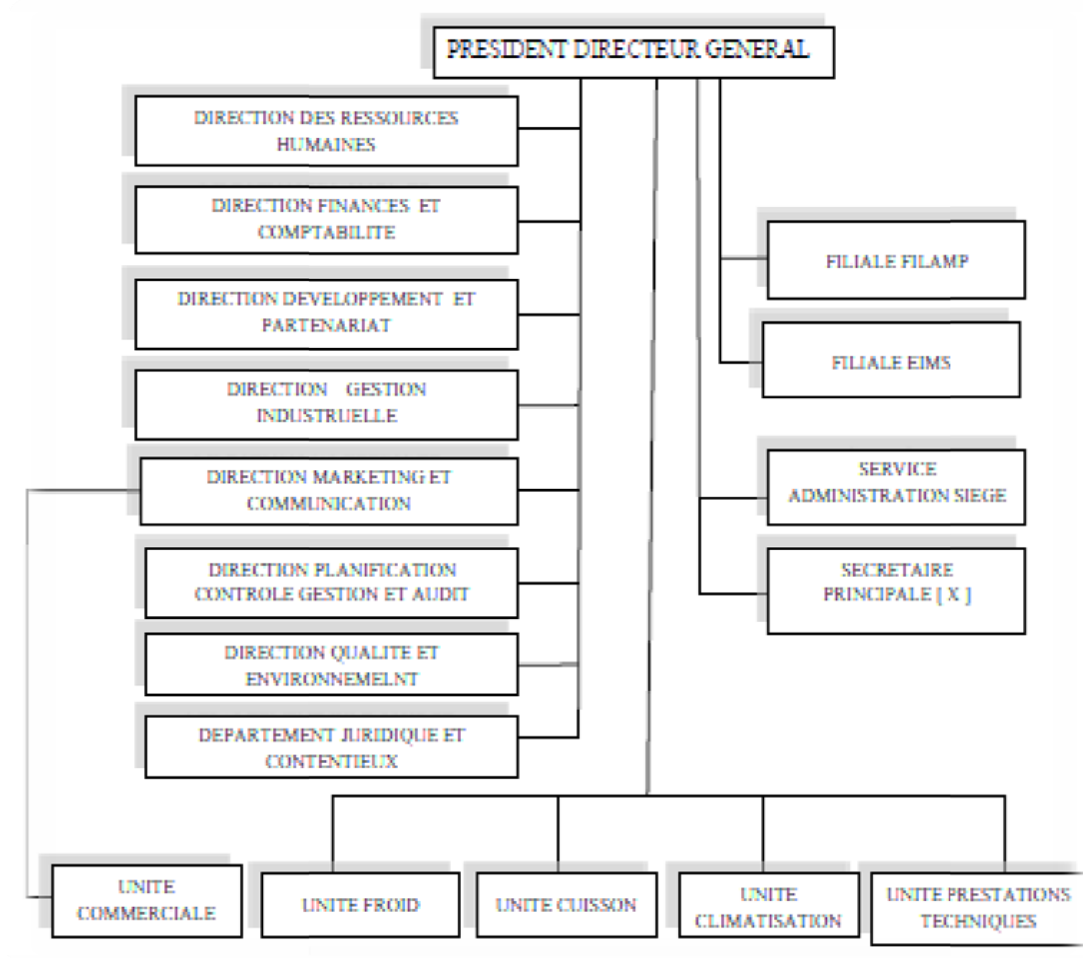


Figure2: Organigramme de l'entreprise.

### 6. Mission et objectifs de l'ENIEM :

#### A. Mission de L'ENIEM :

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

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

#### B. Mission des unités :

- Unité Froid : Elle est chargée de la production des équipements, produits et composants relevant du domaine du froid (réfrigérateur).
- Unité Cuisson : Elle s'occupe de la production des équipements produits et composants relevant du domaine de la cuisson (cuisinière).
- Unité Climatisation : Elle assure la production des équipements, produits et composants relevant du domaine De la climatisation (climatiseurs et petit appareils ménagers).
- Unité Prestation Technique : Elle réalise des travaux ou prestations techniques et services pour le compte des autres unités ou pour des clients externes.
- Unité Commerciale : Elle est chargée de la commercialisation des produits fabriqués par les unités de production.

- Unité sanitaire : L'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM en l'an 2000. Elle n'entre pas dans le champ de certification de l'entreprise. La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits sanitaires (baignoires, lavabos ...).
- Filiale Filamp : L'Unité Lampes de Mohammedia (ULM) qui a démarré en février 1979 pour fabriquer des lampes d'éclairage domestique ainsi que des lampes de réfrigérateurs est devenue filiale à 100% ENIEM le 01/01/1997. Cette filiale est dénommée « FILAMP ».

### C. Objectif de L'ENIEM :

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

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

### 7. Politique environnemental :

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. Pour y parvenir, l'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des

ressources, la sensibilisation et 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 9001/2008 QUALITE et ISO 14001/2004 ENVIRONNEMENT La direction générale met à disposition les moyens nécessaires à la réussite de ce projet.

# **CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES MATERIAUX**

# I. GENERALITES SUR LES MATERIAUX

## I.1 Introduction :

Les matériaux sont la matière la plus essentielle utilisée pour l'obtention des pièces ou des objets demandés. Ils représentent l'authentique nécessité dans la conception. Au fil du temps, les ingénieurs ont développé des techniques spécifiques pour améliorer les propriétés mécaniques ou physiques des matériaux. Cette amélioration doit prendre en compte des paramètres particuliers qui affectent le matériau pour modifier soit sa résistance, sa dureté, sa ténacité ou l'usure. En vue de cela, les concepteurs doivent sélectionner avec soin des matériaux qui combinent toutes les propriétés requises pour réaliser une pièce afin qu'elle assure correctement sa fonction.

## I.2 Généralités sur les matériaux : [2]

Un matériau est la forme marchande d'une matière première choisie en raison de propriétés d'usage spécifiques et de sa mise en œuvre par des techniques appropriées pour l'obtention d'un objet de géométrie donnée à fonction préméditée.

## I.3 Méthodes de sélection des matériaux : [2]

Lors de la conception du produit, le concepteur va choisir un matériau qui répond aux critères imposés par le cahier des charges fonctionnelles.

- Caractéristiques mécaniques.
- Caractéristiques physico-chimiques.
- Caractéristiques de mise en œuvre.
- Sécurité.

### I.4 Classification des matériaux :

#### I.4.1 Les grandes classes de matériaux : [3]

De nombreuses propriétés physico-chimiques et propriétés d'usage des matériaux sont étroitement liées à la nature des liaisons chimiques entre les atomes qui les constituent. C'est sur cette base qu'est établie la distinction entre les principales classes de matériaux

##### I.4.1.1 Les polymères ou matières plastiques : [3]

Un plastique est un mélange dont le constituant de base est une résine ou polymère mélange, on associe des adjuvants (plastifiants, antioxydants,) et des additifs (colorants, ignifugeants).

Exemple :

- Les thermoplastiques.
- Les thermodurcissables.
- Les élastomères ou “caoutchoucs”.

##### I.4.1.2 Les céramiques : [3]

Ils sont très durs, très rigides ; D'une part, ils résistent à la chaleur, à l'usure, aux agents chimiques et à la corrosion, mais en contrepartie, ils sont fragiles.

Exemple :

- Céramiques traditionnelles
- Céramiques techniques

##### I.4.1.3 Les matériaux composites : [3]

Ils sont composés d'un matériau de base (matrice ou liant) renforcé par des fibres, ou agrégats d'un autre matériau.

En renfort, on utilise la fibre de verre, la fibre de carbone et enfin les fibres organiques (kevlar).



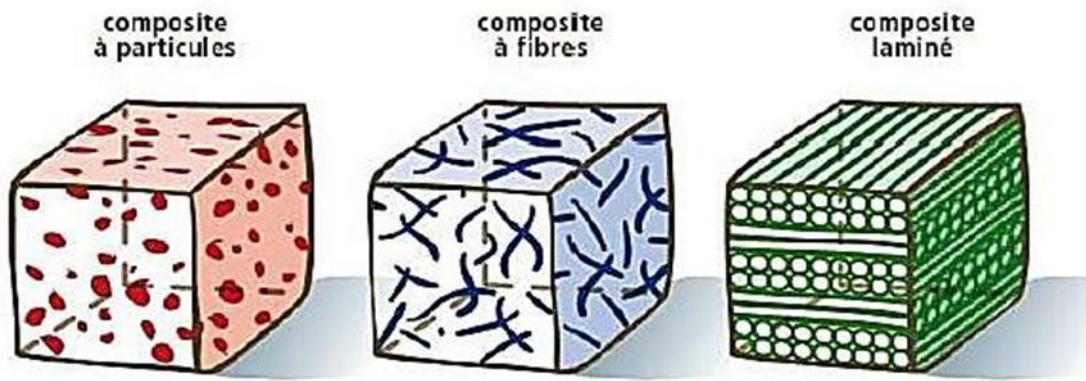


Figure I-1: Différents types de composite.

### I.4.1.4 Matériaux métalliques : [3]

Ce sont les métaux purs. Leurs mélanges, ou alliages comportent essentiellement des liaisons métalliques.

On distingue quatre types de matériaux métalliques qui sont l'aluminium et ses alliages, le cuivre et ses alliages comme étant des métaux non ferreux et enfin les fontes et les aciers comme étant des métaux ferreux.

#### ➤ L'aluminium et ses alliages

L'aluminium est obtenu à partir d'un minerai appelé bauxite. Il est léger (densité = 2.7), bon conducteur d'électricité et de chaleur. Sa résistance mécanique est faible, il est ductile et facilement usinable. Il est très résistant à la corrosion.

#### ➤ Le cuivre et ses alliages

Il existe de très nombreux alliages de cuivre dont les plus connus sont : les bronzes, les laitons, les cupro-aluminiums.

#### ➤ Les fontes (Alliage de fer avec 1.67% à 4.2% de Carbone)

Les fontes sont des alliages de fer et de carbone. Elles ont une excellente coulabilité. Elles permettent donc d'obtenir des pièces de fonderie (pièces moulées) aux formes complexes. Elles sont assez fragiles (cassantes), difficilement soudables et ont une bonne usinabilité.

### ➤ Les aciers (Fer + 0.08 à 1% de Carbone)

Les aciers sont des alliages de fer et de carbone avec éventuellement des éléments d'addition.

#### I.4.2 Caractéristiques des matériaux : [3]

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

##### **Bonnes propriétés liées à la tenue en service :**

- Résistance à l'usure,
- Résistance aux chocs,
- Ténacité (capacité d'absorption de fortes charges sans rupture brutale).

##### **Bonnes propriétés liées à la mise en œuvre**

- L'usinabilité.
- Absence de déformation et de rupture aux traitements thermiques.

#### I.5 Généralités sur les aciers :

##### I.5.1 Définition : [4]

Les aciers sont essentiellement des alliages de fer et de carbone, qui contiennent en outre certains autres éléments introduits en faibles quantités au moment de leurs élaboration (dans les aciers alliés, on introduit par exemple des éléments d'alliage dans le but de modifier les propriétés des aciers de base). Dans tous les cas, la teneur en carbone des aciers est inférieure à 1.5%. En fonction du nombre d'élément d'alliage ajoutés au fer et de leur teneur, les aciers présentent un très grand nombre de nuances différentes. On peut classer les divers types d'alliages à base de fer selon leur composition chimique ou selon leur domaine d'utilisation. C'est cette dernière classification que nous adoptons ici et qui nous permet de considérer les quatre familles suivantes :

- Les aciers au carbone d'usages général ;
- Les aciers de traitements thermiques, alliés ou non ;

- Les aciers à outils ;
- Les aciers inoxydables.

### I.5.2 Les différents types d'acier :

#### I.5.2.1 Aciers ordinaires : [4]

Les aciers d'usage générale ou ordinaires sont des alliages **Fe-C** de teneur en carbone inférieure à 2, 11%, dans lesquels les teneurs des éléments d'élaboration **Si**, **Mn** parfois **Al** ainsi **P**, **S** et **Cu** (quelques millièmes %) sont relativement faibles, Ces éléments sont introduits par suite de nécessité technique ;

Il existe deux catégories de ces aciers :

- les aciers ordinaires d'usage général
- les aciers ordinaires pour traitement thermique

##### I.5.2.1.1 Les aciers ordinaires d'usage général :

Ce sont des aciers de construction (mécanique, métallique) employés dans la fabrication des éléments de machines, certaines parties de moule d'injection plastique et travaux de chaudronnerie.

En général, la teneur en carbone de ces aciers ne dépasse pas 0,5 à 0,6%, comme ils présentent des propriétés mécaniques élevées et ils doivent posséder également de bonnes propriétés technologiques.

| Nuance     | Pourcentage de carbone (C) | Résistance $R_m$ (MPa) état recuit | Emplois                                                                                                          |
|------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| extra-doux | $C < 0,15$                 | 330-420                            | tôles pour carrosserie, feuillards, quincaillerie, pièces de forge                                               |
| doux       | $0,15 < C < 0,20$          | 370-460                            | charpente métallique, profilés, construction mécanique courante, boulons, fils ordinaires                        |
| demi-doux  | $0,20 < C < 0,30$          | 480-550                            | pièces de machines pour applications mécaniques, pièces ou bâtis moulés, pièces forgées                          |
| demi-dur   | $0,30 < C < 0,40$          | 550-650                            | petit outillage, éléments de machines agricoles, organes de transmission                                         |
| dur        | $0,40 < C < 0,60$          | 650-750                            | pièces d'outillage, d'armement, glissières, rails et bandages, ressorts, coutellerie, pièces moulées et traitées |
| extra-dur  | $0,60 < C$                 | $>750$                             | outils d'usinage et découpe, câbles, ressorts                                                                    |

**Tableau I-1: Aciers d'usage général.**

### I.5.2.1.2 Propriétés des aciers ordinaires :

Les principales propriétés de ces aciers susceptibles d'être améliorées sont, comme suit :

- Une résistance mécanique à l'état normalisé ou à l'état recuit ;
- La trempabilité ;
- Une bonne soudabilité ;
- Une tenue à chaud ;
- Une résistance à l'usure et à la corrosion ;
- Insensible au traitement thermique ;
- Amélioration des propriétés par écrouissage ;
- Limite d'élasticité intéressante.

### I.5.2.1.3 Désignation des aciers ordinaires : [4]

Selon la norme **NF EN 10027**, les aciers ordinaires sont désignés suivant deux classes.

La désignation commence par la lettre **S** pour les aciers d'usage général, et par la lettre **E** pour les aciers de construction mécanique ; le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité de l'acier, (en MPa).

**S235** : Acier d'usage général, avec : **Re** = 235 MPa

**E335** : Acier de construction mécanique, avec : **Re** = 335 MPa

- **Les aciers ordinaires pour traitements thermiques**

L'acier ordinaire pour traitement thermiques est désigné par les lettres **CC** (auparavant une seule lettre **C**) signifiant acier carbone, ou par les deux lettres **XC** s'il s'agit d'un acier à teneur en soufre et en phosphore inférieure (minime) par rapport au précédent (**CC**), comme il peut se constituer d'une lettre **S** garantissant la soudabilité

### I.5.2.2 Aciers de traitement thermique : [4]

Avant d'étudier les aciers de traitement thermique, il nous faut d'abord déterminer quelles sont les diverses nuances d'aciers qui peuvent s'y prêter, selon les buts visés, on distingue trois types de traitement :

- Les recuits (traitement d'adoucissement et de régénération)
- Les traitements thermiques dans la masse
- Les traitements de surface.

Les aciers alliés ou non alliés de traitements thermiques sont définis, en fonction de leurs composition chimique. Cette dernière permet de déterminer les traitements qu'on peut leur appliquer en fonction des propriétés recherchées.

#### I.5.2.2.1 Aciers alliés :

Les aciers alliés sont essentiellement des alliages **Fe-C** contenant des éléments normaux d'élaboration comme ceux des aciers non alliés (**Mn, Si, S, P**) relativement faibles. De plus, ils sont additionnés au moins d'un troisième élément **M** en proportion suffisante pour obtenir une modification ou amélioration d'une propriété ou de l'ensemble des propriétés de l'acier.

Ils se divisent en deux aciers qui sont :

- A.** les aciers faiblement alliés
- B.** les aciers fortement alliés.

#### **A. Aciers faiblement alliés**

Ce sont des aciers alliés dans lesquels la teneur en éléments d'addition ne dépasse pas 5 % leur désignation est précédée par un nombre égal a cent fois la teneur moyenne centésimale en carbone, puis elle s'ensuit par les diverses teneurs en élément d'addition classées d'une manière décroissantes.

Le nombre indiquant la teneur s'obtient par la multiplication de la teneur pourcent par 4 s'il s'agit de (**Cr, Co, Mn, Ni, Si, W**) ou par 10 pour (**Al, Cu, Ti, V, Mo**) et par 100 pour les éléments d'addition : (**C, S, P, N**)

### B. Aciers fortement alliés

Ce sont des aciers dont la teneur des éléments d'addition dépasse 5%. Ils sont désignés comme les précédents, toutefois la désignation est précédée de la lettre Z, et les teneurs pourcent sont indiquées sans modification à part le carbone. Ce type d'acier est utilisé pour l'amélioration de certaines applications ou il y a une insuffisance de propriétés des aciers non alliés, par exemple :

- l'amélioration de la trempabilité par les aciers alliés pour traitements thermiques.
- l'emploi des aciers inoxydables dans les milieux agressifs.
- l'emploi des aciers réfractaires à la température extrême.

#### I.5.2.2.2 Aciers non alliés :

Ces aciers sont intermédiaires entre des aciers d'usage général de type A, et des aciers fins de type XC, On peut leur faire subir un traitement thermique mais les caractéristiques mécaniques obtenues peuvent - être assez variables d'un lot à l'autre, et aussi à l'intérieur du même lot. Selon la norme **NF EN 10027**, la désignation des aciers non alliés se compose de la lettre C suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100. Ces aciers sont employés en constructions mécaniques, conviennent aux traitements thermiques, et au forgeage.

#### I.5.2.3 Aciers à outils : [4]

Pour toutes les étapes de fabrication, quel que soit le procédé employé, on a besoin d'outils dont les conditions d'utilisation peuvent être très variées. Même si les aciers à outils ne représentent qu'environ 0.1% de la production mondiale d'aciers, leur importance technologique reste primordiale. Le nombre de nuances d'aciers à outils est très élevé (aux Etats-Unis, on en compte plus de 75), et chacune d'elles est conçue en fonction d'une utilisation spécifique.

### I.5.2.4 Élément d'addition : [4]

L'élément d'alliage des aciers à outils exerce des actions similaires à celles que nous avons étudiées mais leurs teneurs sont souvent beaucoup plus élevées. Les éléments dont l'affinité pour le carbone est très forte (**Mo, V, W**) jouent ici un rôle de premier plan, car ils forment des carbures très stables qui s'opposent à la croissance des gains au cours de l'austénitisation. Ces carbures sont par ailleurs très durs, et ils augmentent considérablement la résistance à l'usure et au fluage. Ils sont en outre complexes. Avec des additions massives de tels éléments, la teneur en carbone peut dépasser 2%.

### I.5.2.5 Aciers inoxydables : [4]

Les aciers inoxydables comprennent un ensemble de familles d'alliages à base de fer dont la principale propriété est la résistance à la corrosion généralisée. Toutefois, bien qu'on les qualifie d'inoxidables, ces aciers ne sont pas dans tous les cas totalement exempts d'une possibilité de corrosion.

Le chrome est l'élément essentiel qui a des teneurs supérieures à environs 12% rend l'acier inoxydable en favorisant, en milieu oxydant, la formation d'un film passif à sa surface.

### I.5.3 Traitement thermique : [3]

Les traitements thermiques ont pour un objet de soumettre l'acier à l'action de cycles thermiques appropriés afin de lui conférer des propriétés particulières adaptées à sa mise en œuvre ou à son utilisation.

L'utilité de ces traitements est de donner les caractéristiques mécaniques adéquates (résistance à l'usure pour les arrêtes de coupe des poinçons et de la matrice, la résistance aux chocs, etc. plusieurs types de traitements thermiques naissent suivant la variation de la température du chauffage et celle du refroidissement dont on cite :

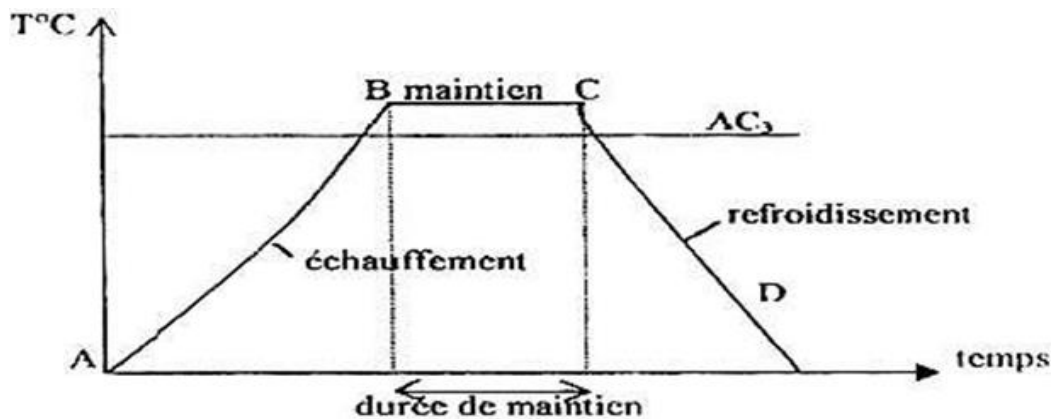
#### I.5.3.1 La trempe : (727+50° et plus) [3]

On appelle traitement thermique de trempe, tout traitement qui consiste à soumettre une pièce à un cycle thermique contenant :

- Un chauffage dans le domaine austénitique ;
- Un maintien suffisamment lent afin de permettre la dissolution partielle ;
- Un refroidissement effectué à une température dite : température de trempe.

La trempe est souvent la première étape d'un traitement comportant un ou plusieurs revenus.

La figure suivante nous montre le diagramme du traitement thermique à la trempe.



**Figure I-2: Traitement thermique de la trempe.**

### I.5.3.2 Le revenu : (entre $180^{\circ}\text{C}$ et $A_{c1}$ ) [5]

C'est un traitement thermique pratiqué souvent après la trempe pour éliminer les défauts causés par la trempe, par amélioration de la très faible résilience avec une diminution légère de la dureté. Ils comportent trois (03) étapes

- Chauffage à une température comprise entre  $180^{\circ}\text{C}$  et  $A_{c1}$ .
- Maintien à cette température pendant deux (02) heures.
- Refroidissement moyennement lent par immersion dans l'huile.



|            |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| T (C°)     | 100 | 200 | 300 | 400 |
| Dureté HRC | 63  | 62  | 60  | 58  |

**Tableau I-2 : Quelques valeurs de dureté après le revenu pour les aciers Z200 C12 (X210CrW12).**

### I.5.3.3 Traitement thermique de diffusion : [5]

#### I.5.3.3.1 Cémentation : (920 à 950°C)

Diffusion de carbone en milieu pulvérulent, pâteux, liquide ou gazeux effectué à une température supérieure à  $A_{c1}$ . Il est souvent suivi d'une trempe. Son but principal est l'obtention d'une surface dure et résistante à l'usure par enrichissement de la couche superficielle en carbone jusqu'à de 0.8 à 1.2%.

#### I.5.3.3.2 Nituration : (500 à 570 °C) [5]

C'est un traitement qui consiste à saturer en azote la surface de l'acier dans le milieu ammoniac. La nituration accroît sensiblement la dureté de la couche superficielle, sa tenue à l'usure, la limite de fatigue et la tenue à la corrosion dans des milieux comme l'atmosphère, l'eau, la vapeur etc....

#### I.5.3.3.3 Cyanuration et carbonitruration : (730 à 830°C) [5]

C'est une saturation simultanée de la surface de l'acier en carbone et en azote. Ce traitement prévoit surtout l'augmentation de la dureté et de la tenue à l'usure.

## I.6 Les Bronzes :

### I.6.1 Définition : [6]

Le bronze est un alliage métallique non ferreux. Les bronzes sont généralement composés de plus de 60 % de cuivre et d'une proportion variable d'étain, et ils contiennent en outre des

proportions variables d'aluminium, plomb, béryllium, manganèse et tungstène, accessoirement du silicium et du phosphore, mais pas de zinc en quantité notable (ne pas confondre avec le laiton, dont le terme anglais « brass » est souvent traduit par bronze).

Les principales caractéristiques du bronze sont :

- Une bonne résistance à l'usure.
- Une résistance acceptable à la corrosion mais qui ne permet pas son usage dans l'industrie navale.
- Une bonne conductivité électrique.

On les utilise souvent comme matériau de frottement en face de l'acier



**Figure I-3: Bague de guidage bronze**

### I.6.2 Utilisation du bronze : [6]

Le bronze est utilisé dans de nombreuses industries pour la réalisation de coussinets d'arbres (bagues cylindriques), d'engrenages, d'écrous, de glissières à guidage, de coulisseaux, de guides de soupapes...

### I.6.3 Les différentes nuances de bronze : [6]

Parmi les nuances, on trouve fréquemment :

- **CuSn7 et CuSn12** : le chiffre indique le pourcentage d'étain. Le reste est composé essentiellement de cuivre. Plus le pourcentage d'étain augmente, plus la dureté

augmente. Le CuSn12 est utilisée pour sa très grande résistance à l'usure aux frottements à grandes vitesses et son usinabilité.

- **CuSn9P-CuSn8 (UE9P)** : ce bronze est un alliage de qualité alimentaire. On l'utilise aussi pour des guides de soupapes dans les moteurs.
- **CuSn10Pb10 (U-Pb10E10)** : cet alliage est un bronze avec du plomb utilisé en cas de risque de rupture de lubrification, lorsque le graissage est insuffisant, en cas de chocs ou d'inversion de rotation et dans les milieux plus hostiles, plus abrasifs...Cet alliage est un bronze « gras » semi-autolubrifiant.
- **CuAl10Fe5Ni5 (UA10N)** : cet alliage est un cupro-aluminium, avec de hautes propriétés mécaniques, ayant une dureté de 160HB (en comparaison, la dureté du CuSn12 est de 100HB) utilisé lorsque l'on recherche une excellente résistance à la corrosion. C'est un bronze "marin" inoxydable à l'eau de mer.
- **CuBe2 (UBE2)** : cet alliage est un bronze au béryllium. Le béryllium apporte une amélioration des qualités mécaniques (dureté très élevée), électriques et thermiques. Il est utilisé dans l'industrie de la connectique, de l'électrotechnique et de l'horlogerie. Hautement toxique lorsqu'il est inhalé pendant plusieurs années et à fortes doses, il est donc faiblement dosé et souvent remplacé par d'autres matériaux.

### I.7 Conclusion :

Dans ce chapitre on a parlé des matériaux utilisés dans la conception, et on a constaté qu'ils ont tous des propriétés qui les caractérisent et qui nous permettent de les différencier, parmi ces propriétés, les plus courantes sont les propriétés chimiques et mécaniques.

On a parlé aussi de l'acier en général qui se compose de différents types, qui sont utilisés dans plusieurs domaines selon les caractéristiques voulus. Le choix du matériau pour la réalisation de l'outil dépend des contraintes de fabrications et de fonctions, on doit donc améliorer et satisfaire la qualité et la dureté des éléments de l'outil est ça on faisant subir au matériau des traitements thermiques.

# **CHAPITRE II :**

## **TRAVAUX DE MISE EN**

### **FORME DES TOLES**

## II. TRAVAUX DE MISE EN FORME DES TOLES

### II.1 Introduction :

La tôle, un produit métallique plat, qui peut se présenter sous forme de feuilles ou de bobines. La fabrication des pièces de tôle aux formes demandées, est obtenue par différentes opérations.

L'objectif de la mise en forme de la tôle est de lui conférer des dimensions situées dans une fourchette de tolérances données ainsi que des caractéristiques géométriques précises. Parmi les principaux procédés de formage qui permettent d'assurer la production en grandes séries on trouve : l'emboutissage, le pliage, le découpage, le poinçonnage ....etc.

### II.2 La Tôle :

#### II.2.1 Définition : [5]

Les tôles sont des produits plats de section droite presque rectangulaire et dont la largeur est très supérieure à l'épaisseur tirés des brames par laminage à froid pour les tôles minces, dont l'épaisseur est inférieure à 3 mm ; ou à chaud, C'est-à-dire que les plaques d'acier, issues de la coulée, sont réchauffées entre 800 et 1200°C puis écrasées par un passage successif entre deux rouleaux jusqu'à obtention de l'épaisseur voulue. Elles sont conditionnées en bobines, en bandes refendues ou en feuilles.

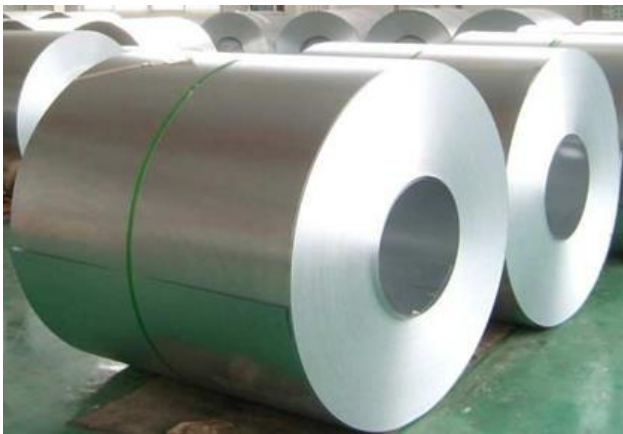
Les dimensions varient en fonction de l'acier (nuance et type), de l'épaisseur et des revêtements appliqués, On distingue :

➤ **Suivant leurs épaisseurs :**

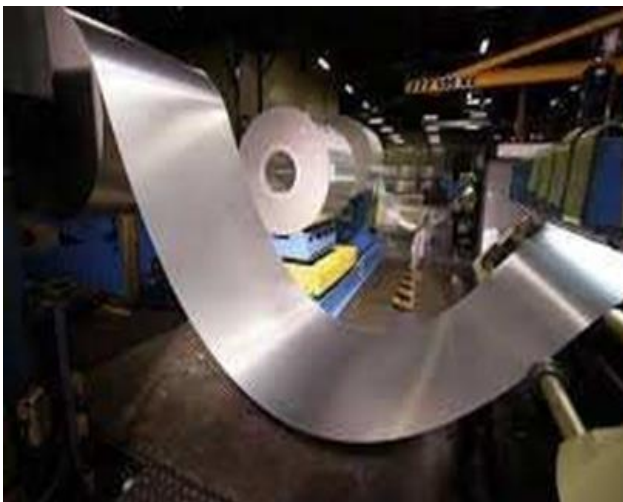
- 1) Les tôles fines ( $< 3$  mm).
- 2) Les tôles fortes ( $> 3$  mm).

➤ **Suivant leurs finitions :**

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



**Figure II-1: Bobine de Tôle.**



**Figure II-2: Bobinage de la Tôle.**

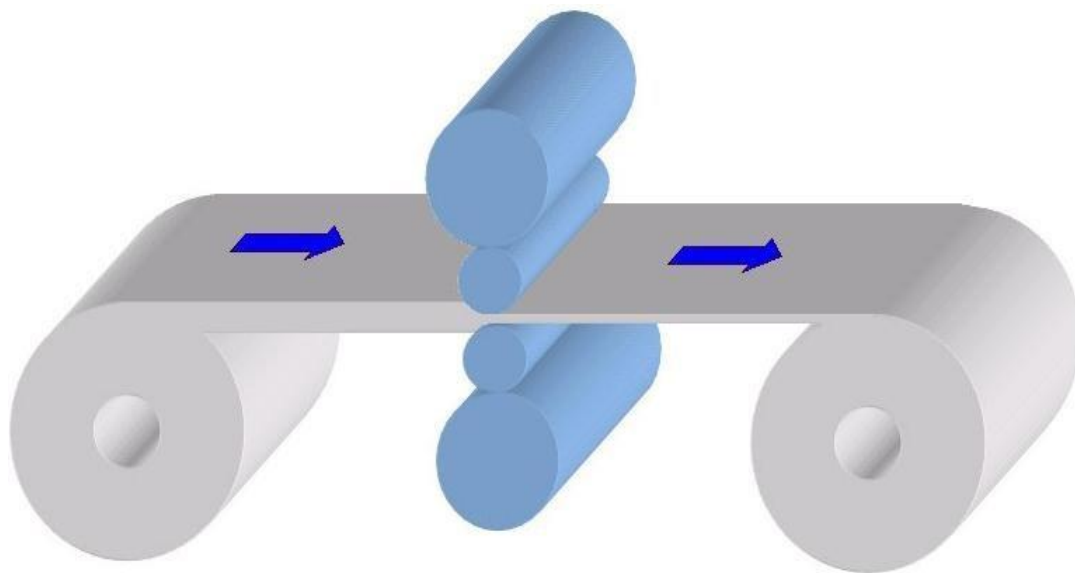
### II.3 Procédés d'obtention des tôles :

Parmi les procédés qui permettent de transformer le bloc d'acier brut, en une bande mince et large embobinée, ou des pièces de grands diamètres, en un petits, ayant les caractéristiques géométriques et métallurgiques ainsi que l'état de surface requis pour sa transformation ultérieure, on trouve:

#### II.3.1 Le Laminage : [7]

Le laminage, à chaud ou à froid, est réalisé par passage d'une pièce de métal entre deux (ou plus) cylindres dont l'écartement est inférieur à l'épaisseur initiale de la pièce. Les cylindres tournent en sens inverse et entraînent la pièce de métal (plaque, cylindre...). Le laminage étire et écrouit le métal. Il est parfois nécessaire de recuire celui-ci avant de recommencer l'opération, pour le rendre plus malléable et éviter sa rupture ou sa fissuration. Plusieurs passages dans des gorges de plus en plus petites permettent d'obtenir le produit final.

Selon la forme de la gorge, plusieurs sections sont possibles.



**Figure II-3: Train de Laminage.**

### II.3.1.1 Laminage à froid :

Le laminage à froid provoque un écrouissage du métal. Le laminage ne peut se poursuivre au-delà de la limite de rupture, par ailleurs l'écrouissage peut entraîner un dépassement des capacités de puissance du système de laminage à froid.

En pratique, les premières séries de réductions commencent à chaud afin d'atteindre facilement de fortes déformations du matériau et d'ajuster les propriétés métallurgiques du produit. Le passage à froid est ensuite nécessaire pour obtenir les caractéristiques géométriques et mécaniques adéquates, ainsi qu'un bon état de surfaces.



**Figure II-4: Laminage à froid.**

### II.3.1.2 Laminage à chaud :

La brame est acheminée à travers différentes cages successives équipées de cylindres de laminage, de façon à obtenir une large bande. À la sortie de la dernière cage, la bande est refroidie par un processus d'arrosage, puis enroulée sur une bobineuse de façon à former une bobine. La bobine est ensuite déroulée sur une ligne de déroulage, redressée, planée et coupée à la longueur souhaitée, pour obtenir des tôles.



Le laminage à chaud s'impose pour deux raisons capitales : La première est que la résistance à chaud du métal décroît très rapidement avec la température, la seconde est d'ordre métallurgique.



**Figure II-5: Laminage à chaud.**

### **II.4 Procédés de mise en forme des tôles :**

#### **II.4.1 L'Emboutissage :**

La technique de formage de métaux en feuilles par emboutissage est très répandue dans l'industrie. La reconnaissance mondiale de ce mode de mise en forme est due en grande partie à la pression d'éléments extérieurs tels que la nécessité croissante d'alléger les produits, la lutte contre la corrosion ou la concurrence des matériaux non métalliques.

##### **II.4.1.1 Définition : [8]**

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique d'une surface de métal entraînée par un poinçon dans une matrice. Il s'agit d'un procédé de mise en forme très utilisé dans l'industrie, permettant d'obtenir des pièces de surfaces complexes à partir de feuilles de tôle minces, montées sur presse. La tôle appelée « flan », est la matière brute qui n'a pas encore été emboutie. L'opération peut - être réalisée avec ou sans serre flan pour maintenir le flan contre la matrice pendant que le poinçon déforme la feuille. Cette opération permet d'obtenir rapidement des tôles embouties à moindre coût.

### II.4.1.2 Principe de l'Emboutissage : [8]

Le principe est basé sur la déformation plastique du matériau. L'emboutissage passe par les phases suivantes :

- **Phase 1** : Le Poinçon et serre flan sont relevés. La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice (voir la Figure ci-dessous).

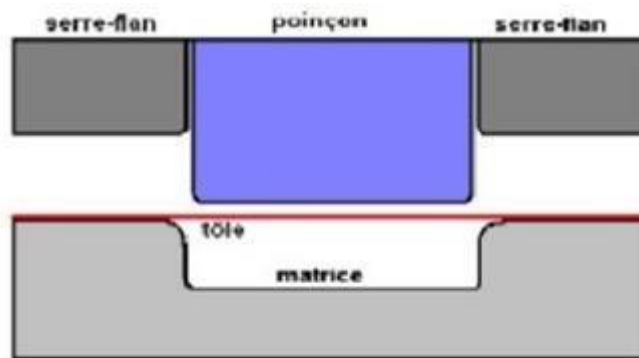


Figure II-6: Phase 1 de l'emboutissage.

- **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 (voir la Figure ci-dessous).

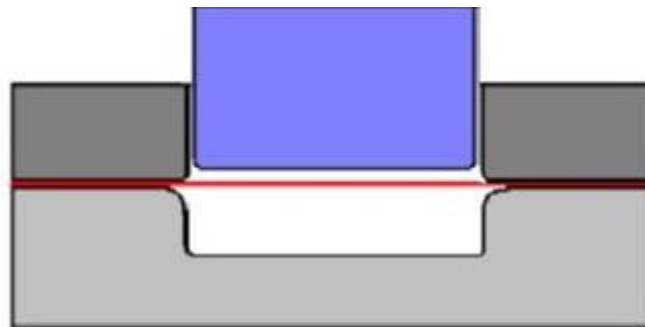
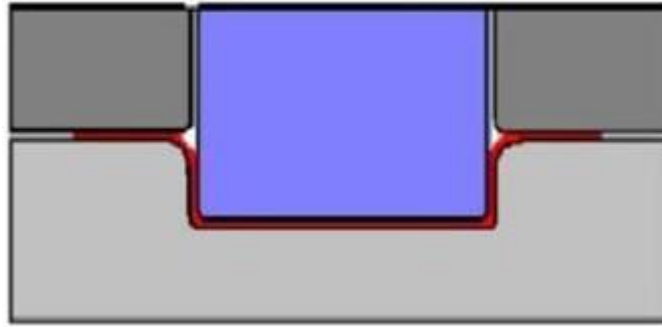


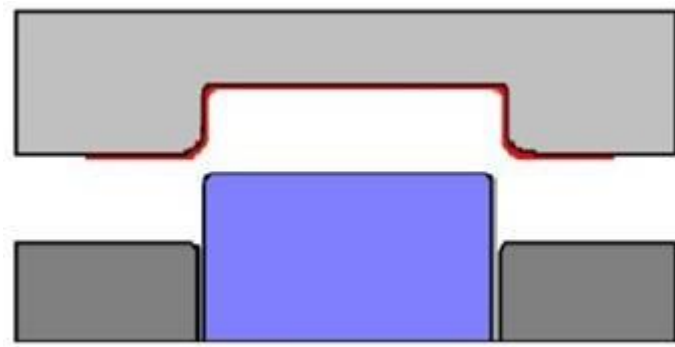
Figure II-7: Phase 2 de l'emboutissage.

- **Phase 3** : Le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique, en la plaquant contre le fond de la matrice (voir la Figure ci-dessous). La tôle étant maintenue avec glissement possible entre le serre fan et la matrice.



**Figure II-8: Phase 3 de l'emboutissage.**

- **Phase 4** : Le poinçon et le serre flan se relèvent : la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée) (voir la Figure ci-dessous). La pièce formée reste au fond de la matrice. Il reste jusqu'à l'éjection et son détourage.



**Figure II-9: Phase 4 de l'emboutissage.**

- **Phase 5** : On procède au détourage de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles. (Essentiellement les parties saisies par le serre-flan).

### II.4.1.3 Techniques d'emboutissage : [8]

Les principales techniques d'emboutissage existantes dans l'industrie, sont comme suit :

#### A. Emboutissage à froid :

Cette technique consiste à former une pièce à une température ambiante. Elle est Principalement utilisée sur un outillage avec serre flan, mais peut aussi l'être sur un outillage sans serre flan dans le cas où les emboutis sont peu profonds ou s'ils nécessitent peu d'effort de serrage. Ce type de formage permet d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle, limite les coûts et évite la formation d'oxydes.

## B. Emboutissage à chaud :

L'emboutissage à chaud est principalement utilisé sur presses hydrauliques simple ou double effet, le formage de fonds de réservoir en acier est le plus important domaine d'application. Cette technique facilite la déformation du matériau, permet l'emboutissage des pièces profondes par chauffage du flan (et de la matrice). Les cadences de production de l'emboutissage à chaud sont moins élevées que celles de l'emboutissage à froid du fait de l'inertie de chauffage. De plus, les pièces finies sont de moins bonne qualité, que ce soit au niveau de l'état de surface ou du dimensionnement.

### II.4.1.4 Effort d'Emboutissage: [9]

Dans le cas d'un emboutissage cylindrique, l'effort d'emboutissage se calcule avec la formule suivante :

$$F_e = \pi \cdot d \cdot R_m$$

Avec :

$F_e$  : Effort d'emboutissage, (en daN).

$d$  : Diamètre du poinçon, (en mm).

$e$  : Epaisseur de la tôle, (en mm).

$R_m$  : La résistance de la tôle à la traction, (en MPA).

$K$  : Coefficient en fonction  $d/D$

$D$  : Diamètre du flan, (en mm).

| $\frac{d}{D}$ | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| K             | 1    | 0.86 | 0.72 | 0.60 | 0.50 | 0.40 |

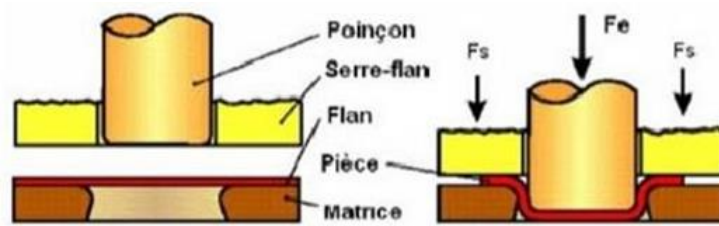
**Tableau II-1: Tableau de détermination du coefficient K en fonction de (d)/D.**

- Effort sur le serre-flan FS :

Avec :

$$F_s = \frac{\pi}{4} \cdot n (D^2 - d^2) \cdot P$$

**P** : La pression spécifique sur le serre-flan.



**Figure II-10: Direction des efforts Fe et FS.**

Pression P en N/mm<sup>2</sup> en fonction du matériau:

- Acier doux: 2,5
- Acier Inoxydable: 2,0
- Aluminium: 1,2
- Duralumin: 1,6
- Laiton: 2,0.

### II.4.1.5 Les Avantages et les Inconvénients de l'Emboutissage : [8]

Il est nécessaire de connaître les avantages et les limites du procédé d'emboutissages des métaux afin de choisir la technique adopte au choisir des charges et aux contraintes industrielles.

#### **A. Les Avantages de l'emboutissage :**

- Pièces minces de formes géométriques complexes
- Bon état de surface
- Très bonne qualité esthétique et travaux de finition de polissage moins lourds et moins coûteux.
- Bas prix de revient et cadre de production très élevées : 100 à 200 pièces/heure
- Pièce de gros volumes : 3000 à 4000 pièces/heurs.

### B. Les inconvénients d'emboutissage :

- Les zones d'étirement subissant un amincissement important et les zones de rétreint subissent une combinaison d'effets d'épaississement et de plissement.
- Les phénomènes du retour élastique (après que le poinçon se retire) conduisant à un retrait de la matière .il est alors nécessaires de recourir à certaines techniques pour corriger ces phénomènes de retour élastique : frappe du rayon étirage et maintien prolongé du poinçon ou modification de la forme du poinçon.
- Le rayon d'entrée de la matrice doit être très arrondi et poli pour évite toutes déchirures du métal.
- Temps de préparation important.
- Mise au point des outils (poinçon, matrice) très couteuse et nécessite un savoir-faire de l'entreprise.

### II.4.2 Le Pliage :

#### II.4.2.1 Définition : [10]

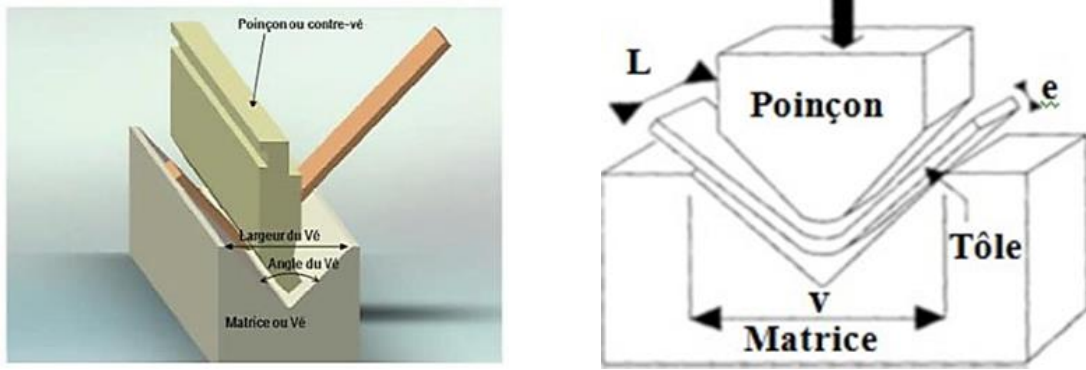
Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle donné.

Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce :

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

#### II.4.2.2 Principe du Pliage : [10]

Le pliage est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur deux (2) lignes d'appuis et s'apparente à la flexion.il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.



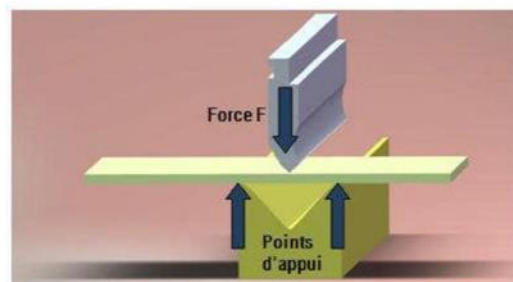
**Figure II-11: Technique du Pliage.**

### II.4.2.3 Les différents modes de Pliage : [10]

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

#### II.4.2.3.1 Le Pliage en V :

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



**Figure II-12: Pliage en V.**

#### II.4.2.3.2 Pliage en frappe :

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

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

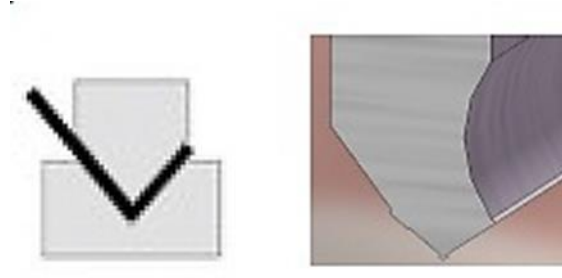


Figure II-13: Pliage en frappe.

### II.4.2.3.3 Le pliage en U :

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

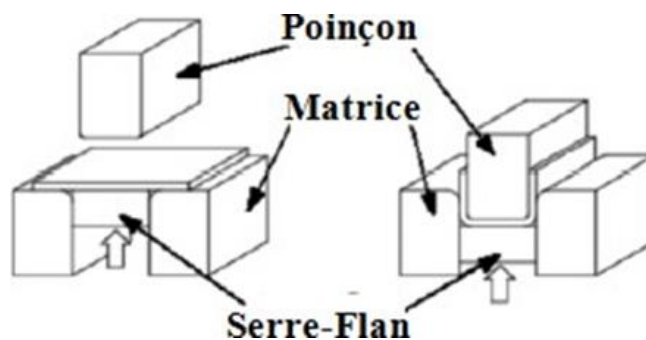


Figure II-14: Pliage en U.

### II.4.2.3.4 Le pliage en L :

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



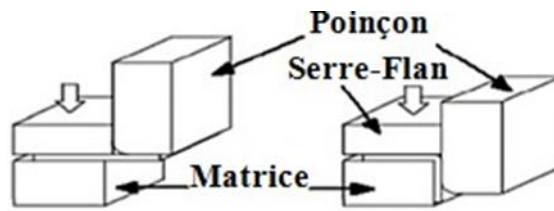


Figure II-15: Pliage en L.

### II.4.2.4 Le Retour élastique : [10]

Lors de pliage d'une pièce à un angle imposé par l'outillage (angle de V) il y a un retour élastique lors du retrait du poinçon l'angle final  $\alpha_{\text{final}}$  obtenu diffère de celui imposé par l'outillage  $\alpha_{\text{outil}}$  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 vouloir estimer ce retour élastique qui dépend aussi de l'épaisseur de la tôle à plier.

**Remarque :** Le phénomène de retour élastique est quasi inexistant lors du pliage en frappe car on imprime le poinçon avec force dans la pièce, pour dépasser la limite d'élasticité.

### II.4.2.5 Effort de Pliage : [11]

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

$$F = (L \cdot e \cdot R_c) / 10$$

Tels que :  $F$  : Effort de pliage (daN) ;

$L$  : Longueur du pli (mm) ;

$e$  : Epaisseur de la tôle (mm) ;

$R_c$  : Résistance de la tôle au cisaillement (daN/mm<sup>2</sup>).

### II.4.3 Le Découpage :

#### II.4.3.1 Définition : [12]

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

**Découpage**, afin d'obtenir un contour défini selon une forme et des cotes précises.

**Poinçonnage**, afin d'ajourer une pièce (exemple : une perforation).

On peut distinguer trois types d'opération de découpage:

- Découpage simple : on utilise deux outils de découpage sur deux presses et la pièce est obtenue en deux opérations (exemple obtention d'une rondelle).
- Découpage consécutif : on utilise une presse et on fixe sur son coulisseau deux ou plusieurs poinçons. La pièce est obtenue après deux pas d'avance de la bande.
- Découpage simultané : la pièce est obtenue après une opération de découpage et poinçonnages simultanément.

#### II.4.3.2 Principe : [12]

Il consiste à détacher un contour donné d'un produit plat (une tôle). L'opération s'effectue sur une presse qui porte un outil dans une partie associant poinçon et matrice qui est bridée sur la table fixe de la presse, tandis que l'autre partie est animée du mouvement alternatif du coulisseau, à chaque course un ou plusieurs découpages sont effectués.

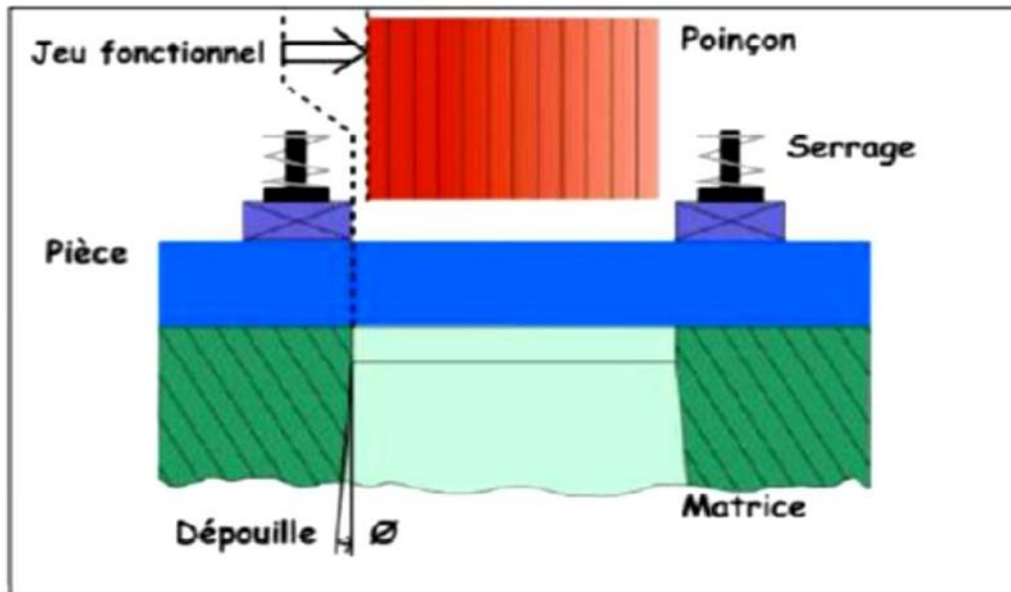


Figure II-16: Principe de Découpage.

#### II.4.3.3 Quelque type de Découpage : [13].

- A. **Poinçonnage** : C'est une opération semblable au découpage mais on conserve la partie extérieure. Le déchet et La déboucheur.

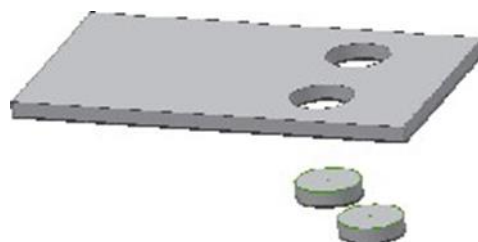


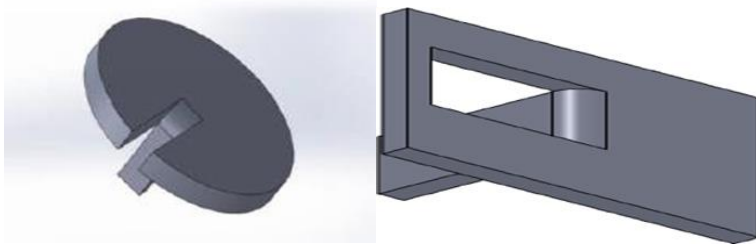
Figure II-17: Poinçonnage.

- B. **Découpage** : Obtention d'un flan par séparation suivant une ligne fermée dans une bande ou une feuille. Le déchet est appelé squelette.



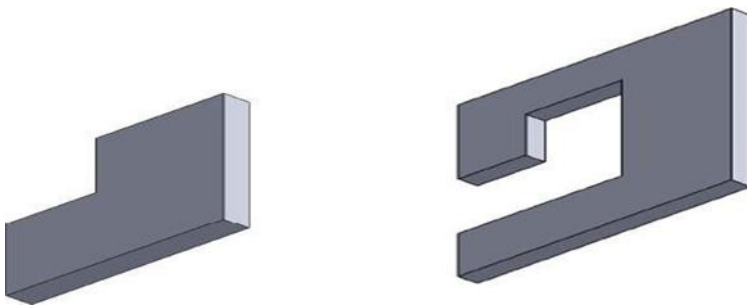
**Figure II-18: Découpage.**

- C. **Crevage** : C'est un découpage partiel incomplet ; il consiste de ne pas détacher la chute complètement de la pièce.



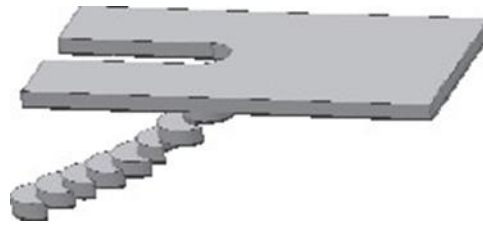
**Figure II-19: Crevage.**

- D. **Encochage** : C'est une opération qui s'effectue sur des pièces finies c'est un découpage débouchant sur un contour.



**Figure II-20: Encochage.**

- E. **Grignotage** : La forme final est obtenu par de successifs poinçonnages (poinçonnage partiel).



**Figure II-21: Grignotage.**

- F. **Arasage ou Repassage** : La pièce subit deux découpages la cote final est plus précise (Précision et état du surface).



**Figure II-22: Arasage ou Repassage.**

- G. **Détourage** : C'est une finition d'un contour déjà ébauché (plié) modifié au cours d'une déformation ; il consiste à enlever par découpage un excédent de métal autour d'une pièce probablement formée. D'une autre définition le détourage c'est 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 détourage.
- Lorsqu'on ne désire pas de collerette l'arête de l'outil découpe suivant un bord non perpendiculaire à la surface de la tôle.

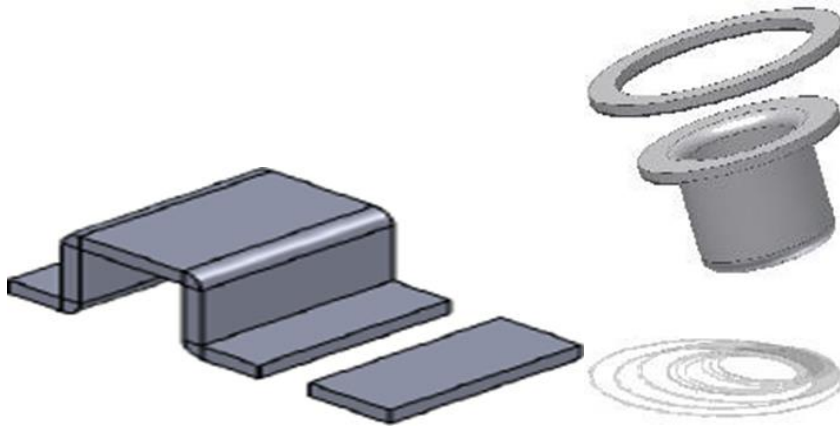


Figure II-23: Détourage.

#### II.4.3.4 Effort de Découpage : [13]

C'est l'effort nécessaire au découpage d'une pièce donnée (pièce à découper), il est égale au produit du périmètre (**P**) de la pièce par son épaisseur (**e**) et par la résistance à la rupture (**R<sub>C</sub>**) au cisaillement du métal à découper.

$$F_d = P \times e \times R_C$$

**F<sub>d</sub>** : Effort de découpage (daN)

**P** : Périmètre de la surface à découpé (mm)

**e** : Epaisseur de la surface à découpé (mm)

**R<sub>C</sub>** : Résistance au cisaillement de la tôle à découper (daN/mm<sup>2</sup>).

| <b>Matériaux</b>        | <b>R<sub>C</sub> (daN/mm<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Acier dur</b>        | <b>70</b>                                 |
| <b>Acier inoxydable</b> | <b>55</b>                                 |
| <b>Acier mi-dur</b>     | <b>50</b>                                 |
| <b>Tôle au silicium</b> | <b>50</b>                                 |
| <b>Acier doux</b>       | <b>40</b>                                 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>Tôle d'emboutissage</b> | <b>35</b> |
| <b>Laiton recuit</b>       | <b>30</b> |
| <b>Cuivre recuit</b>       | <b>20</b> |
| <b>Aluminium</b>           | <b>10</b> |

**Tableau II-2: La valeur de la résistance au cisaillement pour les matériaux les plus utilisés.**

#### **II.4.3.5 Jeu de Découpage : [12]**

D'une manière générale le jeu est défini comme étant l'espace qui sépare le poinçon et la matrice, Il se représenté par l'écart entre les faces de découpe du poinçon et de la matrice, il est communément admis que le jeu est un paramètre très important dans le porcédé de découpage.

Son rôle est pour un bon fonctionnement de l'outil, il est nécessaire d'assurer un jeu fonctionnel entre la matrice et le poinçon, il réduit le risque de griphage ou de rupture de la matrice et aussi influe sur la qualité du produit fini ainsi que la durée de vie des outils.

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

**R<sub>m</sub>** : Représente le rayon de la matrice.

**R<sub>p</sub>** : Est le rayon du poinçon.

**e<sub>0</sub>**: L'épaisseur de la tôle

| <b>Matériaux</b>                                     | <b>Jeu diamétral</b> |
|------------------------------------------------------|----------------------|
| Laiton et Cuivre : 1/20ème de l'épaisseur de la bade | J=1/20*e             |
| Acier demi-dur : 1/16ème de l'épaisseur de la bande  | J=1/16*e             |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Acier : 1/14ème de l'épaisseur de la bande               | $J=1/14*e$ |
| Alliage d'aluminium : 1/10ème de l'épaisseur de la bande | $J=1/10*e$ |

**Tableau II-3: Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper.**

### II.4.3.6 Vitesse de Découpage : [12]

Dans le travail des tôles sur presse, on parle plus volontiers de cadence que de vitesse. Or, si la cadence est le paramètre que l'on règle sur la presse, c'est implicitement la vitesse d'impact du poinçon de découpage sur la tôle que l'on va changer. Cette vitesse n'est pas seulement dépendante de la cadence de la presse, mais également des réglages de la course et de la distance de travail par rapport au point mort bas. La vitesse s'exprime habituellement en millimètre par seconde (**mm/s**) et correspond à la vitesse de pénétration du poinçon dans la tôle. Les vitesses typiques, dans le découpage traditionnel, varient entre **40** et **400 mm/s**.

### II.4.4 Le Poinçonnage :

#### II.4.4.1 Définition : [14]

Le Poinçonnage 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.4.4.2 Principe de fonctionnement : [14]

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.

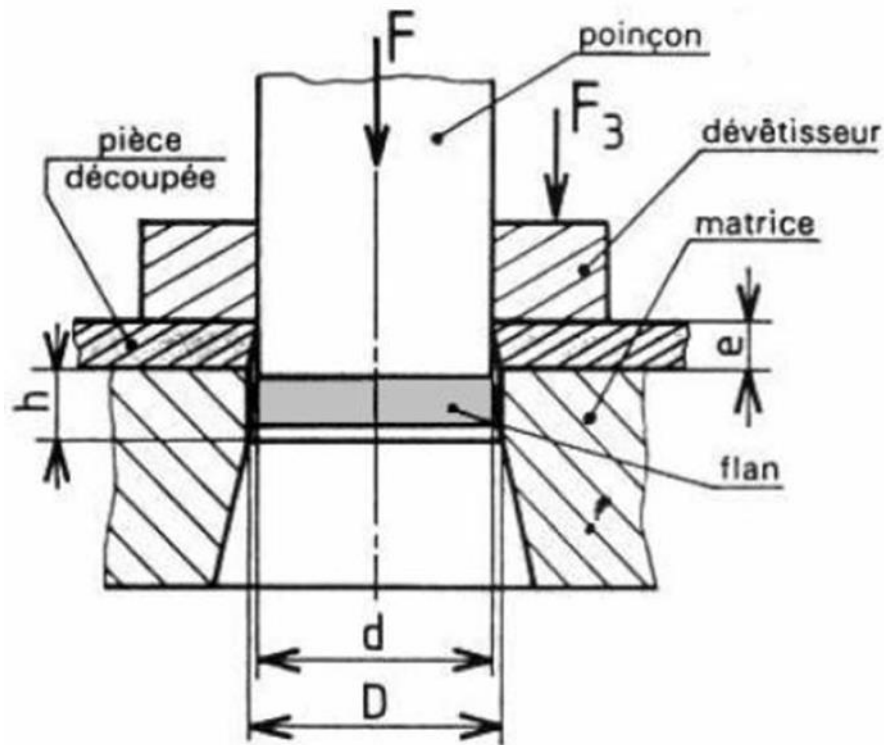


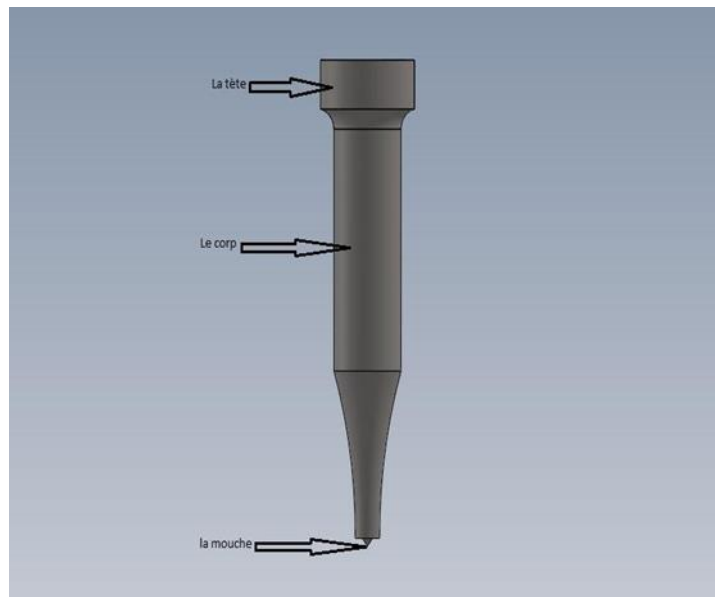
Figure II-24: Procédé de Poinçonnage.

### II.4.4.3 Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon : [14]

#### II.4.4.3.1 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-25: Poinçon.**

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

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

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.4.4.3.2 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-26: Matrice.

### II.4.4.3 Jeu entre matrice et poinçon : [14]

Ce jeu diminue l'effort de poinçonnage et l'écrouissage 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.

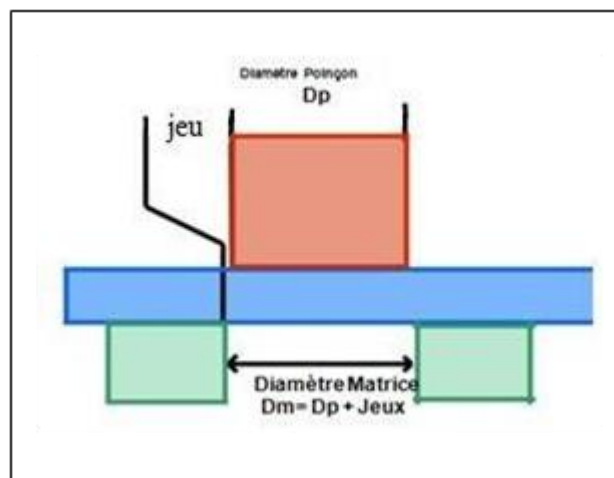


Figure II-27: Jeu entre Poinçon et Matrice.

### II.4.4.4 Effort de Poinçonnage et la section minimale du poinçon : [14]

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 et de la section poinçonnée et aussi de la longueur de flambage de l'outil.

La force à appliquer est calculée par la relation suivante :

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

**Avec :**

**P** : le périmètre découpé

**e** : l'épaisseur de la tôle

**R<sub>c</sub>** : la résistance au cisaillement du matériau

### II.4.4.5 Contraintes sur les poinçons : [15]

La contrainte de compression des outils est calculée comme suite :

$$\sigma_{Comp} = \frac{F}{S} ; \sigma_{Comp} < R_p$$

**Avec :**

**σ<sub>comp</sub>** : Effort de compression (N/mm<sup>2</sup>) ;

**F** : Effort de poinçon (Mpa) ;

**S** : section du poinçon (mm<sup>2</sup>).

Nous pouvons vérifier alors que cette contrainte ne dépasse pas la limite pratique (**R<sub>p</sub>**) du matériau en compression.

La contrainte de compression peut provoquer le flambement du poinçon dans le cas de poinçonnage des petites dimensions, donc il fallait prévoir ce risque. Pour cela nous déterminons la charge critique ( $F_{Cr}$ ) d'après la formule de flambement d'Euler.

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

**Avec :**

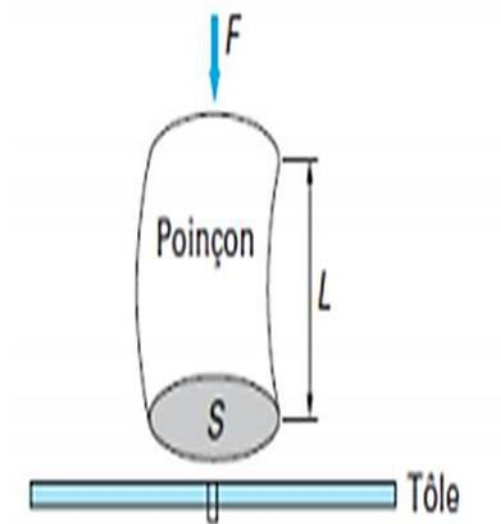
$E$  : Module d'élasticité du matériau à outil ( $N/mm^2$ ) ;

$I$  : Moment quadratique du poinçon ( $mm^4$ ) ;

$l$  : Longueur libre de flambement.

Cette formule est utilisée quand on est dans le cas où les poinçons sont encastrés d'un côté et libre de l'autre côté.

La condition de résistance au flambement c'est que l'effort de poinçonnage ne doit pas dépasser la charge critique du flambement  $F < F_{Cr}$



**Figure II-28: Flambement d'un poinçon.**

### II.4.4.6 Avantages et inconvénients du Poinçonnage : [14]

#### A. Avantages :

- Il s'agit d'un procédé plus économique ;
- Peu d'usure des outils, affûtage peu fréquent ;
- Plus rapide pour créer ces formes ;
- Précision de découpe ;
- Possibilité de former des formes de trous complexe et difficile voire impossibles à réaliser par cisailage.

#### B. Inconvénients :

- Epaisseur limitée ;
- Section minimale du poinçon limitée.

### II.5 Conclusion :

Dans ce chapitre on a d'abord évoqué le Laminage l'un des procédés d'obtention des tôles qui transforme un bloc d'acier brut en une bande mince et large embobinée.

Ensuite on a présenté une étude théorique sur les différents procédés de mise en forme des tôles dont je cite (L'emboutissage, le Pliage, le Découpage, et le Poinçonnage) ainsi que les différents paramètres qui influents sur les opérations de ces procédés.

# **CHAPITRE III : PRESSES ET LEURS OUTILS**

### **III. PRESSES ET LEURS OUTILS**

#### **III.1 Introduction :**

La classification des outils se fait selon les opérations auxquels ils sont destinés (emboutissage, pliage, découpage, poinçonnage, ...etc.) Constitués d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour réaliser différents travaux par déformations plastiques sur des métaux en feuilles (tôles).

Pour ce faire ces outils ont besoin de machines spécifiques, les machines utilisées sont généralement des presses industrielles composées essentiellement de deux plateaux(2) susceptibles de se rapprocher par commande Mécanique ou Hydraulique.

#### **III.2 Définition des Presses : [11]**

Les presses sont une famille de machine constituées d'un ensemble d'organes mécaniques, elles sont formées d'une partie fixe (bâti) et d'une partie mobile (coulisseau).

Les presses sont conçues pour la réalisation des formes simples ou complexes avec des métaux en bande.

#### **III.3 Classification des Presses : [11]**

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres

##### **III.3.1 Selon la nature de transmission d'énergie :**

On distingue deux types :

- Les presses mécaniques
- Les presses hydrauliques.



### III.3.1.1 Les Presses Mécaniques :

Dont les mouvements sont commandés mécaniquement, l'énergie fournie par le moteur est emmagasinée dans un volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique, cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en un mouvement de translation. Elles sont moins coûteuses, plus souples et plus rapides car elles permettent de parvenir à un rythme de travail élevé.



Figure III-1: Presse Mécanique.

### III.3.1.2 Les Presses Hydrauliques :

Dont les mouvements sont générés par la circulation d'huile sous pression dans un circuit tubulaire ; elles fournissent un effort allant jusqu'à 4000 tonnes.

Les presses hydrauliques offrent les possibilités suivantes :

- Réglage continu de la vitesse de translation ;
- Transmission de grands efforts d'une distance importante de la commande ;
- Mouvement réguliers et sans chocs

- Facilité de la réalisation de cycles automatique de travail ;
- Facilité d'inversion de sens de marche même à grande vitesse.



**Figure III-2: Presse Hydraulique.**

### III.3.2 Selon le nombre de coulisseaux :

Les presses sont à simple ; à double ou à triple effet, elles sont équipées respectivement : d'un coulisseau qui porte un serre-flan, de deux coulisseaux ; l'un pour le serre-flan et l'autre pour le poinçon, de trois coulisseaux ; deux supérieurs et un inférieur.

#### III.3.2.1 Presse à simple effet :

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



**Figure III-3: Presse à simple effet.**

### III.3.2.2 Presse à double effets :

Ce type de presse comporte deux coulisseaux indépendants l'un de l'autre, l'un central porte le poinçon et l'autre extérieur porte le serre-flan.

Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorçe sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage.

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



**Figure III-4: Presse à double effet.**

### III.3.2.3 Presse à triple effets :

Elle est similaire à la précédente. Elle possède en plus un troisième coulisseau inférieur qui a sa propre cinématique.

Ce type de presse est souvent utilisé pour la carrosserie qui nécessite des contre-emboutis peu profonds ce qui permet d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.



Figure III-5: Presse à triple effet.

### III.3.3 Selon la forme de bâti :

On distingue cinq (05) types :

#### III.3.3.1 Presses à col de cygne :

Elles sont moins encombrantes à simple ou à double effet, équipée d'un bâti inclinable vers l'arrière de 20°, dégagé sur les trois côtes. Leur puissance varie entre 20 et 130 tonnes force.



**Figure III-6: Presse à col de cygne.**

### III.3.3.2 Presses à arcade :

Sont assemblées sur un bâti monobloc plus rigide que celui à col de cygne et elles sont dotés d'une puissance allant jusqu'à 300 tonnes force ; elles peuvent être à simple ou à double effet.



**Figure III-7: Presse à arcade.**

### III.3.3.3 Presses à montant droit :

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



**Figure III-8: Presse à montant droit.**

### III.3.3.4 Presses à colonnes :

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



**Figure III-9: Presse à colonnes.**

### III.3.3.5 Presses à table mobile et bigorne :

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



**Figure III-10: Presse à table mobile et bigorne.**

### III.4 Caractéristique d'une presse : [11]

Sur une presse on peut effectuer une ou plusieurs opérations, mais elle ne peut être universelle. La presse porte certains nombres de caractéristiques qui peuvent se résumer à :

- Sa capacité (tonne) ;
- La course de son coulisseau (mm) ;
- La cadence (nombre de coupe/minute) ;
- La dimension du coulisseau ( $\text{mm}^2$ ) ;
- La hauteur de l'outil fermé (mm).

### III.5 Exigence de choix d'une presse : [11]

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

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

### III.6 Avantages et Inconvénients des presses Hydrauliques et Mécaniques : [11]

#### III.6.1 Presses Mécaniques :

##### A. Avantages :

- Les presses sont très fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression.
- Elles sont idéales pour l'hydroformage qui est une technique de formation des métaux nécessitant la présence d'un agent liquide, et elles sont lentes ce qui donne suffisamment de temps au métal pour se former.
- Le tonnage de la presse est facilement ajusté ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles.
- Destinés pour les travaux de grandes séries

##### B. Inconvénients :

- La presse ne peut pas être surchargée car le système est protégé par deux soupapes de décharge séparément ajusté.



- Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger.
- Réglage d'approche du coulisseau difficile.

### III.6.2 Presses Hydrauliques :

#### A. Avantages :

- Un moteur plus puissant que celui de la presse mécanique parce qu'il n'y a pas un volant d'inertie pour stocker l'énergie.
- Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail.
- Modification de la course du Coulisseau.
- Très souples.
- Vitesse de réglage et de travail lente.
- Vitesse d'approche et de retour rapide.

#### B. Inconvénients :

- La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables.
- Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance : Risque de pannes (joints, pompes...etc.). L'huile doit toujours être présente à l'intérieur de la presse.
- Lentes dans les cadences élevées.

### III.7 Outils de Presses :

#### III.7.1 Définition : [16]

L'outil de presse est une construction mécanique de précision, supposée indéformable et en générale composée d'une partie mobile supérieure bridée sur le coulisseau et d'une partie inférieure fixe bridée sur la table de la presse, cet ensemble parfaitement guidé, permet d'effectuer sur la tôle des opérations de découpages, poinçonnages, emboutissage...

### III.7.2 Les éléments principaux des outils : [16]

Généralement les outils de presse sont constitués de deux blocs.

- bloc mobile, porte le poinçon.
- bloc fixe, porte la matrice.

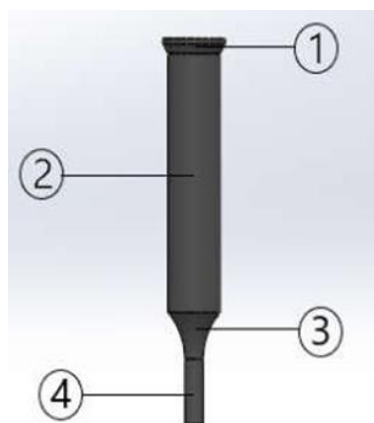
#### III.7.2.1 Poinçon :

Le poinçon est un outil de presse qui permet de donner une forme à un flan, par déformation plastique.

Il est nécessaire de vérifier la résistance des poinçons à la compression et au flambement. Pour le poinçonnage des trous de petits diamètres, le corps de poinçon doit être renforcé avec une chemise pour éviter le flambage, ou bien d'utiliser un poinçon épaulé.

Il est composé de plusieurs parties :

1. Dispositif de retenue : servant à le maintenir en sa position.
2. Le corps : possède une longueur variable pour monter et serrer le poinçon.
3. Tête : elle contient un arrondissement.
4. Partie active : section constante due à une hauteur précise afin d'éviter son flambement.



**Figure III-11: Poinçon épaulé.**

### III.7.2.2 Matrice :

La matrice est une pièce qui porte l’empreinte qui représente la forme à créer, réalisée à partir d’un bloc de matière très robuste pour éviter toute déformation. La matrice est dépendante du poinçon, elle sert d'appui à la tôle, elle réduit les déformations du au cisailage.

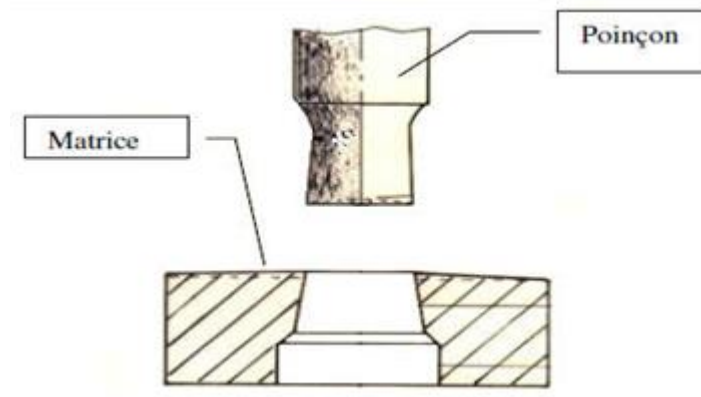


Figure III-12: L'ensemble poinçon-matrice.

### III.7.2.3 La dépouille :

Au-dessous de la partie active de la matrice, la dépouille est nécessaire pour éviter l’entassement des chutes laissées lors du poinçonnage ou découpage.

La partie active à une section constante, dite cylindrique, sur 4 à 5mm permet l’affutage.

La dépouille fait un angle de (2 à 3°).

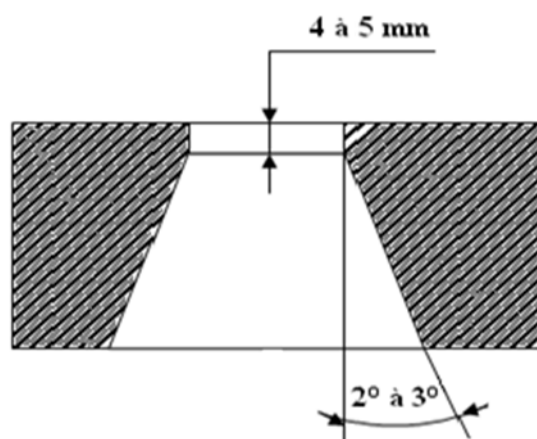


Figure III-13 : Angle de dépouille de la matrice.

### III.7.3 Usure des poinçons : [16]

L'usure des poinçons est due au mouvement relatif entre l'outil et la pièce à travailler, cette usure se manifeste sur toute la surface du poinçon. Pendant la phase de pénétration, la diminution brutale de l'effort de coupe engendre des vibrations dans la pièce à travailler, et cause un resserrement de la matrice sur les flans du poinçon ce qui favorise l'usure suivant :

- usure libre.
- usure des arrêtes de coupe.
- usure de la surface de pression.
- poinçon.

### III.7.4 Affûtage : [16]

Le découpage de nombreuses pièces (de 50 à 20000 pièces pour les outils en acier), provoque l'usure des arrêtes coupantes de la matrice et de l'outil, et l'affûtage de ces éléments s'effectue par la rectification plane.

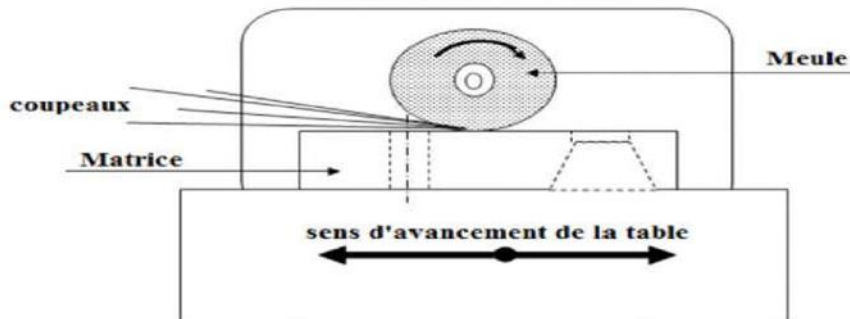


Figure III-14: Affûtage de la matrice.

### III.7.5 La lubrification des poinçons et des matrices : [16]

Il est important de garder les poinçons et les matrices dans de bonnes conditions, pour conserver la précision, la qualité de poinçonnage ainsi que leur longévité. Il faut huiler chaque poinçon et matrice lors du montage en tourelle et chaque jour avant de mettre en route la production. La figure ci-dessous illustre les parties à huiler.

### III.7.6 Différents types d'outil de presse : [16]

Il existe plusieurs types d'outil de presse.

On définit les types d'outil en fonction de leur productivité et de leurs techniques.

#### III.7.6.1 Outils de découpage : [16]

##### III.7.6.1.1 Outil découvert :

###### A. Outil simple découvert :

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

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

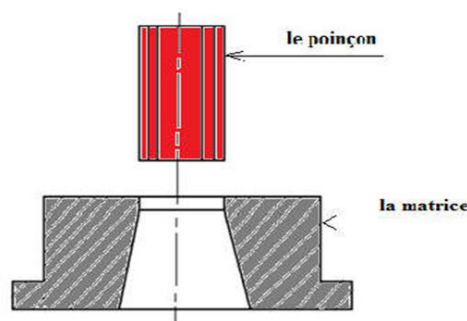


Figure III-15: Outil simple découvert.

###### B. Outil découvert à butées :

Utilisé pour les procédés de découpage des flans circulaires, il comporte deux butées

Un (1) pour assurer le guidage de la bande, et l'autre (butées 2) assure le contrôle de l'avance.

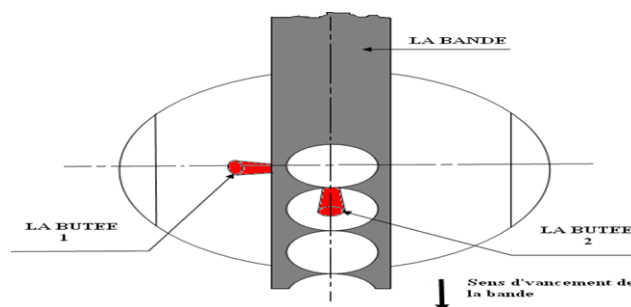
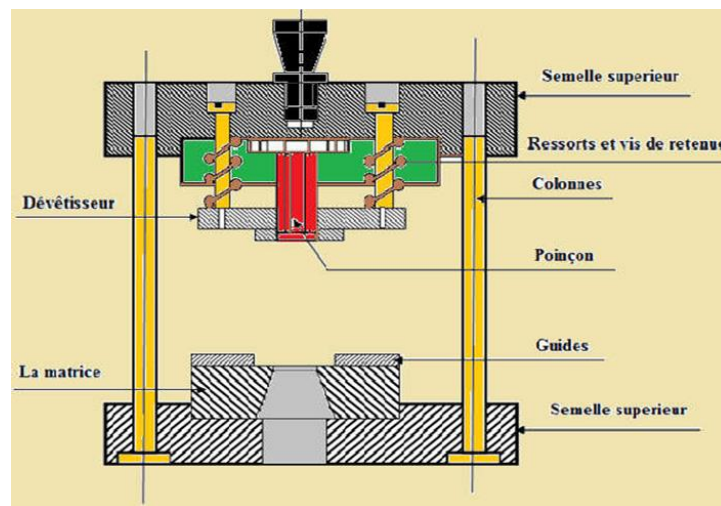


Figure III-16: Outil découvert à butées.

### III.7.6.1.2 Outil à presse-bande :

Il est appelé aussi outil à colonne, deux à quatre colonnes assure le guidage de la partie mobile (supérieure) de l'outil.

Dans cet outil, le maintien des tôles pendant les opérations de (découpage, emboutissage...) assurer par la presse-bande ou serre-flan (dévêtisseur), et d'éviter ainsi toute déformation de la pièce.

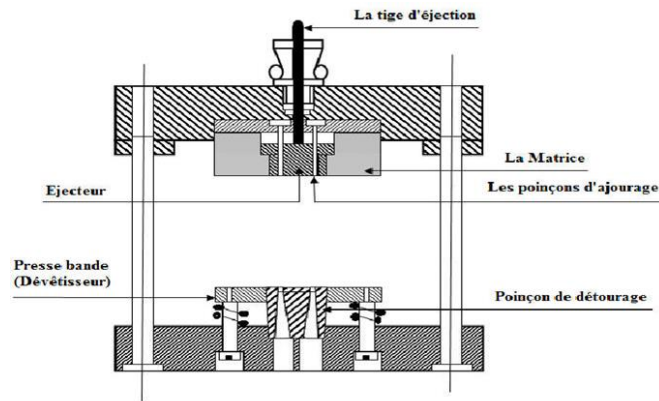


**Figure III-17: Outil à presse-bande.**

### III.7.6.1.3 Outil suisse (outil bloc) :

Dans ce type d'outil, la tôle, découpée et poinçonnée simultanément, et la précision des pièces obtenues dépend de la précision de l'outil.

L'outil suisse est un outil à presse-bande mais inversé, le poinçon est sur la partie inférieure, et la matrice sur la partie supérieure. La pièce obtenue reste dans la matrice et elle est extraite en haut de course par un éjecteur.



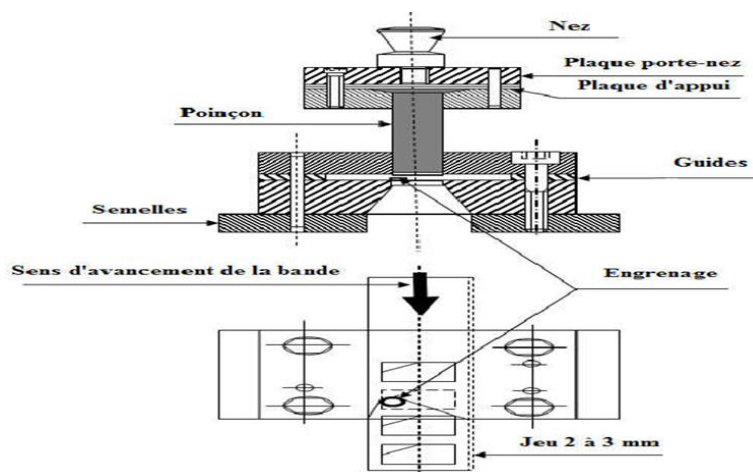
**Figure III-18: Outil suisse.**

## III.7.6.1.4 Outil à contre-plaque :

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. Il existe deux types d'outils :

### A. À engrenage :

L'avance de flan sur la matrice est assurée par un engrenage. Ce dernier tourne et entraîne avec lui le flan, et pour la bonne précision de l'avance, on a limitée la longueur de déplacement de la pièce (pas) par une butée de départ qui met la tôle en position lors du premier coup de presse.

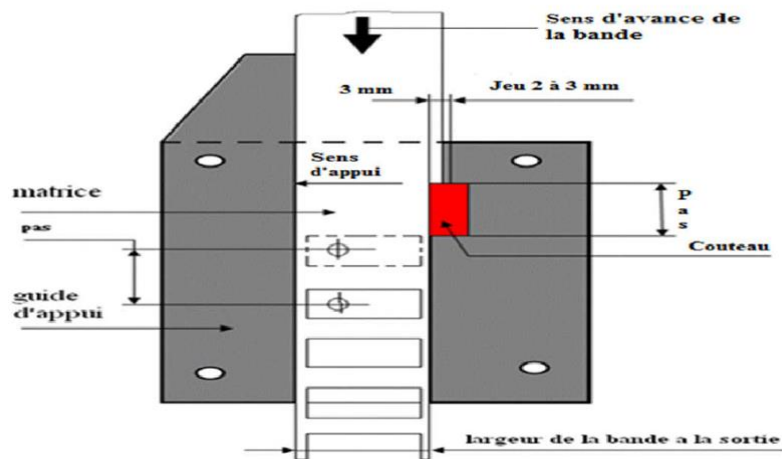


**Figure III-19: Outil à engrenage.**

### B. À couteau :

La même conception que l'outil à engrenage, il est équipé d'un couteau à la place de l'engrenage pour le contrôle d'avance de la tôle.

Le couteau, est un poinçon latéral qui coupe sur une largeur de 3 mm, et sa longueur est égale au pas.



**Figure III-20: Outil à couteau.**

## III.7.6.1.5 Outil de détournage :

Utilisé généralement pour la finition des pièces embouties ou pliées, par le découpage de l'excédent bord des pièces obtenues. Il est indispensable de détourner pour obtenir des bords francs.

On distingue trois types d'outils de détournage :

### A. Outil de détournage normal :

Dans ces outils, le poinçon est à la partie inférieure et porte un dispositif de centrage de la pièce à détourner, la partie supérieure porte une matrice et un éjecteur.

L'éjecteur actionné soit par ressort, soit par la presse. Il doit sortir la pièce de la matrice, en exerçant l'effort d'éjection dans la zone où la pièce résiste afin d'éviter les déformations de la pièce.



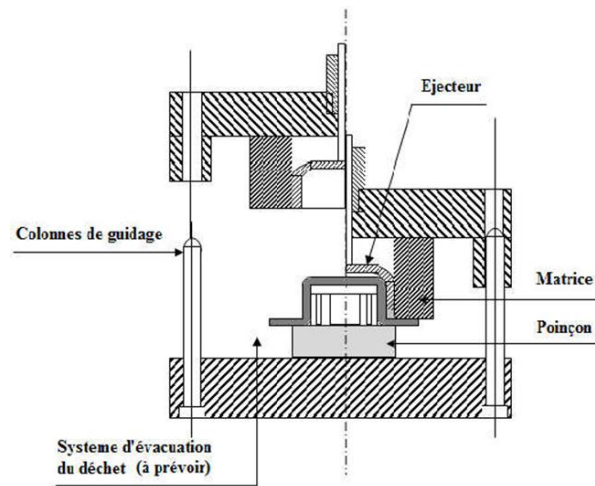


Figure III-21: Outil de détournage normal.

### B. Outil de détournage à Ras :

Il est nécessaire d'effectuer une passe de calibrage avant le détournage, afin d'obtenir un rayon minimal à l'endroit du coup.

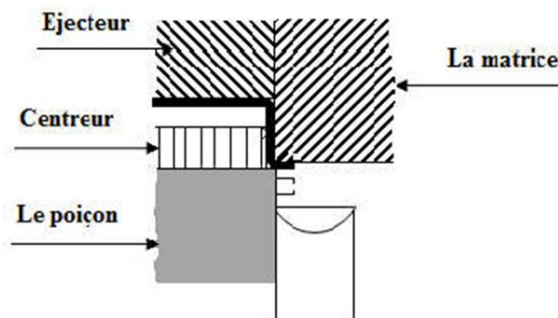


Figure III-22: Outil de détournage à ras

### C. Outil de détournage-poinçonnage :

Le palonnier est nécessaire lorsqu'un poinçon est dans l'axe de la tige d'éjection.

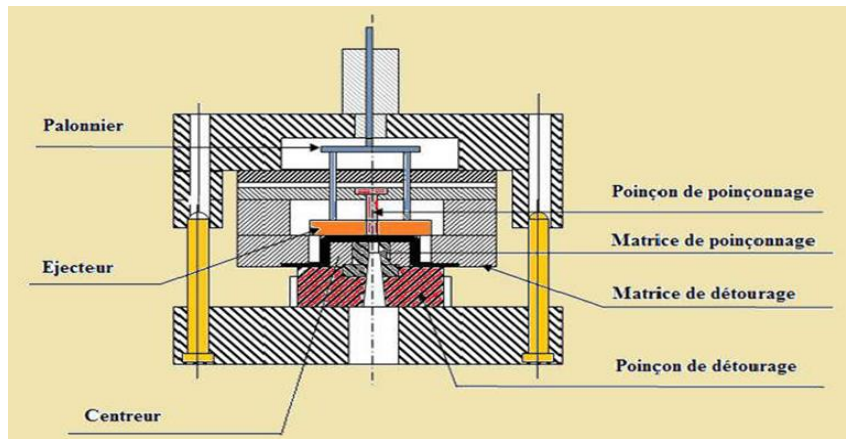


Figure III-23: Outil de détournage-poinçonnage.

#### III.7.6.1.6 Outil de reprise :

On distingue deux types d'outils :

##### A. Outil de poinçonnage à contre-plaque :

Cet outil est utilisé pour poinçonner des flans supérieurs à 1 mm qui sont déjà découpés.

Le flan est mis en position dans un drageoir qui est constitué de différentes façons :

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

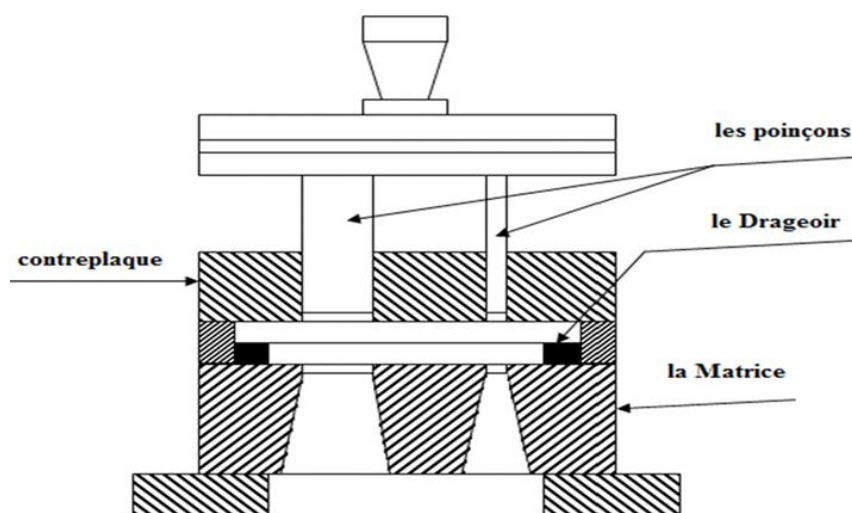


Figure III-24: Outil de poinçonnage à contre-plaque.

### B. Outil de poinçonnage à serre-flan :

Même utilisation que l'outil précédent, mais pour poinçonner des flans à faible épaisseur (inférieure à 1 mm). Les colonnes de guidage sont indispensables pour assurer le centrage des poinçons par rapport à la matrice.

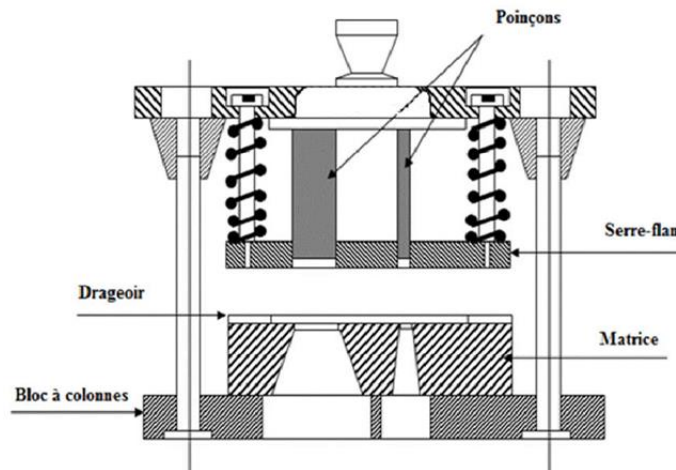


Figure III-25: Outil de poinçonnage à serre-flan.

#### III.7.6.1.7 Outil combiné :

Le poinçonnage et le détournage de contour de la pièce est simultanées.

Cet outil, utilisé pour effectuer des opérations sur les tôles d'épaisseurs inférieures à 1mm.

#### III.7.6.2 Outil d'emboutissage : [16]

L'outil d'emboutissage, est généralement composé d'une matrice, un poinçon et d'un serre-flan. Ce dernier assure le maintien des tôles pendant l'emboutissage.

Dans le cas de montage de l'outil sur une presse à simple effet, le serre-flan est actionné par des ressorts de rappels, et à la presse à double effets, le serre-flan est porté par des coulisseaux extérieurs.

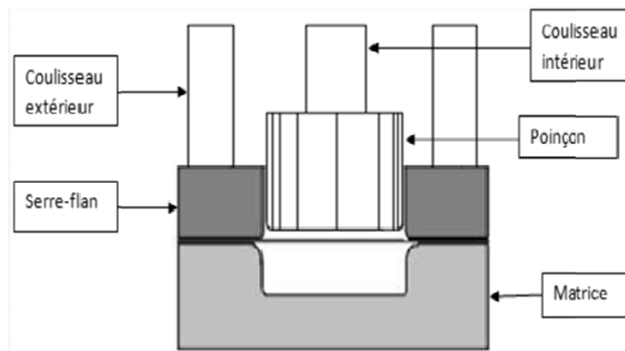


Figure III-26: Outil à serre-flan actionné par coulisseaux.

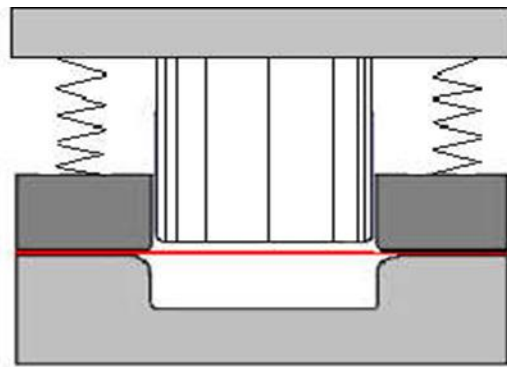


Figure III-27: Outil à serre-flan actionné par ressorts.

### III.7.6.3 Outils de cambrage : [16]

L'outil à cambrage, est composé d'un poinçon, d'une matrice et d'un drageoir, qui est fixé sur la matrice pour assurer la mise en position du flan.

On distingue trois types d'outils, selon la forme de la matrice.

#### III.7.6.3.1 Outil de cambrage en V :

Utilisé pour obtenir des pièces en forme de cornière. L'angle de la pièce à réaliser, est obtenu par la forme «V» de la matrice et de poinçon.

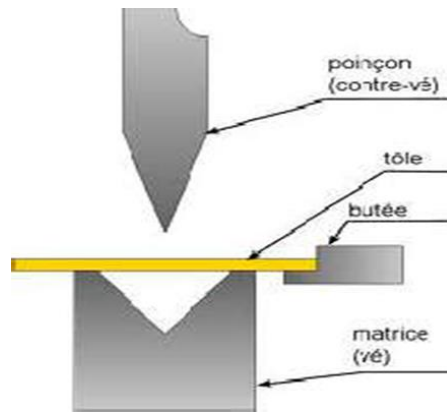


Figure III-28: Outil de cambrage en V.

#### III.7.6.3.2 Outil de cambrage en U :

L'outil de cambrage en U, comporte un poinçon et une matrice de forme «U», et un éjecteur pour assurer l'éjection de la pièce coincée dans la matrice. Lors de la pénétration de poinçon dans l'empreint de la matrice les deux ailes de U se relèvent simultanément, l'outil travaille symétriquement.

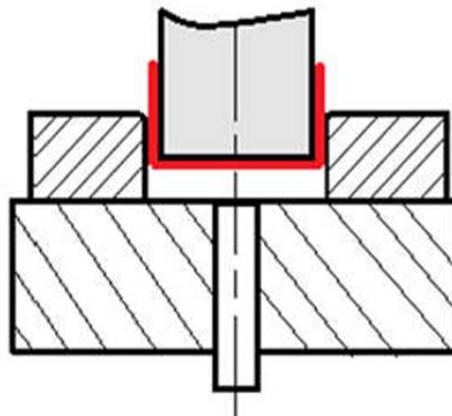


Figure III-29: Outil de cambrage en U.

#### III.7.6.3.3 Outil de cambrage en équerre :

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

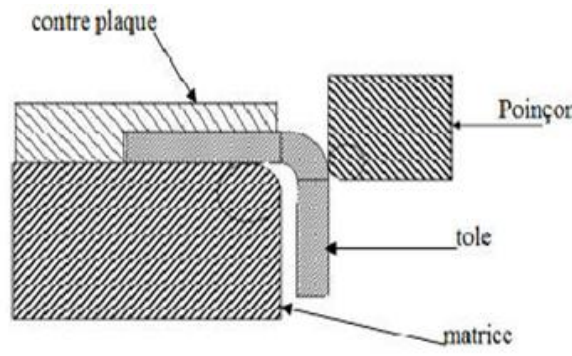


Figure III-30: Outil de cambrage en équerre.

#### III.7.6.4 Outil à cames : [16]

Dans ce type d'outil, la came est utilisée pour transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou verticale en sens contraire.

Elles sont utilisées dans les outils de découpage, pour réaliser des poinçonnages latéraux, et aussi lorsque plusieurs opérations simultanées sont réalisées sur le flan.

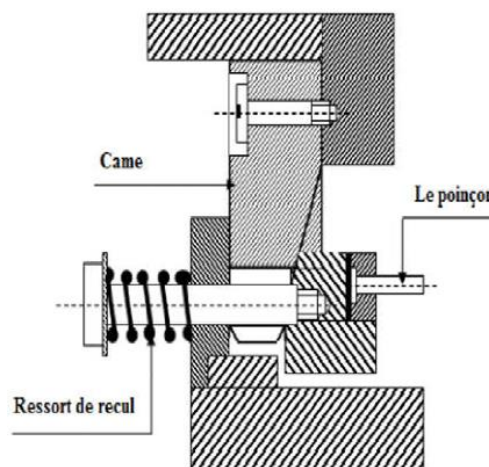


Figure III-31: Outil à cames.

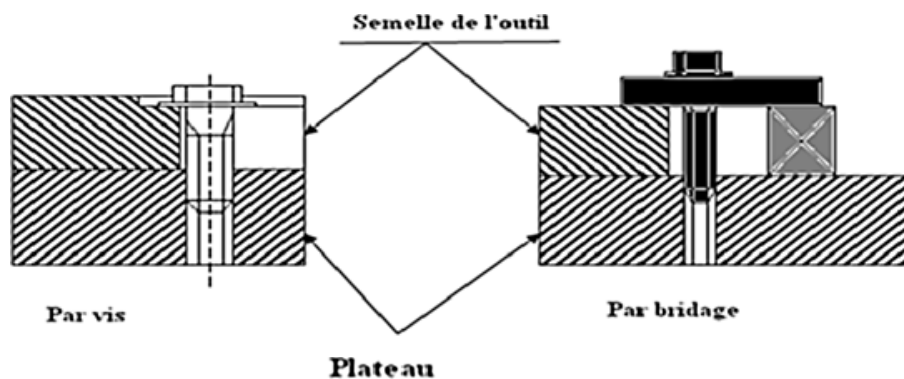
#### III.7.7 Montage des outils sur les presses : [15]

Le montage des outils sur les presses diffère selon la taille de ces dernières car on a des petites presses et des grosses presses.

### III.7.7.1 Les petites presses :

#### III.7.7.1.1 La partie inférieure de l'outil :

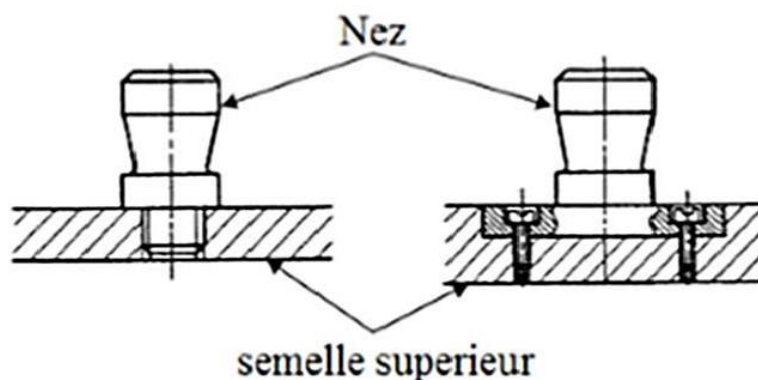
La semelle inférieure de l'outil est fixée soit par des vis ou par bridage sur le plateau de la presse qui présent des trous taraudé ou filetés qui varies d'une presse à une autre et des cales de pression



**Figure III-32: Les modes de fixation de la semelle au plateau.**

#### III.7.7.1.2 La partie supérieure de l'outil :

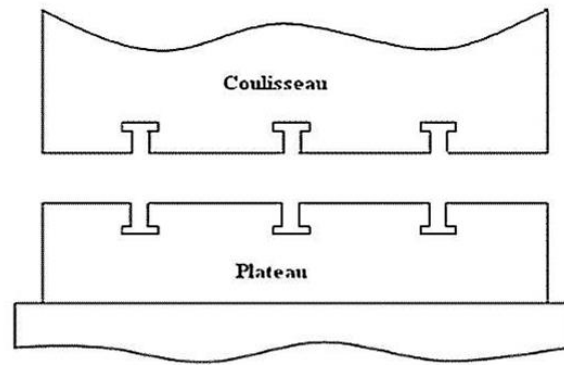
Pour la partie supérieure de l'outil, elle se fixe avec un nez, qui sera monté dans le trou lisse du coulisseau, le nez sera serré par un chapeau puis bloquer avec des vis de pression, et pour des outils longs, ces derniers peuvent être fixés par les trous de coulisseau



**Figure III-33: Fixation de la partie supérieure de l'outil.**

### III.7.7.2 Les grosses presses :

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



**Figure III-34: Les rainures sur le coulisseau et plateau.**

### III.7.8 Graissage des outils : [16]

Le graissage a pour rôle de réduire l'effort de frottement lors de déplacement relatif de deux éléments de l'outil («embase», dans la partie supérieure de l'outil avec «colonne de guidage», dans la partie inférieure). Ainsi, améliorer la résistance des éléments de l'outil à l'usure, faciliter leur fonctionnement et une durée de vie longue.

### III.8 Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté un aperçu général et global sur les presses utilisées dans l'industrie, leurs principes de fonctionnement, ainsi que leurs classements en différents types selon plusieurs paramètres comme le mode de transformation de l'énergie, leurs formes de bâti, ou leur nombre de coulisseau.

On a aussi vu les plusieurs équipements des presses comme les différents outils et les différents systèmes et mécanismes entrant, ce qui nous aidera dans la conception de notre outil ainsi qu'au choix de la presse à utiliser.



# **CHAPITRE IV :**

## **ETUDE ET**

## **CONCEPTION**

# IV. ETUDE ET CONCEPTION

## IV.1 Introduction :

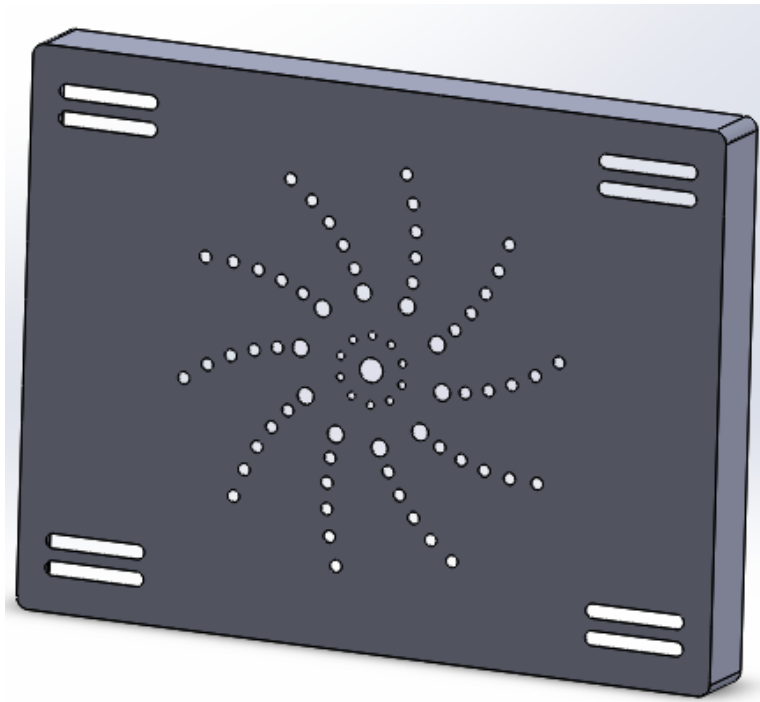
Le but de la production est de fabriquer des pièces ayant le minimum de déchets avec le moindre coût. Sur les chaînes de montage, on assemble ces pièces dans le but d'avoir un produit prêt à vendre, c'est le cas des caches ventilateurs des cuisinières fabriquées au sein de l'entreprise ENIEM qui fera l'objet de notre travail.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différentes informations et étapes essentielles dans la conception de notre outil.

Ainsi pour répondre aux besoins de l'entreprise, l'étude et le calcul de tous les paramètres rentrant dans la conception de cet outil de poinçonnage et détournage du cache ventilateur seront aussi traités.

## IV.2 Cahier de charges :

Le cache ventilateur d'une cuisinière ENIEM est une pièce qui se fixe facilement sur le ventilateur se trouvant à l'intérieur du four, conçu pour couvrir et protéger ce ventilateur et aussi pour la sécurité de l'utilisateur répondant aux normes **NF EN 30-2-1** et **IEC 60335-2-6** (La Commission Electrotechnique Internationale) délivré par **L'Institut Algérien de Normalisation IANOR**. [17]



**Figure IV-1 : Cache Ventilateur.**

Notre pièce est de dimensions :  $300 \times 229 \times 30$  avec une épaisseur de **0.6 m**



**Figure IV-2 : Emplacement de la pièce.**

### IV.3 Processus de fabrication :

Lors de la fabrication, le cache ventilateur doit passer par trois étapes avant son montage sur chaîne :

- **Etape 01** : découper un flan à partir d'une bobine.
- **Etape 02** : emboutir le flan.  
.
- **Etape 03** : poinçonner et détourer la pièce emboutie.

A chaque étape, les pièces sont contrôlées suivant la gamme de contrôle (délivrée par le service développement).

### IV.4 Fiche Technique de la tôle : [1]

#### IV.4.1 Désignation de la tôle :

C'est une tôle laminée à froid en acier doux émaillage conventionnel

Sa norme est : **NF EN 10209 EK, m**

#### IV.4.2 Aspect de surface :

Aspect de surface bon et finition m

### IV.4.3 Caractéristiques :

#### IV.4.3.1 Caractéristiques Chimiques :

| Composition Chimique en % (Max) sur coulée |     |      |      |
|--------------------------------------------|-----|------|------|
| C                                          | Mn  | P    | S    |
| 0.08                                       | 0.5 | 0.03 | 0.05 |

**Tableau IV-1 : Caractéristiques chimiques de la tôle.**

#### IV.4.3.2 Caractéristiques Mécaniques :

| EP<br>(mm) | Re<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Rm<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | A <sub>80</sub><br>(% Min) |
|------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0.5 – 0.7  | 140 – 240                  | 270 – 350                  | 34                         |
| 0.7 – 3.0  | 140 – 220                  |                            | 36                         |

**Tableau IV-2 : Caractéristiques mécaniques de la tôle.**

### IV.4.4 Livraison :

#### IV.4.4.1 Livraison :

Les produits devront être fournis huilés des deux faces avec une couche d'huile neutre non siccative, exempte de corps étrangers et répartie de façon uniforme, de manière que dans des conditions normales d'emballage, de transport, de manipulation et de stockage, les produits ne présentent pas de corrosion dans un délai de 06 mois.

#### IV.4.4.2 Mode de livraison :

La tôle devra être livrée en bobine :

- Poids de la bobine mère : < 10 T

- Diamètre intérieur : 490 à 530 mm
- Diamètre extérieur : < 1400 mm

### IV.5 Détails de l'outil :

L'outil de travail est un ensemble d'éléments assemblés avec précision pour assurer un bon fonctionnement. L'outil de poinçonnage et du détournage est composé de deux parties essentielles qu'on peut définir comme suit :

#### IV.5.1 Partie inférieure :

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

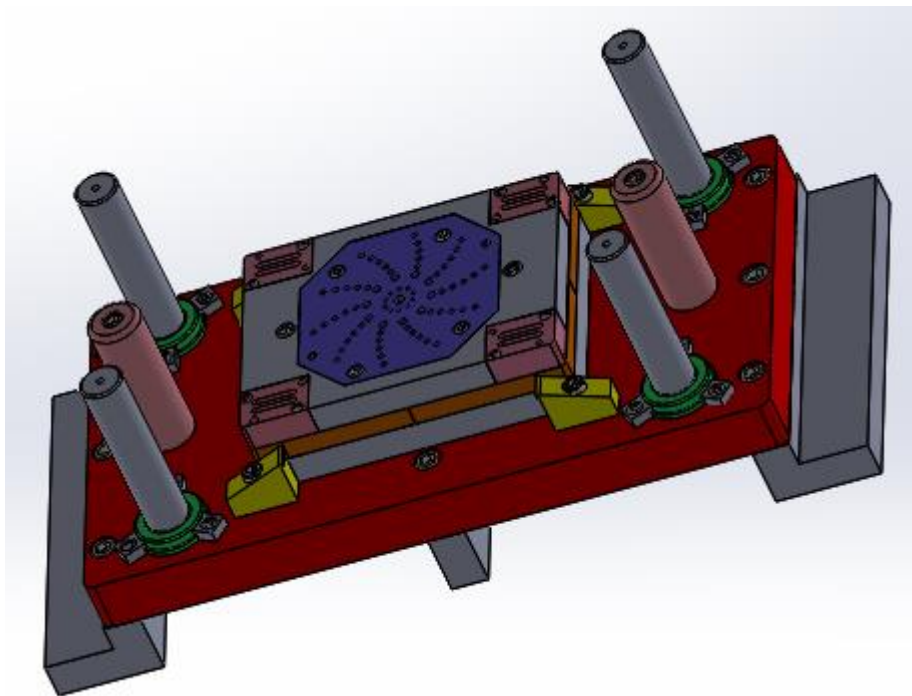


Figure IV-3 : Partie inférieure de l'outil.

- **Semelle inférieure** : C'est une plaque sur laquelle les portes couteaux, axes de guidages et les coupes chutes sont ajustés et fixés,
- **Porte couteaux** : c'est un élément qui est fixé sur la semelle inférieure qui consiste à maintenir en place les couteaux avec ajustement,
- **Couteaux** : Ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Porte matrices** : C'est l'élément sur lequel les matrices sont fixées
- **Les matrices** : est une pièce qui joue le rôle du canon, mais on l'utilise quand les trous ou les rectangles sont proches entre eux,
- **La butée de fin de course** : est un élément fixe qui consiste à limiter le déplacement de la partie supérieure par rapport à la partie inférieure.
- **Colonnes de guidages** : Elles coulissent dans les embases supérieures avec glissement et elles sont emmanchées sur les embases inférieures.
- **Coupe chute** : Il sert à découper la chute détournée pour faciliter son évacuation,
- **Bagues de guidages inférieures** : Ce sont les éléments dans lesquels les colonnes de guidages pénètrent.
- **Brides de fixations** : Elles servent à fixer les bagues de guidages.
- **Tasseaux** : Ils servent pour la fixation de l'outil sur la presse.

### IV.5.2 Partie supérieure :

C'est la partie mobile de l'outil qui suit une trajectoire verticale imposée par la machine et elle contient les éléments suivants :

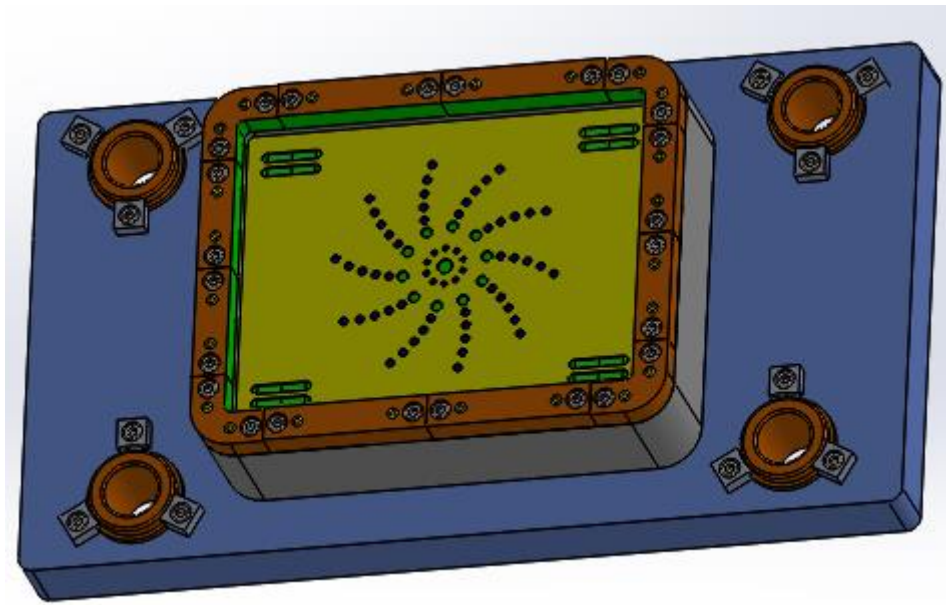


Figure IV-4 : Partie supérieure de l'outil.

- **Semelle supérieure** : Elle sert à porter les poinçons et les portes poinçons.
- **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.
- **Serre-flan** : Il sert au guidage des poinçons et à fixer la tôle. Il est fixé à l'intérieur du bâti supérieur.
- **Les lames** : Ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage.
- **Les ressorts** : Ce sont les éléments qui assurent le dévêtissage.
- **Bagues de guidages supérieures** : Ce sont des éléments dans lesquels les colonnes de guidage pénètrent.
- **Goupille de centrage** : C'est un élément standard normalisé qui permet d'assurer le centrage d'une pièce par rapport à une autre.



### IV.5.3 Matériaux des différentes pièces de l'outil :

| Pièces                                                 | Matériaux |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| Semelle inférieur + Semelle supérieure                 | Ft 30     |
| Porte poinçon + porte matrice + butée de fin de course | Xc 38     |
| Poinçons + lames + couteaux + coupe chute + matrice    | Z200 c12  |
| Serre flan                                             | Xc 48     |
| Colonnes de guidages + Bagues inférieures              | 42 CD 4   |
| Bagues supérieures                                     | Bronze    |

Tableau IV-3 : Matériaux des différentes pièces de l'outil.

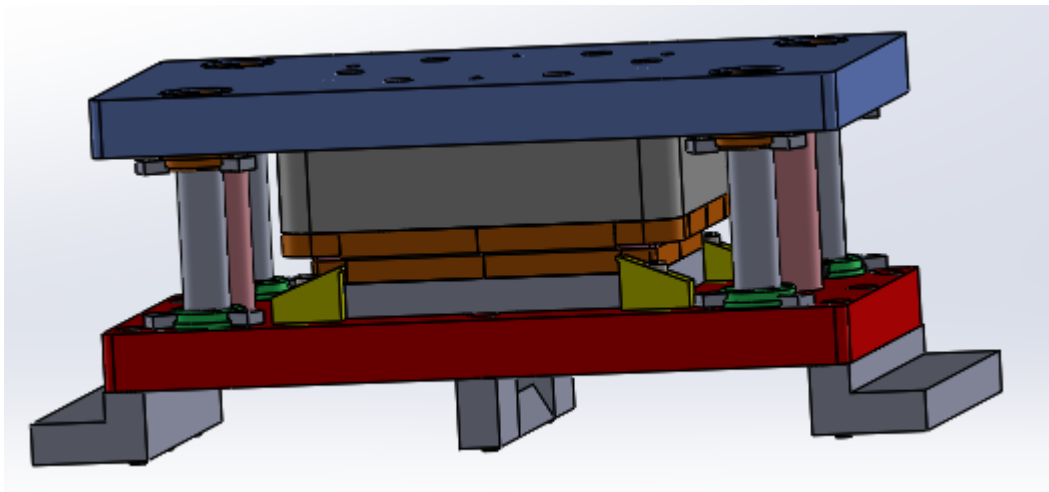


Figure IV-5 : Outil complet assemblé.

### IV.6 Calculs des efforts et vérification :

#### IV.6.1 Calculs de l'effort de poinçonnage ( $F_P$ ) :

La pièce à réaliser comporte plusieurs trous de différents diamètres

Donc nous avons dans notre outil plusieurs poinçons de différents diamètres aussi.

Notre pièce comporte :

- 01 trou de  $\varnothing$  10 mm ( $F_{P1}$ ),
- 10 trous de  $\varnothing$  3.25 mm ( $F_{P2}$ ),
- 10 trous de  $\varnothing$  7 mm ( $F_{P3}$ ),
- 50 trous de  $\varnothing$  5 mm ( $F_{P4}$ ),
- 8 trous sous forme de rainure ( $F_{P5}$ ).

La relation qui nous permettra de calculer l'effort de poinçonnage ( $F_P$ ) s'écrira comme suit :

$$F_P = P \times e \times R_C$$

Avec :

**P** : Périmètre de la pièce à cisailier (mm),

**e** : Epaisseur de la tôle ( $e = 0.6$  mm),

**$R_C$**  : Résistance au cisaillement de la tôle  $R_C$  ( $N/mm^2$ ).

- **Calcul de la résistance au cisaillement  $R_C$  :**

On a :  $R_C = 0,8 \times R_m$

Avec :  $R_m = 350 N/mm^2$

Donc :  $R_C = 0,8 \times 350$

$$R_C = 280 N/mm^2$$

- Calcul de l'effort du poinçon 1 de Ø 10 mm ( $F_{P1}$ ) :

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_1 = 2 \times 3,14 \times 5 = 31,4 \text{ mm}$$

$$F_{P1} = 31,4 \times 0,6 \times 280 = 5275,2 \text{ N}$$

$$F_{P1} = 5275,2 \text{ N}$$

Comme nous avons 01 poinçon, l'effort total de poinçon de Ø 10 mm est égal à :

$$F_{P1TOTAL} = 5275,2 \text{ N}$$

- Calcul de l'effort du poinçon 2 de Ø 3,25 mm ( $F_{P2}$ ) :

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_2 = 2 \times 3,14 \times 1,625 = 10,205 \text{ mm}$$

$$F_{P2} = 10,205 \times 0,6 \times 280 = 1714,44 \text{ N}$$

$$F_{P2} = 1714,44 \text{ N}$$

Comme nous avons 10 poinçons, l'effort total des poinçons de Ø 3,25 mm est égal à :

$$F_{P2TOTAL} = 17144,4 \text{ N}$$

- Calcul de l'effort du poinçon 3 de Ø 7 mm ( $F_{P3}$ ) :

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_3 = 2 \times 3,14 \times 3,5 = 21,98 \text{ mm}$$

$$F_{P3} = 21,98 \times 0,6 \times 280 = 3692,64 \text{ N}$$

$$F_{P3} = 3692,64 \text{ N}$$

Comme nous avons 10 poinçons, l'effort total des poinçons de Ø 7 mm est égal à :

$$F_{P3TOTAL} = 36926,4 \text{ N}$$

- Calcul de l'effort du poinçon 4 de Ø 5 mm ( $F_{P4}$ ) :

$$P = 2 \times \pi \times R$$

$$P_4 = 2 \times 3,14 \times 2,5 = 15,7 \text{ mm}$$

$$F_{P4} = 15,7 \times 0,6 \times 280 = 2637,6 \text{ N}$$

$$F_{P4} = 2637,6 \text{ N}$$

Comme nous avons 50 poinçons, l'effort total des poinçons de Ø 5 mm est égal à :

$$F_{P4TOTAL} = 131880 \text{ N}$$

- Calcul de l'effort du poinçon 5 sous forme de rainure ( $F_{P5}$ ) :

**Calcul du périmètre :**

Le périmètre du poinçon 5 est déterminé à partir du logiciel Solid Works en utilisant la fonction évaluer puis mesurer et on obtient :

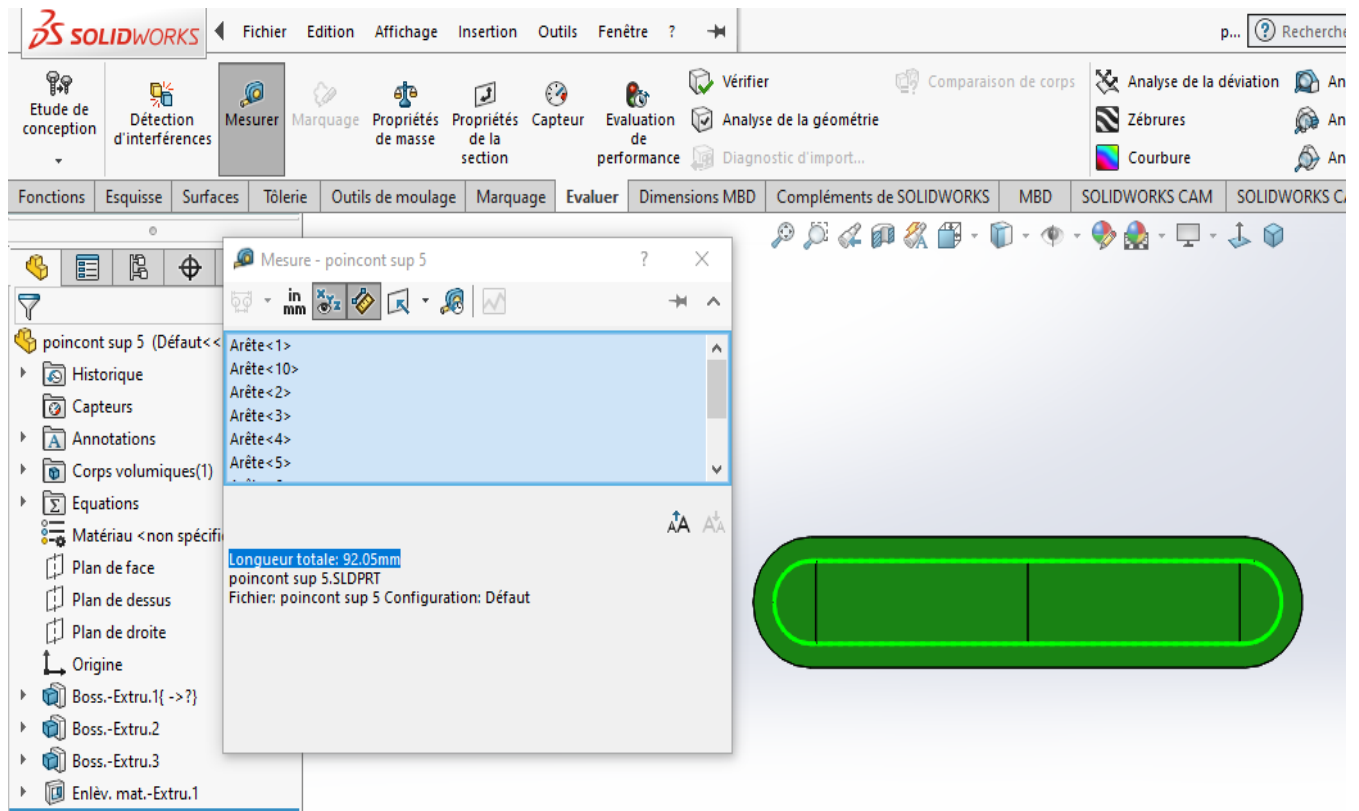


Figure IV-6 : Mesure du périmètre du poinçon 5 avec le logiciel Solid Works.

Donc :  $P_5 = 92,05 \text{ mm}$

Calcul de l'effort du poinçon 5 :

$$F_{P5} = 92,05 \times 0,6 \times 280 = 15464,4 \text{ N}$$

$$F_{P5} = 15464,4 \text{ N}$$

Comme nous avons 08 poinçons, l'effort total des poinçons est égal à :

$$F_{P5TOTAL} = 123715,2 \text{ N}$$

- L'effort total du poinçonnage :

$$F_{P_{TOTAL}} = F_{P1_{TOTAL}} + F_{P2_{TOTAL}} + F_{P3_{TOTAL}} + F_{P4_{TOTAL}} + F_{P5_{TOTAL}}$$

$$F_{P_{TOTAL}} = 5275,2 + 17144,4 + 36926,4 + 131880 + 123715,2$$

$$F_{P_{TOTAL}} = 314941,2 \text{ N}$$

### IV.6.2 Calcul de l'effort de détournage ( $F_D$ ) :

L'effort de détournage est calculé par la relation suivante :

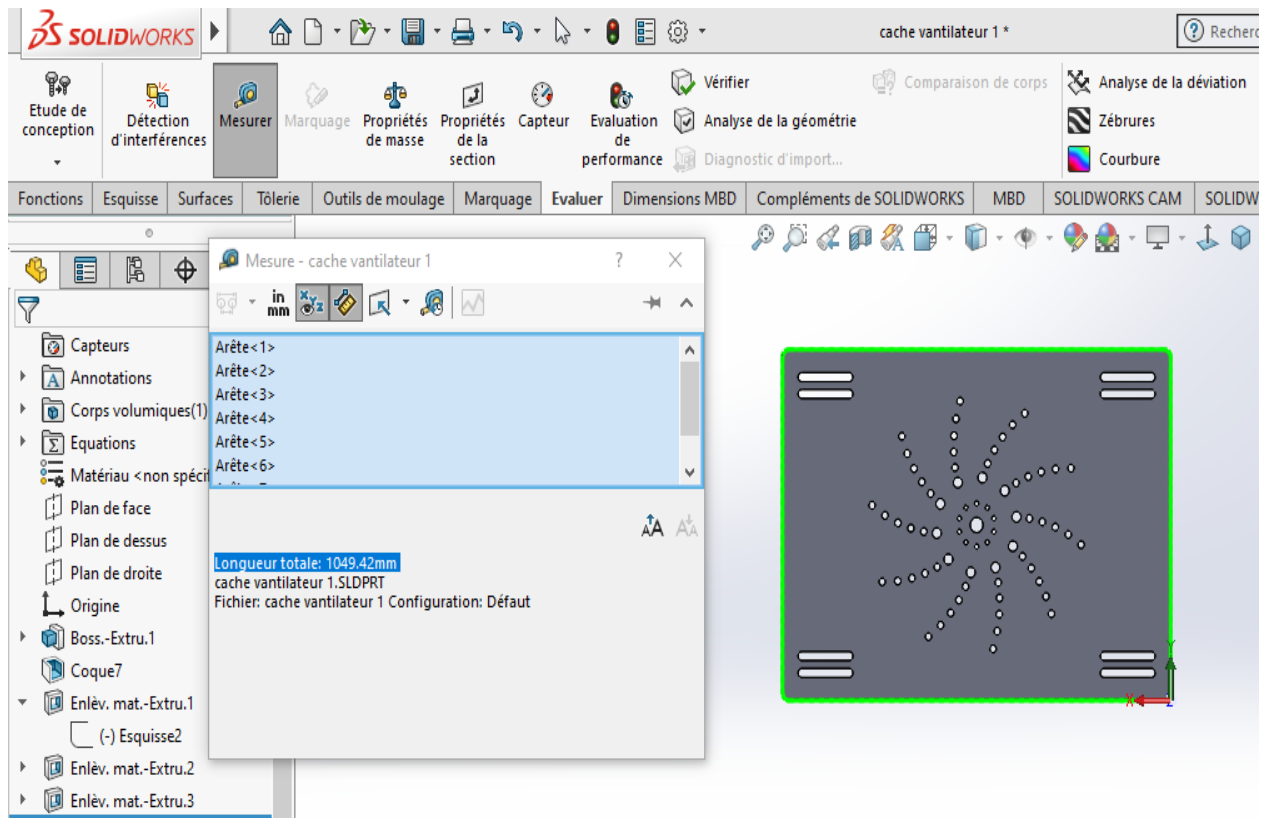
$$F_D = P \times e \times R_c$$

Avec :

- $F_D$  : effort de détournage ;
- $P$  : périmètre à découper ;
- $e$  : épaisseur de la tôle ;
- $R_c$  : résistance de la tôle au cisaillement  $R_c = 280 \text{ N/mm}^2$

### Calcul du périmètre :

Le périmètre du détournage de la pièce est déterminé à partir du logiciel Solid Works en utilisant la fonction évaluer puis mesurer et on obtient :



**Figure IV-7 : Mesure du périmètre de détournage de la pièce avec le logiciel Solid Works.**

Donc :  $P = 1049,42 \text{ mm}$

**Calcul de l'effort de détournage :**

$$F_D = P \times e \times R_C$$

$$F_D = 1049,42 \times 0,6 \times 280$$

$$F_D = 176302,56 \text{ N}$$

### IV.6.3 Calcul de l'effort de serre flan (effort d'extraction) ( $F_{Sf}$ ) :

C'est l'effort nécessaire pour dégager les poinçons du bond après le poinçonnage

Il est égal à 7 % de la somme des deux efforts poinçonnage et détournage.

$$F_{Sf} = 7\% (F_{P_{TOTAL}} + F_D)$$

**Application Numérique :**

$$F_{Sf} = \frac{7 \times (F_{P_{TOTAL}} + F_D)}{100}$$

$$F_{Sf} = \frac{7 \times (314941,2 + 176302,56)}{100} = 34387,06 \text{ N}$$

$F_{Sf} = 34387,063 \text{ N}$

### IV.6.4 Calcul de l'effort total ( $F_{Total}$ ) :

L'effort total égal à la somme des trois efforts, poinçonnage, détournage, et serre flan.

$$F_{Total} = F_{P_{TOTAL}} + F_D + F_{Sf}$$

$$F_{Total} = 314941,2 + 176302,56 + 34387,063$$

$F_{Total} = 525630,823 \text{ N}$



#### IV.6.5 L'effort total que doit fournir la Presse ( $F_{Pr}$ ) :

L'effort que doit fournir la presse à utiliser doit être supérieur à l'effort total :

$$F_{Pr} > F_{Total}$$

$$F_{Pr} > 525630,823 \text{ N}$$

Après obtention de cet effort et pour une bonne sécurité au cours du travail, nous choisirons une presse d'un tonnage délivrant un effort supérieur à l'effort calculé

$$F_{Pr} > 54 \text{ Tonnes} - \text{Force}$$

#### IV.6.6 Vérification de la résistance des poinçons au flambement :

Les poinçons sont assimilés à des poutres longues et droites. Ces derniers sont soumis à des forces axiales opposées et qui subissent une déformation par flambement.

Ce dernier se produit pour une certaines valeurs de charge appelée charge critique( $F_{Cr}$ ) :

$F_P < F_{Cr}$  : La poutre ne subit qu'un faible raccourcissement qui est dû à la compression.

$F_P > F_{Cr}$  : La poutre se déforme et la rupture peut intervenir rapidement.

La relation qui nous permet de calculer la charge critique d'Euler est donnée par la formule suivante :

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2}$$

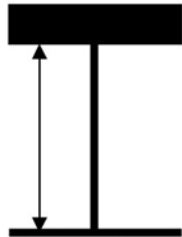
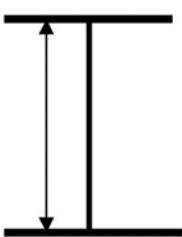
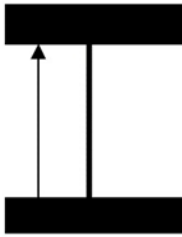
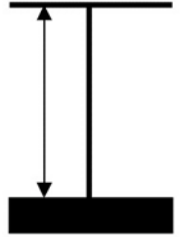
Avec :

$E$  : Module de Young ( $210\,000\text{ N/mm}^2$ ).

$I$  : Moment quadratique,

$l$  : Longueur libre du flambage.

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

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

**Tableau IV-4 : Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons.**

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

Avec :  $L$  : Longueur du poinçon.

La longueur  $L$  soumise au flambement est la même pour tous les poinçons,

$L = 67\text{ mm}$

- Poinçon 1 de  $\varnothing 10\text{ mm}$  :**

Le moment quadratique :  $I = 490,87\text{ mm}^4$  (mesuré à partir du logiciel CAO Solid Works).

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 490,87}{(2 \times 67)^2} = 56602,483 \text{ N}$$

La force critique à ne pas dépasser est :

|                                |
|--------------------------------|
| $F_{Cr} = 56602,483 \text{ N}$ |
|--------------------------------|

D'après les résultats obtenus,

On a :  $F_{P1} = 5275,2 \text{ N}$  (effort de poinçonnage du poinçon 1 de Ø 10)

On a :  $F_{P1} < F_{Cr}$

**La condition est vérifiée, donc le poinçon 1 résiste au flambement**

- **Poinçon 2 de Ø 3,25 :**

Le moment quadratique :  $I = 63,62 \text{ mm}^4$  (mesuré à partir du logiciel CAO Solid Works).

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 63,62}{(2 \times 67)^2} = 7336,056 \text{ N}$$

La force critique à ne pas dépasser est :

|                               |
|-------------------------------|
| $F_{Cr} = 7336,056 \text{ N}$ |
|-------------------------------|

D'après les résultats obtenus,

On a :  $F_{P2} = 1714,44 \text{ N}$  (effort de poinçonnage du poinçon 2 de Ø 3,25)

On a :  $F_{P2} < F_{Cr}$

**La condition est vérifiée, donc le poinçon 2 résiste au flambement**

- **Poinçon 3 de Ø 7 mm :**

Le moment quadratique :  $I = 117,86 \text{ mm}^4$  (mesuré à partir du logiciel CAO Solid Works).

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 117,86}{(2 \times 67)^2} = 13590,5 \text{ N}$$

La force critique à ne pas dépasser est :

$$F_{Cr} = 13590,5 \text{ N}$$

D'après les résultats obtenus,

On a :  $F_{P3} = 3692,64 \text{ N}$  (effort de poinçonnage du poinçon 3 de Ø 7)

On a :  $F_{P3} < F_{Cr}$

**La condition est vérifiée, donc le poinçon 3 résiste au flambement**

- **Poinçon 4 de Ø 5 mm :**

Le moment quadratique :  $I = 30,68 \text{ mm}^4$  (mesuré à partir du logiciel CAO Solid Works).

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 30,68}{(2 \times 67)^2} = 3537,727 \text{ N}$$

La force critique à ne pas dépasser est :

$$F_{Cr} = 3537,727 \text{ N}$$

D'après les résultats obtenus,

On a :  $F_{P4} = 2637,6 \text{ N}$  (effort de poinçonnage du poinçon 4 de Ø 5)

On a :  $F_{P4} < F_{Cr}$

**La condition est vérifiée, donc le poinçon 4 résiste au flambement**

- **Poinçon 5 sous forme de rainure :**

Le moment quadratique :  $I = 750,17 \text{ mm}^4$  (mesuré à partir du logiciel CAO Solid Works).

$$F_{Cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2} = \frac{3,14^2 \times 210000 \times 750,17}{(2 \times 67)^2} = 86502,25 \text{ N}$$

La force critique à ne pas dépasser est :

$$F_{Cr} = 86502,25 \text{ N}$$

D'après les résultats obtenus,

On a :  $F_{P5} = 15464,4 \text{ N}$  (effort de poinçonnage du poinçon)

On a :  $F_{P5} < F_{Cr}$

**La condition est vérifiée, donc le poinçon 5 résiste au flambement**

**En conclusion tous les poinçons résistent au flambement.**

### IV.7 Choix des ressorts de rappels : [1]

La raideur des ressorts doit assurer le dévêtissage. Ce sont les éléments qui doivent assurer le retour du serre flan à sa position initiale après chaque opération.

On distingue 6 types de ressorts classés par couleur, qui signifie le type de charge :



Figure IV-8 : Types de ressorts.

| Reference     | D  | D1   | L0  | F    | F1<br>N | F2<br>N | F<br>max. N | S1  | S2  | S<br>max. |
|---------------|----|------|-----|------|---------|---------|-------------|-----|-----|-----------|
| 26002-1608025 | 16 | 8    | 25  | 75,7 | 379     | 473     | 568         | 5   | 6,3 | 7,5       |
| 26002-1608032 | 16 | 8    | 32  | 52,8 | 338     | 422     | 507         | 6,4 | 8   | 9,6       |
| 26002-1608038 | 16 | 8    | 38  | 48,5 | 369     | 461     | 553         | 7,6 | 9,5 | 11        |
| 26002-1608044 | 16 | 8    | 44  | 42,8 | 377     | 471     | 565         | 8,8 | 11  | 13        |
| 26002-1608051 | 16 | 8    | 51  | 37,1 | 378     | 473     | 568         | 10  | 13  | 15        |
| 26002-1608064 | 16 | 8    | 64  | 30,3 | 388     | 485     | 582         | 13  | 16  | 19        |
| 26002-1608076 | 16 | 8    | 76  | 25,7 | 391     | 488     | 586         | 15  | 19  | 23        |
| 26002-1608089 | 16 | 8    | 89  | 21,7 | 386     | 483     | 579         | 18  | 22  | 27        |
| 26002-1608102 | 16 | 8    | 102 | 19,3 | 394     | 492     | 591         | 20  | 26  | 31        |
| 26002-1608305 | 16 | 8    | 305 | 7,1  | 433     | 541     | 650         | 61  | 76  | 92        |
| 26002-2010025 | 20 | 10   | 25  | 216  | 1080    | 1350    | 1620        | 5   | 6,3 | 7,5       |
| 26002-2010032 | 20 | 10   | 32  | 168  | 1080    | 1340    | 1610        | 6,4 | 8   | 9,6       |
| 26002-2010038 | 20 | 10   | 38  | 129  | 980     | 1230    | 1470        | 7,6 | 9,5 | 11        |
| 26002-2010044 | 20 | 10   | 44  | 112  | 986     | 1230    | 1480        | 8,8 | 11  | 13        |
| 26002-2010051 | 20 | 10   | 51  | 94   | 959     | 1200    | 1440        | 10  | 13  | 15        |
| 26002-2010064 | 20 | 10   | 64  | 72,1 | 923     | 1150    | 1380        | 13  | 16  | 19        |
| 26002-2010076 | 20 | 10   | 76  | 59,7 | 907     | 1130    | 1360        | 15  | 19  | 23        |
| 26002-2010089 | 20 | 10   | 89  | 50,5 | 899     | 1120    | 1350        | 18  | 22  | 27        |
| 26002-2010102 | 20 | 10   | 102 | 44,2 | 902     | 1130    | 1350        | 20  | 26  | 31        |
| 26002-2010115 | 20 | 10   | 115 | 38,4 | 883     | 1100    | 1320        | 23  | 29  | 35        |
| 26002-2010127 | 20 | 10   | 127 | 34,1 | 866     | 1080    | 1300        | 25  | 32  | 38        |
| 26002-2010140 | 20 | 10   | 140 | 31   | 868     | 1090    | 1300        | 28  | 35  | 42        |
| 26002-2010152 | 20 | 10   | 152 | 28,2 | 857     | 1070    | 1290        | 30  | 38  | 46        |
| 26002-2010305 | 20 | 10   | 305 | 15   | 915     | 1140    | 1370        | 61  | 76  | 92        |
| 26002-2512025 | 25 | 12,5 | 25  | 380  | 1900    | 2380    | 2850        | 5   | 6,3 | 7,5       |
| 26002-2512032 | 25 | 12,5 | 32  | 276  | 1770    | 2210    | 2650        | 6,4 | 8   | 9,6       |
| 26002-2512038 | 25 | 12,5 | 38  | 220  | 1670    | 2090    | 2500        | 7,6 | 9,5 | 11        |
| 26002-2512044 | 25 | 12,5 | 44  | 185  | 1620    | 2030    | 2440        | 8,8 | 11  | 13        |
| 26002-2512051 | 25 | 12,5 | 51  | 157  | 1600    | 2010    | 2410        | 10  | 13  | 15        |
| 26002-2512064 | 25 | 12,5 | 64  | 122  | 1560    | 1950    | 2330        | 13  | 16  | 19        |

Tableau IV-5 : Catalogue des ressorts rouges de charges fortes.

La course de compression du ressort est de : **13 mm**

Le nombre de ressorts  $N_r$  assurant l'opération de dévêtissage est donné par la formule suivante :

$$N_r = \frac{F_{Sf}}{F_{ressort}}$$

Avec :

$N_r$  : Nombre de ressorts.

$F_{Sf}$  : Effort du serre flan.

$F_{ressort}$  : Effort d'un seul ressort.

Par rapport à l'effort du serre flan nous avons opté pour les ressorts de couleur rouge.

Du tableau précédent, on tire la valeur de la force du ressort choisi qui est égale à :

$$F_{ressort} = 2440 \text{ N}$$

**Application numérique :**

$$N_r = \frac{34387,063}{2440}$$

$N_r = 14$

**On prend donc 14 ressorts**

Le ressort qui pourra répondre aux conditions de travail est le ressort à charges fortes (couleur rouge) tiré du tableau, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Référence : **26002-2512044**
- La longueur au repos **L = 44 mm**
- Le diamètre externe : **D = 25 mm**
- Le diamètre interne : **D1 = 12,5 mm**

- La course maximum (comprimé) :  $S_{MAX} = 13 \text{ mm}$
- La force max :  $F_{ressort} = 2440 \text{ N}$
- La force nécessaire pour comprimé 1 mm :  $F = 185 \text{ N}$

## Ressorts de compression hélicoïdaux

ISO 10243, charge forte



### Matière :

Acier au chrome, silicium

### Finition :

Rouge.

### Exemple de commande :

nIm 26002-1005025

### Nota :

Longueurs, diamètres, forces et couleurs correspondent à la norme ISO 10243.

F1 donne la charge du ressort pour une durée de vie longue pour un débattement de 20 % de L0.

F2 donne la charge du ressort pour une durée de vie moyenne pour un débattement de 25 % de L0.

Fmax. donne la résistance maximale à la charge du ressort pour un débattement de 30 % de L0.

F = Force nécessaire pour enfoncer le ressort de 1 mm.

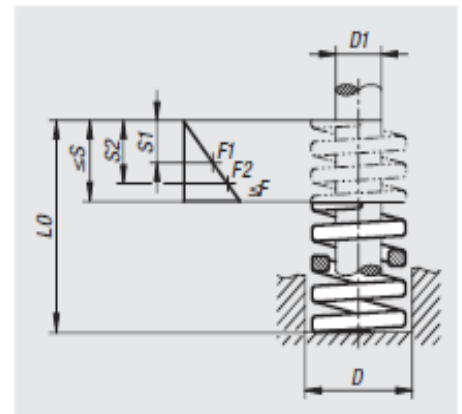


Figure IV-9 : Ressort rouge de charges fortes.



### IV.8 Choix de la Presse :

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

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

Après avoir calculé l'effort total qui est égal à **54 tonnes** et 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 ENIEM), d'utiliser une Presse **T31C excentrique** ayant les caractéristiques suivantes :

- Capacité de la presse **200 (tonnes)**,
- Dimensions de la table (longueur × largeur) **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)**.

### IV.9 Conclusion :

Ce chapitre a fait l'objet d'étude et de conception d'un outil de poinçonnage et détournage qui sert à réaliser le nouveau cache ventilateur de la cuisinière ENIEM.

Le Logiciel Solid Works nous a permis de déterminer les dimensions de cet outil ainsi que les surfaces de poinçonnage et détournage sans recours aux essais expérimentaux, ce qui représente un gain de temps, une bonne précision et une économie ;

Nous avons conçu notre outil économique avec :

- Le choix de matériaux fiables ;
- Evitassions du surdimensionnement des éléments ;
- La grande cadence de fabrication de ce cache.

### CONCLUSION GENERALE

Les notions pratiques acquises au niveau de l'unité cuisson de l'entreprise de fabrication de l'électroménager ENIEM dans le cadre de réalisation de notre projet de fin d'étude, nous ont permis de développer notre esprit de recherche, ainsi que de concrétiser et de mettre en application nos connaissances acquises durant notre formation au sein de département Génie Mécanique.

Cette expérience nous a permis aussi d'élargir nos connaissances dans les procédés de mise en forme des tôles qui ne cesse de se développer au fil des années, car ils sont les plus utilisés et ont une très grande importance dans les industries.

Le logiciel de conception assisté par ordinateur Solid Works nous a permis de définir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différentes pièces. La performance de ce logiciel nous a aidé à concevoir un outil précis, fiable et rentable.

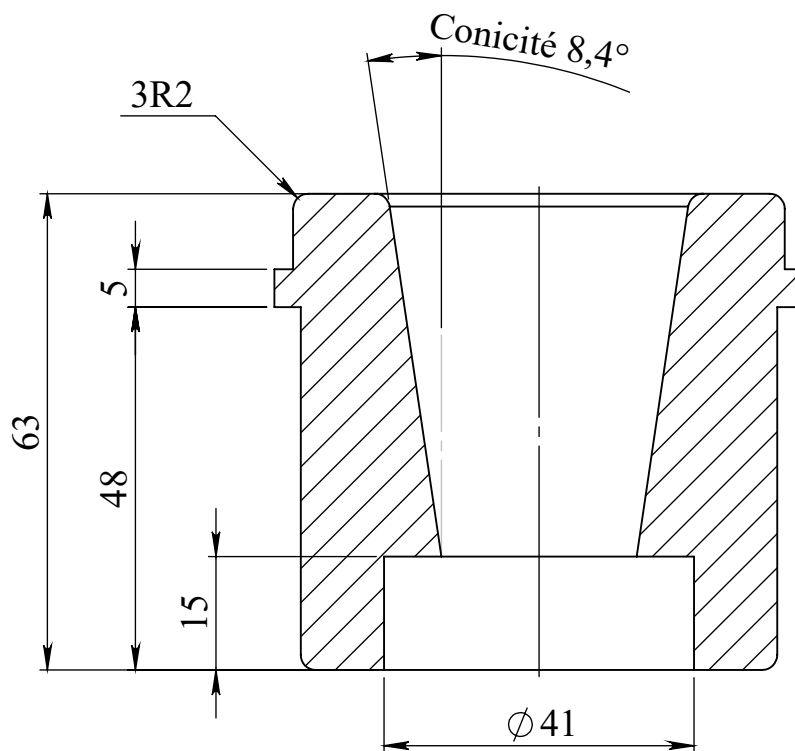
Enfin, ce travail nous a permis de préparer notre intégration au monde professionnel, et on souhaite qu'il serve comme support pédagogique pour les promotions à venir.

## BIBLIOGRAPHIES

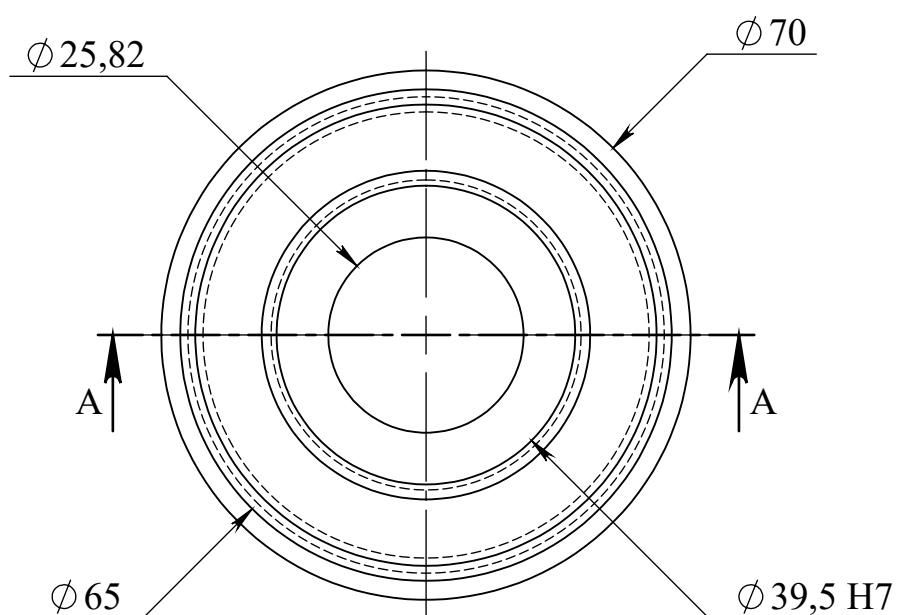
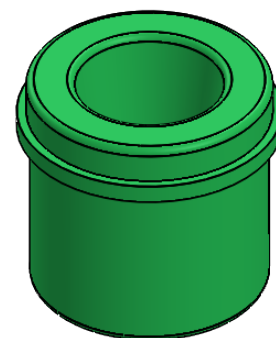
- [1] Documents ENIEM.
- [2] Cours désignations des matériaux (L. BAROURA).
- [3] Mr : Yefsah Lamine Mr : Ouali Rabah « Etude et conception d'un outil de Poinçonnage et Détourage pour table de travail 02 Auxiliaires cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2020/2021.
- [4] Mlle : Berdous Assia Mr : Yakoubi Nacer « Etude et conception d'un outil à bande pour la réalisation d'une charnière inférieur du réfrigérateur FB1 ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2017/2018.
- [5] Mr : Oubraham Amar Mr : Belkhis Mohand « Etude et conception d'un outil à stations de poinçonnage et pliage de la nouvelle traverse de la cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2019/2020.
- [6] Mr : Dahmane Hamza Mlle : Eldjama Nadia « Etude et conception d'un outil de découpage et poinçonnage d'un support grille bruleur » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option fabrication mécanique et productique UMMTO 2020/2021.
- [7] Mlle : Djebra Thileli « Etude et conception d'un outil d'emboutissage et poinçonnage pour Languette d'un radiateur à gaz ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option fabrication mécanique et productique UMMTO 2018/2019.
- [8] Mr : Bessati Idir Mr : Aouidad Lhab « Etude et conception d'un outil d'emboutissage pour la réalisation d'un cache inférieur de la table cuisson ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option fabrication mécanique et productique UMMTO 2017/2018.
- [9] Mr : A.Belaiche Mr : M. Akili, « Etude et conception d'une porte métallique inférieure d'un réfrigérateur ENIEM 300D, Mémoire de DEUA UMMTO 2010.
- [10] Mr : Aitibrout Sofiane Mr : Baziz Ali « Etude et conception d'un outil de

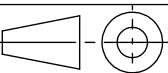
poinçonnage et détournage d'un bandeau bombé en INOX d'une cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2018/2019

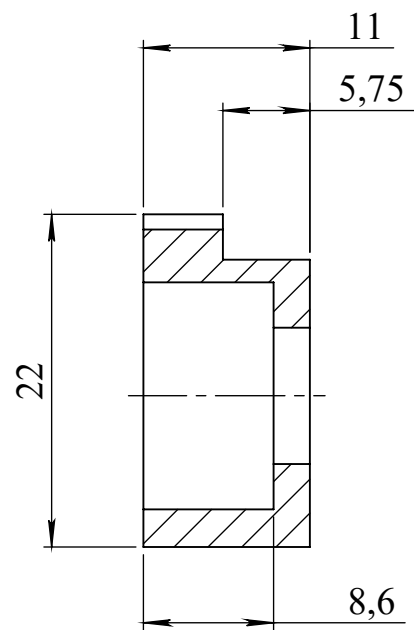
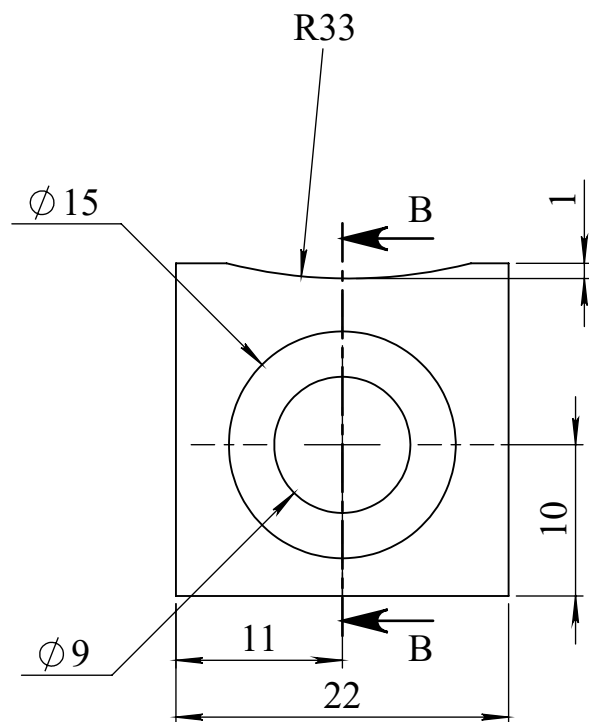
- [11] Mlle : Belhoucine Zohra « Etude et conception d'un outil de détournage et poinçonnage d'une pièce (autonettoyant) pour la cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2014/2015.
- [12] Mlle : Arbouche Liza Mlle : Mouloudi Farida « Etude et conception d'un outil d'emboutissage d'une table de travail cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2020/2021.
- [13] Mr : Ait slimane Brahim Mlle : Belhadj Lilia « Etude et Conception d'un Outil d'emboutissage Pour La Table de Travail d'une Cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option fabrication mécanique et productique UMMTO 2017/2018.
- [14] Mlle : Boussa Anissa Mr : Bouyacoub Rezak « Etude et conception d'un outil de poinçonnage et détournage d'un autonettoyant d'une cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option fabrication mécanique et productique UMMTO 2018/2019.
- [15] Mlle : Oumehraz Lydia « Etude et conception d'un outil d'emboutissage et poinçonnage pour la fabrication de la partie mobile d'un support pare cycliste démontable » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2019/2020.
- [16] Mr : Biri Kocela Mr : Bouzarari Mouhoub « Etude et conception d'un outil de poinçonnage à came d'un corps de chauffe de radiateur à gaz naturel ENIEM. » mémoire fin d'étude master en génie mécanique option fabrication mécanique et productique UMMTO 2017/2018.
- [17] NORME AFNOR 35-552 AF65C45



COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1

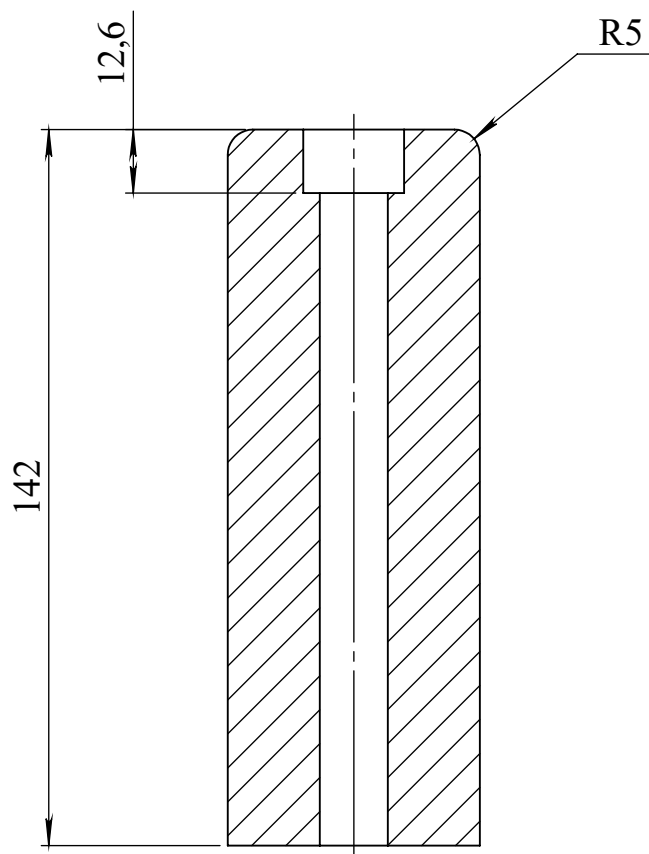


| 27                                                                                  | 04  | Bague Inf                                                                                         | Acier Allier | trampe a coeur    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | Matière      | Observation       |
| Echelle:                                                                            | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |              | Etat de surface   |
| Planche N°:                                                                         | 27  |                                                                                                   |              | 1.6/              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |              | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |              | MASTER II         |

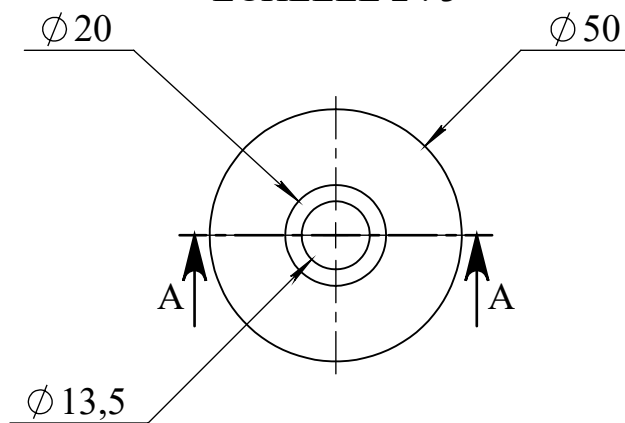


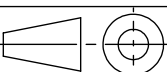
COUPE B-B

|                                                                                     |     |                                                                                                   |         |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| 03                                                                                  | 24  | Bride                                                                                             | Acier   | NF E 63-125       |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | Matière | Observation       |
| Echelle:                                                                            | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |         | Etat de surface   |
| Planche N°:                                                                         | 03  |                                                                                                   |         | 3.2/              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |         | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |         | MASTER II         |

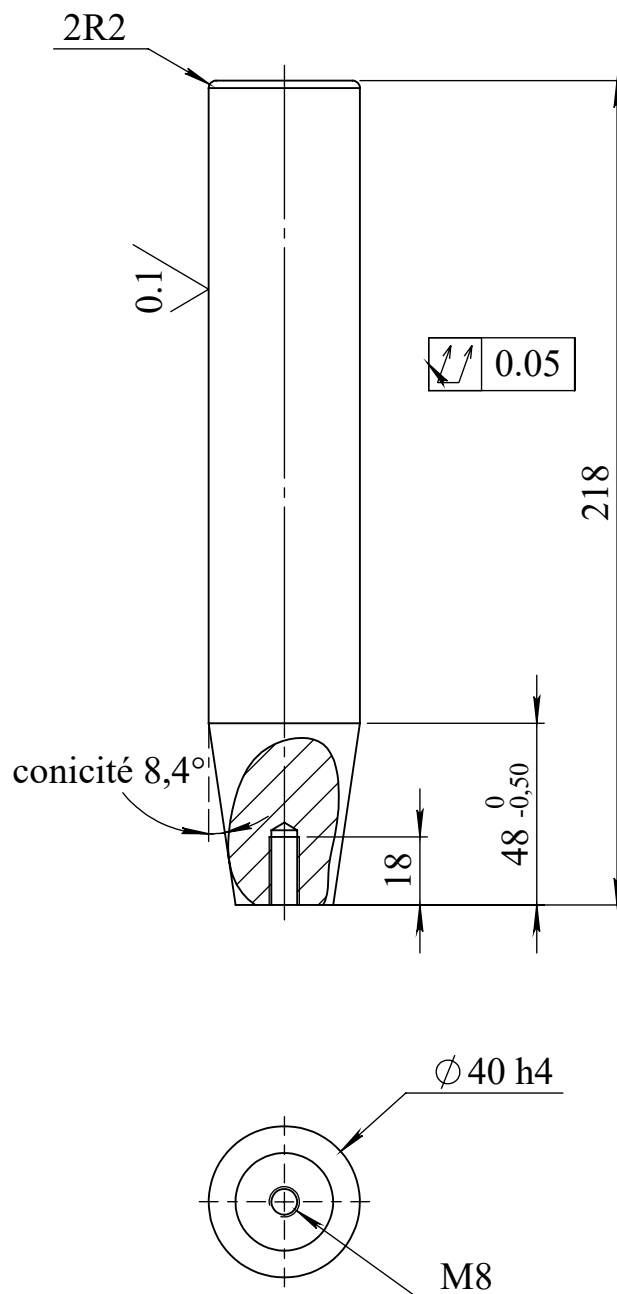


COUPE A-A  
ECHELLE 2 : 3



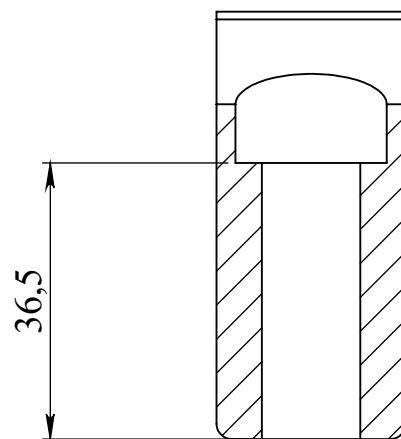
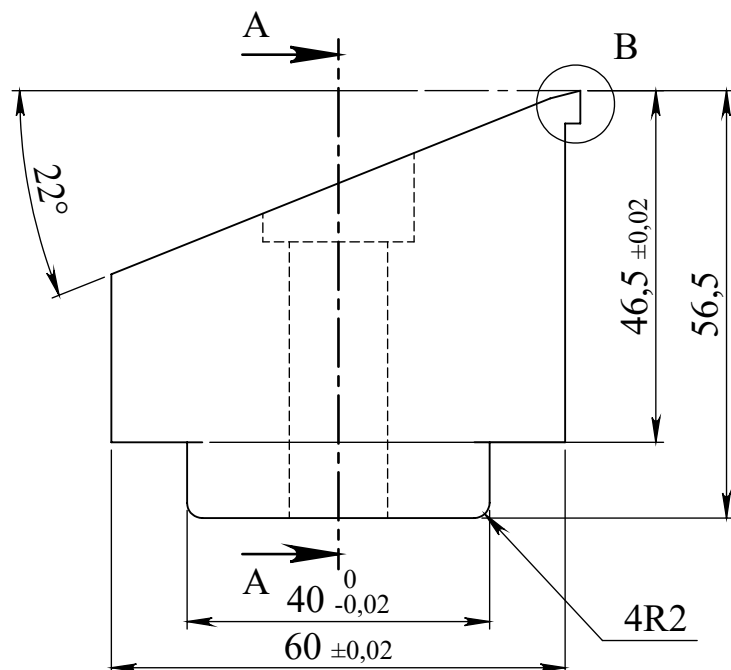
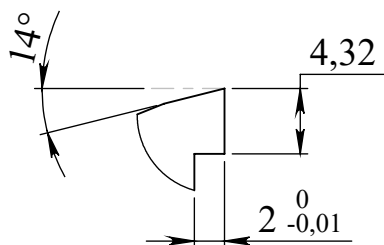
|                                                                                     |     |                                                                                                          |  |         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-----------------------------|
| 05                                                                                  | 02  | butée de fin de course                                                                                   |  | XC 48   | Tr+Rv 45/50 HRC             |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                              |  | Matière | Observation                 |
| Echelle: 2/3                                                                        |     | <b>Outil Detourage Poinçonnage</b><br><b>Cache Ventilateur cuisinière</b>                                |  |         | Etat de surface<br>6.3<br>✓ |
| Planche N°: 05                                                                      |     |                                                                                                          |  |         |                             |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                        |  |         | Promo : 2021/2022           |
| A4                                                                                  |     |  <b>FGC DGM UMMTO</b> |  |         | MASTER II                   |



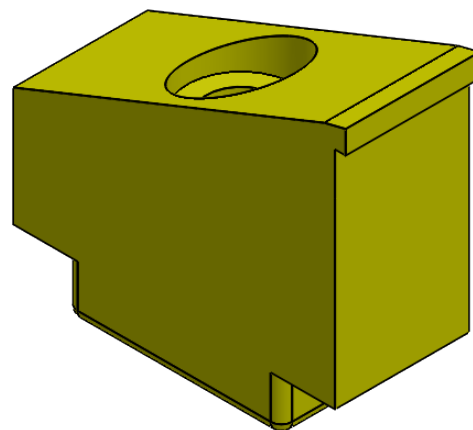
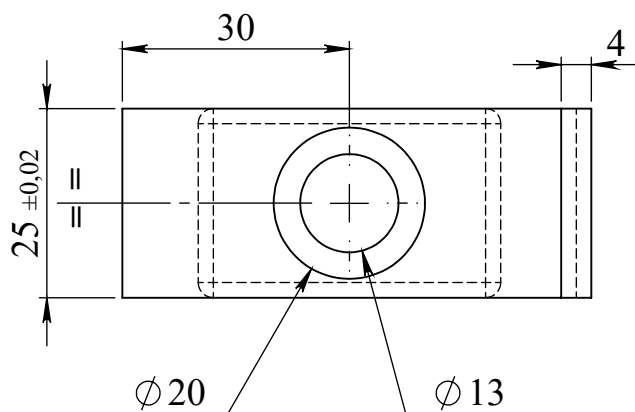


|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |             |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|------------------------------|
| 04                                                                                  | 04  | Colonne De Guidage                                                                                |  | Acier Allié | Trempe a coeur<br>62 /64 HRC |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       |  |             | Observation                  |
| Echelle: 1/2                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |             | Etat de surface<br>1.6/<br>✓ |
| Planche N°: 04                                                                      |     |                                                                                                   |  |             |                              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |             | Promo : 2021/2022            |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |             | MASTER II                    |

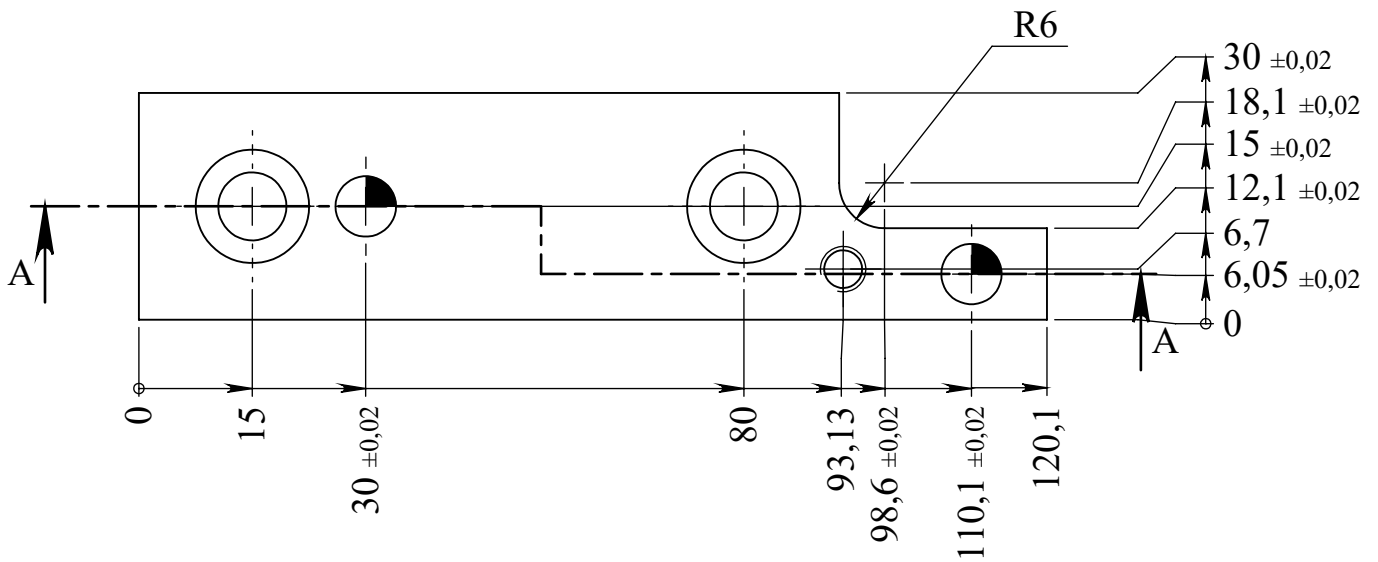
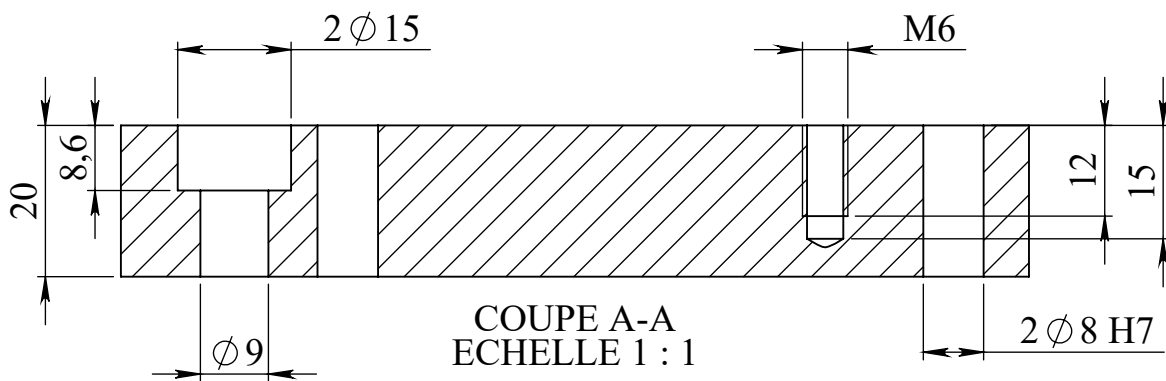
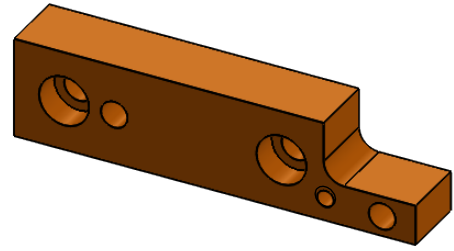
DÉTAIL B  
ECHELLE 2 : 1



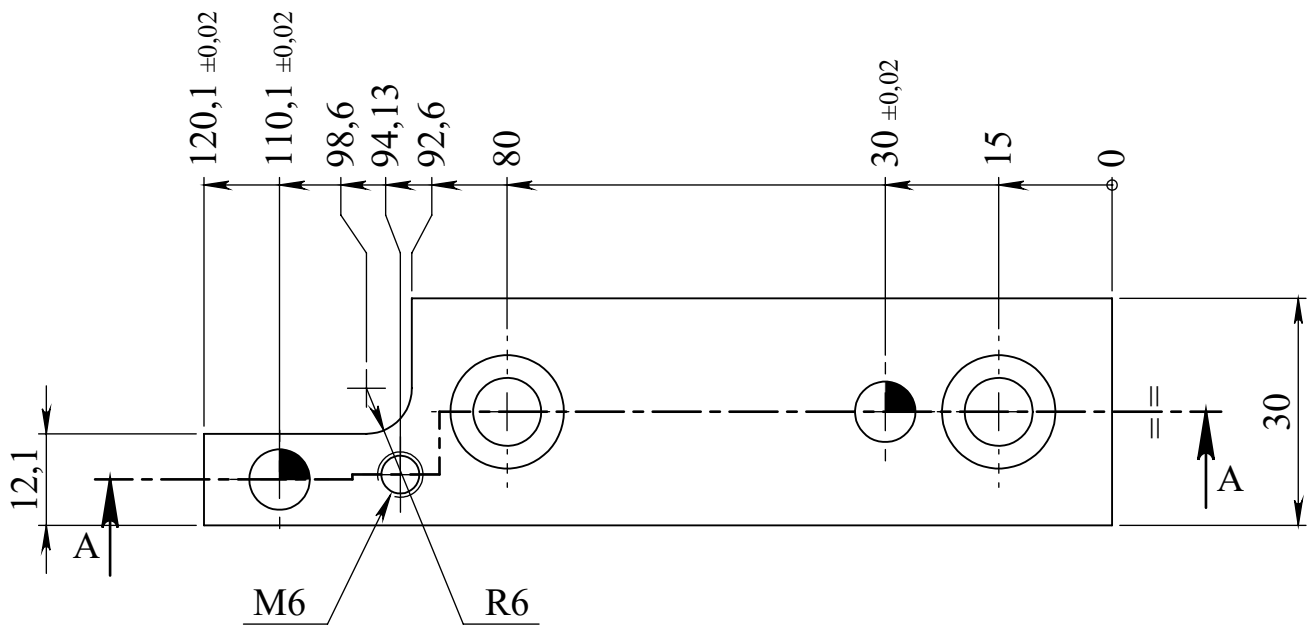
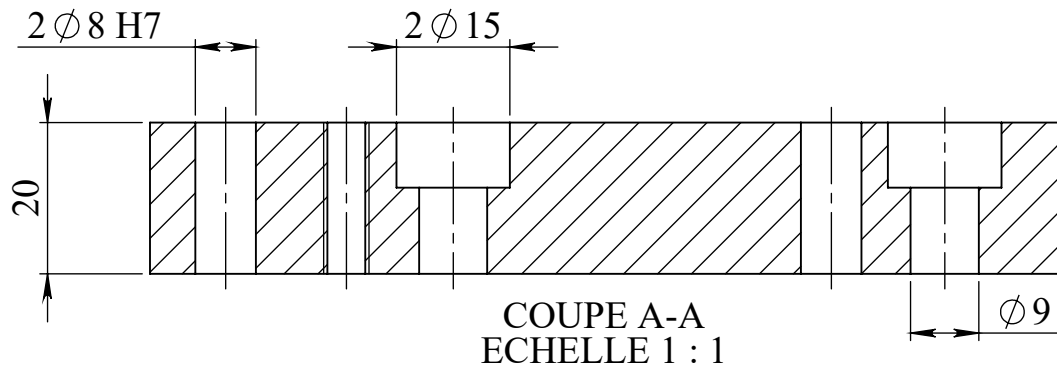
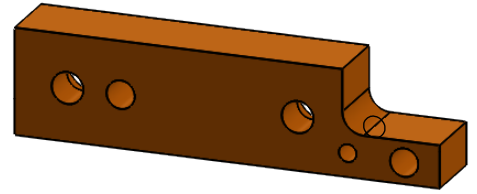
COUPE A-A



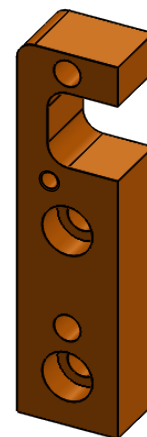
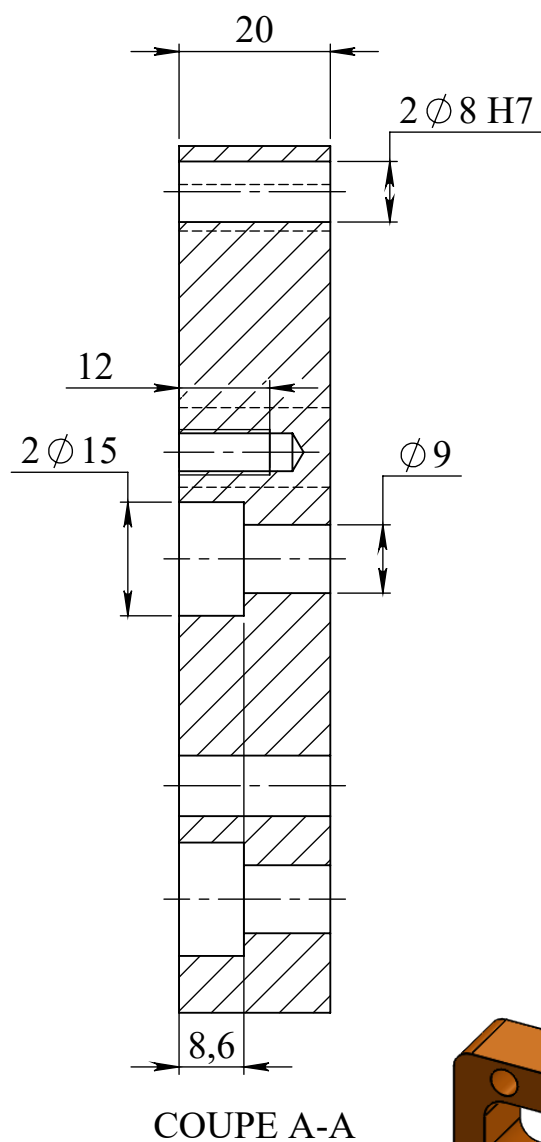
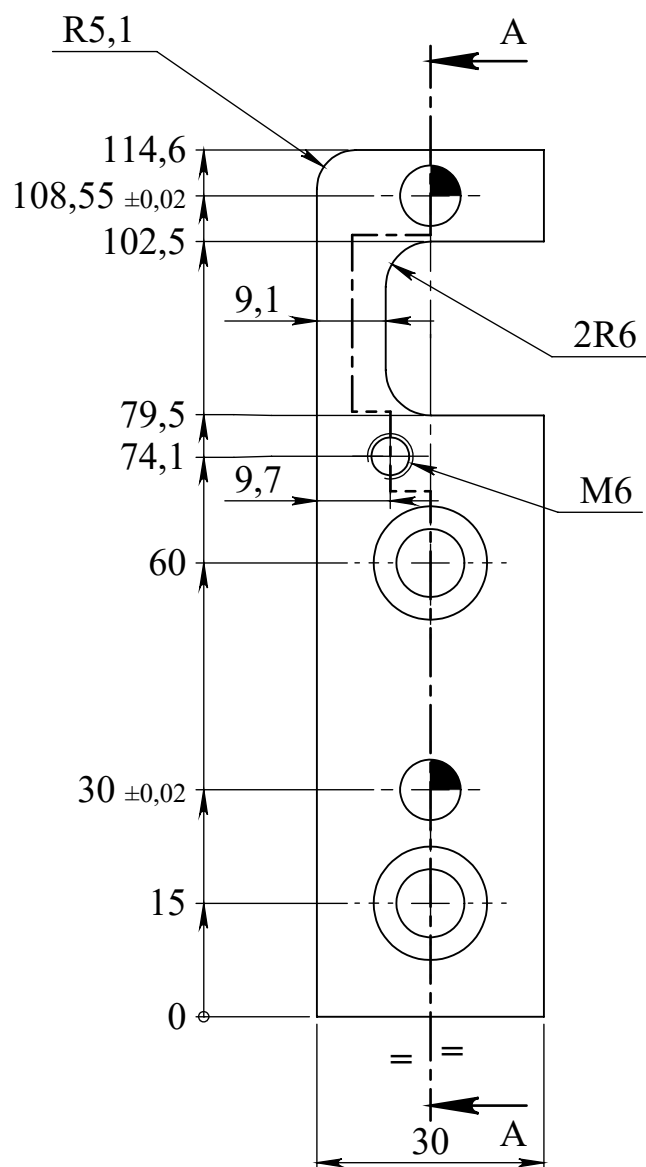
|                                                                                     |     |                                                                                                   |         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------|
| 26                                                                                  | 04  | Coupe Chute                                                                                       | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC             |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | Matière | Observation                 |
| Echelle:                                                                            | 1/1 | Outil Detournage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                      |         | Etat de surface<br>1.6<br>✓ |
| Planche N°:                                                                         | 26  |                                                                                                   |         |                             |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |         | Promo : 2021/2021           |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |         | MASTER II                   |



| 21                                                                                  | 02  | Lame Inf 01 Droite                                                                                | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | Matière | Observation             |
| Echelle:                                                                            | 1/1 | Outil Detournage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                      |         | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°:                                                                         | 21  |                                                                                                   |         |                         |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |         | Promo : 2021/2022       |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |         | MASTER II               |

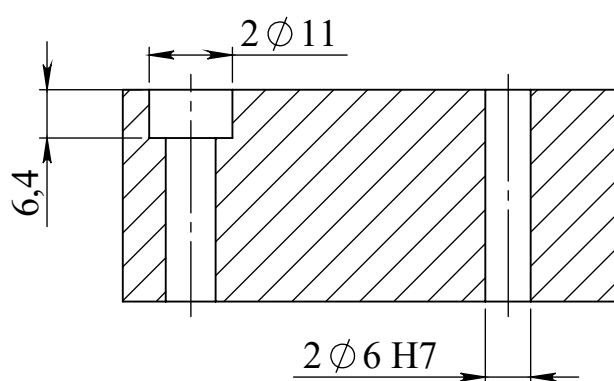
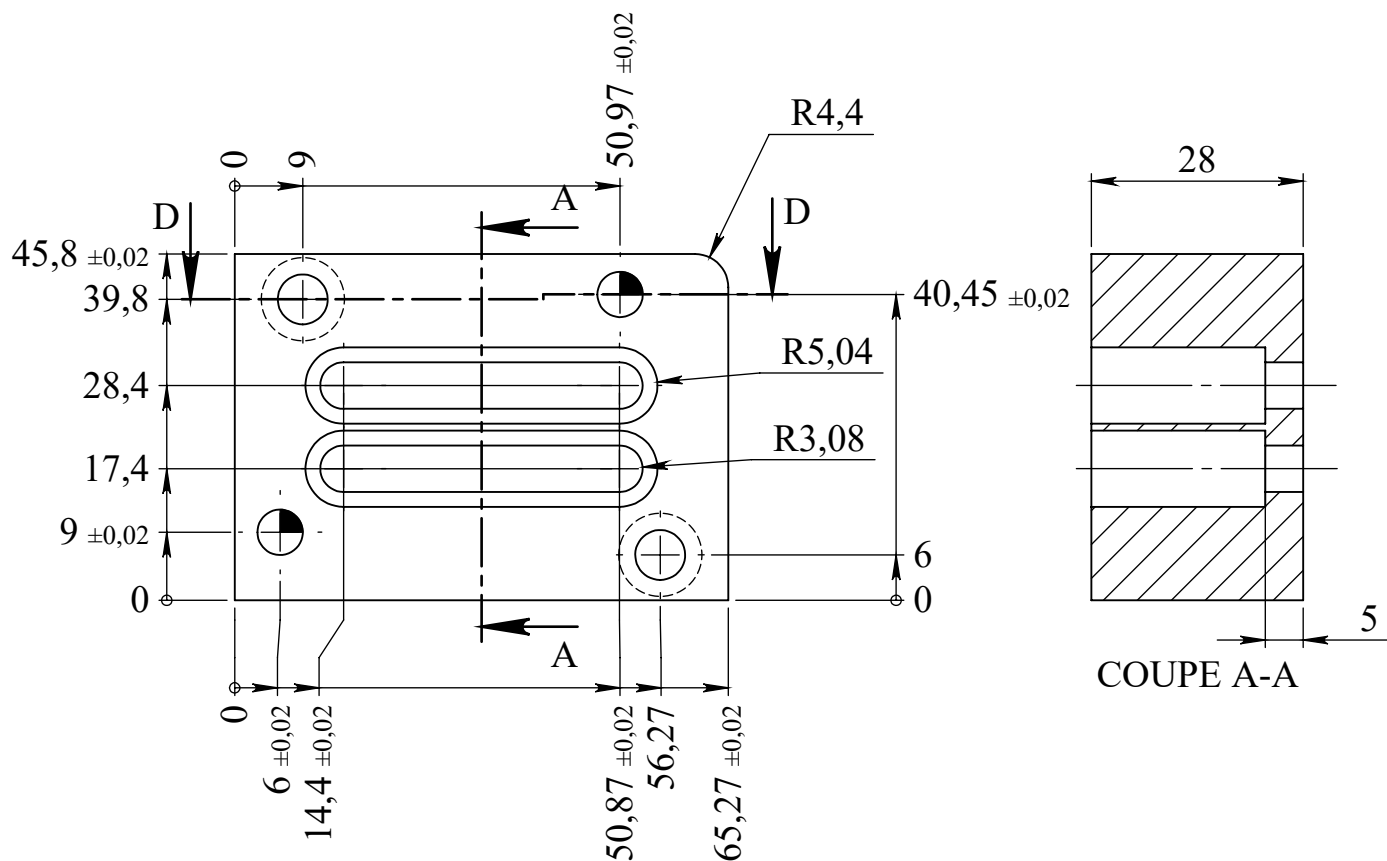


| 23                                                                                  | 02  | Lame Inf 1                                                                                               | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                              | Matière | Observation       |
| Echelle:                                                                            | 1/1 | <b>Outil Detourage Poinçonnage</b><br><b>Cache Ventilateur cuisinière</b>                                |         | Etat de surface   |
| Planche N°:                                                                         | 23  |                                                                                                          |         | 1.6/              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                        |         | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  <b>FGC DGM UMMTO</b> |         | MASTER II         |

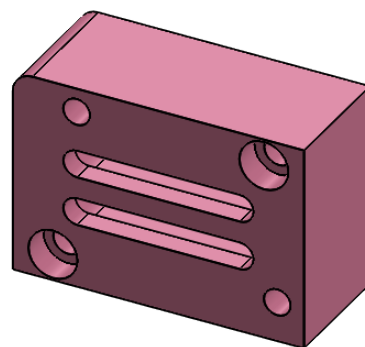


|             |     |                                                             |                   |                         |
|-------------|-----|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 22          | 02  | Lame Inf 2                                                  | Z220C12           | Tr+Rv 58/60 HRC         |
| Ref         | Nbr | Désignation                                                 | Matière           | Observation             |
| Echelle:    | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |                   | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°: | 22  |                                                             |                   |                         |
| A4          |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           | Promo : 2021/2022 |                         |
|             |     | FGC DGM UMMTO                                               | MASTER II         |                         |

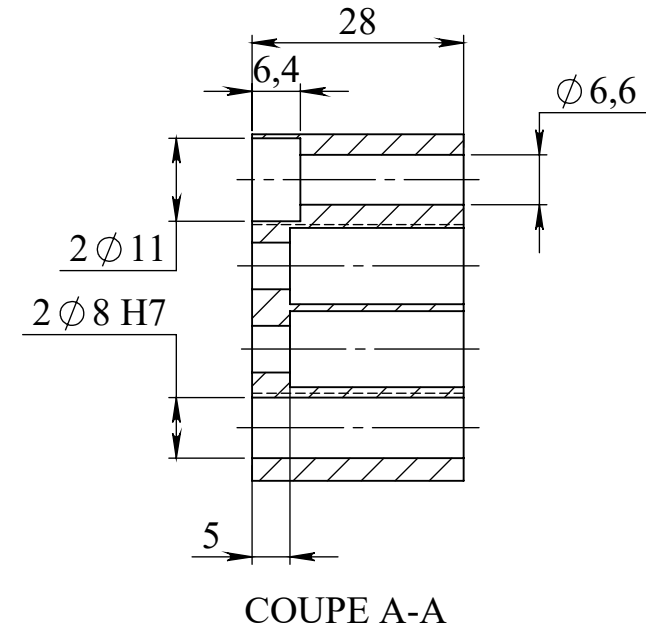
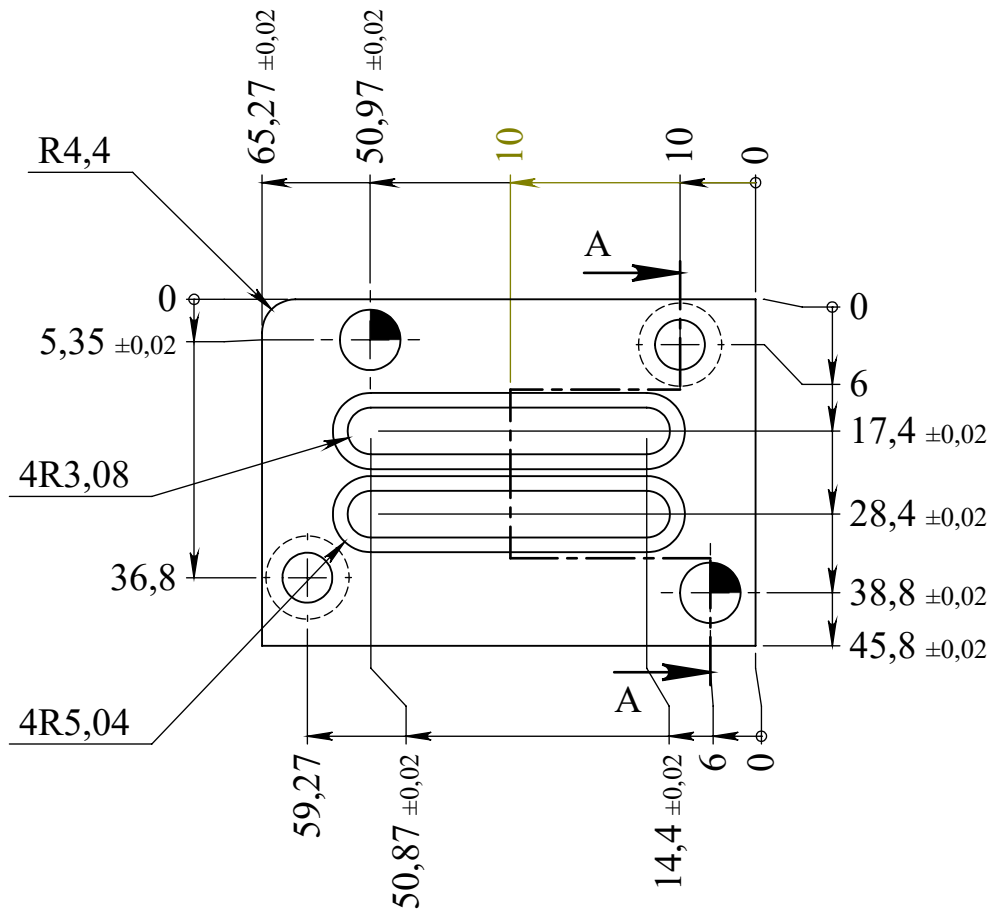


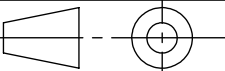


COUPE D-D

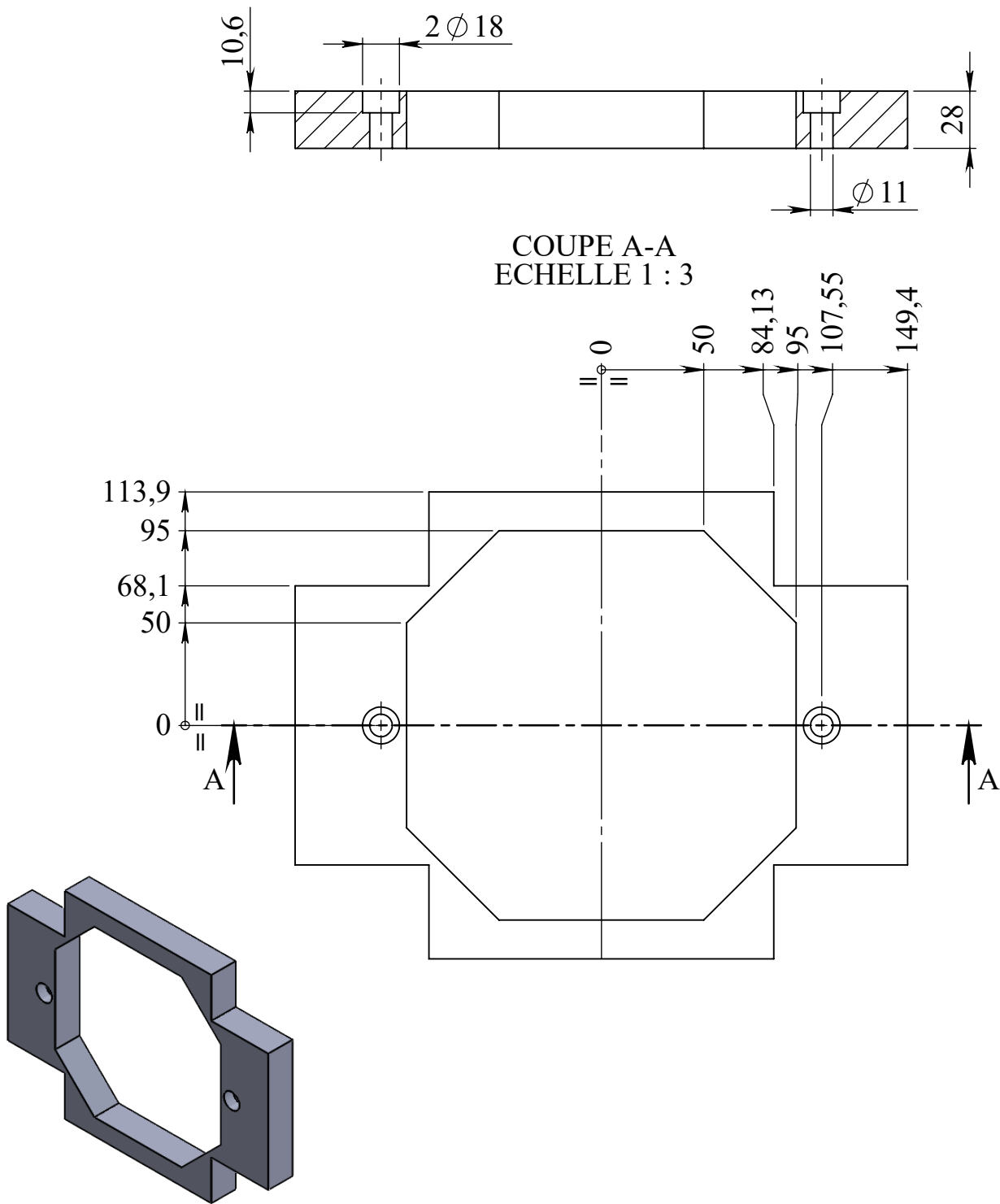


|             |     |                                                             |         |                         |
|-------------|-----|-------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 20          | 02  | Matrice 3                                                   | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC         |
| Ref         | Nbr | Désignation                                                 | Matière | Observation             |
| Echelle:    | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |         | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°: | 20  |                                                             |         |                         |
|             |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           |         | Promo : 2021/2022       |
| A4          |     | FGC DGM UMMTO                                               |         | MASTER II               |

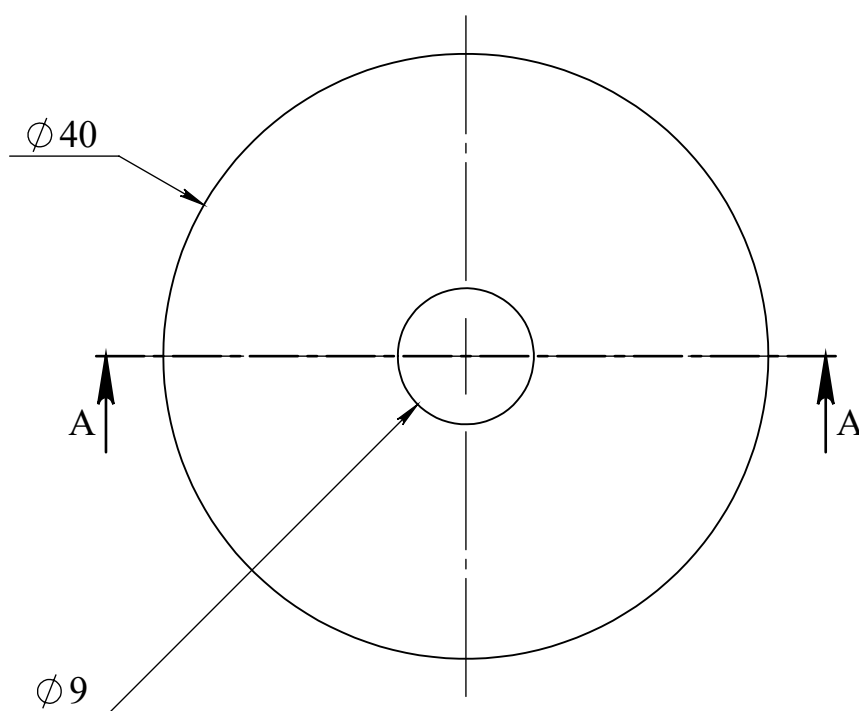
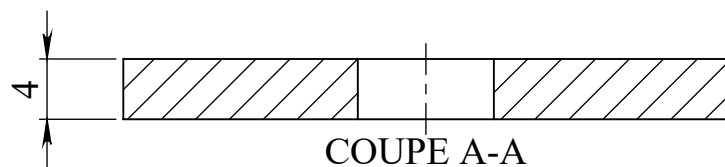


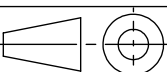
|                                                                                      |     |                                                                                                     |                 |                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 19                                                                                   | 02  | Mtrice 4                                                                                            | Z200C12         | Tr+Rv 58/60 HRC              |
| Ref                                                                                  | Nbr | Désignation                                                                                         | Matière         | Observation                  |
| Echelle:                                                                             | 1/1 | Outil Detournage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                        |                 | Etat de surface<br>1.6/<br>✓ |
| Planche N°:                                                                          | 19  |                                                                                                     |                 |                              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                   | Promo 2021/2022 |                              |
| A4                                                                                   |     |  FGC DGM UMMTO | Master II       |                              |

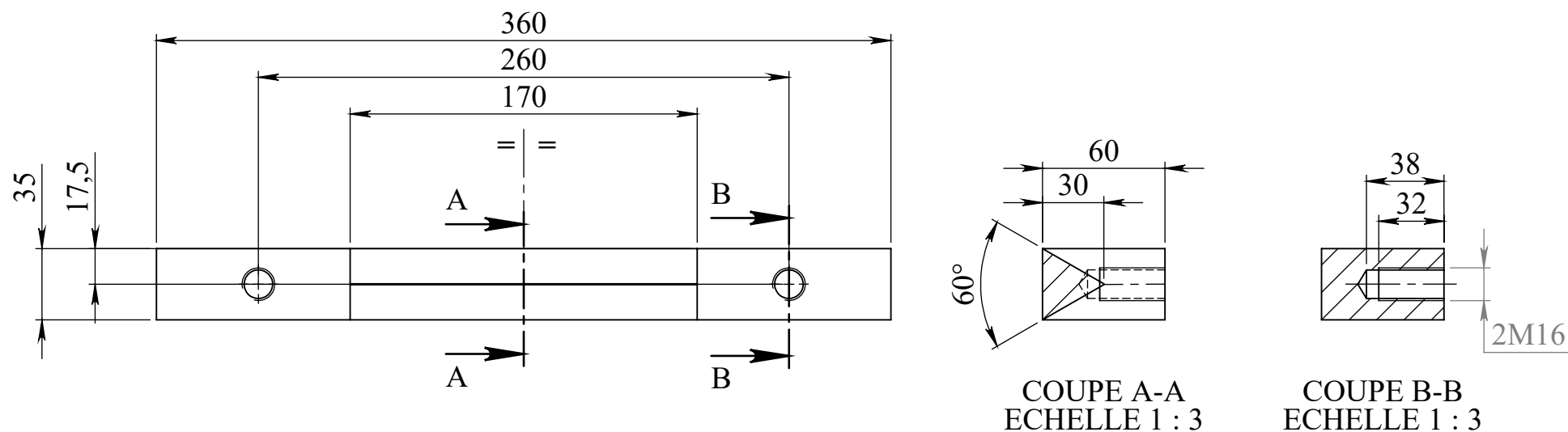


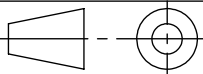


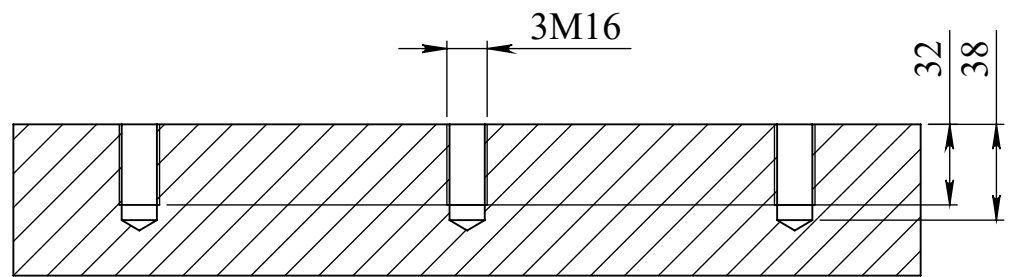
| 17                                                                                  | 01  | Porte Cache Ventilateur                                                                           | XC 38   | -                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------|
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | Matière | Observation                 |
| Echelle:                                                                            | 1/3 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |         | Etat de surface<br>6.3<br>✓ |
| Planche N°:                                                                         | 17  |                                                                                                   |         |                             |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |         | Promo : 2021/2022           |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |         | MASTER II                   |



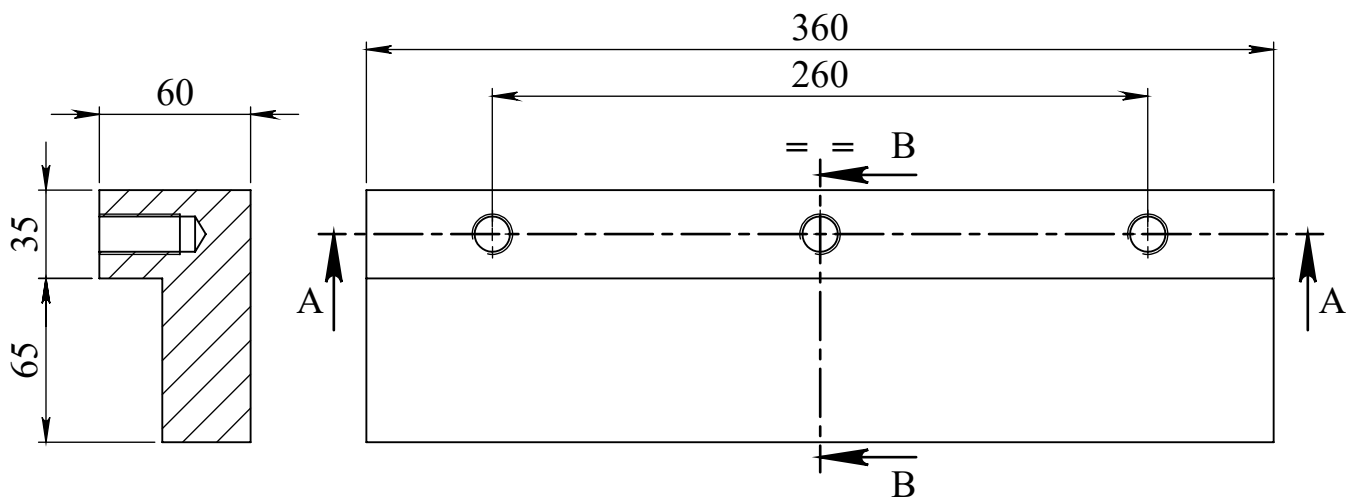
|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |         |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-------------------|
| 29                                                                                  | 04  | Rondelle                                                                                          |  | acier   | -                 |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       |  | Matière | Observation       |
| Echelle: 2/1                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |         | Etat de surface   |
| Planche N°: 29                                                                      |     |                                                                                                   |  |         |                   |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |         | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |         | MASTER II         |



|                                                                                      |     |                                                                                                     |  |         |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-----------------|
| 31                                                                                   | 01  | TASSAUT CENTRAL                                                                                     |  | XC 38   | -               |
| Ref                                                                                  | Nbr | Désignation                                                                                         |  | Matière | Observation     |
| Echelle: 1/3                                                                         |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                         |  |         | Etat de surface |
| Planche N° 31                                                                        |     |                                                                                                     |  |         |                 |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                   |  |         | Promo 2021/2022 |
| A4                                                                                   |     |  FGC DGM UMMTO |  |         | Master II       |

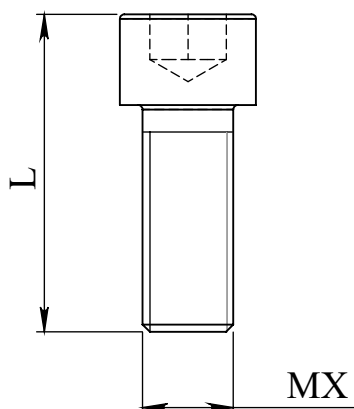
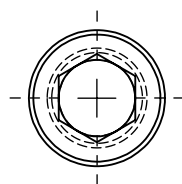


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 3

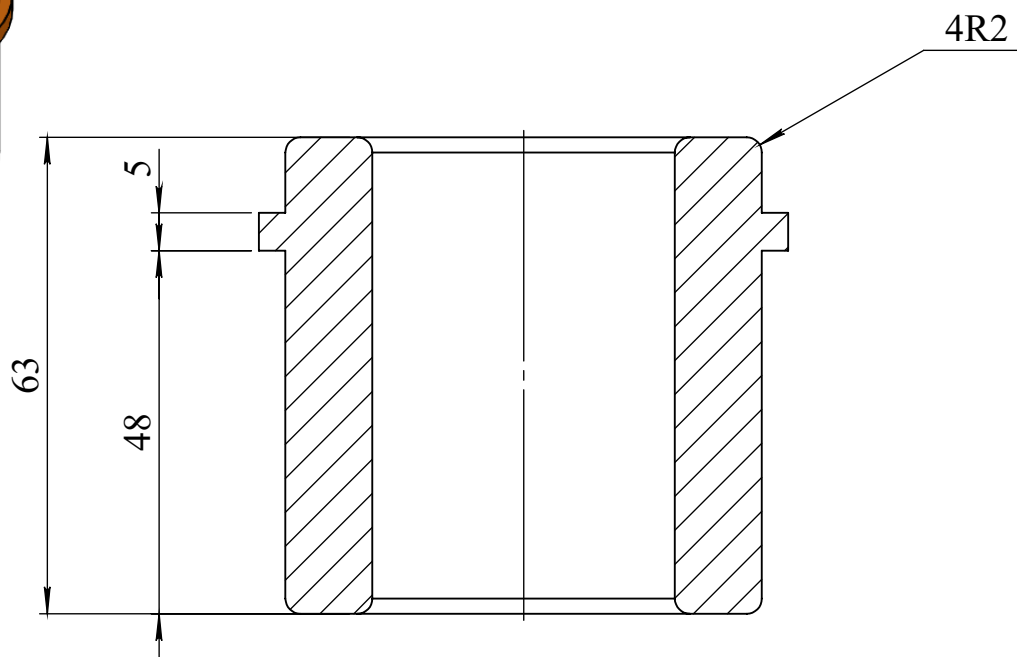
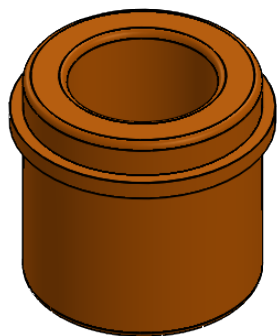


COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 3

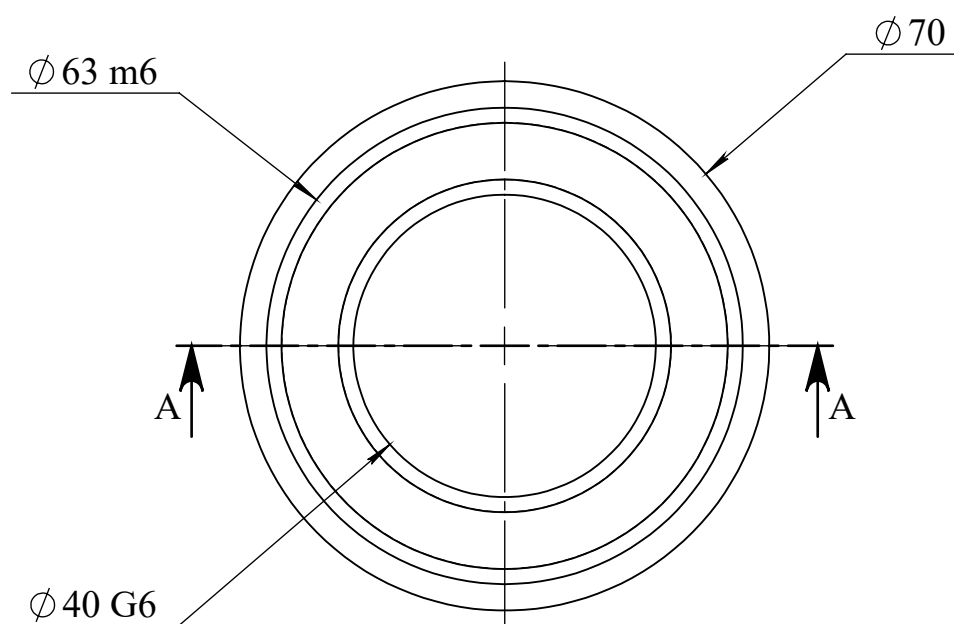
|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |         |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-------------------|
| 30                                                                                  | 02  | Tassaut Latéral                                                                                   |  | XC 38   | -                 |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       |  | Matière | Observation       |
| Echelle: 1/3                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |         | Etat de surface   |
| Planche N°: 30                                                                      |     |                                                                                                   |  |         |                   |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |         | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |         | MASTER II         |



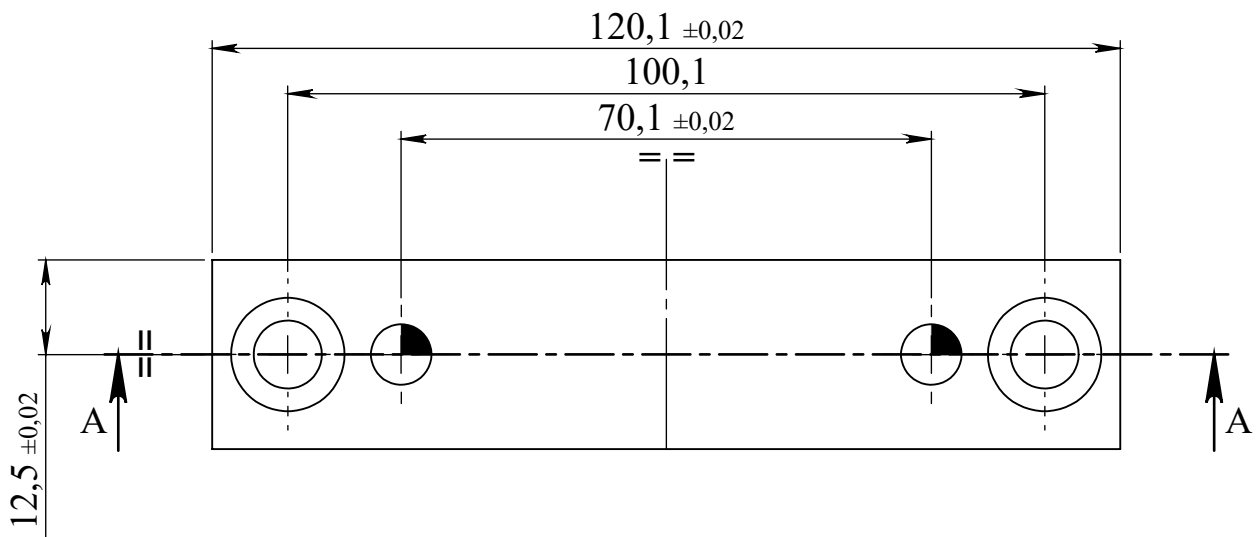
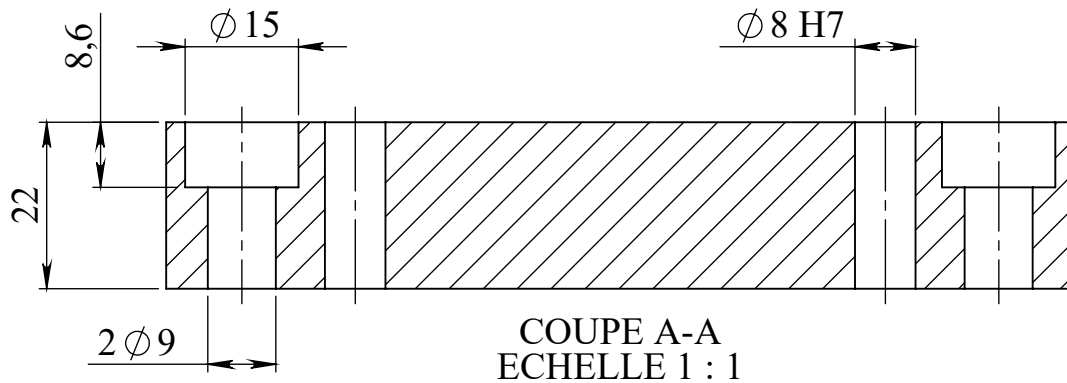
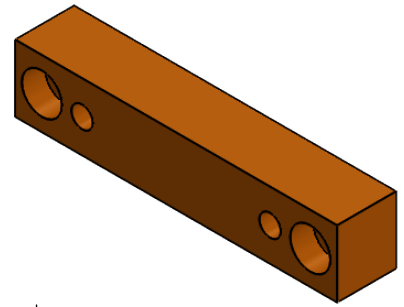
| 44                                                                                  | 08  | Vis CHc                                                                                           | M16 | 100               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------|
| 43                                                                                  | 02  | Vis CHc                                                                                           | M12 | 120               |
| 42                                                                                  | 03  | Vis CHc                                                                                           | M12 | 60                |
| 41                                                                                  | 04  | Vis CHc                                                                                           | M12 | 50                |
| 40                                                                                  | 07  | Vis CHc                                                                                           | M12 | 30                |
| 39                                                                                  | 03  | Vis CHc                                                                                           | M10 | 35                |
| 38                                                                                  | 01  | Vis CHc                                                                                           | M8  | 20                |
| 37                                                                                  | 40  | Vis CHc                                                                                           | M8  | 16                |
| 36                                                                                  | 24  | Vis CHc                                                                                           | M8  | 12                |
| 35                                                                                  | 08  | Vis CHc                                                                                           | M6  | 45                |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | MX  | L                 |
| Echelle: 1/1                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |     | Etat de surface   |
| Planche N°: 35                                                                      |     |                                                                                                   |     |                   |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |     | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |     | MASTER II         |

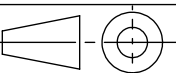


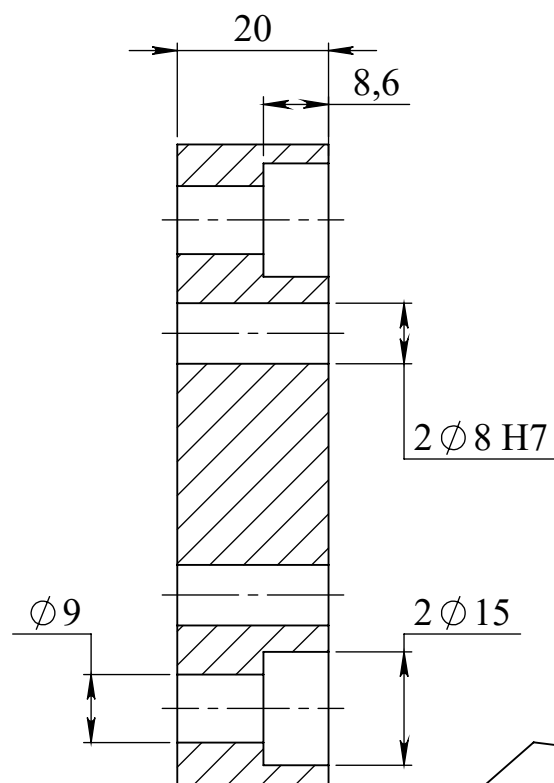
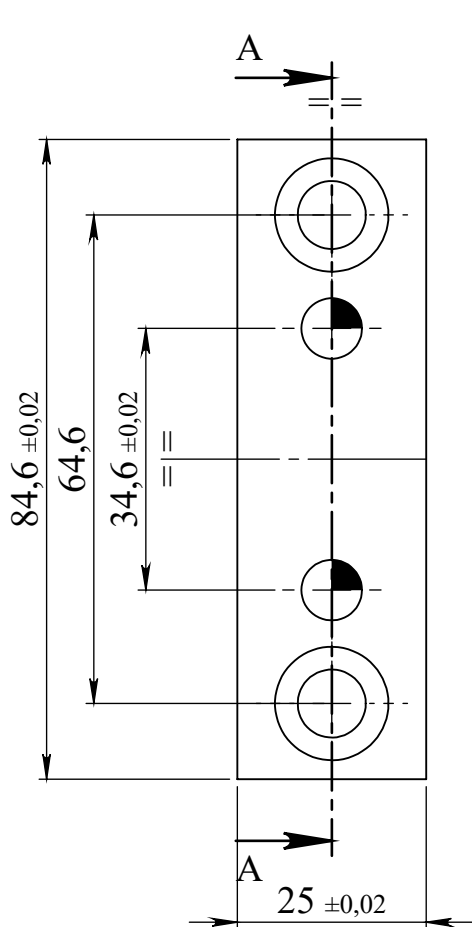
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1



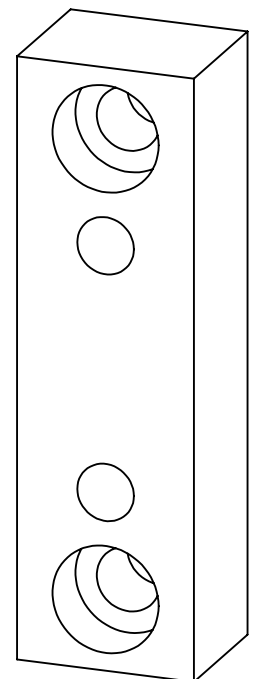
|             |     |                                                             |         |                   |
|-------------|-----|-------------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| 02          | 04  | Bague en Branze                                             | Branze  |                   |
| Ref         | Nbr | Désignation                                                 | Matière | Observation       |
| Echelle:    | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |         | Etat de surface   |
| Planche N°: | 02  |                                                             |         | 3.2/              |
|             |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           |         | Promo : 2021/2022 |
| A4          |     | FGC DGM UMMTO                                               |         | MASTER II         |



|                                                                                     |     |                                                                                                   |         |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 15                                                                                  | 04  | Couteau Sup 1                                                                                     | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC         |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       | Matière | Observation             |
| Echelle:                                                                            | 1/1 | Outil Detournage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                      |         | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°:                                                                         | 15  |                                                                                                   |         |                         |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |         | Promo : 2021/2022       |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |         | MASTER II               |

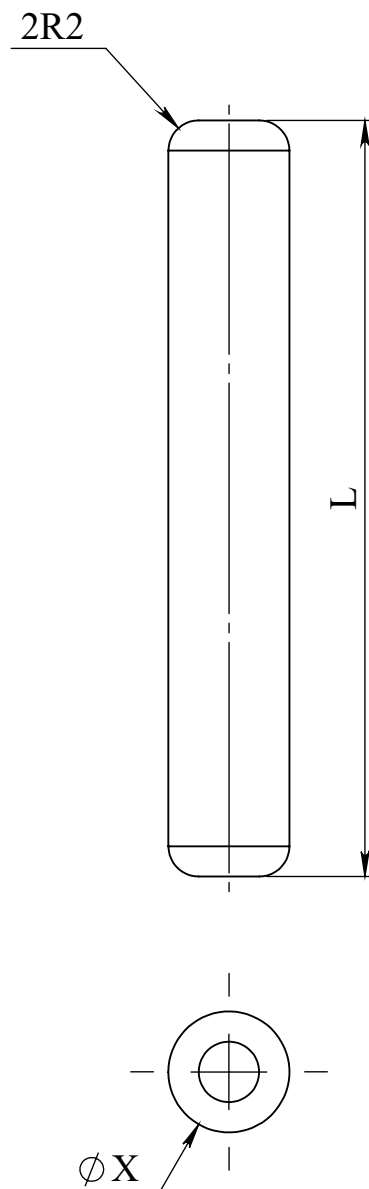


COUPE A-A

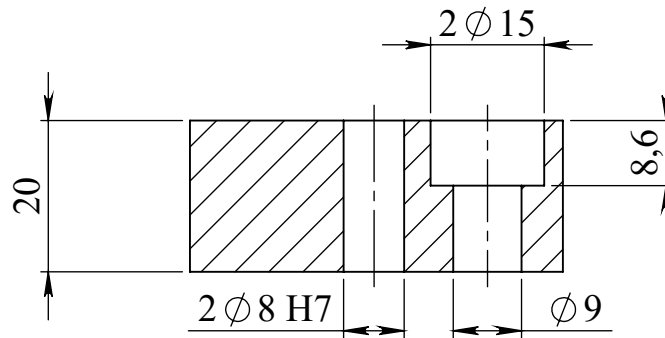


| 14                                                                                  | 04                                                                                                | Couteau Sup 2 | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|-------------------------|
| Ref                                                                                 | Nbr                                                                                               | Désignation   | Matière | Observation             |
| Echelle: 1/1                                                                        | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |               |         | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°: 14                                                                      |                                                                                                   |               |         |                         |
|  | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |               |         | Promo : 2021/2022       |
| A4                                                                                  |  FGC DGM UMMTO |               |         | MASTER II               |

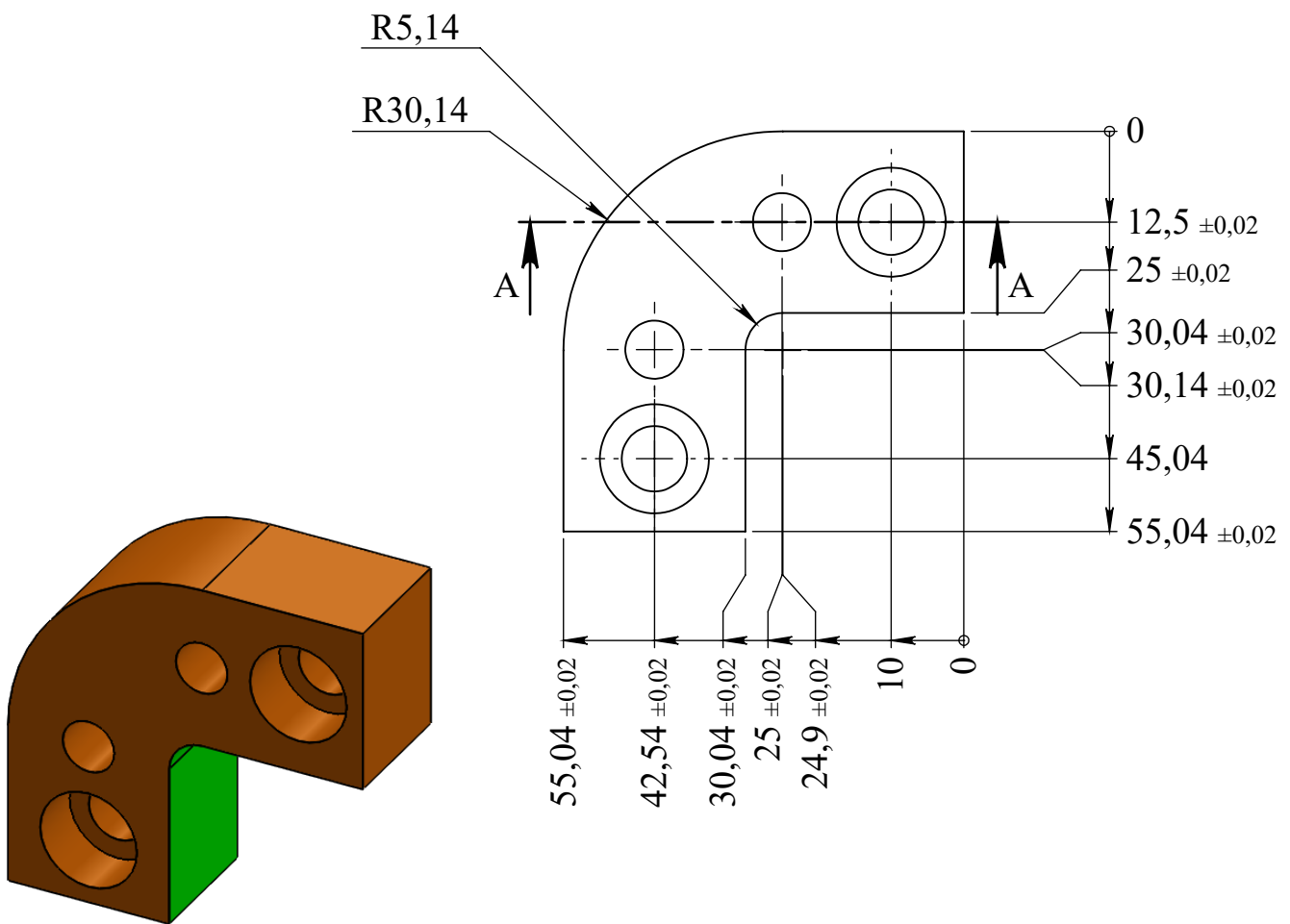




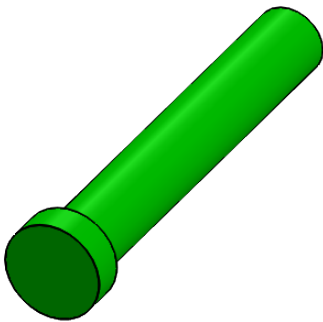
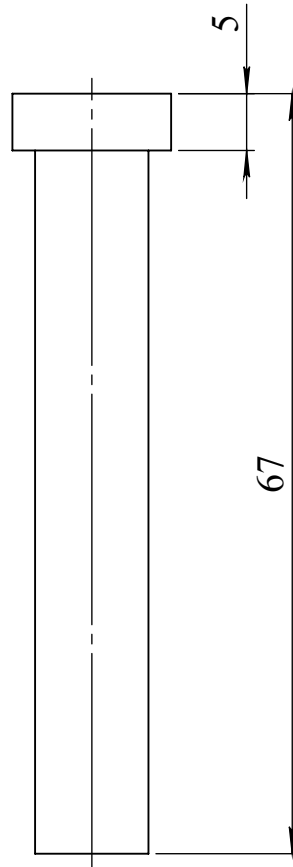
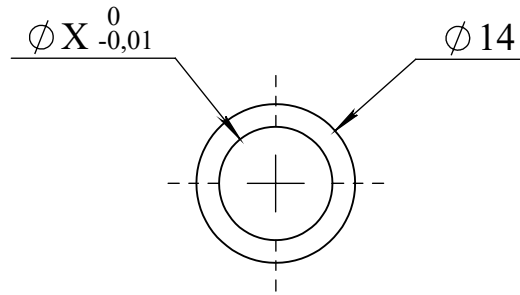
| 34                                                                                  | 24  | Goupilles                                                                                                | 08              | 50                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 33                                                                                  | 18  | Goupilles                                                                                                | 08              | 40                              |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                              | Diamètre $\phi$ | Longueur                        |
| Echelle: 2/1                                                                        |     | <b>Outil Detourage Poinçonnage<br/>Cache Ventilateur cuisinière</b>                                      |                 | <b>Etat de surface</b><br>1.6/✓ |
| Planche N°: 33-34                                                                   |     |                                                                                                          |                 |                                 |
|  |     | <b>BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL</b>                                                                 |                 | <b>Promo : 2021/2022</b>        |
| <b>A4</b>                                                                           |     |  <b>FGC DGM UMMTO</b> |                 | <b>MASTER II</b>                |



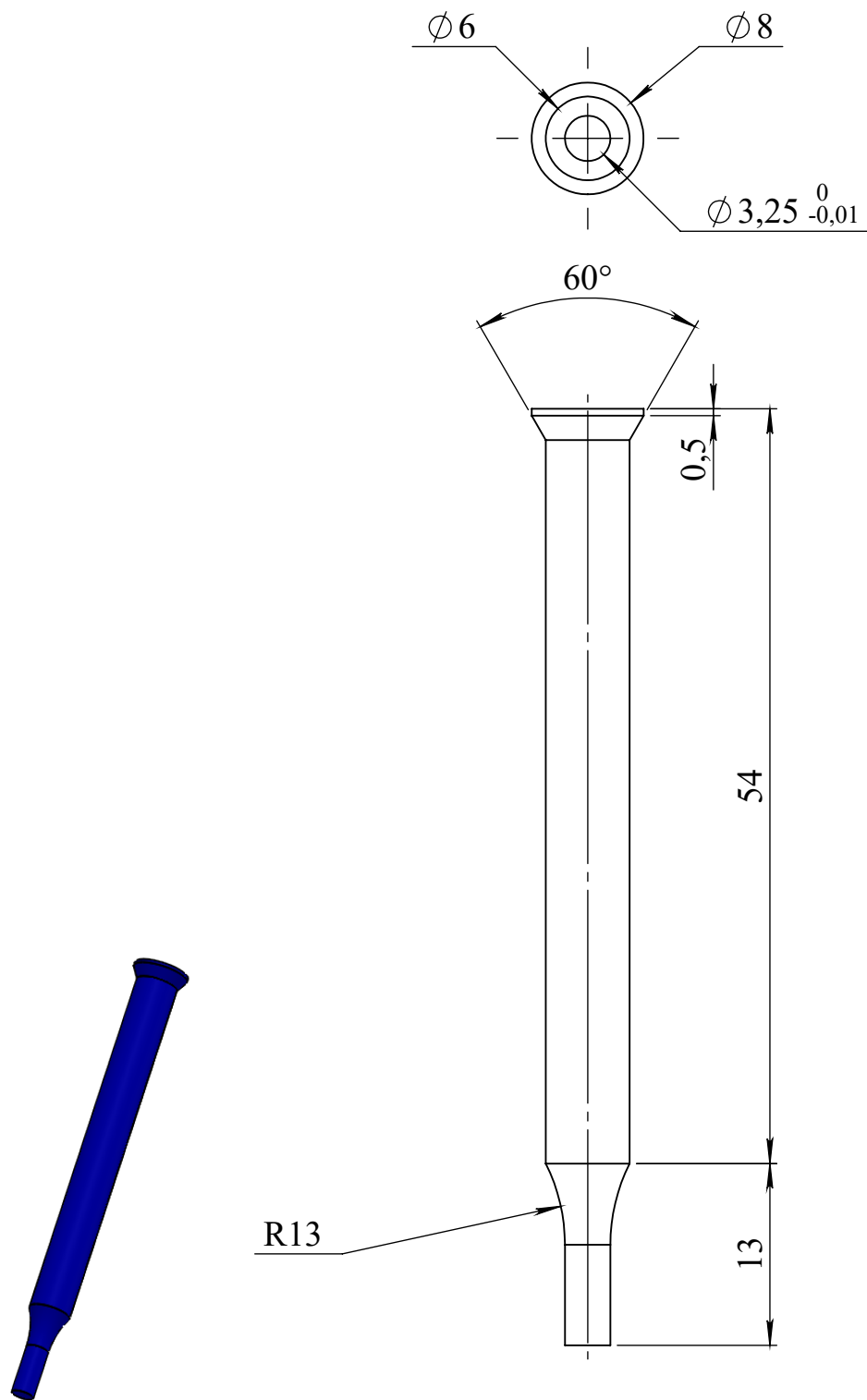
COUPE A-A

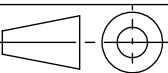


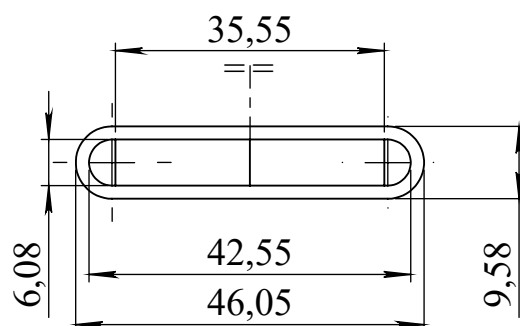
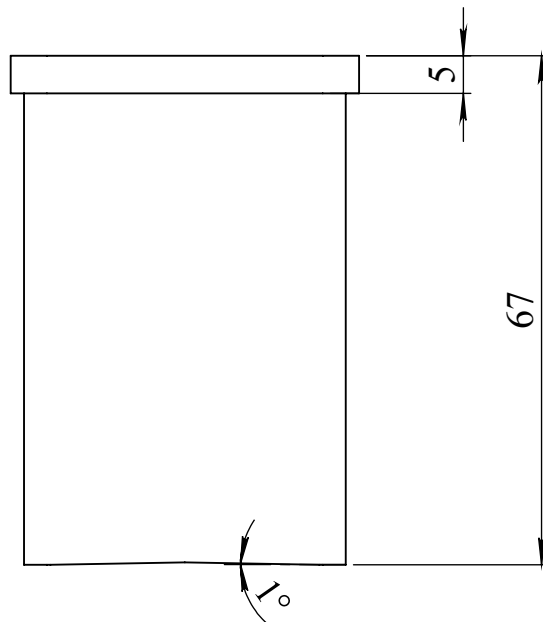
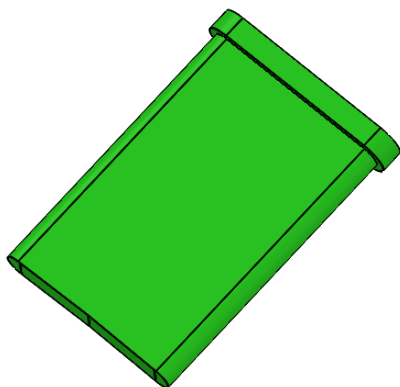
| 16          | 04  | Couteau Sup 4                                               | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC         |
|-------------|-----|-------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| Ref         | Nbr | Désignation                                                 | Matière | Observation             |
| Echelle:    | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |         | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°: | 16  |                                                             |         |                         |
|             |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           |         | Promo : 2021/2022       |
| A4          |     | FGC DGM UMMTO                                               |         | MASTER II               |

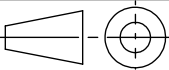


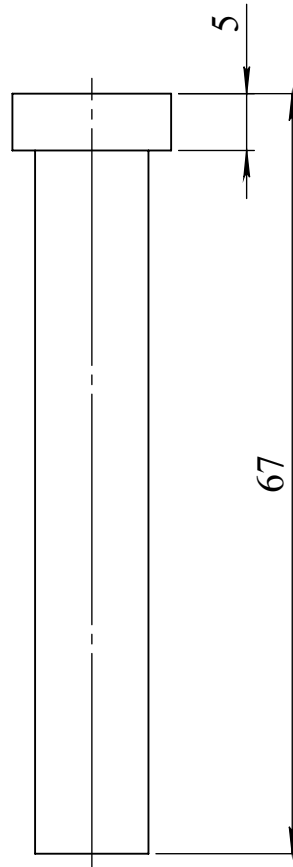
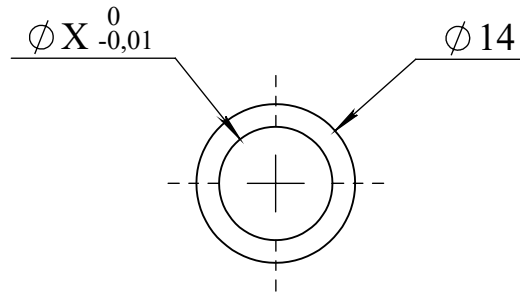
|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |         |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|------------------------------|
| 07                                                                                  | 01  | 10                                                                                                |  |         |                              |
| 08                                                                                  | 10  | 07                                                                                                |  |         |                              |
| 09                                                                                  | 50  | 05                                                                                                |  |         |                              |
| Ref                                                                                 | Nbr | Poinçons $\phi$ X                                                                                 |  | Z200C12 | Tr+rV 58/60 HRC              |
|                                                                                     |     | Désignation                                                                                       |  | Matière | Observation                  |
| Echelle: 3/2                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |         | Etat de surface<br>1.6/<br>✓ |
| Planche N°: 07                                                                      |     |                                                                                                   |  |         |                              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |         | Promo : 2021/2022            |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |         | MASTER II                    |



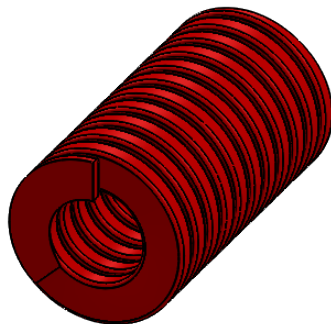
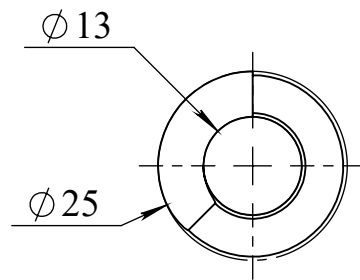
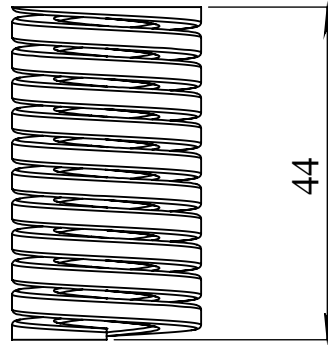
| 10                                                                                  | 10                                                                                                       | Poinçon $\phi 3.25 \times 67$ | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------|
| Ref                                                                                 | Nbr                                                                                                      | Désignation                   | Matière | Observation       |
| Echelle: 2/1                                                                        | <b>Outil Detourage Poinçonnage</b><br><b>Cache Ventilateur cuisinière</b>                                |                               |         | Etat de surface   |
| Planche N°: 10                                                                      |                                                                                                          |                               |         | 1.6/              |
|  | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                        |                               |         | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |  <b>FGC DGM UMMTO</b> |                               |         | MASTER II         |

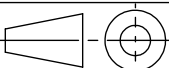


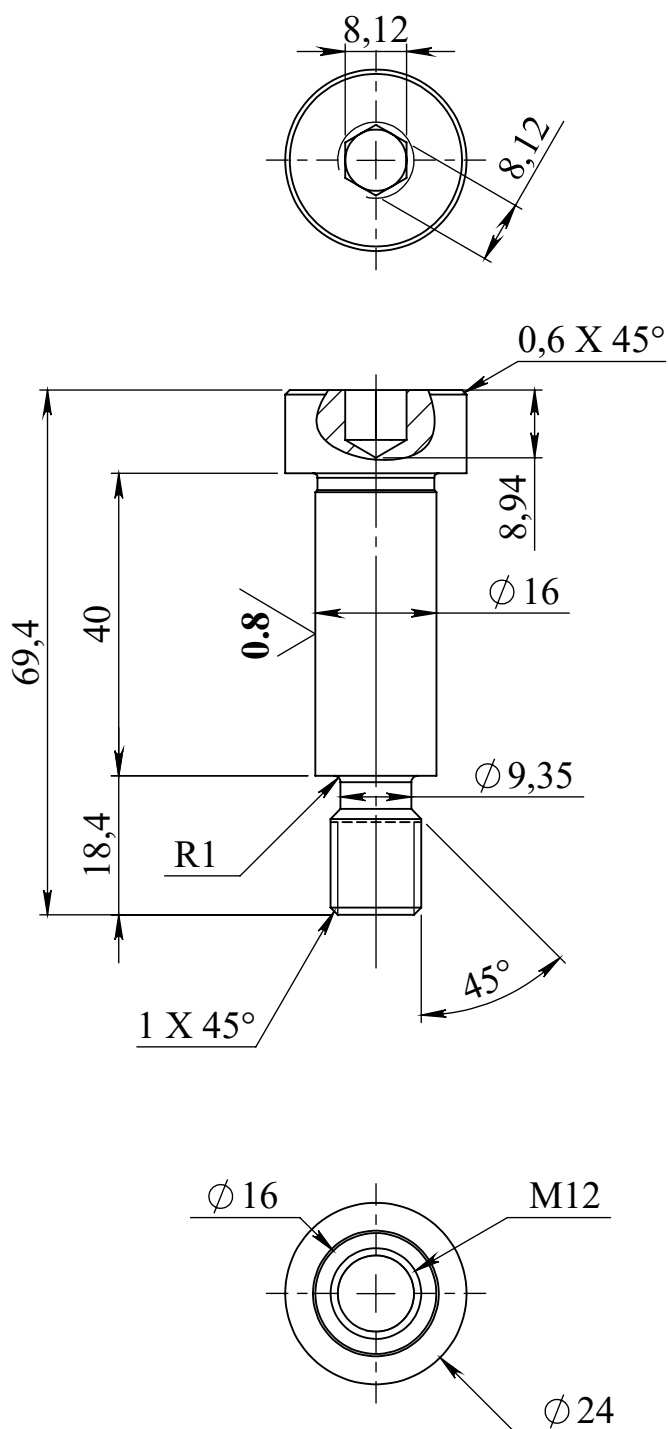
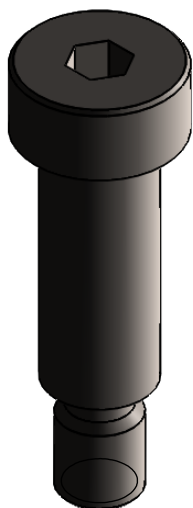
|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |         |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|--------------------------|
| 11                                                                                  | 08  | Poinçon Sup 5                                                                                     |  | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC          |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       |  | Matière | Observation              |
| Echelle: 1/1                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |         | Etat de surface<br>1.6/√ |
| Planche N°: 11                                                                      |     |                                                                                                   |  |         |                          |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |         | Promo : 2021/2022        |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |         | MASTER II                |



|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |         |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|------------------------------|
| 07                                                                                  | 01  | 10                                                                                                |  |         |                              |
| 08                                                                                  | 10  | 07                                                                                                |  |         |                              |
| 09                                                                                  | 50  | 05                                                                                                |  |         |                              |
| Ref                                                                                 | Nbr | Poinçons $\phi$ X                                                                                 |  | Z200C12 | Tr+rV 58/60 HRC              |
|                                                                                     |     | Désignation                                                                                       |  | Matière | Observation                  |
| Echelle: 3/2                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |         | Etat de surface<br>1.6/<br>✓ |
| Planche N°: 07                                                                      |     |                                                                                                   |  |         |                              |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |         | Promo : 2021/2022            |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |         | MASTER II                    |

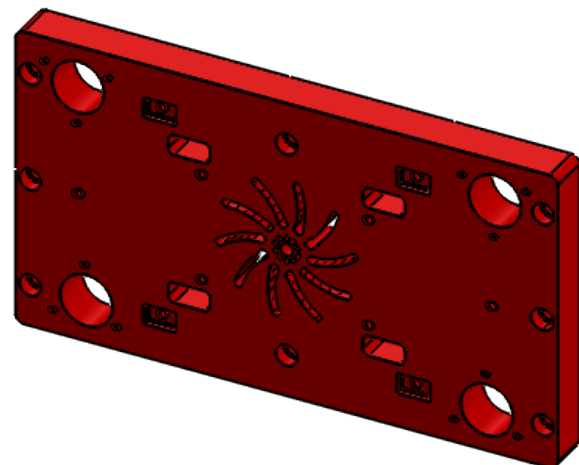
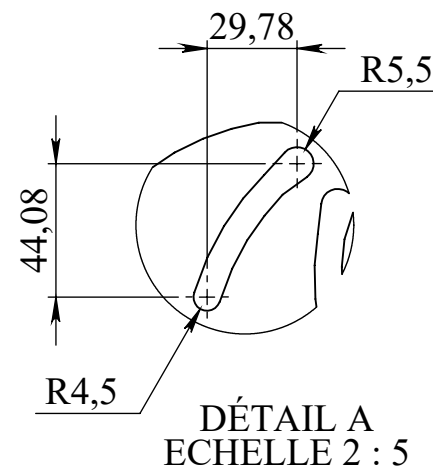
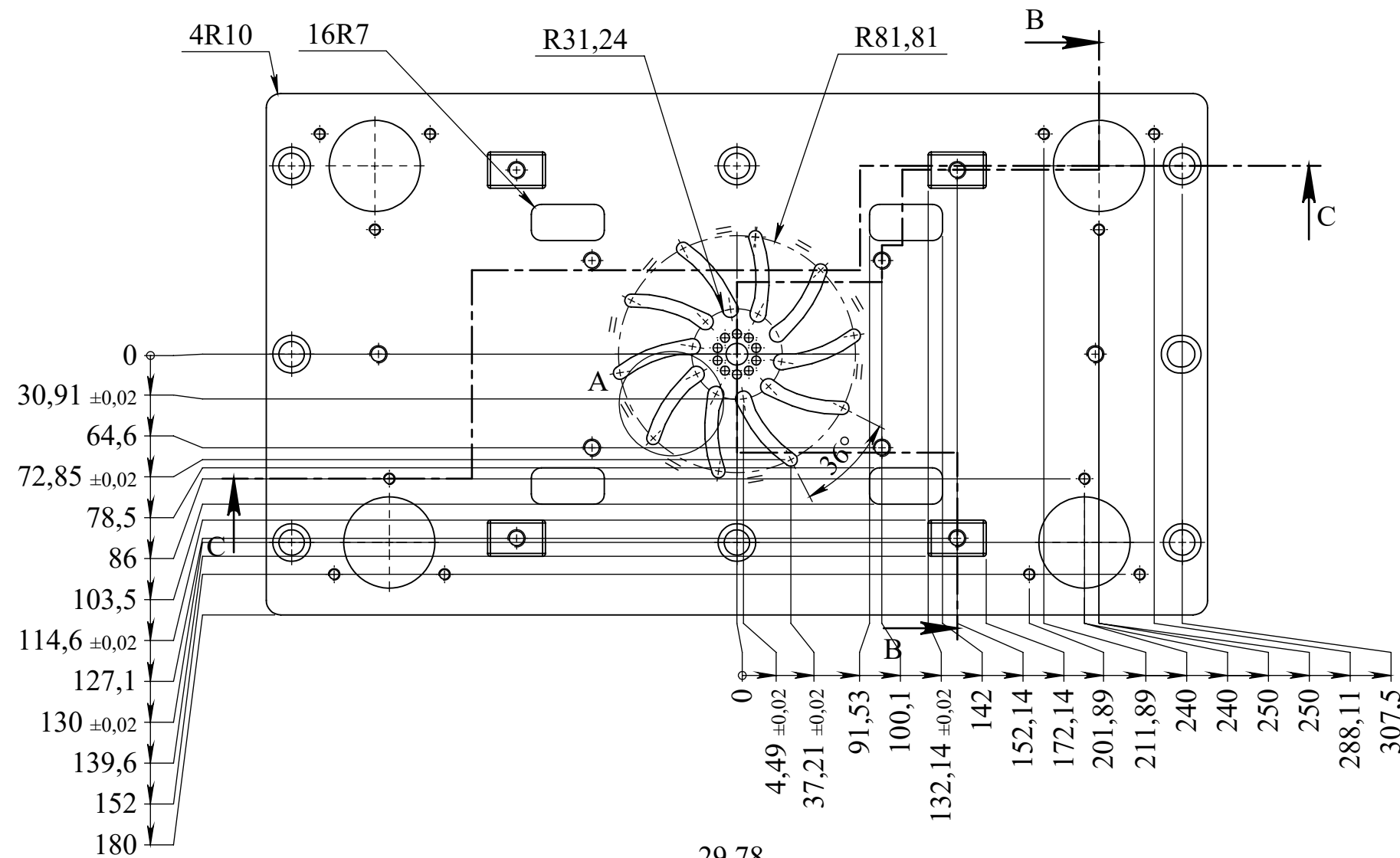
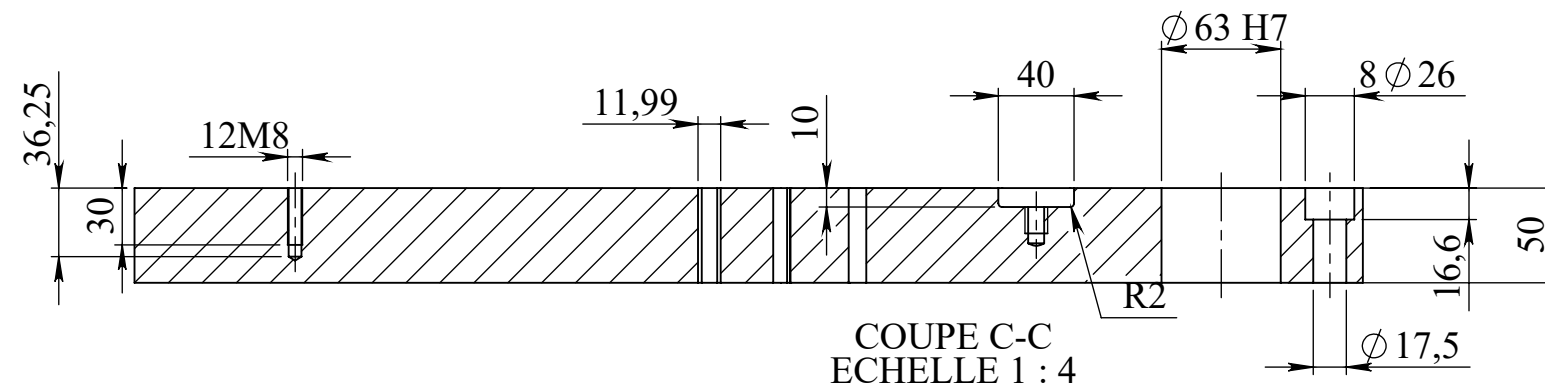


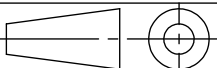
|                                                                                     |     |                                                                                                   |  |                          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|-------------------|
| 06                                                                                  | 14  | Ressort $\phi$ 25 X 44 Charge forte                                                               |  | Acier au chrome,silicium | ISO 10 234        |
| Ref                                                                                 | Nbr | Désignation                                                                                       |  |                          | Observation       |
| Echelle: 1/1                                                                        |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                       |  |                          | Etat de surface   |
| Planche N°: 06                                                                      |     |                                                                                                   |  |                          | -                 |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                 |  |                          | Promo : 2021/2022 |
| A4                                                                                  |     |  FGC DGM UMMTO |  |                          | MASTER II         |

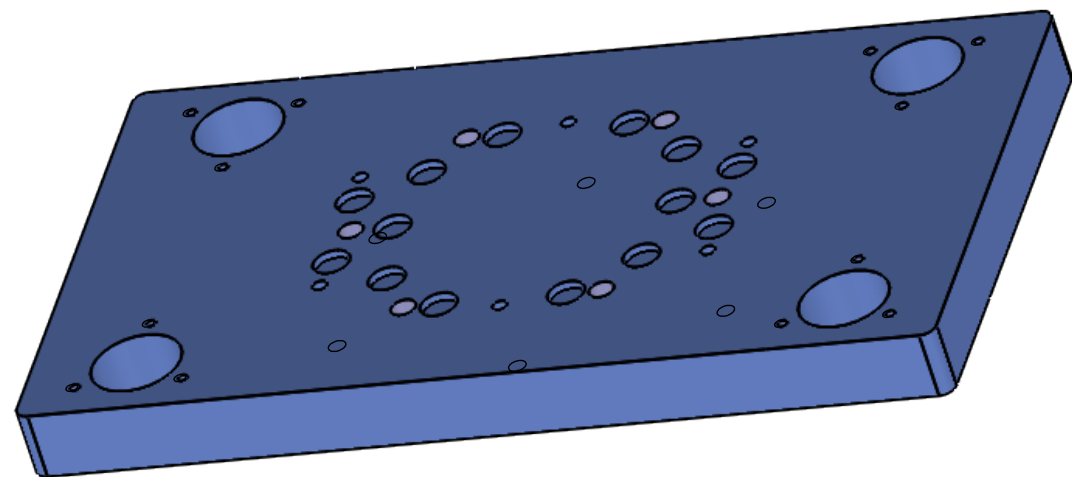
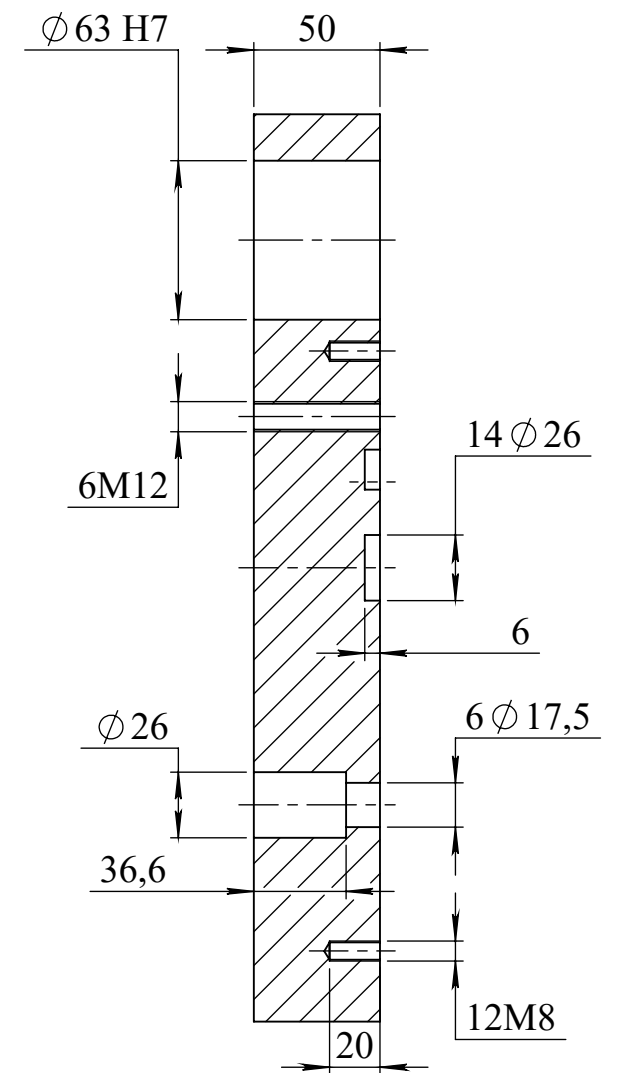
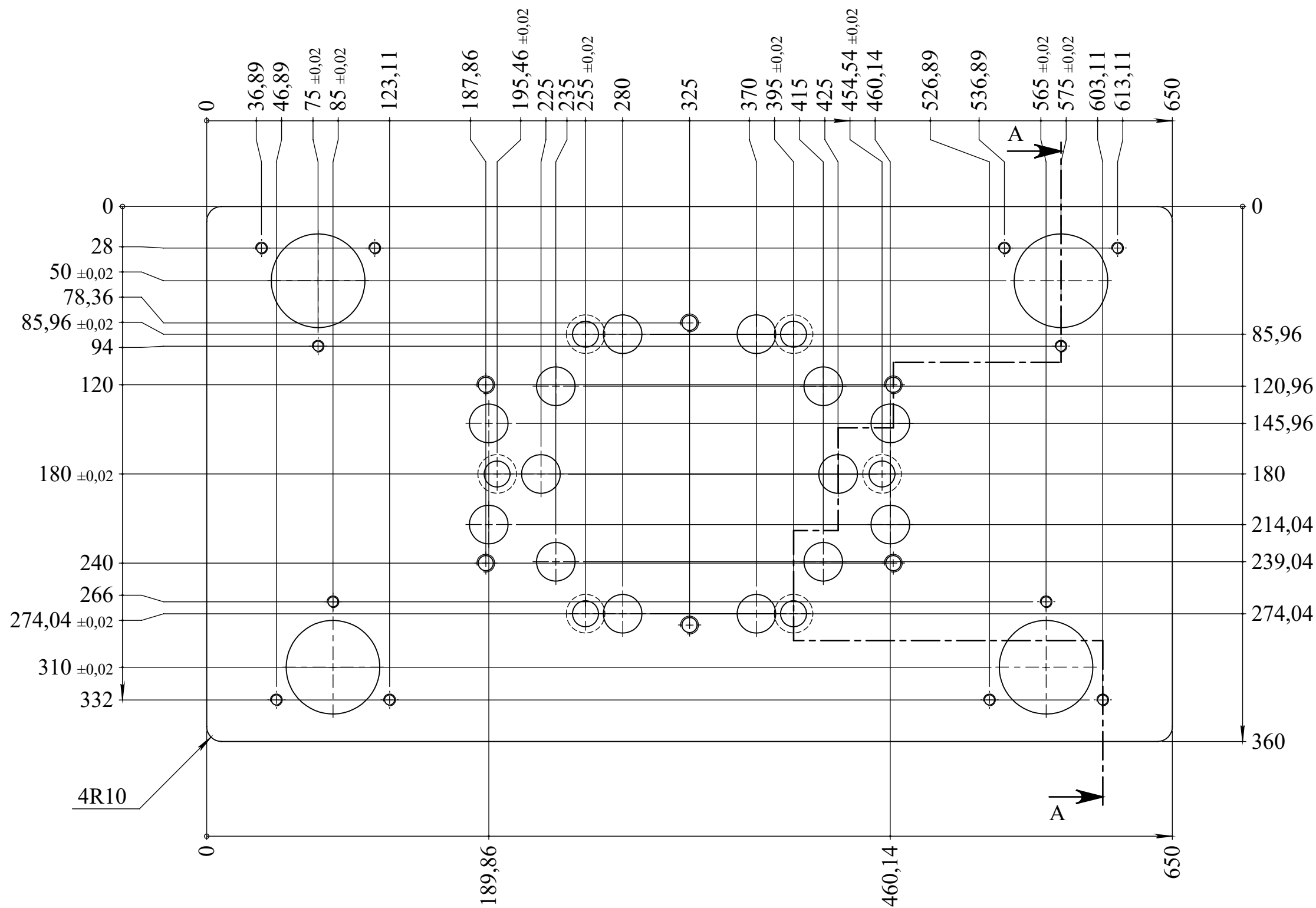


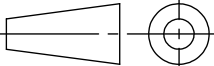
| 32          | 06  | Vis de rappel CHc M12 X Ø 16 X 69.4                          | -                 | -               |
|-------------|-----|--------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| Ref         | Nbr | Désignation                                                  | Matière           | Observation     |
| Echelle:    | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière- |                   | Etat de surface |
| Planche N°: | 32  |                                                              |                   | 1.6/            |
|             |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                            | Promo : 2021/2022 |                 |
| A4          |     | FGC DGM UMMTO                                                | MASTER II         |                 |



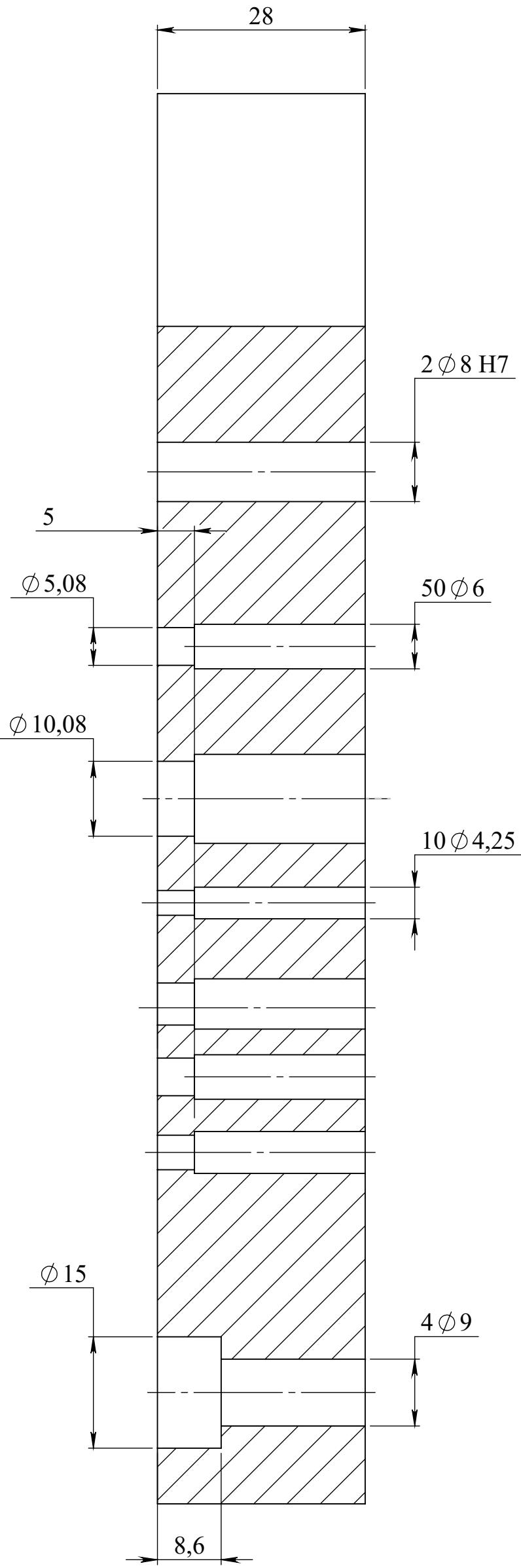


|                                                                                       |     |                                                                                                         |                  |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|
| 28                                                                                    | 01  | Semelle Inf                                                                                             | FT 30            | -           |
| Ref                                                                                   | Nbr | Désignation                                                                                             | Matière          | Observation |
| Echelle : 1/4                                                                         |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                             | Etat de surface  |             |
| Planche N°: 28                                                                        |     |                                                                                                         |                  |             |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                       | Promo: 2020/2021 |             |
| A3                                                                                    |     |  FGC - DGM - UMMTO | Master II        |             |

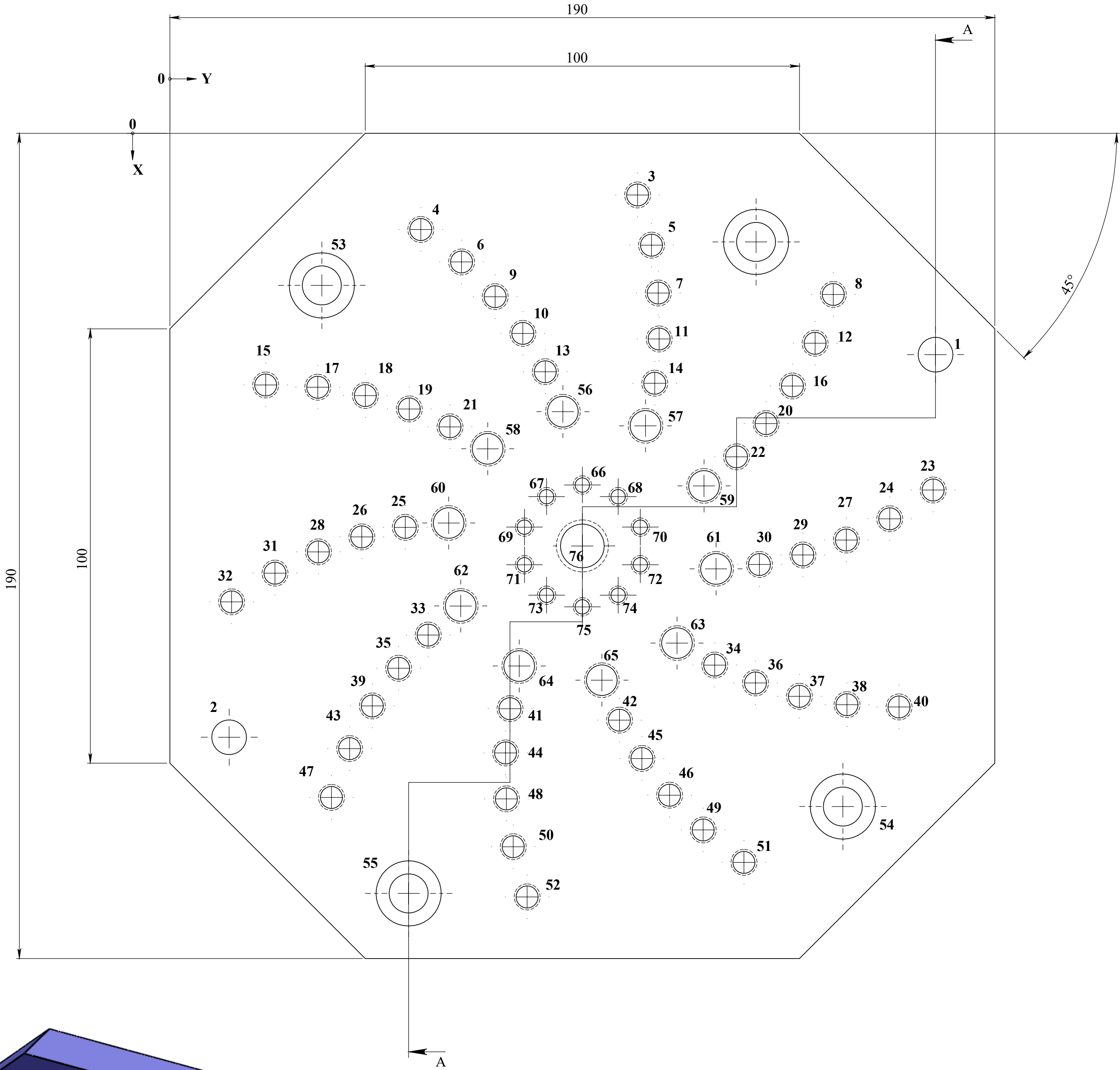
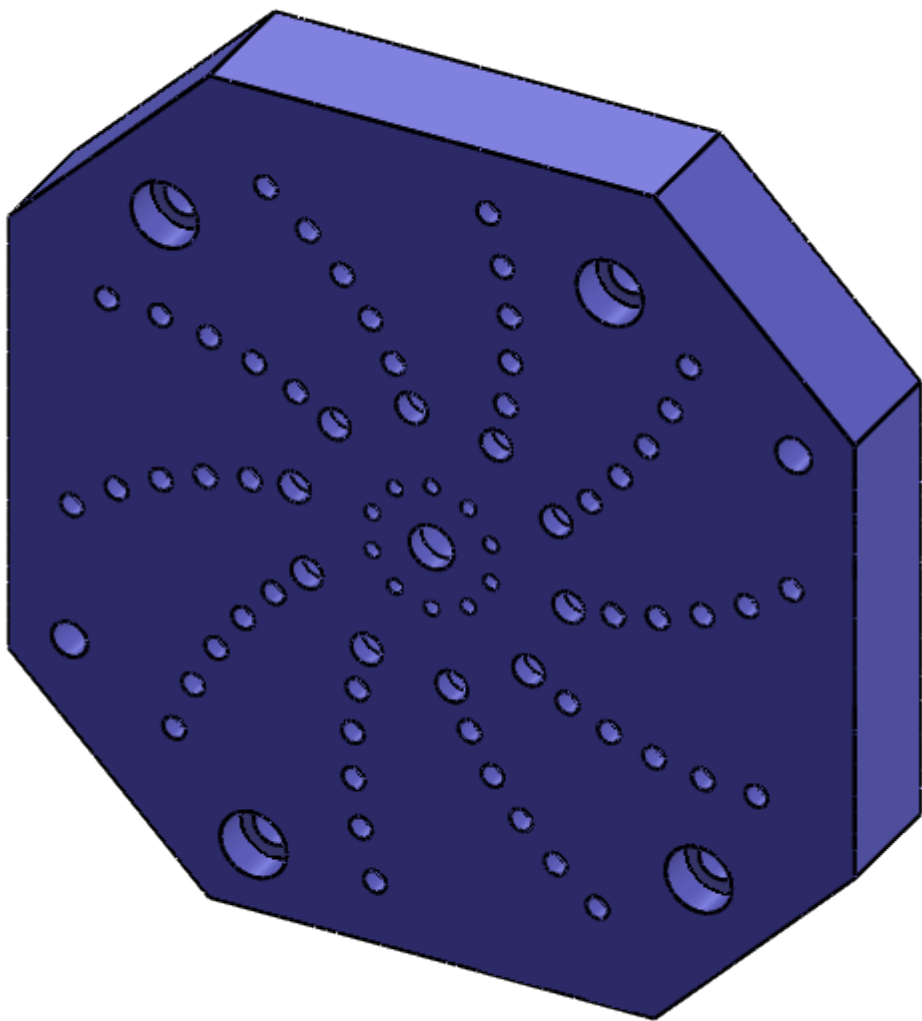


|                                                                                       |     |                                                                                                         |                         |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| 01                                                                                    | 01  | Semelle Supérieur                                                                                       | Ft 30                   |             |
| Ref                                                                                   | Nbr | Désignation                                                                                             | Matière                 | Observation |
| Echelle : 1/3                                                                         |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                             | Etat de surface<br>6.3/ |             |
| Planche N°: 01                                                                        |     |                                                                                                         |                         |             |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                       | Promo: 2021/2022        |             |
| A3                                                                                    |     |  FGC - DGM - UMMTO | Master II               |             |

| REPÈRE | POSITION X | POSITION Y | TAILLE                             |
|--------|------------|------------|------------------------------------|
| 1      | 50,96      | 176,34     | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN              |
| 2      | 139,04     | 13,66      | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN              |
| 3      | 14,19      | 107,72     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 4      | 22,15      | 57,79      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 5      | 25,74      | 110,93     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 6      | 29,61      | 67,18      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 7      | 36,77      | 112,48     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 8      | 37,1       | 152,79     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 9      | 37,61      | 74,92      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 10     | 46,05      | 81,29      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 11     | 47,34      | 112,68     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 12     | 48,33      | 148,59     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 13     | 54,89      | 86,46      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 14     | 57,53      | 111,67     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 15     | 57,93      | 22,07      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 16     | 58,16      | 143,37     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 17     | 58,45      | 34,05      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 18     | 60,38      | 45,02      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 19     | 63,46      | 55,14      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 20     | 66,83      | 137,31     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 21     | 67,57      | 64,51      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 22     | 74,48      | 130,51     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 23     | 82,12      | 175,79     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 24     | 88,74      | 165,79     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 25     | 90,73      | 54,21      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 26     | 92,91      | 44,21      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 27     | 93,63      | 155,79     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 28     | 96,37      | 34,21      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 29     | 97,09      | 145,79     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 30     | 99,27      | 135,79     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 31     | 101,26     | 24,21      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 32     | 107,88     | 14,21      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 33     | 115,52     | 59,49      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 34     | 122,43     | 125,49     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 35     | 123,17     | 52,69      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 36     | 126,54     | 134,86     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 37     | 129,62     | 144,98     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 38     | 131,55     | 155,95     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 39     | 131,84     | 46,63      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 40     | 132,07     | 167,93     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 41     | 132,47     | 78,33      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 42     | 135,11     | 103,54     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 43     | 141,67     | 41,41      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 44     | 142,66     | 77,32      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 45     | 143,95     | 108,71     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 46     | 152,39     | 115,08     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 47     | 152,9      | 37,21      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 48     | 153,23     | 77,52      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 49     | 160,39     | 122,82     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 50     | 164,26     | 79,07      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 51     | 167,85     | 132,21     | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 52     | 175,81     | 82,28      | Ø 5,08 ▽ 5                         |
| 53     | 35         | 35         | Ø 9 A TRAVERS TOUT<br>□ Ø 15 ▽ 8,6 |
| 54     | 155        | 155        | Ø 9 A TRAVERS TOUT<br>□ Ø 15 ▽ 8,6 |
| 55     | 175        | 55         | Ø 9 A TRAVERS TOUT<br>□ Ø 15 ▽ 8,6 |
| 56     | 64,09      | 90,51      | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 57     | 67,35      | 109,54     | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 58     | 72,63      | 73,2       | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 59     | 81,18      | 123,01     | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 60     | 89,72      | 64,21      | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 61     | 100,28     | 125,79     | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 62     | 108,82     | 66,99      | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 63     | 117,37     | 116,8      | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 64     | 122,65     | 80,46      | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 65     | 125,91     | 99,49      | Ø 7,08 ▽ 5                         |
| 66     | 80,97      | 95         | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 67     | 83,65      | 86,76      | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 68     | 83,65      | 103,24     | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 69     | 90,67      | 81,66      | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 70     | 90,67      | 108,34     | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 71     | 99,33      | 81,66      | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 72     | 99,33      | 108,34     | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 73     | 106,35     | 86,76      | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 74     | 106,35     | 103,24     | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 75     | 109,03     | 95         | Ø 3,33 ▽ 5                         |
| 76     | 95         | 95         | Ø 10,08 ▽ 5                        |

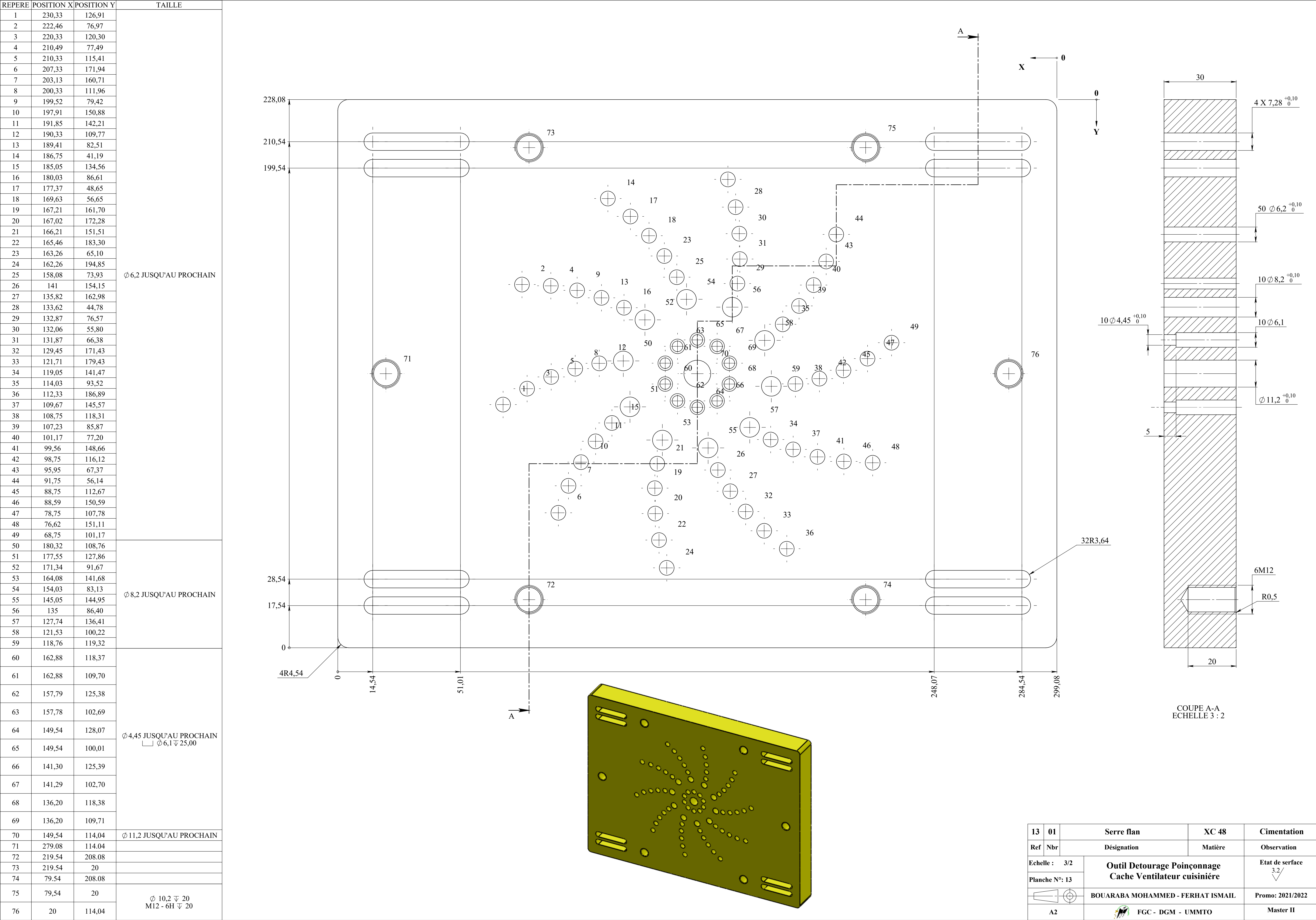


COUPE A-A  
ECHELLE 3 : 2



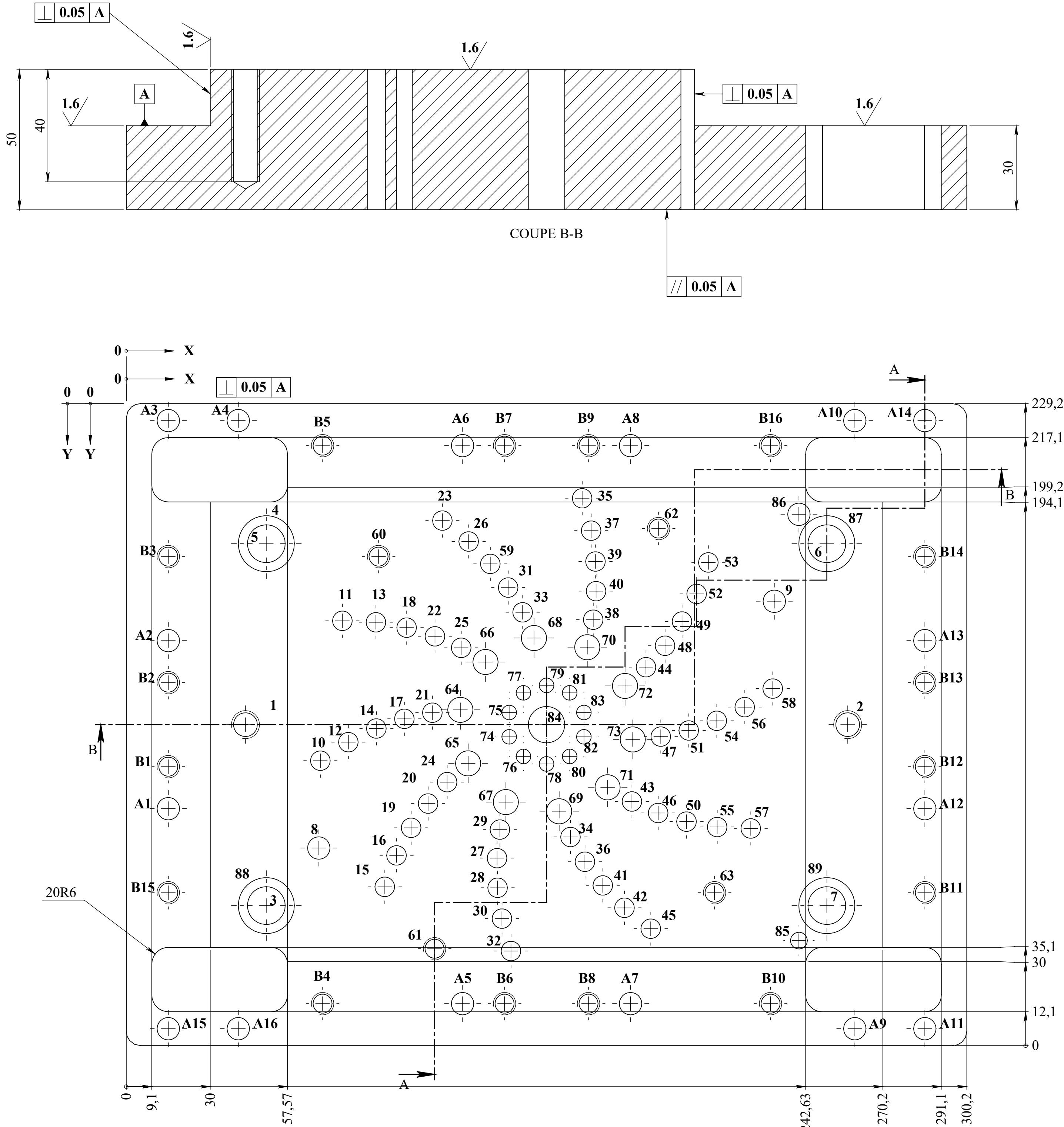
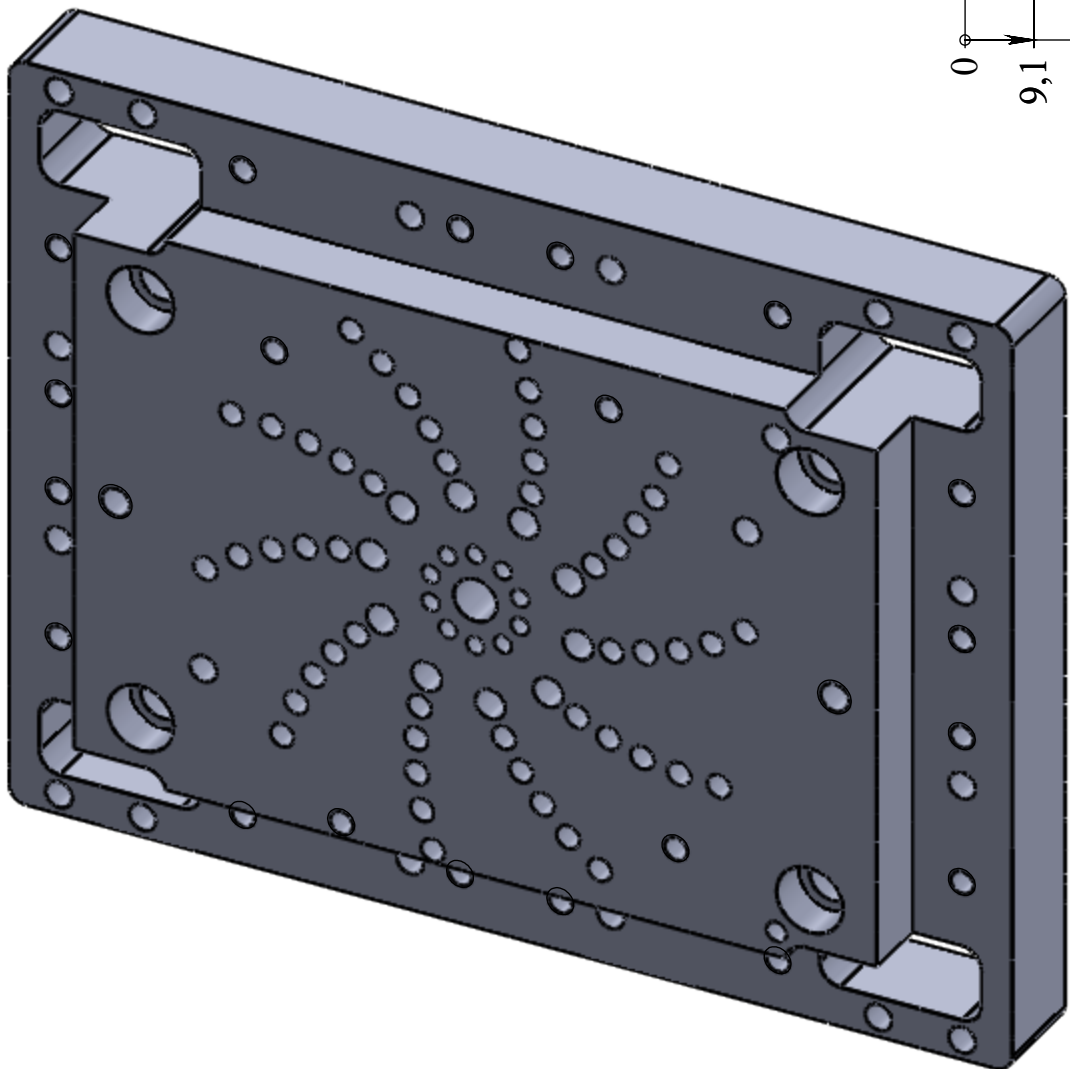
|             |     |                                                             |         |                         |
|-------------|-----|-------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 18          | 01  | Matrice 2                                                   | Z200C12 | Tr+Rv 58/60 HRC         |
| Ref         | Nbr | Désignation                                                 | Matière | Observation             |
| Echelle :   | 3/2 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |         | Etat de surface<br>1.6/ |
| Planche N°: | 18  | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           |         | Promo: 2021/2022        |
| A2          |     | FGC - DGM - UMMTO                                           |         | Master II               |







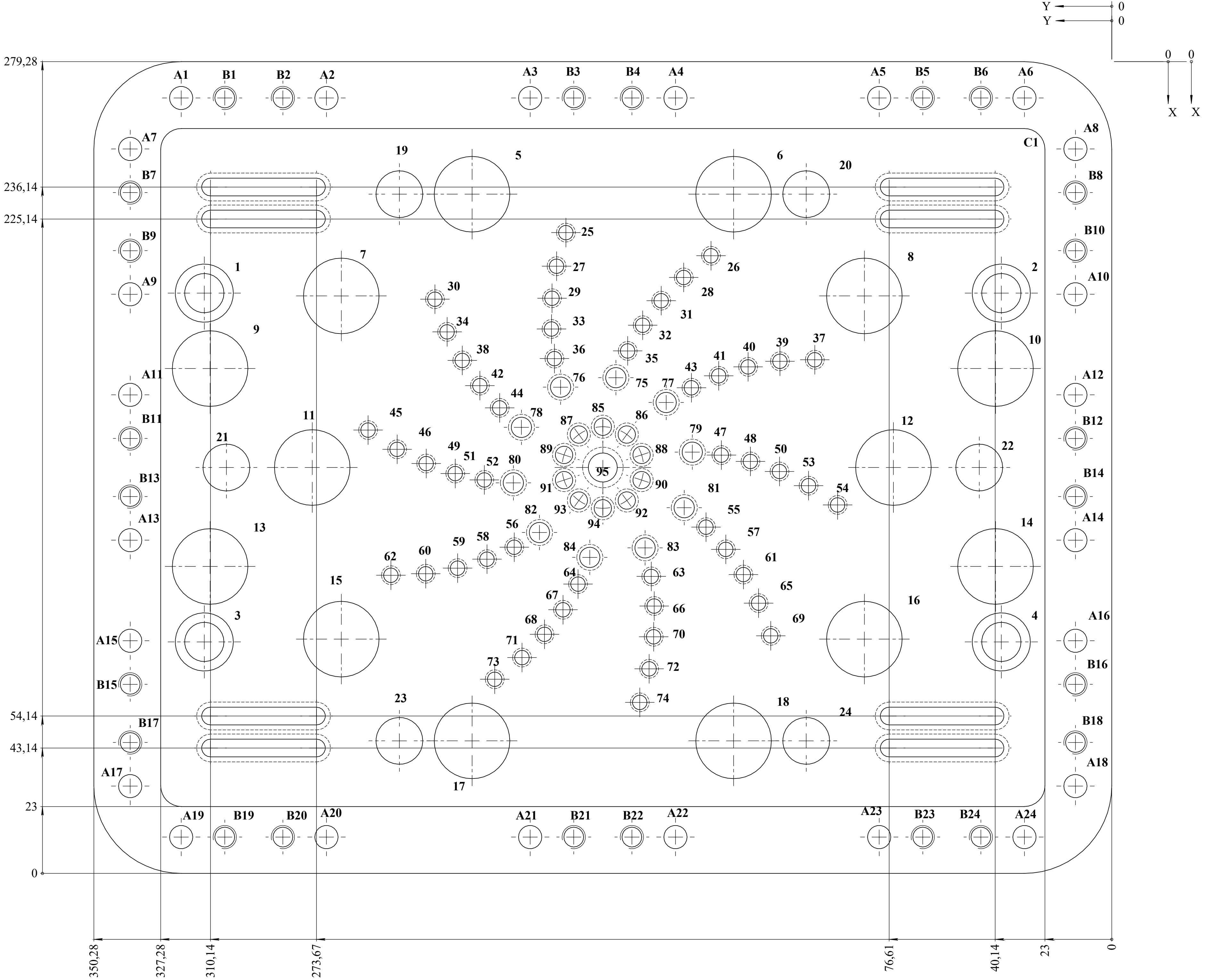
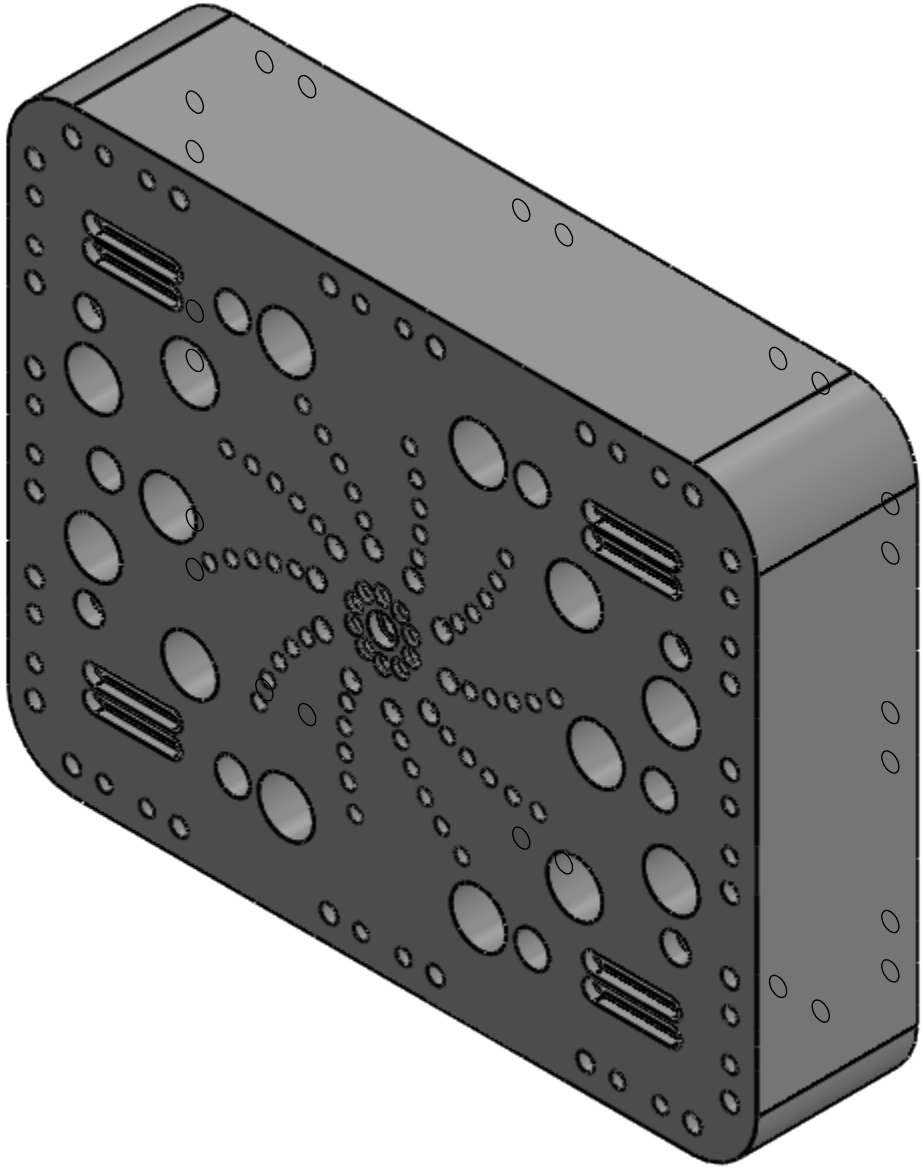
| REP | POS X  | POS Y  | TAILLE                                  | REP | POS X  | POS Y  | TAILLE                        |
|-----|--------|--------|-----------------------------------------|-----|--------|--------|-------------------------------|
| 1   | 42,55  | 114,60 | Ø 8,5 ∇ 40<br>M10 - 6H ∇ 40             | A1  | 15     | 144,60 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 2   | 257,65 | 114,60 | Ø 8,5 ∇ 40<br>M10 - 6H ∇ 40             | A2  | 15     | 84,60  | Ø 8 ∇ 20                      |
| 3   | 50     | 179,20 | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 | A3  | 15     | 6,05   | Ø 8 ∇ 20                      |
| 4   | 50     | 50     | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 | A4  | 40     | 6,05   | Ø 8 ∇ 20                      |
| 5   | 50     | 50     | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 | A5  | 120,10 | 214,20 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 6   | 250,20 | 50     | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 | A6  | 120,10 | 15     | Ø 8 ∇ 20                      |
| 7   | 250,20 | 179,20 | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 | A7  | 180,10 | 214,20 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 8   | 68,76  | 158,64 | Ø 8 ∇ 30                                | A8  | 180,10 | 15     | Ø 8 ∇ 20                      |
| 9   | 231,44 | 70,56  | Ø 8 ∇ 30                                | A9  | 260,20 | 223,15 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 10  | 69,31  | 127,48 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A10 | 260,20 | 6,05   | Ø 8 ∇ 20                      |
| 11  | 77,17  | 77,53  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A11 | 285,20 | 223,15 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 12  | 79,31  | 120,86 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A12 | 285,20 | 144,60 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 13  | 89,15  | 78,05  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A13 | 285,20 | 84,60  | Ø 8 ∇ 20                      |
| 14  | 89,31  | 115,97 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A14 | 285,20 | 6,05   | Ø 8 ∇ 20                      |
| 15  | 92,31  | 172,50 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A15 | 15     | 223,15 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 16  | 96,51  | 161,27 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | A16 | 40     | 223,15 | Ø 8 ∇ 20                      |
| 17  | 99,31  | 112,51 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B1  | 15     | 129,60 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 18  | 100,12 | 79,98  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B2  | 15     | 99,60  | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 19  | 101,73 | 151,44 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B3  | 15     | 54,60  | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 20  | 107,79 | 142,77 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B4  | 70,10  | 214,20 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 21  | 109,31 | 110,33 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B5  | 70,10  | 15     | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 22  | 110,24 | 83,06  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B6  | 135,10 | 214,20 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 23  | 112,89 | 41,75  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B7  | 135,10 | 15     | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 24  | 114,59 | 135,12 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B8  | 165,10 | 214,20 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 25  | 119,61 | 87,17  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B9  | 165,10 | 15     | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 26  | 122,28 | 49,21  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B10 | 230,10 | 214,20 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 27  | 132,42 | 162,26 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B11 | 285,20 | 174,60 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 28  | 132,62 | 172,83 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B12 | 285,20 | 129,60 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 29  | 133,43 | 152,07 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B13 | 285,20 | 99,60  | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 30  | 134,17 | 183,86 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B14 | 285,20 | 54,60  | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 31  | 136,39 | 65,65  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B15 | 15     | 174,60 | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 32  | 137,38 | 195,41 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   | B16 | 230,10 | 15     | Ø 6,8 ∇ 19,75<br>M8 - 6H ∇ 16 |
| 33  | 141,56 | 74,49  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 34  | 158,64 | 154,71 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 35  | 162,82 | 33,79  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 36  | 163,81 | 163,55 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 37  | 166,03 | 45,34  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 38  | 166,77 | 77,13  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 39  | 167,58 | 56,37  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 40  | 167,78 | 66,94  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 41  | 170,18 | 171,99 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 42  | 177,92 | 179,99 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 43  | 180,59 | 142,03 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 44  | 185,61 | 94,08  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 45  | 187,31 | 187,45 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 46  | 189,96 | 146,14 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 47  | 190,89 | 118,87 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 48  | 192,41 | 86,43  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 49  | 198,47 | 77,76  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 50  | 200,08 | 149,22 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 51  | 200,89 | 116,69 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 52  | 203,69 | 67,93  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 53  | 207,89 | 56,70  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 54  | 210,89 | 113,23 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 55  | 211,05 | 151,15 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 56  | 220,89 | 108,34 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 57  | 223,03 | 151,67 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 58  | 230,89 | 101,72 | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 59  | 130,02 | 57,21  | Ø 7 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 60  | 90,10  | 54,60  | Ø 6,8 ∇ 29,75<br>M8 - 6H ∇ 26           |     |        |        |                               |
| 61  | 110,10 | 194,60 | Ø 6,8 ∇ 29,75<br>M8 - 6H ∇ 26           |     |        |        |                               |
| 62  | 190,10 | 44,60  | Ø 6,8 ∇ 29,75<br>M8 - 6H ∇ 26           |     |        |        |                               |
| 63  | 210,10 | 174,60 | Ø 6,8 ∇ 29,75<br>M8 - 6H ∇ 26           |     |        |        |                               |
| 64  | 119,31 | 109,32 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 65  | 122,09 | 128,42 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 66  | 128,30 | 92,23  | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 67  | 135,56 | 142,25 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 68  | 145,61 | 83,69  | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 69  | 154,59 | 145,51 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 70  | 164,64 | 86,95  | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 71  | 171,90 | 136,97 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 72  | 178,11 | 100,78 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 73  | 180,89 | 119,88 | Ø 9 JUSQU'AU PROCHAIN                   |     |        |        |                               |
| 74  | 136,76 | 118,93 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 75  | 136,76 | 110,27 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 76  | 141,86 | 125,95 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 77  | 141,86 | 103,25 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 78  | 150,10 | 128,63 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 79  | 150,10 | 100,57 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 80  | 158,34 | 125,95 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 81  | 158,34 | 103,25 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 82  | 163,44 | 118,93 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 83  | 163,44 | 110,27 | Ø 5,25 JUSQU'AU PROCHAIN                |     |        |        |                               |
| 84  | 150,10 | 114,60 | Ø 13 JUSQU'AU PROCHAIN                  |     |        |        |                               |
| 85  | 240,23 | 191,70 | Ø 6 ∇ 30                                |     |        |        |                               |
| 86  | 240,23 | 39,50  | Ø 8 ∇ 40                                |     |        |        |                               |
| 87  | 250,20 | 50     | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 |     |        |        |                               |
| 88  | 50     | 179,20 | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 |     |        |        |                               |
| 89  | 250,20 | 179,20 | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT<br>└┐ Ø 20 ∇ 12,6 |     |        |        |                               |



|             |     |                                                             |         |                         |
|-------------|-----|-------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 25          | 01  | Porte lame                                                  | XC 48   | Tr+Rv 45/50 HRC         |
| Ref         | Nbr | Désignation                                                 | Matière | Observation             |
| Echelle :   | 1/1 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |         | Etat de surface<br>3.2/ |
| Planche N°: | 25  | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           |         | Promo: 2021/2022        |
| A2          |     | FGC - DGM - UMMTO                                           |         | Master II               |

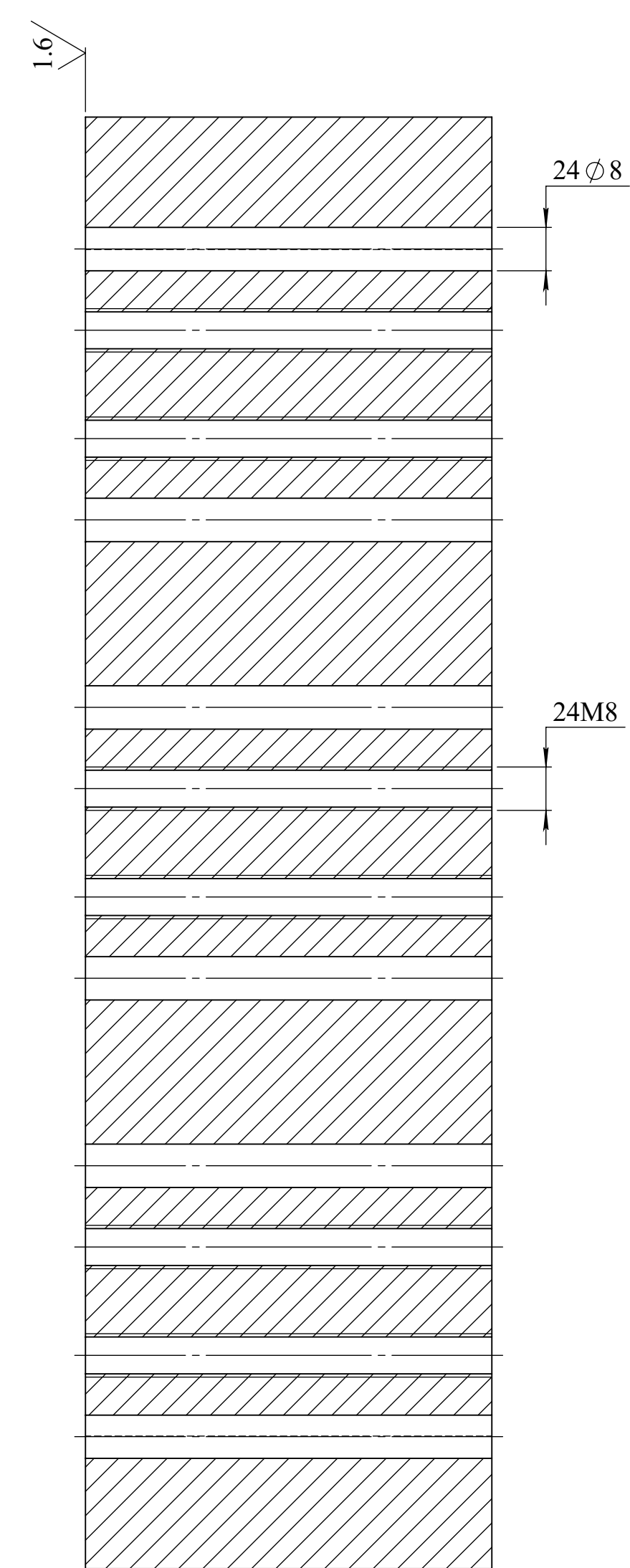
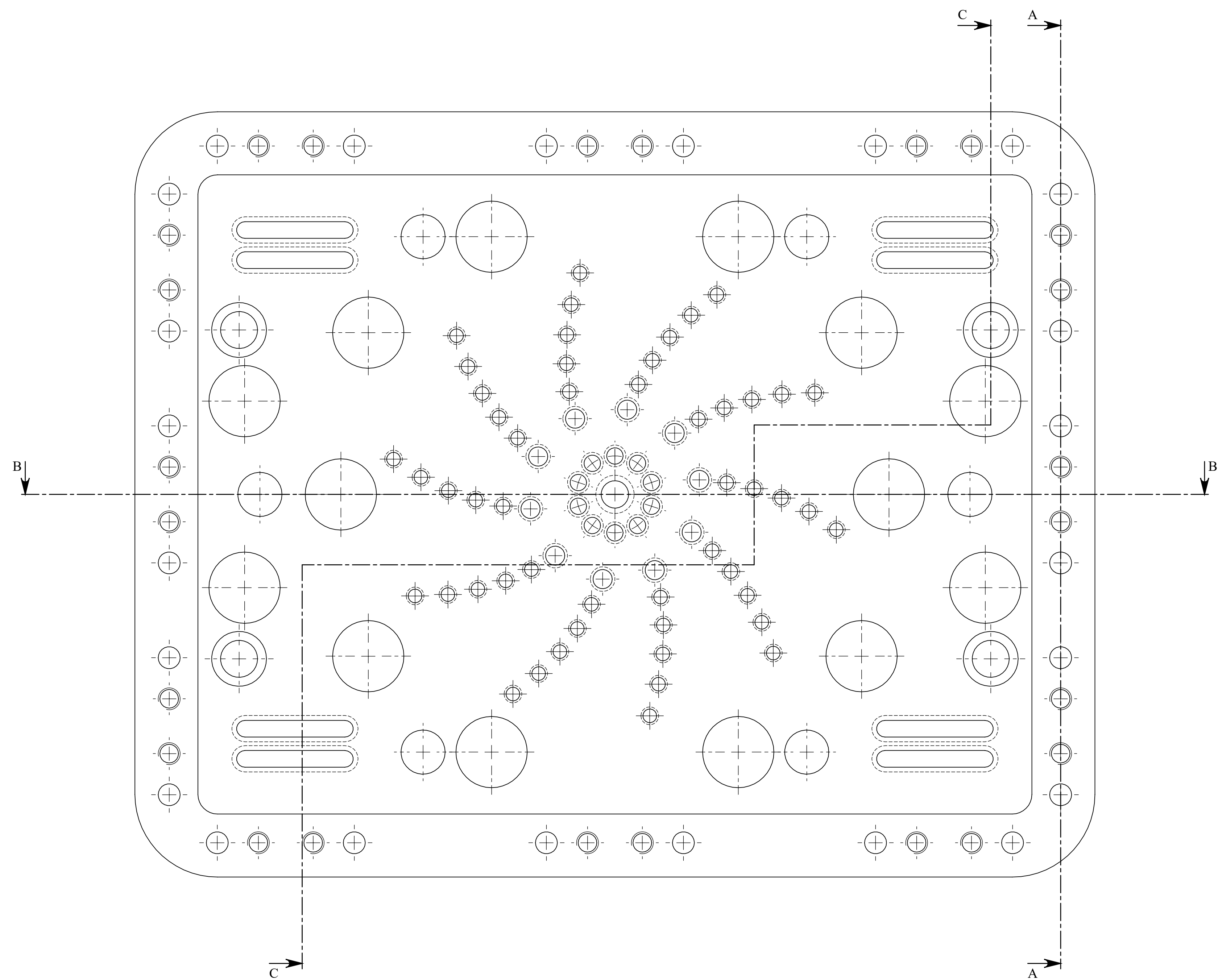


| REP | OX     | O Y    | TAILLE                               | REP | O X    | O Y    | TAILLE                                         |
|-----|--------|--------|--------------------------------------|-----|--------|--------|------------------------------------------------|
| 1   | 79,64  | 312,28 | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT.┐┐ Ø 20 ▾ 12,6 | A1  | 12,50  | 320,24 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 2   | 79,64  | 38     | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT.┐┐ Ø 20 ▾ 12,6 | A2  | 12,50  | 270,24 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 3   | 199,64 | 312,28 | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT.┐┐ Ø 20 ▾ 12,6 | A3  | 12,50  | 200,14 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 4   | 199,64 | 38     | Ø 13,5 A TRAVERS TOUT.┐┐ Ø 20 ▾ 12,6 | A4  | 12,50  | 150,14 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 5   | 45,60  | 220,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A5  | 12,50  | 80,04  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 6   | 45,60  | 130,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A6  | 12,50  | 30,04  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 7   | 80,60  | 265,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A7  | 30,04  | 337,78 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 8   | 80,60  | 85,14  | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A8  | 30,04  | 12,50  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 9   | 105,60 | 310,28 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A9  | 80,04  | 337,78 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 10  | 105,60 | 40     | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A10 | 80,04  | 12,50  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 11  | 139,64 | 275,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A11 | 114,64 | 337,78 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 12  | 139,64 | 75,14  | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A12 | 114,64 | 12,50  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 13  | 173,68 | 310,28 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A13 | 164,64 | 337,78 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 14  | 173,68 | 40     | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A14 | 164,64 | 12,50  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 15  | 198,68 | 265,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A15 | 199,24 | 337,78 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 16  | 198,68 | 85,14  | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A16 | 199,24 | 12,50  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 17  | 233,68 | 220,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A17 | 249,24 | 337,78 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 18  | 233,68 | 130,14 | Ø 26 JUSQU'AU PROCHAIN               | A18 | 249,24 | 12,50  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 19  | 45,60  | 245,14 | Ø 16,1 A TRAVERS TOUT                | A19 | 266,78 | 320,24 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 20  | 45,60  | 105,14 | Ø 16,1 A TRAVERS TOUT                | A20 | 266,78 | 270,24 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 21  | 139,64 | 304,68 | Ø 16,1 A TRAVERS TOUT                | A21 | 266,78 | 200,14 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 22  | 139,64 | 45,60  | Ø 16,1 A TRAVERS TOUT                | A22 | 266,78 | 150,14 | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 23  | 233,68 | 245,14 | Ø 16,1 A TRAVERS TOUT                | A23 | 266,78 | 80,04  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 24  | 233,68 | 105,14 | Ø 16,1 A TRAVERS TOUT                | A24 | 266,78 | 30,04  | Ø 8 JUSQU'AU PROCHAIN                          |
| 25  | 58,83  | 187,86 | Ø 5 ▾ 15                             | B1  | 12,50  | 305,24 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 26  | 66,79  | 137,93 | Ø 5 ▾ 15                             | B2  | 12,50  | 285,24 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 27  | 70,38  | 191,07 | Ø 5 ▾ 15                             | B3  | 12,50  | 185,14 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 28  | 74,25  | 147,32 | Ø 5 ▾ 15                             | B4  | 12,50  | 165,14 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 29  | 81,41  | 192,62 | Ø 5 ▾ 15                             | B5  | 12,50  | 65,04  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 30  | 81,74  | 232,93 | Ø 5 ▾ 15                             | B6  | 12,50  | 45,04  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 31  | 82,25  | 155,06 | Ø 5 ▾ 15                             | B7  | 45,04  | 337,78 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 32  | 90,69  | 161,43 | Ø 5 ▾ 15                             | B8  | 45,04  | 12,50  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 33  | 91,98  | 192,82 | Ø 5 ▾ 15                             | B9  | 65,04  | 337,78 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 34  | 92,97  | 228,73 | Ø 5 ▾ 15                             | B10 | 65,04  | 12,50  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 35  | 99,53  | 166,60 | Ø 5 ▾ 15                             | B11 | 129,64 | 337,78 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 36  | 102,17 | 191,81 | Ø 5 ▾ 15                             | B12 | 129,64 | 12,50  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 37  | 102,57 | 102,21 | Ø 5 ▾ 15                             | B13 | 149,64 | 337,78 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 38  | 102,80 | 223,51 | Ø 5 ▾ 15                             | B14 | 149,64 | 12,50  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 39  | 103,09 | 114,19 | Ø 5 ▾ 15                             | B15 | 214,24 | 337,78 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 40  | 105,02 | 125,16 | Ø 5 ▾ 15                             | B16 | 214,24 | 12,50  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 41  | 108,10 | 135,28 | Ø 5 ▾ 15                             | B17 | 234,24 | 337,78 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 42  | 111,47 | 217,45 | Ø 5 ▾ 15                             | B18 | 234,24 | 12,50  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 43  | 112,21 | 144,65 | Ø 5 ▾ 15                             | B19 | 266,78 | 305,24 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 44  | 119,12 | 210,65 | Ø 5 ▾ 15                             | B20 | 266,78 | 285,24 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 45  | 126,76 | 255,93 | Ø 5 ▾ 15                             | B21 | 266,78 | 185,14 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 46  | 133,38 | 245,93 | Ø 5 ▾ 15                             | B22 | 266,78 | 165,14 | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 47  | 135,37 | 134,35 | Ø 5 ▾ 15                             | B23 | 266,78 | 65,04  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 48  | 137,55 | 124,35 | Ø 5 ▾ 15                             | B24 | 266,78 | 45,04  | Ø 6,8 A TRAVERS TOUT<br>M8 - 6H A TRAVERS TOUT |
| 49  | 138,27 | 235,93 | Ø 5 ▾ 15                             | C1  | 139,64 | 175,14 |                                                |
| 50  | 141,01 | 114,35 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 51  | 141,73 | 225,93 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 52  | 143,91 | 215,93 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 53  | 145,90 | 104,35 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 54  | 152,52 | 94,35  | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 55  | 160,16 | 139,63 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 56  | 167,07 | 205,63 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 57  | 167,81 | 132,83 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 58  | 171,18 | 215    | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 59  | 174,26 | 225,12 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 60  | 176,19 | 236,09 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 61  | 176,48 | 126,77 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 62  | 176,71 | 248,07 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 63  | 177,11 | 158,47 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 64  | 179,75 | 183,68 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 65  | 186,31 | 121,55 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 66  | 187,30 | 157,46 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 67  | 188,59 | 188,85 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 68  | 197,03 | 195,22 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 69  | 197,54 | 117,35 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 70  | 197,87 | 157,66 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 71  | 205,03 | 202,96 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 72  | 208,90 | 159,21 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 73  | 212,49 | 212,35 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 74  | 220,45 | 162,42 | Ø 5 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 75  | 108,73 | 170,65 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 76  | 111,99 | 189,68 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 77  | 117,27 | 153,34 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 78  | 125,82 | 203,15 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 79  | 134,36 | 144,35 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 80  | 144,92 | 205,93 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 81  | 153,46 | 147,13 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 82  | 162,01 | 196,94 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 83  | 167,29 | 160,60 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 84  | 170,55 | 179,63 | Ø 7 ▾ 15                             |     |        |        |                                                |
| 85  | 125,61 | 175,14 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 86  | 128,29 | 166,90 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 87  | 128,29 | 183,39 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 88  | 135,30 | 161,80 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 89  | 135,31 | 188,48 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 90  | 143,97 | 161,80 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 91  | 143,98 | 188,48 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 92  | 150,99 | 166,89 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 93  | 150,99 | 183,38 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 94  | 153,67 | 175,14 | Ø 6 ▾ 17,77                          |     |        |        |                                                |
| 95  | 139,64 | 175,14 | Ø 10 ▾ 15                            |     |        |        |                                                |

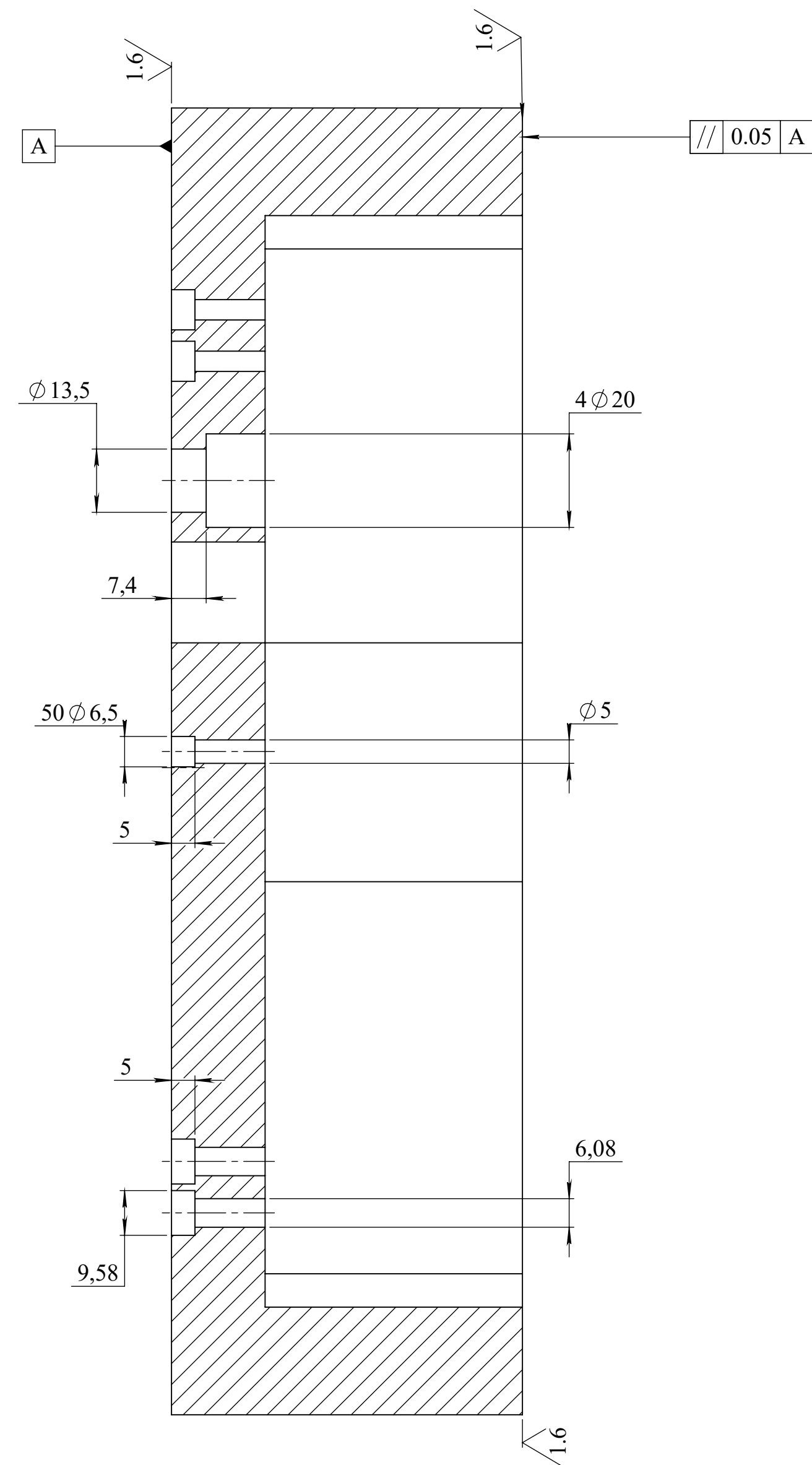


|             |       |                                                             |         |                        |
|-------------|-------|-------------------------------------------------------------|---------|------------------------|
| 12          | 01    | Porte Poinçon                                               | XC 48   | Tr+Rv 45/50 HRC        |
| Ref         | Nbr   | Désignation                                                 | Matière | Observation            |
| Echelle :   | 3/2.5 | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière |         | Etat de surface<br>3.2 |
| Planche N°: | 12-1  | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           |         | Promo: 2021/2022       |
| A1          |       | FGC - DGM - UMMTO                                           |         | Master II              |

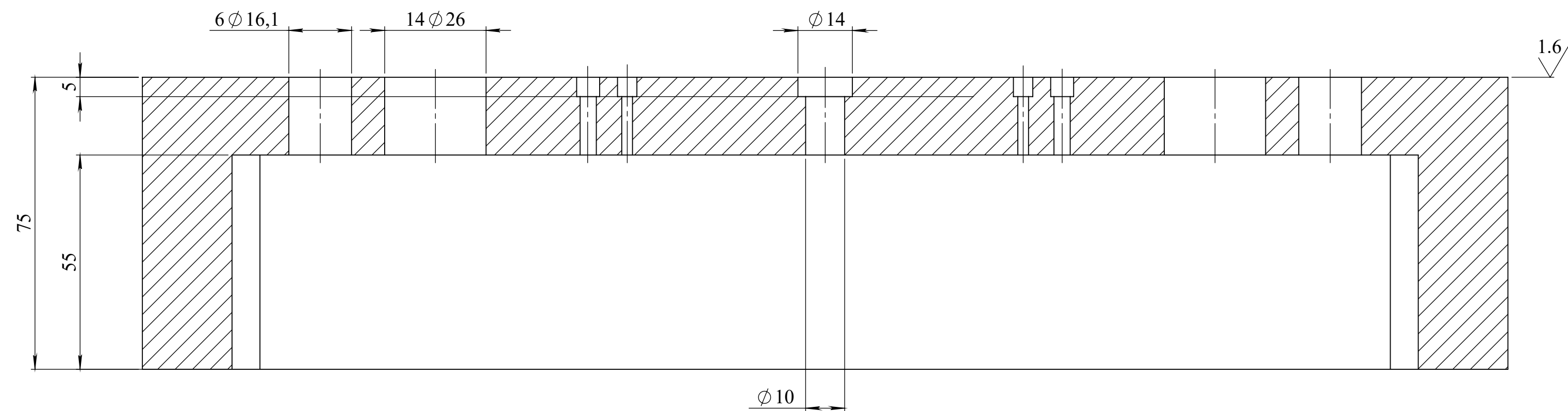




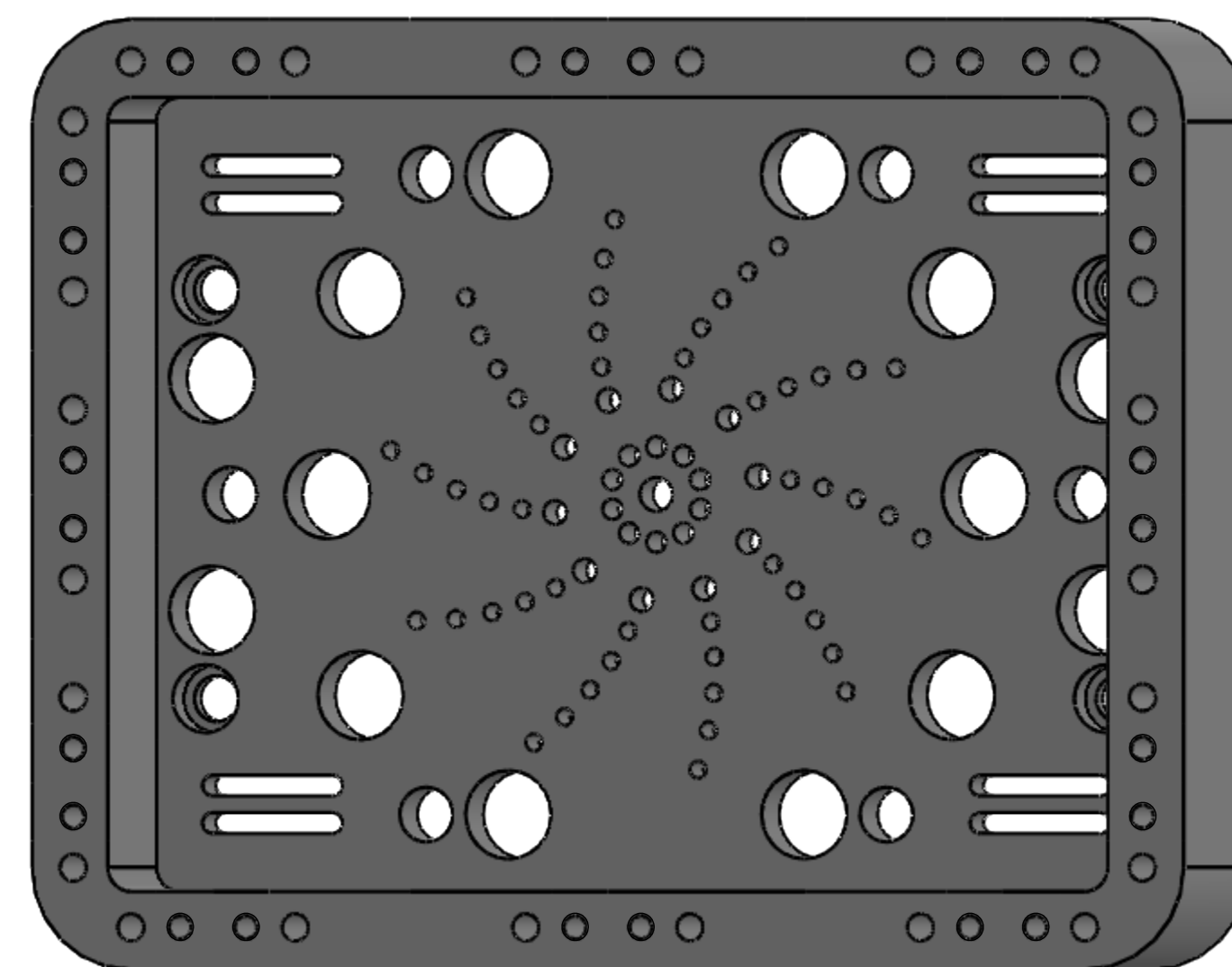
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1



COUPE C-C  
ECHELLE 1 : 1

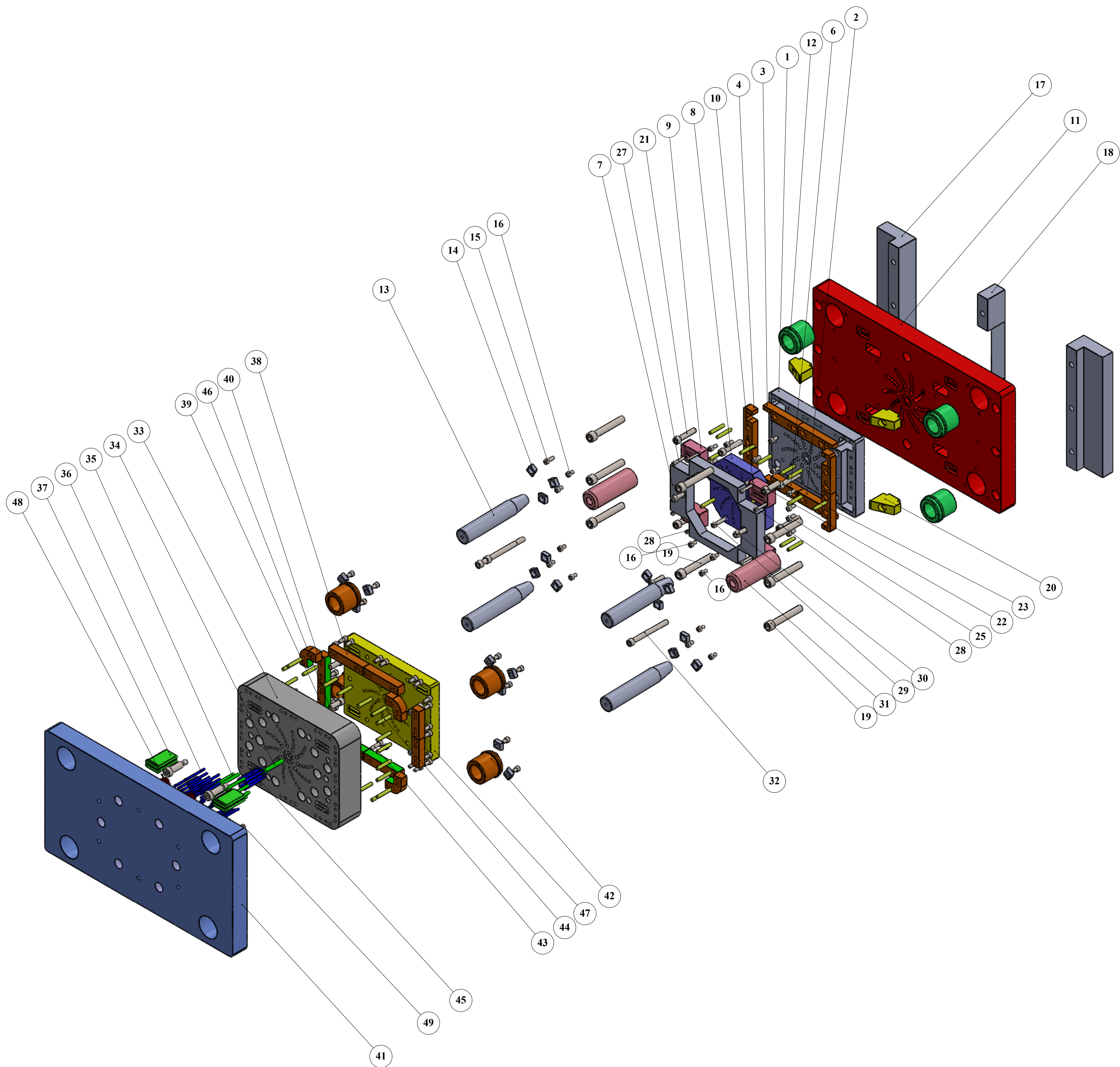


COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 1



|                                                                                       |     |                                                                                                         |  |         |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------|-----------------------------|
| 12                                                                                    | 01  | Porte poinçon                                                                                           |  | XC 48   | Tr+Rv 58/60 HRC             |
| Ref                                                                                   | Nbr | Désignation                                                                                             |  | Matière | Observation                 |
| Echelle : 1/1                                                                         |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière                                             |  |         | Etat de surface<br>3.2<br>✓ |
| Planche N°: 12-2                                                                      |     |                                                                                                         |  |         |                             |
|  |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                                                                       |  |         | Promo: 2021/2022            |
| A1                                                                                    |     |  FGC - DGM - UMMTO |  |         | Master II                   |





|                |     |                                                             |                  |
|----------------|-----|-------------------------------------------------------------|------------------|
| 1              | 1   | porte lames                                                 |                  |
| 2              | 1   | Lame INF 1 DROIT                                            |                  |
| 3              | 1   | Lame INF 1 GAUCHE                                           |                  |
| 4              | 2   | Lame INF 2                                                  |                  |
| 5              | 2   | Lame INF 3                                                  |                  |
| 6              | 2   | Lame INF 1                                                  |                  |
| 7              | 1   | porte Cache Ventilateur                                     |                  |
| 8              | 1   | MATRICE 02                                                  |                  |
| 9              | 2   | matrice 03                                                  |                  |
| 10             | 2   | matrice 04                                                  |                  |
| 11             | 1   | Semelle INF                                                 |                  |
| 12             | 4   | BAGUE INFERIEUR                                             |                  |
| 13             | 4   | Colonne de guidage                                          |                  |
| 14             | 24  | BRIDE 5522                                                  |                  |
| 15             | 2   | ISO 4762 M8 x 20 - 20N                                      |                  |
| 16             | 22  | ISO 4762 M8 x 12 - 12N                                      |                  |
| 17             | 2   | Tassaut Latérale                                            |                  |
| 18             | 1   | Tassaut Centrale                                            |                  |
| 19             | 8   | ISO 4762 M16 x 100 - 44N                                    |                  |
| 20             | 4   | Coupe Déchet                                                |                  |
| 21             | 2   | ISO 4762 M12 x 55 - 36N                                     |                  |
| 22             | 6   | HX-SHCS 0.5-20x1.625x1.625-N                                |                  |
| 23             | 4   | ISO 4762 M12 x 60 - 36N                                     |                  |
| 24             | 2   | ISO 4762 M8 x 25 - 25N                                      |                  |
| 25             | 36  | ISO 4762 M8 x 16 - 16N                                      |                  |
| 26             | 18  | Goupille D8 X 40                                            |                  |
| 27             | 4   | ISO 4762 M6 x 35 - 24N                                      |                  |
| 28             | 4   | ISO 4762 M6 x 45 - 24N                                      |                  |
| 29             | 4   | ISO 4762 M8 x 35 - 35N                                      |                  |
| 30             | 3   | ISO 4762 M10 x 35 - 35N                                     |                  |
| 49             | 6   | ISO 7379 - 16 x 40 --- C                                    |                  |
| 31             | 2   | BUT2 DE FIN DE COURS                                        |                  |
| 32             | 3   | ISO 4762 M12 x 120 - 36N                                    |                  |
| 33             | 1   | porte poincon                                               |                  |
| 34             | 1   | poincont sup 1                                              |                  |
| 35             | 10  | poincont sup 3                                              |                  |
| 36             | 50  | poincont sup 4                                              |                  |
| 37             | 8   | poincont sup 5                                              |                  |
| 38             | 4   | couteau sup 1                                               |                  |
| 39             | 4   | couteau sup 2                                               |                  |
| 40             | 4   | couteau sup 4                                               |                  |
| 41             | 1   | SEMELLE SUP                                                 |                  |
| 42             | 4   | BAGUE SUP BRONZE                                            |                  |
| 43             | 2   | ISO 4762 M8 x 30 - 30N                                      |                  |
| 44             | 24  | Goupille D8 X 50                                            |                  |
| 45             | 10  | poincont sup 2                                              |                  |
| 46             | 4   | ISO 4762 M12 x 30 - 30N                                     |                  |
| 47             | 1   | SERRE FLAN                                                  |                  |
| 48             | 14  | RESSORT D25 X 44                                            |                  |
| Ref            | Nbr | Désignation                                                 |                  |
| Echelle : 1/5  |     | Outil Detourage Poinçonnage<br>Cache Ventilateur cuisinière | Etat de surface  |
| Planche N°: 36 |     |                                                             |                  |
|                |     | BOUARABA MOHAMMED - FERHAT ISMAIL                           | Promo: 2021/2022 |
| A1             |     | FGC - DGM - UMMTO                                           | Master II        |