MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI- TIZI- OUZOU

FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

# Mémoire de fin d'études

**En vue de l'obtention**

**du diplôme de Master Professionnel en Génie Mécanique**

**Option : Fabrication Mécanique et Productique**

## *Intitulé:*

# Etude et Conception d'un Outil à Suivre pour la Fabrication d'un Panneau latéral autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM

**Proposé par :**

**Mr. B. TABECHE**

**Dirigé par :**

**Mr. HAMOUR**

**Présenté par:**

**KHERROUB Mouloud**

**HAMADI Mohammed**

**Année universitaire : 2013 / 2014**

# *Remerciements*

*Nous remercions en premier lieu Dieu tout puissant de nous avoir accordé la puissance et la volonté pour terminer ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Mr. HAMOUR pour ses orientations et ses conseils précieux.*

*Un grand merci à Mr. TABECHE et tous les employés de l'ENIEM pour leurs suivis et leurs encouragements tout au long de l'élaboration de notre mémoire.*

*Notre parfaite considération à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.*

*Nos sincères salutations aux membres du jury qui nous feront l'honneur d'examiner et de juger notre travail.*

*Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail À :*

- *Ma mère*
- *Ma femme*

***Mouloud***

*Je dédie ce travail À :*

- *Mes chers parents pour leurs sacrifices, leurs dévouements pour mon bonheur et leur soutien dans ma vie.*
- *Ma grande mère*
- *Ma chère sœur*
- *Mes frères*
- *Ma belle sœur*
- *Mon beau-frère*
- *Mes adorables neveux*
- *Mes chers Amis (es) qui ont toujours étaient là pour moi.*
- *Toute la famille HAMADI et BELGUESMIA*

***Mohammed***

## LISTE DES FIGURES

**Figure I.1**: Principaux procédés de mise en forme des matériaux métalliques ..... 7

**Figure I.2** : **a-** Emboutissage par expansion ; **b-** Emboutissage profond avec rétreint ..... 10

**Figure I.3** : Emboutissage des pièces cylindriques ..... 12

**Figure I.4** : Emboutissage de pièce demi-sphérique ..... 12

**Figure I.5** : Emboutis rectangulaires ..... 13

**Figure I.6** : Courbe limite de formage ..... 15

**Figure I.7** : Différents types de grilles ..... 16

**Figure I.8 :** Exemple de grille déformée ..... 17

**Figure I.9 :** Principaux modes de déformation en emboutissage illustrés par des emboutis servant à des essais de caractérisation ..... 17

**Figure I.10 :** Essai Swift ..... 19

**Figure I.11 :** Flan théorique et pièce emboutie ..... 22

**Figure I.12 :** Variation de l'arrondi sur la matrice ..... 23

**Figure I.13 :** Rayon sur le poinçon ..... 24

**Figure I.14 :** Rupture après striction localisée (à gauche : en rétreint) et sans striction localisée (à droite : en expansion) ..... 26

**Figure I.15 :** Retour élastique ..... 27

**Figure I.16 :** Principe de découpage ..... 29

**Figure I.17 :** Efforts et contraintes sur le poinçon lors des phases du découpage ..... 29

**Figure I.18 :** Phase de déformation élastique ..... 29

**Figure I.19 :** Effort de cisaillement ..... 30

**Figure I.20 :** Découpe ..... 30

**Figure I.21 :** Aspect des pièces cisaillées ..... 31

**Figure I.22 :** Angle tranchant des lames ..... 32

**Figure I.23 :** Le découpage ..... 32

**Figure I.24 :** Le crevage ..... 33

**Figure I.25 :** L'encochage ..... 33

**Figure I.26 :** Le grignotage ..... 34

**Figure I.27 :** Le détourage ..... 34

**Figure I.28 :** L'ajourage ..... 35

**Figure I.29 :** Le soyage ..... 35

**Figure I.30 :** Jeu de découpage ..... 36

**Figure I.31 :** Disposition des pièces dans une bande ..... 39

**Figure I.32 :** Dispositif à butée ..... 40

**Figure I.33 :** Dispositif à couteau ..... 41

**Figure I.34 :** Etapes de poinçonnage ..... 43

**Figure II.1** : Renforcement des poinçons de petit diamètre ..... 46

**Figure II.2** : Les trois parties constituant un poinçon ..... 46

**Figure II.3** : Vague de coupe ..... 47

**Figure II.4** : Matrice avec un angle de dépouille de 2° à 3° ..... 47

**Figure II.5** : Matrice avec un angle de dépouille de 1° ..... 48

**Figure II.6 :** Rectification d'une matrice ..... 48

**Figure II.7** : Outil découvert simple ..... 51

**Figure II.8** : Outil découvert à butée ..... 51

**Figure II.9** : Outil à contre plaque à engrenage ..... 52

**Figure II.10** : Outil à contre plaque à couteau ..... 53

**Figure II.11** : Outil à contre plaque à presse bande ..... 53

**Figure II.12 :** Outil suisse (outil bloc) ..... 54

**Figure II.13** : Outil de détourage ..... 55

**Figure II.14 :** Coupe-déchets ..... 55

**Figure II.15 :** Outil de poinçonnage à contre-plaque ..... 56

**Figure II.16 :** Outil de poinçonnage à serre-flan ..... 57

**Figure II.17 :** Outil à palette ..... 57

**Figure II.18 :** Outil combiné ..... 58

**Figure II.19 :** Outil à came ..... 58

**Figure II.20 :** Outil direct ..... 59

**Figure II.21 :** Outil inverse ..... 59

**Figure II.22 :** Presse mécanique ..... 61

**Figure II.23 :** Système bielle manivelle ..... 62

**Figure II.24 :** Système excentrique ..... 62

**Figure II.25 :** Système à genouillère ..... 63

**Figure II.26 :** Système à came ..... 64

**Figure II.27 :** Schéma d'un système à embrayage par friction ..... 64

**Figure II.28 :** Embrayage par clavette pivotante ..... 65

**Figure II.29 :** Presse hydraulique ..... 67

**Figure II.30 :** Presse à col de cygne ..... 68

**Figure II.31 :** Presse à arcade ..... 69

**Figure II.32 :** Presse à colonne ..... 70

**Figure II.33 :** Presse à montant droit ..... 70

**Figure II.34 :** Presse à table mobile et bigorne ..... 71

**Figure II.35 :** Principe de fonctionnement de presses double effets ..... 72

**Figure II.36 :** Principe de fonctionnement de presse à triple effets ..... 72

**Figure II.36 :** Presse d'emboutissage à triple effets ..... 73

**Figure III.1 :** Emplacement de la pièce ..... 79

**Figure III.2** : Etapes de calcul du flan ..... 80

**Figure III.3** : Flan 2D ..... 80

**Figure III.4** : Les contraintes ..... 81

**Figure III.5** : Les déformations ..... 82

**Figure III.6** : Variation de l'épaisseur ..... 83

**Figure III.7** : Déplacement des points ..... 83

**Figure III.8** : Mise en bande ..... 84

**Figure III.9** : Effort de poinçonnage (en tonne) ..... 86

**Figure III.10** : Différents ressorts (répertoriés suivant ISO 10243) ..... 94

**Figure III.11** : Montage ressorts ..... 95

**Figure III.12** : Matrice de poinçonnage ..... 98

**Figure III.13** : Relève-bande (type 1) ..... 99

**Figure III.14** : Relève-bande (type 2) ..... 99

**Figure III.15** : Dévétisseur ..... 101

**Figure III.16 :** Fixation des poinçons ..... 101

**Figure III.17 :** Position adéquate de l'outil sur la presse ..... 107

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau I.1 :** Caractéristiques des différentes catégories de tôle ..... 11

**Tableau I.2:** Coefficient K en fonction de d/D ..... 20

**Tableau I.3:**Matériaux du flan et leurs pressions spécifiques ..... 21

**Tableau I.4 :** Vitesses d'emboutissage pour différents matériaux ..... 24

**Tableau I.5 :** Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper ..... 36

**Tableau I.6 :** Résistance au cisaillement de quelques métaux ..... 37

**Tableau II.1:** Différents matériaux utilisés ..... 49

**Tableau II.2 :** Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques ..... 67

**Tableau III.1 :** Résumé des efforts pour chaque poste (en tonne) ..... 86

**Tableau III.2 :** Information mise en bande ..... 88

**Tableau III.3 :** Effort total des postes ..... 92

**Tableau III.4 :** Caractéristiques des ressorts utilisés ..... 96

**Tableau III.5 :** Longueurs libres de flambage en fonction des types de liaisons ..... 104

**SOMMAIRE**

Liste des figures ..... I

Liste des tableaux ..... II

Introduction générale ..... 1

Présentation de l'entreprise ..... 3

**Chapitre I : Généralités sur la mise en forme des métaux**

I.1 Introduction ..... 6

I.2 Généralités sur la mise en forme des métaux ..... 6

I.3 L'emboutissage ..... 7

I.3.1 Définition de l'emboutissage ..... 7

I.3.2 Procédés d'emboutissage ..... 8

I.3.2.1 Principe ..... 8

I.3.2.2 L'emboutissage en température ..... 9

a- L'emboutissage à froid ..... 9

b- L'emboutissage à chaud ..... 9

I.3.3 Mode d'emboutissage ..... 10

I.3.4 Matériaux et forme d'emboutis ..... 11

I.3.4.1 Les différentes tôles ..... 11

I.3.4.2 Formes des pièces embouties ..... 11

- Forme cylindrique ..... 12
- Forme conique ..... 12
- Forme demi-sphérique ..... 12
- Forme rectangulaire ..... 13

I.3.5 Caractérisation en emboutissage ..... 13

I.3.5.1 Principe et analyse des déformations ..... 13

I.3.5.2 Courbes limites de formage ..... 14

I.3.5.3 Mesure des déformations ..... 15

- La nature ..... 15
- Les dimensions ..... 16
- La position ..... 16

I.3.6 Essais d'emboutissage ..... 17

I.3.6.1 Essais d'expansion biaxiale ..... 18

I.3.6.2 Essais de rétreint ..... 18

I.3.6.3 Essais mixtes ..... 19

I.3.7 Effort d'emboutissage ..... 20

I.3.7.1 Emboutissage Cylindrique ..... 20

I.3.7.2 Emboutissage rectangulaire ..... 21

I.3.7.3 Jeu entre matrice et poinçon ..... 22

I.3.7.4 Le rayon sur la matrice ..... 22

I.3.7.5 Le rayon sur le poinçon ($R_P$) ..... 24

I.3.7.6 La vitesse d'emboutissage ..... 24

I.3.8 Principaux défauts des pièces embouties ..... 25

I.3.8.1 Formation de plis ..... 25

I.3.8.2 Striction ..... 25

I.3.8.3 Aspect de surface ..... 26

I.3.8.4 Le retour élastique ..... 26

I.4 Découpage ..... 28

I.4.1 Définitions ..... 28

I.4.2 Eléments principaux constituant un outil de découpe ..... 28

I.4.3 Principe de découpage ..... 28

I.4.3.1Aspect d'une coupe ..... 30

I.4.3.2 Angles des lames ..... 31

I.4.4 Désignation des opérations de découpage ..... 32

I.4.4.1Poinçonnage ..... 32

I.4.4.2 Découpage ..... 32

I.4.4.3 Crevage ..... 32

I.4.4.4 Encochage ..... 33

I.4.4.5 Grignotage ..... 33

I.4.4.6 Détourage ..... 34

I.4.4.7 Ajourage ..... 34

I.4.4.8 Soyage ..... 35

I.4.5 Jeu de découpage ..... 35

I.4.6 Effort de découpage ..... 36

I.4.6 .1 Effort d'extraction ..... 37

I.4.6 .2 Effort d'éjection ..... 38

I.4.6 .3 Vitesse de découpage ..... 38

I.4.7 Mise en bande ..... 38

I.4.7.1 Définition ..... 38

I.4.7.2 Définition du pas ..... 39

I.4.7.3 Définition du pourcentage de déchet ..... 39

I.4.7.4 Dispositifs de contrôle d'avance de la bande ..... 39

I.4.7.4.1 Butées ou engrenages ..... 40

I.4.7.4.2 Couteau ..... 40

I.5 Le poinçonnage ..... 41

I.5.1Définition ..... 41

I.5.2 Etapes de poinçonnage ..... 41

I.5.2.1 L'impact ..... 41

I.5.2.2 Pénétration ..... 42

I.5.2.3 Découpage....42

I.5.2.5 Séparation....42

I.5.2.6 Fin de course....42

I.5.2.7 Le retrait....42

I.5.3 Effort de poinçonnage....43

I.6. Conclusion....44

**Chapitre II : Les outils de presses et les machines utilisées**

II.1 Introduction....45

II.2 Les outils de presses....45

II.2.1 Les éléments principaux des outils....45

II.2.1.1 Poinçon....45

II.2.1.2 Matrice....46

II.2.1.3 Dépouille....47

II.2.1.4 Affûtage....48

II.2.2 Les matériaux utilisés....48

II.2.3 Classification des outils....50

II.2.3.1 Outils de découpage....50

II.2.3.1.1 Outil découvert....50

- Outil simple découvert....50
- Outil découvert à butées....51

II.2.3.1.2 Outil à contre plaque....51

- à engrenage....51
- à couteau....52
- à presse bande....53

II-1.3.1.3 Outil suisse (outil bloc)....54

II.2.3.2 Outil de détourage....54

II.2.3.3 Les outils de reprise ..... 56

II.2.3.3.1.Outil de poinçonnage à contre-plaque ..... 56

II.2.3.3.2.Outil de poinçonnage à serre-flan ..... 56

II.2.3.3.3.Outil à palette ..... 57

II.2.3.4.Outil combiné ..... 57

II.2.3.5.Outil à came ..... 58

II.2.3.6.Outil monté sur une presse à simple effet ..... 58

II.2.3.6.1.Outil direct ..... 58

II.2.3.6.2.Outil inverse ..... 59

II.2.4.Graissage des outils ..... 60

II.3.Les machines utilisées ..... 60

II.3.1.Définition ..... 60

II.3.2.Les paramètres de distinction des presses ..... 60

II.3.3.Classification des presses ..... 60

II.3.3.1.Selon le mode de transmission de l'énergie ..... 60

II.3.3.1.1.Les presses mécaniques ..... 61

a- Mécanismes de commandes ..... 61

- Système bielle manivelle ..... 62
- Système excentrique ..... 62
- Système à genouillère ..... 62
- Système à came ..... 63

b- Embrayage ..... 64

- Embrayage par friction ..... 64
- Embrayage par clavette pivotante ..... 65
- Embrayage par électropneumatique ..... 65

II.3.3.1.2 Les presses hydrauliques ..... 65

- Mécanisme de commande ..... 66

II.3.3.1.3. Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques.....67

II.3.3.2 Selon la forme du bâti .....68

II.3.3.2.1 Presses à col de cygne .....68

II.3.3.2.2.Presses à arcade.....69

II.3.3.2.3 Presses à colonne.....69

II.3.3.2.4.Presse à montant droit .....70

II.3.3.2.5.Presse à table mobile et bigorne.....71

II.3.3.3.Selon le nombre de coulisseaux.....71

II.3.3.3.1.Presses simple effet .....71

II.3.3.3.2.Presses double effets .....71

II.3.3.3.3.Presses à triple effets .....72

II.3.4 Critères de choix d'une presse .....73

II.4. Conclusion.....74

**Chapitre III : Etude et conception de l'outil**

III.1. Introduction.....75

III.2. Présentation du logiciel utilisé .....75

III.2.1. Les fonctions de base logopress3 .....76

III.3. Travail demandé .....77

III.4. Cahier de charge .....78

III.4.1. Caractéristiques .....78

III.4.1.1. Composition chimique .....78

III.4.1.2. Caractéristiques mécaniques .....78

III.4.1.3. Aspect de surface.....78

III.4.1.4 Aptitude au revêtement de surface .....78

III.5. Emplacement de la pièce .....79

III.6. Mise à plat de la pièce ..... 79

III.6.1. Calcul du flan ..... 79

III.6.2. Information sur les contraintes et déformations ..... 81

III.6.2.1. Les contraintes ..... 81

III.6.2.2. Les déformations ..... 81

III.6.3. Information sur l'évolution de l'épaisseur matière ..... 82

III.6.4 Le déplacement des points ..... 83

III.7. Mise en bande ..... 84

III.7.1. Calcul des efforts ..... 86

- Calcul de vérification de l'exactitude des résultats pour quelques poinçons ..... 87

III.8.Jeu entre matrice et poinçon d'emboutissage ..... 89

III.9.Calcul du rayon sur les matrices ..... 89

III.10.Jeu de découpage ..... 90

III.11. Calcul des efforts de dévétissage ..... 90

III.11.1. Effort des dévétisseurs ..... 90

III.11.2. Effort du Serre-flan ..... 91

III.12. Effort d'éjection ..... 93

III.13. Choix des ressorts ..... 93

III.14. Conception de l'outil ..... 97

III.14.1. La partie inférieure ..... 97

III.14.1. Partie supérieure ..... 100

III.15. Mise en plan ..... 102

III.16. Calcul de vérification des poinçons à la résistance ..... 103

III.17. Choix de la presse ..... 106

III.18. Montage sur presse ..... 106

III.18.1. Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie) ..... 107

III.19. Graissage ..... 108

III.20. Conclusion ..... 108

**SOMMAIRE**

Liste des figures ..... I

Liste des tableaux ..... II

Introduction générale ..... 1

Présentation de l'entreprise ..... 3

**Chapitre I : Généralités sur la mise en forme des métaux**

I.1 Introduction ..... 6

I.2 Généralités sur la mise en forme des métaux ..... 6

I.3 L'emboutissage ..... 7

I.3.1 Définition de l'emboutissage ..... 7

I.3.2 Procédés d'emboutissage ..... 8

I.3.2.1 Principe ..... 8

I.3.2.2 L'emboutissage en température ..... 9

a- L'emboutissage à froid ..... 9

b- L'emboutissage à chaud ..... 9

I.3.3 Mode d'emboutissage ..... 10

I.3.4 Matériaux et forme d'emboutis ..... 11

I.3.4.1 Les différentes tôles ..... 11

I.3.4.2 Formes des pièces embouties ..... 11

- Forme cylindrique ..... 12
- Forme conique ..... 12
- Forme demi-sphérique ..... 12
- Forme rectangulaire ..... 13

I.3.5 Caractérisation en emboutissage ..... 13

I.3.5.1 Principe et analyse des déformations ..... 13

I.3.5.2 Courbes limites de formage ..... 14

I.3.5.3 Mesure des déformations ..... 15

- La nature ..... 15
- Les dimensions ..... 16
- La position ..... 16

I.3.6 Essais d'emboutissage ..... 17

I.3.6.1 Essais d'expansion biaxiale ..... 18

I.3.6.2 Essais de rétreint ..... 18

I.3.6.3 Essais mixtes ..... 19

I.3.7 Effort d'emboutissage ..... 20

I.3.7.1 Emboutissage Cylindrique ..... 20

I.3.7.2 Emboutissage rectangulaire ..... 21

I.3.7.3 Jeu entre matrice et poinçon ..... 22

I.3.7.4 Le rayon sur la matrice ..... 22

I.3.7.5 Le rayon sur le poinçon ($R_P$) ..... 24

I.3.7.6 La vitesse d'emboutissage ..... 24

I.3.8 Principaux défauts des pièces embouties ..... 25

I.3.8.1 Formation de plis ..... 25

I.3.8.2 Striction ..... 25

I.3.8.3 Aspect de surface ..... 26

I.3.8.4 Le retour élastique ..... 26

I.4 Découpage ..... 28

I.4.1 Définitions ..... 28

I.4.2 Eléments principaux constituant un outil de découpe ..... 28

I.4.3 Principe de découpage ..... 28

I.4.3.1Aspect d'une coupe ..... 30

I.4.3.2 Angles des lames ..... 31

I.4.4 Désignation des opérations de découpage ..... 32

I.4.4.1Poinçonnage ..... 32

I.4.4.2 Découpage ..... 32

I.4.4.3 Crevage ..... 32

I.4.4.4 Encochage ..... 33

I.4.4.5 Grignotage ..... 33

I.4.4.6 Détourage ..... 34

I.4.4.7 Ajourage ..... 34

I.4.4.8 Soyage ..... 35

I.4.5 Jeu de découpage ..... 35

I.4.6 Effort de découpage ..... 36

I.4.6 .1 Effort d'extraction ..... 37

I.4.6 .2 Effort d'éjection ..... 38

I.4.6 .3 Vitesse de découpage ..... 38

I.4.7 Mise en bande ..... 38

I.4.7.1 Définition ..... 38

I.4.7.2 Définition du pas ..... 39

I.4.7.3 Définition du pourcentage de déchet ..... 39

I.4.7.4 Dispositifs de contrôle d'avance de la bande ..... 39

I.4.7.4.1 Butées ou engrenages ..... 40

I.4.7.4.2 Couteau ..... 40

I.5 Le poinçonnage ..... 41

I.5.1Définition ..... 41

I.5.2 Etapes de poinçonnage ..... 41

I.5.2.1 L'impact ..... 41

I.5.2.2 Pénétration ..... 42

I.5.2.3 Découpage....42

I.5.2.5 Séparation....42

I.5.2.6 Fin de course....42

I.5.2.7 Le retrait....42

I.5.3 Effort de poinçonnage....43

I.6. Conclusion....44

**Chapitre II : Les outils de presses et les machines utilisées**

II.1 Introduction....45

II.2 Les outils de presses....45

II.2.1 Les éléments principaux des outils....45

II.2.1.1 Poinçon....45

II.2.1.2 Matrice....46

II.2.1.3 Dépouille....47

II.2.1.4 Affûtage....48

II.2.2 Les matériaux utilisés....48

II.2.3 Classification des outils....50

II.2.3.1 Outils de découpage....50

II.2.3.1.1 Outil découvert....50

- Outil simple découvert....50
- Outil découvert à butées....51

II.2.3.1.2 Outil à contre plaque....51

- à engrenage....51
- à couteau....52
- à presse bande....53

II-1.3.1.3 Outil suisse (outil bloc)....54

II.2.3.2 Outil de détourage....54

II.2.3.3 Les outils de reprise ..... 56

II.2.3.3.1.Outil de poinçonnage à contre-plaque ..... 56

II.2.3.3.2.Outil de poinçonnage à serre-flan ..... 56

II.2.3.3.3.Outil à palette ..... 57

II.2.3.4.Outil combiné ..... 57

II.2.3.5.Outil à came ..... 58

II.2.3.6.Outil monté sur une presse à simple effet ..... 58

II.2.3.6.1.Outil direct ..... 58

II.2.3.6.2.Outil inverse ..... 59

II.2.4.Graissage des outils ..... 60

II.3.Les machines utilisées ..... 60

II.3.1.Définition ..... 60

II.3.2.Les paramètres de distinction des presses ..... 60

II.3.3.Classification des presses ..... 60

II.3.3.1.Selon le mode de transmission de l'énergie ..... 60

II.3.3.1.1.Les presses mécaniques ..... 61

a- Mécanismes de commandes ..... 61

- Système bielle manivelle ..... 62
- Système excentrique ..... 62
- Système à genouillère ..... 62
- Système à came ..... 63

b- Embrayage ..... 64

- Embrayage par friction ..... 64
- Embrayage par clavette pivotante ..... 65
- Embrayage par électropneumatique ..... 65

II.3.3.1.2 Les presses hydrauliques ..... 65

- Mécanisme de commande ..... 66

II.3.3.1.3. Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques.....67

II.3.3.2 Selon la forme du bâti .....68

II.3.3.2.1 Presses à col de cygne .....68

II.3.3.2.2.Presses à arcade.....69

II.3.3.2.3 Presses à colonne.....69

II.3.3.2.4.Presse à montant droit .....70

II.3.3.2.5.Presse à table mobile et bigorne.....71

II.3.3.3.Selon le nombre de coulisseaux.....71

II.3.3.3.1.Presses simple effet .....71

II.3.3.3.2.Presses double effets .....71

II.3.3.3.3.Presses à triple effets .....72

II.3.4 Critères de choix d'une presse .....73

II.4. Conclusion.....74

**Chapitre III : Etude et conception de l'outil**

III.1. Introduction.....75

III.2. Présentation du logiciel utilisé .....75

III.2.1. Les fonctions de base logopress3 .....76

III.3. Travail demandé .....77

III.4. Cahier de charge .....78

III.4.1. Caractéristiques .....78

III.4.1.1. Composition chimique .....78

III.4.1.2. Caractéristiques mécaniques .....78

III.4.1.3. Aspect de surface.....78

III.4.1.4 Aptitude au revêtement de surface .....78

III.5. Emplacement de la pièce .....79

III.6. Mise à plat de la pièce ..... 79

III.6.1. Calcul du flan ..... 79

III.6.2. Information sur les contraintes et déformations ..... 81

III.6.2.1. Les contraintes ..... 81

III.6.2.2. Les déformations ..... 81

III.6.3. Information sur l'évolution de l'épaisseur matière ..... 82

III.6.4 Le déplacement des points ..... 83

III.7. Mise en bande ..... 84

III.7.1. Calcul des efforts ..... 86

- Calcul de vérification de l'exactitude des résultats pour quelques poinçons ..... 87

III.8.Jeu entre matrice et poinçon d'emboutissage ..... 89

III.9.Calcul du rayon sur les matrices ..... 89

III.10.Jeu de découpage ..... 90

III.11. Calcul des efforts de dévétissage ..... 90

III.11.1. Effort des dévétisseurs ..... 90

III.11.2. Effort du Serre-flan ..... 91

III.12. Effort d'éjection ..... 93

III.13. Choix des ressorts ..... 93

III.14. Conception de l'outil ..... 97

III.14.1. La partie inférieure ..... 97

III.14.1. Partie supérieure ..... 100

III.15. Mise en plan ..... 102

III.16. Calcul de vérification des poinçons à la résistance ..... 103

III.17. Choix de la presse ..... 106

III.18. Montage sur presse ..... 106

III.18.1. Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie) ..... 107

III.19. Graissage ..... 108

III.20. Conclusion ..... 108

**SOMMAIRE**

Liste des figures ..... I

Liste des tableaux ..... II

Introduction générale ..... 1

Présentation de l'entreprise ..... 3

**Chapitre I : Généralités sur la mise en forme des métaux**

I.1 Introduction ..... 6

I.2 Généralités sur la mise en forme des métaux ..... 6

I.3 L'emboutissage ..... 7

I.3.1 Définition de l'emboutissage ..... 7

I.3.2 Procédés d'emboutissage ..... 8

I.3.2.1 Principe ..... 8

I.3.2.2 L'emboutissage en température ..... 9

a- L'emboutissage à froid ..... 9

b- L'emboutissage à chaud ..... 9

I.3.3 Mode d'emboutissage ..... 10

I.3.4 Matériaux et forme d'emboutis ..... 11

I.3.4.1 Les différentes tôles ..... 11

I.3.4.2 Formes des pièces embouties ..... 11

- Forme cylindrique ..... 12
- Forme conique ..... 12
- Forme demi-sphérique ..... 12
- Forme rectangulaire ..... 13

I.3.5 Caractérisation en emboutissage ..... 13

I.3.5.1 Principe et analyse des déformations ..... 13

I.3.5.2 Courbes limites de formage ..... 14

I.3.5.3 Mesure des déformations ..... 15

- La nature ..... 15
- Les dimensions ..... 16
- La position ..... 16

I.3.6 Essais d'emboutissage ..... 17

I.3.6.1 Essais d'expansion biaxiale ..... 18

I.3.6.2 Essais de rétreint ..... 18

I.3.6.3 Essais mixtes ..... 19

I.3.7 Effort d'emboutissage ..... 20

I.3.7.1 Emboutissage Cylindrique ..... 20

I.3.7.2 Emboutissage rectangulaire ..... 21

I.3.7.3 Jeu entre matrice et poinçon ..... 22

I.3.7.4 Le rayon sur la matrice ..... 22

I.3.7.5 Le rayon sur le poinçon ($R_P$) ..... 24

I.3.7.6 La vitesse d'emboutissage ..... 24

I.3.8 Principaux défauts des pièces embouties ..... 25

I.3.8.1 Formation de plis ..... 25

I.3.8.2 Striction ..... 25

I.3.8.3 Aspect de surface ..... 26

I.3.8.4 Le retour élastique ..... 26

I.4 Découpage ..... 28

I.4.1 Définitions ..... 28

I.4.2 Eléments principaux constituant un outil de découpe ..... 28

I.4.3 Principe de découpage ..... 28

I.4.3.1Aspect d'une coupe ..... 30

I.4.3.2 Angles des lames ..... 31

I.4.4 Désignation des opérations de découpage ..... 32

I.4.4.1Poinçonnage ..... 32

I.4.4.2 Découpage ..... 32

I.4.4.3 Crevage ..... 32

I.4.4.4 Encochage ..... 33

I.4.4.5 Grignotage ..... 33

I.4.4.6 Détourage ..... 34

I.4.4.7 Ajourage ..... 34

I.4.4.8 Soyage ..... 35

I.4.5 Jeu de découpage ..... 35

I.4.6 Effort de découpage ..... 36

I.4.6 .1 Effort d'extraction ..... 37

I.4.6 .2 Effort d'éjection ..... 38

I.4.6 .3 Vitesse de découpage ..... 38

I.4.7 Mise en bande ..... 38

I.4.7.1 Définition ..... 38

I.4.7.2 Définition du pas ..... 39

I.4.7.3 Définition du pourcentage de déchet ..... 39

I.4.7.4 Dispositifs de contrôle d'avance de la bande ..... 39

I.4.7.4.1 Butées ou engrenages ..... 40

I.4.7.4.2 Couteau ..... 40

I.5 Le poinçonnage ..... 41

I.5.1Définition ..... 41

I.5.2 Etapes de poinçonnage ..... 41

I.5.2.1 L'impact ..... 41

I.5.2.2 Pénétration ..... 42

I.5.2.3 Découpage....42

I.5.2.5 Séparation....42

I.5.2.6 Fin de course....42

I.5.2.7 Le retrait....42

I.5.3 Effort de poinçonnage....43

I.6. Conclusion....44

**Chapitre II : Les outils de presses et les machines utilisées**

II.1 Introduction....45

II.2 Les outils de presses....45

II.2.1 Les éléments principaux des outils....45

II.2.1.1 Poinçon....45

II.2.1.2 Matrice....46

II.2.1.3 Dépouille....47

II.2.1.4 Affûtage....48

II.2.2 Les matériaux utilisés....48

II.2.3 Classification des outils....50

II.2.3.1 Outils de découpage....50

II.2.3.1.1 Outil découvert....50

- Outil simple découvert....50
- Outil découvert à butées....51

II.2.3.1.2 Outil à contre plaque....51

- à engrenage....51
- à couteau....52
- à presse bande....53

II-1.3.1.3 Outil suisse (outil bloc)....54

II.2.3.2 Outil de détourage....54

II.2.3.3 Les outils de reprise ..... 56

II.2.3.3.1.Outil de poinçonnage à contre-plaque ..... 56

II.2.3.3.2.Outil de poinçonnage à serre-flan ..... 56

II.2.3.3.3.Outil à palette ..... 57

II.2.3.4.Outil combiné ..... 57

II.2.3.5.Outil à came ..... 58

II.2.3.6.Outil monté sur une presse à simple effet ..... 58

II.2.3.6.1.Outil direct ..... 58

II.2.3.6.2.Outil inverse ..... 59

II.2.4.Graissage des outils ..... 60

II.3.Les machines utilisées ..... 60

II.3.1.Définition ..... 60

II.3.2.Les paramètres de distinction des presses ..... 60

II.3.3.Classification des presses ..... 60

II.3.3.1.Selon le mode de transmission de l'énergie ..... 60

II.3.3.1.1.Les presses mécaniques ..... 61

a- Mécanismes de commandes ..... 61

- Système bielle manivelle ..... 62
- Système excentrique ..... 62
- Système à genouillère ..... 62
- Système à came ..... 63

b- Embrayage ..... 64

- Embrayage par friction ..... 64
- Embrayage par clavette pivotante ..... 65
- Embrayage par électropneumatique ..... 65

II.3.3.1.2 Les presses hydrauliques ..... 65

- Mécanisme de commande ..... 66

II.3.3.1.3. Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques.....67

II.3.3.2 Selon la forme du bâti .....68

II.3.3.2.1 Presses à col de cygne .....68

II.3.3.2.2.Presses à arcade.....69

II.3.3.2.3 Presses à colonne.....69

II.3.3.2.4.Presse à montant droit .....70

II.3.3.2.5.Presse à table mobile et bigorne.....71

II.3.3.3.Selon le nombre de coulisseaux.....71

II.3.3.3.1.Presses simple effet .....71

II.3.3.3.2.Presses double effets .....71

II.3.3.3.3.Presses à triple effets .....72

II.3.4 Critères de choix d'une presse .....73

II.4. Conclusion.....74

**Chapitre III : Etude et conception de l'outil**

III.1. Introduction.....75

III.2. Présentation du logiciel utilisé .....75

III.2.1. Les fonctions de base logopress3 .....76

III.3. Travail demandé .....77

III.4. Cahier de charge .....78

III.4.1. Caractéristiques .....78

III.4.1.1. Composition chimique .....78

III.4.1.2. Caractéristiques mécaniques .....78

III.4.1.3. Aspect de surface.....78

III.4.1.4 Aptitude au revêtement de surface .....78

III.5. Emplacement de la pièce .....79

III.6. Mise à plat de la pièce ..... 79

III.6.1. Calcul du flan ..... 79

III.6.2. Information sur les contraintes et déformations ..... 81

III.6.2.1. Les contraintes ..... 81

III.6.2.2. Les déformations ..... 81

III.6.3. Information sur l'évolution de l'épaisseur matière ..... 82

III.6.4 Le déplacement des points ..... 83

III.7. Mise en bande ..... 84

III.7.1. Calcul des efforts ..... 86

- Calcul de vérification de l'exactitude des résultats pour quelques poinçons ..... 87

III.8.Jeu entre matrice et poinçon d'emboutissage ..... 89

III.9.Calcul du rayon sur les matrices ..... 89

III.10.Jeu de découpage ..... 90

III.11. Calcul des efforts de dévétissage ..... 90

III.11.1. Effort des dévétisseurs ..... 90

III.11.2. Effort du Serre-flan ..... 91

III.12. Effort d'éjection ..... 93

III.13. Choix des ressorts ..... 93

III.14. Conception de l'outil ..... 97

III.14.1. La partie inférieure ..... 97

III.14.1. Partie supérieure ..... 100

III.15. Mise en plan ..... 102

III.16. Calcul de vérification des poinçons à la résistance ..... 103

III.17. Choix de la presse ..... 106

III.18. Montage sur presse ..... 106

III.18.1. Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie) ..... 107

III.19. Graissage ..... 108

III.20. Conclusion ..... 108

**SOMMAIRE**

Liste des figures ..... I

Liste des tableaux ..... II

Introduction générale ..... 1

Présentation de l'entreprise ..... 3

**Chapitre I : Généralités sur la mise en forme des métaux**

I.1 Introduction ..... 6

I.2 Généralités sur la mise en forme des métaux ..... 6

I.3 L'emboutissage ..... 7

I.3.1 Définition de l'emboutissage ..... 7

I.3.2 Procédés d'emboutissage ..... 8

I.3.2.1 Principe ..... 8

I.3.2.2 L'emboutissage en température ..... 9

a- L'emboutissage à froid ..... 9

b- L'emboutissage à chaud ..... 9

I.3.3 Mode d'emboutissage ..... 10

I.3.4 Matériaux et forme d'emboutis ..... 11

I.3.4.1 Les différentes tôles ..... 11

I.3.4.2 Formes des pièces embouties ..... 11

- Forme cylindrique ..... 12
- Forme conique ..... 12
- Forme demi-sphérique ..... 12
- Forme rectangulaire ..... 13

I.3.5 Caractérisation en emboutissage ..... 13

I.3.5.1 Principe et analyse des déformations ..... 13

I.3.5.2 Courbes limites de formage ..... 14

I.3.5.3 Mesure des déformations ..... 15

- La nature ..... 15
- Les dimensions ..... 16
- La position ..... 16

I.3.6 Essais d'emboutissage ..... 17

I.3.6.1 Essais d'expansion biaxiale ..... 18

I.3.6.2 Essais de rétreint ..... 18

I.3.6.3 Essais mixtes ..... 19

I.3.7 Effort d'emboutissage ..... 20

I.3.7.1 Emboutissage Cylindrique ..... 20

I.3.7.2 Emboutissage rectangulaire ..... 21

I.3.7.3 Jeu entre matrice et poinçon ..... 22

I.3.7.4 Le rayon sur la matrice ..... 22

I.3.7.5 Le rayon sur le poinçon ($R_P$) ..... 24

I.3.7.6 La vitesse d'emboutissage ..... 24

I.3.8 Principaux défauts des pièces embouties ..... 25

I.3.8.1 Formation de plis ..... 25

I.3.8.2 Striction ..... 25

I.3.8.3 Aspect de surface ..... 26

I.3.8.4 Le retour élastique ..... 26

I.4 Découpage ..... 28

I.4.1 Définitions ..... 28

I.4.2 Eléments principaux constituant un outil de découpe ..... 28

I.4.3 Principe de découpage ..... 28

I.4.3.1Aspect d'une coupe ..... 30

I.4.3.2 Angles des lames ..... 31

I.4.4 Désignation des opérations de découpage ..... 32

I.4.4.1Poinçonnage ..... 32

I.4.4.2 Découpage ..... 32

I.4.4.3 Crevage ..... 32

I.4.4.4 Encochage ..... 33

I.4.4.5 Grignotage ..... 33

I.4.4.6 Détourage ..... 34

I.4.4.7 Ajourage ..... 34

I.4.4.8 Soyage ..... 35

I.4.5 Jeu de découpage ..... 35

I.4.6 Effort de découpage ..... 36

I.4.6 .1 Effort d'extraction ..... 37

I.4.6 .2 Effort d'éjection ..... 38

I.4.6 .3 Vitesse de découpage ..... 38

I.4.7 Mise en bande ..... 38

I.4.7.1 Définition ..... 38

I.4.7.2 Définition du pas ..... 39

I.4.7.3 Définition du pourcentage de déchet ..... 39

I.4.7.4 Dispositifs de contrôle d'avance de la bande ..... 39

I.4.7.4.1 Butées ou engrenages ..... 40

I.4.7.4.2 Couteau ..... 40

I.5 Le poinçonnage ..... 41

I.5.1Définition ..... 41

I.5.2 Etapes de poinçonnage ..... 41

I.5.2.1 L'impact ..... 41

I.5.2.2 Pénétration ..... 42

I.5.2.3 Découpage....42

I.5.2.5 Séparation....42

I.5.2.6 Fin de course....42

I.5.2.7 Le retrait....42

I.5.3 Effort de poinçonnage....43

I.6. Conclusion....44

**Chapitre II : Les outils de presses et les machines utilisées**

II.1 Introduction....45

II.2 Les outils de presses....45

II.2.1 Les éléments principaux des outils....45

II.2.1.1 Poinçon....45

II.2.1.2 Matrice....46

II.2.1.3 Dépouille....47

II.2.1.4 Affûtage....48

II.2.2 Les matériaux utilisés....48

II.2.3 Classification des outils....50

II.2.3.1 Outils de découpage....50

II.2.3.1.1 Outil découvert....50

- Outil simple découvert....50
- Outil découvert à butées....51

II.2.3.1.2 Outil à contre plaque....51

- à engrenage....51
- à couteau....52
- à presse bande....53

II-1.3.1.3 Outil suisse (outil bloc)....54

II.2.3.2 Outil de détourage....54

II.2.3.3 Les outils de reprise ..... 56

II.2.3.3.1.Outil de poinçonnage à contre-plaque ..... 56

II.2.3.3.2.Outil de poinçonnage à serre-flan ..... 56

II.2.3.3.3.Outil à palette ..... 57

II.2.3.4.Outil combiné ..... 57

II.2.3.5.Outil à came ..... 58

II.2.3.6.Outil monté sur une presse à simple effet ..... 58

II.2.3.6.1.Outil direct ..... 58

II.2.3.6.2.Outil inverse ..... 59

II.2.4.Graissage des outils ..... 60

II.3.Les machines utilisées ..... 60

II.3.1.Définition ..... 60

II.3.2.Les paramètres de distinction des presses ..... 60

II.3.3.Classification des presses ..... 60

II.3.3.1.Selon le mode de transmission de l'énergie ..... 60

II.3.3.1.1.Les presses mécaniques ..... 61

a- Mécanismes de commandes ..... 61

- Système bielle manivelle ..... 62
- Système excentrique ..... 62
- Système à genouillère ..... 62
- Système à came ..... 63

b- Embrayage ..... 64

- Embrayage par friction ..... 64
- Embrayage par clavette pivotante ..... 65
- Embrayage par électropneumatique ..... 65

II.3.3.1.2 Les presses hydrauliques ..... 65

- Mécanisme de commande ..... 66

II.3.3.1.3. Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques.....67

II.3.3.2 Selon la forme du bâti .....68

II.3.3.2.1 Presses à col de cygne .....68

II.3.3.2.2.Presses à arcade.....69

II.3.3.2.3 Presses à colonne.....69

II.3.3.2.4.Presse à montant droit .....70

II.3.3.2.5.Presse à table mobile et bigorne.....71

II.3.3.3.Selon le nombre de coulisseaux.....71

II.3.3.3.1.Presses simple effet .....71

II.3.3.3.2.Presses double effets .....71

II.3.3.3.3.Presses à triple effets .....72

II.3.4 Critères de choix d'une presse .....73

II.4. Conclusion.....74

**Chapitre III : Etude et conception de l'outil**

III.1. Introduction.....75

III.2. Présentation du logiciel utilisé .....75

III.2.1. Les fonctions de base logopress3 .....76

III.3. Travail demandé .....77

III.4. Cahier de charge .....78

III.4.1. Caractéristiques .....78

III.4.1.1. Composition chimique .....78

III.4.1.2. Caractéristiques mécaniques .....78

III.4.1.3. Aspect de surface.....78

III.4.1.4 Aptitude au revêtement de surface .....78

III.5. Emplacement de la pièce .....79

III.6. Mise à plat de la pièce ..... 79

III.6.1. Calcul du flan ..... 79

III.6.2. Information sur les contraintes et déformations ..... 81

III.6.2.1. Les contraintes ..... 81

III.6.2.2. Les déformations ..... 81

III.6.3. Information sur l'évolution de l'épaisseur matière ..... 82

III.6.4 Le déplacement des points ..... 83

III.7. Mise en bande ..... 84

III.7.1. Calcul des efforts ..... 86

- Calcul de vérification de l'exactitude des résultats pour quelques poinçons ..... 87

III.8.Jeu entre matrice et poinçon d'emboutissage ..... 89

III.9.Calcul du rayon sur les matrices ..... 89

III.10.Jeu de découpage ..... 90

III.11. Calcul des efforts de dévétissage ..... 90

III.11.1. Effort des dévétisseurs ..... 90

III.11.2. Effort du Serre-flan ..... 91

III.12. Effort d'éjection ..... 93

III.13. Choix des ressorts ..... 93

III.14. Conception de l'outil ..... 97

III.14.1. La partie inférieure ..... 97

III.14.1. Partie supérieure ..... 100

III.15. Mise en plan ..... 102

III.16. Calcul de vérification des poinçons à la résistance ..... 103

III.17. Choix de la presse ..... 106

III.18. Montage sur presse ..... 106

III.18.1. Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie) ..... 107

III.19. Graissage ..... 108

III.20. Conclusion ..... 108

# INTRODUCTION GENERALE

Grâce à l'évolution rapide de la puissance des moyens de calcul, et suite au développement permanent des logiciels, la conception et la simulation numérique des procédés de mise en forme sont devenus des outils incontournables pour concevoir et fabriquer un produit dans des conditions opératoires optimales et selon un critère de qualité défini.

En se situant au stade de l'avant-projet, la simulation numérique permet de vérifier et de valider la faisabilité, elle permet en outre de prédire les paramètres optimaux permettant de réaliser un produit répondant aux critères du cahier des charges et à moindre coût.

Le couplage des logiciels de simulation avec les algorithmes mathématiques d'optimisation des paramètres de procédés est l'utilisation croissante dans divers domaines de mise en forme des matériaux tels que le forgeage, l'hydroformage et l'emboutissage. Le problème qui se pose consiste à optimiser les variables ou paramètres du procédé (par exemple : dimensions du flan, géométrie des outils, vitesse, dimension, etc.) afin de fabriquer au sein des entreprises un produit répondant aux normes.

Parmi ces entreprises, nous citerons à titre d'exemple l'entreprise nationale d'électroménager ENIEM, qui s'inscrit dans ce contexte dans le but d'améliorer sa gamme de produits et d'éviter leurs importations.

Le bureau d'études de l'unité de prestation technique (UPT) de l'ENIEM, nous a chargé de concevoir un outil qui va servir à fabriquer une pièce avec une géométrie bien déterminée regroupant plusieurs opérations de formage (emboutissage, découpage,…).

Pour répondre aux besoins de l'entreprise, il est donc impératif de se munir de connaissances suffisantes des phénomènes qui se produisent lors des opérations de mise en forme, de l'architecture des outils et le choix des machines qui donnent le meilleur résultat au niveau rentabilité et fiabilité (durée de vie), pour cela, nous avons organisé notre travail comme suit :

Après une introduction générale sur le sujet, vient le chapitre I qui traite les généralités sur la mise en de mise en forme des métaux et les différents principaux procédés de

fabrication. Nous étudierons en premier lieu le procédé d'emboutissage, en deuxième lieu le découpage pour en finir avec la troisième partie qui traite le poinçonnage.

Le deuxième chapitre est consacré aux différents outils de presses et à la classification des différentes machines (presses) utilisées dans l'industrie selon les différents critères.

Le troisième chapitre traite le cahier des charges en définissant le besoin et les exigences du produit. Après une présentation de Logopress3 , suivie d'une interprétation des résultats de l'étude de la pièce (calcul du flan, localisation des déformations, variation de l'épaisseur, déplacement des points), nous nous sommes passés à l'étude et la conception de l'outil.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale sur les travaux décrits dans ce document ainsi que des perspectives sur les suites à donner à notre travail.

# PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

## 1. Historique et structure de l'entreprise

### 1.1. Introduction

L'entreprise nationale des industries électroménagères (ENIEM) est née après la restriction de l'entreprise mère la SONELEC le 02 janvier 1983, dont cette dernière a été datée d'août1971.

Elle est entrée en production réelle le 16 juin 1971 avec un effectif de 572 travailleurs. En 1989, l'entreprise a connu une baisse brusque de production due à la concurrence du marché. Cette situation a provoqué sa transformation en société par action (personne distinct de l'état) dans le but de l'amélioration, la recherche et le développement de ses produits à l'échelle nationale. Connue aujourd'hui le leader de l'électroménagère en Algérie et cela dans divers domaines tels que :

- Climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à (Tizi Ouzou).

-Sanitaire à (Miliana).

-Filiale lampe à (Mohammadia).

Elle est implantée à la zone industrielle AISSAT IDIR de 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.

## 1.2. Développement et organisation de l'entreprise

### 1 .2.1. Développement

Pour atteindre ses espérances en matière de développement :

L'ENIEM fait appel à sa structuration qui est schématisée de manière à donner la solution la plus fiable. Cette entreprise se compose de plusieurs unités d'organisation qui sont :

- Quatre unités de production.

- Une unité commerciale.

- Une unité de prestation.

- Une filiale dont le capital est 100% ENIEM.

### 1.2.2. Organisation

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.

➢ **Unité commerciale (UC) :**

Le rôle de cette unité et de faire écouler le produit sur le marché, et étudier la fluctuation du marché qui est basée de sondage sur l'offre et la demande. Ainsi l'idée est lancée par cette étude qui par la suite sera remise à l'unité prestation technique.

➢ **Unité de prestation technique (UPT) :**

Elle consiste à faire une étude technique du produit et l'examiner de façon à voir la possibilité de sa production par rapport aux moyens existants au sein de l'entreprise (machine ; personnels, technologie, etc.)

➢ **Unité froid :**

La mission principale de l'unité est de produire et développer les produits de froid domestique.

- **Unité cuisson :**

La mission principale de cette unité est de produire et de développer les produits de cuisson à gaz, électrique ou mixte et tout produit de technologie similaire.

- **Unité climatisation :**

La mission principale de l'unité consiste à la production et de développement des produits de climatisation, de chauffages et annexes…..

- **Unité produit similaire :**

L'unité produit similaire est acquise par l'entreprise ENIEM en 2000, elle n'entre pas dans le périmètre de certification de l'entreprise. Sa mission principale est de produire et de développer les produits similaires.

# GENERALITES SUR LA MISE EN FORME DES METAUX

## I.1. Introduction

Dans tous les domaines de l'industrie, la notion de mise en forme des matériaux intervient soit en amont, en aval, ou en cours de production.

L'objectif premier de cette mise en forme est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérances données ainsi que des caractéristiques géométriques précises. Parmi les principaux procédés apparus récemment afin d'assurer la production en grande série, se trouve le formage.

Ce procédé regroupe plusieurs techniques (emboutissage, découpage, pliage repoussage…etc.) dont l'intérêt est le travail des métaux en feuilles. Il en résulte alors une forme déterminée.

Le chapitre suivant est répartie en trois parties. En premier lieu nous étudierons le procédé d'emboutissage, la deuxième partie est consacrée au découpage et la troisième partie traite le poinçonnage.

## I.2. Généralités sur la mise en forme des métaux [1]

Il existe trois voies principales de mise en forme selon l'état de départ du matériau métallique (le moulage, le façonnage et le frittage). La (Figure I.1) récapitule les principaux procédés de mise en forme des métaux utilisés actuellement. Parmi les techniques de formage sans enlèvement de matière des métaux en feuilles, on trouve le procédé d'emboutissage. Il est l'un des procédés de mise en forme des tôles minces le plus ancien et le plus répandu dans le milieu industriel.

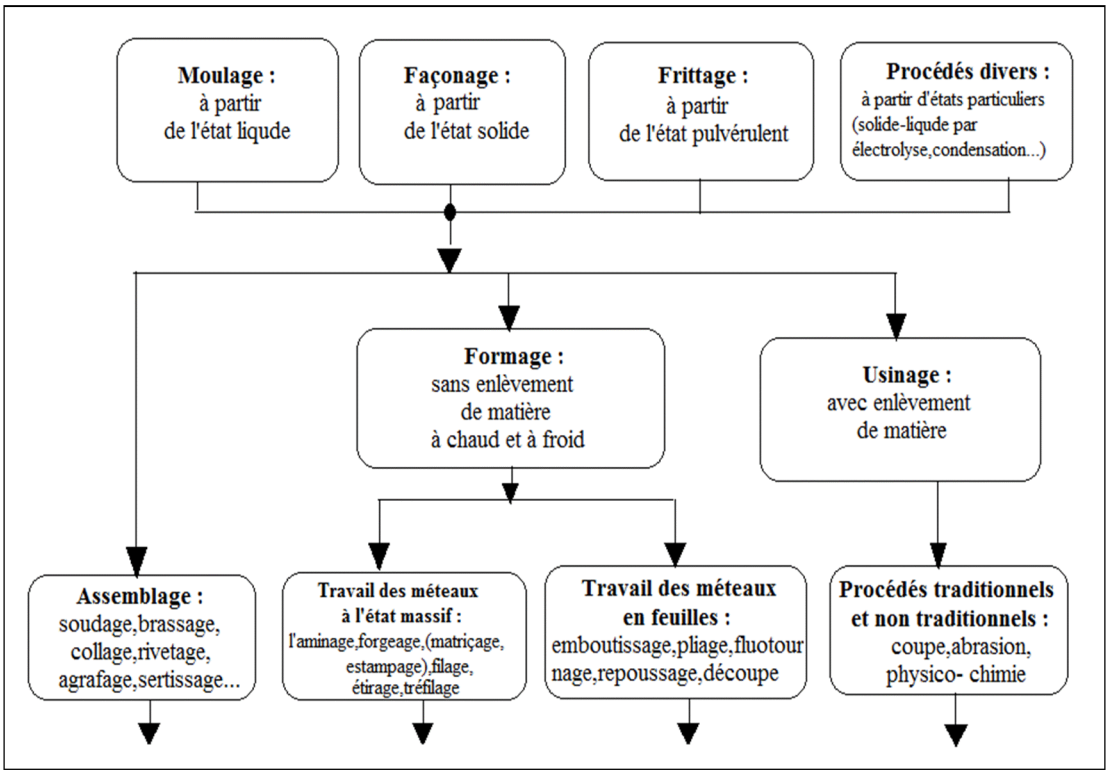



**Figure I.1 : Principaux procédés de mise en forme des matériaux métalliques**

## I.3. L'emboutissage

### I.3.1. Définition

L'emboutissage est un procédé de mise en forme des matériaux métalliques en feuilles minces. Cela consiste à donner une dimension spatiale à une feuille métallique initialement plane. Elle peut se présenter sous la forme de bande ou de flan.

Ce procédé permet d'obtenir des pièces de formes complexes au moyen d'une presse hydraulique ou mécanique équipée d'un outillage constitué essentiellement d'un poinçon et d'une matrice. Ces deux outils sont associés à un serre-flan qui assure le contrôle de l'écoulement du métal mis en œuvre afin d'éliminer la formation des plis sur la pièce finie.

Parmi l'outillage dont la configuration détermine l'effet obtenu sur le flan on cite :

**- Outils à simple effet:** il a une configuration plus simple, composée principalement d'une matrice et d'un poinçon.

**- Outils à double effets:** il comprend en plus de l'outil à simple effet, un serre– flan.

## I.3.2. Procédés d'emboutissage [2]

### *I.3.2.1. Principe*

Le principe est fondé sur la déformation plastique du matériau, La déformation consiste en un allongement ou un retreint local de tôle pour obtenir la forme désirée. Par suite de la conservation globale du volume de matériau, les zones d'étirement subissent un amincissement et les zones de retreint subissent une combinaison d'épaississement et de plissement.

L'emboutissage se pratique à l'aide d'une presse à emboutir de fortes puissances munie d'outillages spéciaux qui comportent en général trois pièces actives :

- Une matrice en creux, épouse la forme extérieure de la pièce.

- Un poinçon en relief, épouse sa forme intérieure en préservant l'épaisseur de la tôle.

- Un serre-flan entoure le poinçon et sert à coincer la tôle pendant l'application du poinçon.

L'entrée de la matrice doit être arrondie et polie pour éviter toute déchirure du métal. Pour améliorer le comportement des zones en retreint, aucun angle vif n'est toléré et un parfait état de surface est primordial.

La mise au point de tels outils est une opération très spécialisée et très couteuse notamment sur les pièces d'apparence. Selon la profondeur ou la forme de la pièce, des passes dans des outils différents peuvent être nécessaires.

L'emboutissage peut aussi être pratiqué par d'autres procédés, tel que l'hydroformage ou encore l'emboutissage incrémental.

- L'hydroformage est l'application d'un fluide à très haute pression qui plaque la tôle contre la matrice, cette haute pression peut être obtenue à l'aide d'un dispositif hydraulique ou explosif.

-L'emboutissage incrémental fait appel à une fraiseuse CNC trois axes courants. Elle est équipée d'un dispositif de serrage pour les tôles à déformer et un seul poinçon universel monté dans le mandrin de la fraiseuse qui est capable d'effectuer des mouvements complexes grâce à la commande CNC en plaquant la tôle contre un support, suivant la complexité et la forme géométrique de la pièce à réaliser.

Sur certaines presses, la matrice peut se déplacer de même qu'une matrice fixe qui peut comporter des parties mobiles.

Le choix du procédé dépend du type de presse disponible en atelier, de la forme de la pièce, du matériau utilisé (acier standard, acier a haute résistance, aluminium, etc...), du nombre total d'opérations pour obtenir la pièce finie, etc.

### *I.3.2.2. L'emboutissage en température* [3]

Il existe deux types de procédés d'emboutissage classés suivant les conditions thermales:

#### a- L'emboutissage à froid

Cette technique consiste à former une pièce à température ambiante. Elle est principalement utilisée sur un outillage double effets mais peut aussi l'être sur un outillage à simple effet dans le cas où les emboutis sont peu profonds ou s'ils nécessitent peu d'efforts de serrage. Ce type de formage permet d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle, limite les coûts et évite la formation d'oxyde.
Néanmoins, l'épaisseur des tôles à emboutir ainsi que les caractéristiques mécaniques sont à l'origine des limitations de cette technique. En effet, il devient nécessaire pour les grandes épaisseurs d'effectuer l'emboutissage en plusieurs passes. A ceci, il faut ajouter d'une part l'effet de l'écrouissage apparaissant lors de la mise en forme et se traduisant par un durcissement structural et une baisse de la ductilité. D'autre part, la création de contraintes résiduelles au sein de la pièce finie, limite ses applications (risque de rupture par fatigue).

#### b- L'emboutissage à chaud

Principalement utilisé sur presses hydrauliques simple ou double effets, 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 de pièces profondes par chauffage du flan (et de la matrice) et évite l'écrouissage et la formation de contraintes résiduelles.

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. Enfin, cette technique nécessite des mises au point de sécurité plus importantes.

### I.3.3. Mode d'emboutissage [4]

L'emboutissage impose à la tôle différents modes de déformation dont le but est l'obtention d'une surface creuse. Le type d'outillage conditionne les deux cas limites de déformation :

- Mode en retreint (essai SWIFT ou L.D.R): lorsque le flan métallique glisse librement, il n'y a pas d'amincissement du métal par emboutissage (figure I.2.b) c.à.d. que le métal est amené à glisser entre la matrice et le serre-flan de manière à réaliser la partie droite ou jupe de l'embouti.
- Mode en expansion (essai ERICHSEN) : lorsque le flan est freiné, la paroi s'amincit en même temps qu'elle s'allonge (figure I. 2a), le flan et bloqué entre le serre-flan et la matrice.

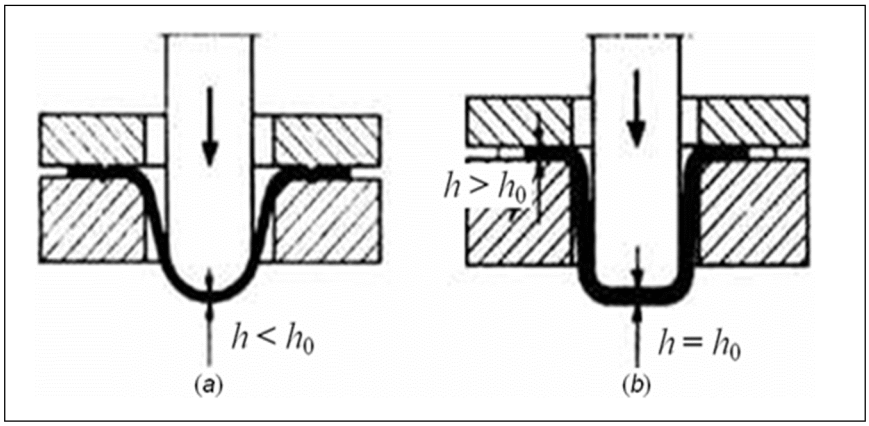



**Figure I.2 : a- Emboutissage par expansion ; b- Emboutissage profond avec retreint**

L'art de l'emboutissage consiste à réaliser le meilleur compromis entre ces deux modes de déformation et à optimiser ainsi l'écoulement du métal entre le poinçon, la matrice et le serre-flan.

### I.3.4. Matériaux et forme embouties [5]

La technique d'emboutissage permet de mettre en forme de nombreux matériaux que ce soit des aciers, des alliages non ferreux ou des pâtes. Néanmoins, la mise en œuvre d'une tôle nécessitera certains réglages ou certaines actions préalables dépendant de la nature même du matériau.

#### *I.3.4.1. Les différentes tôles*

Les techniques modernes de laminage permettent d'obtenir des tôles d'acier très minces, avec une surface propre et lisse, une structure homogène et une gamme de caractéristiques mécaniques adaptées aux exigences de l'emboutissage. Ces tôles sont classées en trois catégories:

- Tôle de fabrication courante (TC).
- Tôle d'emboutissage (E).
- Tôle d'emboutissage spéciale (ES).

Les caractéristiques relatives à ces tôles sont représentées dans le tableau ci-dessous

**Tableau I.1 :** Caractéristiques des différentes catégories de tôle [13]

| **Résistance à la rupture (daN/mm²)** | **Allongement (%)** | | **Dureté Rockwell** |
|---|---|---|---|
| **TC :** Tôle de fabrication courante | 42 | 24 | 65 |
| **E :** Tôle d'emboutissage | 38 | 30 | 57 |
| **ES :** Tôle d'emboutissage spéciale | 35 | 36 | 50 |

#### *I.3.4.2. Formes de pièces emboutis [7]*

D'une façon générale, les pièces embouties sont de forme simple telle que cylindrique, conique, sphérique ou prismatique. Cependant, ces formes simples sont déjà relativement difficiles à réaliser et ne sont généralement réalisables qu'avec un emboutissage par étapes, c'est à dire un emboutissage où la forme désirée n'est obtenue qu'après un certain nombre de phases successives.

**-Forme cylindrique**: La forme cylindrique est facilement réalisable avec de bonnes conditions opératoires. A partir de cette forme simple, il est possible de réaliser des formes plus évoluées avec la méthode d'emboutissage dite renversée.

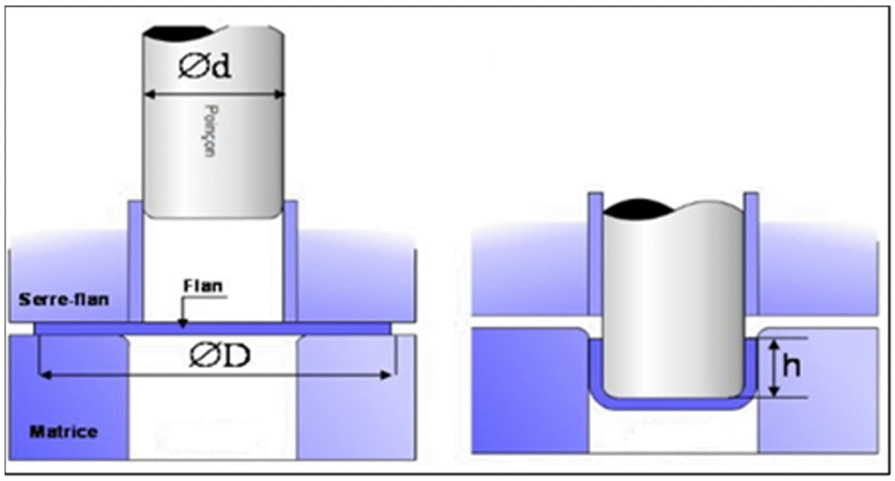



**Figure I.3 : Emboutissage de pièces cylindriques**.

**-Forme conique** : La forme conique ne peut être obtenue qu'après au moins 4 passes. Cette technique permet d'obtenir des formes qu'il aurait été impossible à former en une seule passe.

**-Forme demi–sphérique** : L'emboutissage d'une demi sphère est difficile en raison de la formation de plis, mais il est possible de l'obtenir en une seule passe si la matrice est munie d'un bourrelet.

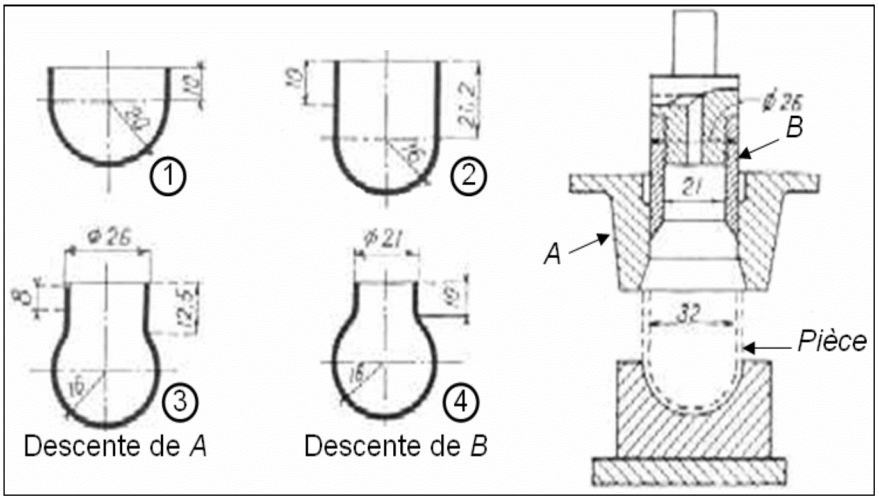



**Figure.1.4 : Emboutissage de pièces demi-sphériques**

**-Forme rectangulaire:** Dans les emboutis rectangulaires, on peut considérer que seuls les rayons latéraux sont emboutis (quart d'embouti cylindrique), les flancs étant simplement cambrés.

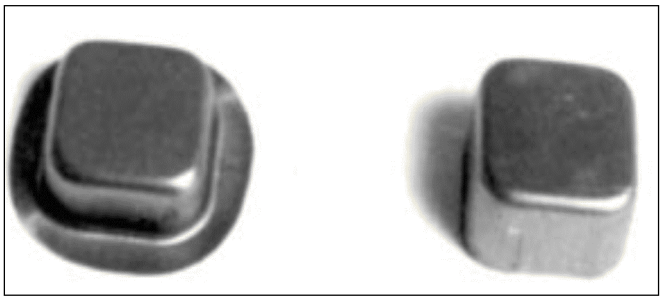


**Figure I.5 : Emboutis rectangulaires**

## I.3.5. Caractérisation de l'emboutissage [8]

Dans le but de réussir au plus vite un nouvel embouti, de réduire le temps entre deux séries et donc de caractériser l'emboutissage, le recours à des machines de traction est souvent nécessaire. Cette machine permet de reproduire de petits emboutis sans demander un outillage perfectionné.

Afin de permettre cette caractérisation, deux approches sont possibles mais surtout complémentaires.

D'une part, un aspect que l'on peut qualifier de métallurgique et qui correspond aux relations entre les propriétés du métal et ses performances. D'autre part, un aspect opératoire ayant pour objectif de préciser l'influence des différents paramètres de la presse sur la réussite de la pièce. Néanmoins, il est important de préciser que l'étude de ces deux aspects nécessite une analyse préalable des déformations subies par le flan. Ce type de mesures s'effectue à l'aide d'une grille gravée sur la face externe de la future pièce.

### *I.3.5.1. Principe et analyse des déformations*

L'état des déformations d'un élément de flan est correctement décrit à partir des déformations dans trois directions principales :

- dans le sens de la longueur (généralement la direction de laminage) :

$$\varepsilon_1 = \ln (L/L_0) \qquad (1)$$

- dans le sens de la largeur (généralement la direction perpendiculaire) :

$$\varepsilon_2 = \ln (b/b_0) \quad (2)$$

- dans le sens de l'épaisseur :

$$\varepsilon_3 = \ln (h/h_0) \quad (3)$$

Avec $L_0$, $b_0$, $h_0$ longueur, largeur et épaisseur initiales, respectivement, L, b, h respectivement longueur, largeur et épaisseur finales de l'élément.

La conservation du volume pendant la déformation permet d'écrire :

$$\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3 = 0 \quad (4)$$

### *I.3.5.2. Courbes limites de formage [8]*

Dans le but d'observer sur un embouti, les déformations pendant et à la fin du formage, on utilise les déformations rationnelles principales, longitudinale $\varepsilon_1$(ou radiale $\varepsilon_r$ s'il s'agit d'un embouti circulaire) et transversale $\varepsilon_2$ (ou circonférentielle $\varepsilon_\theta$ pour la même raison que précédemment). Sur la (Figure I.6) on représente la courbe limite de formage pour un acier inoxydable.

L'axe des abscisses $\varepsilon_2$ sépare les domaines de l'allongement et du raccourcissement, l'axe des ordonnées $\varepsilon_1$ sépare les domaines de l'élargissement et du rétrécissement.

Les courbes limites de formage qui représentent le lieu géométrique des déformations principales $\varepsilon_1$ et $\varepsilon_2$ sont obtenues à l'aide d'essais spécifiques tels que des essais de traction sur éprouvettes lisses, ou des essais de traction sur éprouvettes entaillées, ou bien par des essais ( Erichsen, Olsen, Bulge et Swift avec différents lubrifiants).

Dans le tracé des courbes limites de formage, on admet que les trajectoires de formage sont rectilignes, c'est–à–dire que le rapport $\varepsilon_2$ / $\varepsilon_1$ est constant.

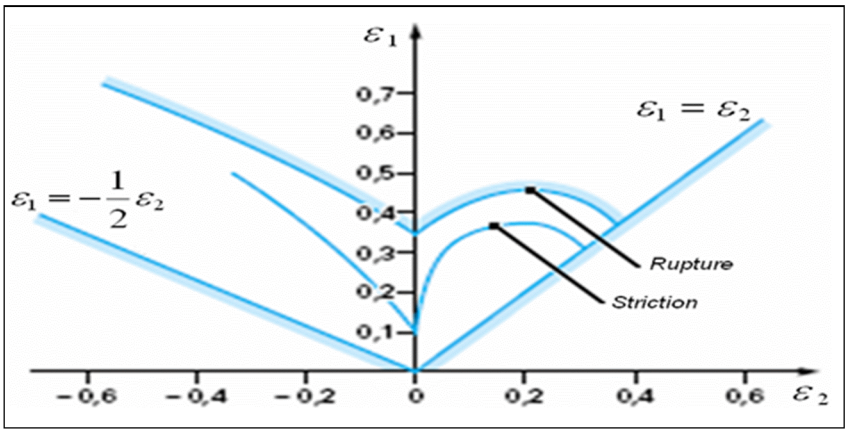



**Figure I.6 : Courbe limite de formage**

### *I.3.5.3. Mesure des déformations [9]*

L'emboutissabilité d'une tôle, c'est à dire sa capacité à être emboutie, pose le problème de la mesure de ses caractéristiques. Il faut donc trouver un système de mesure des déformations qui permettrait de comparer la réussite d'un embouti suivant le matériau, les paramètres opératoires (la lubrification, la pression, les frottements, les jeux entre poinçon et matrice,…) et les paramètres métallographiques (état de surface du flan, orientation cristallographique,…).

Dans cette optique, il est commun de s'aider d'une petite grille tracée sur le flan. Cette grille est généralement formée de petits cercles et de carrés tendant à se déformer lors de l'emboutissage. Plusieurs procédés sont employés pour effectuer ce tracé, tels que :

- tracé à la pointe sèche.
- tracé à l'encre, à l'aide d'un tampon.
- tracé par gravage électrochimique.
- tracé à l'aide de résine ou de vernis photosensible.

De nombreux modèles ont été imaginés, mais chacun se doit de respecter trois points essentiels desquels dépendent la précision et la signification des mesures effectuées. Il s'agit de :

- **La nature** de grille la plus utilisée est celle proposée par Caillot (Figure I.7), consistant en un quadrillage régulier de carrés auxquels viennent s'ajouter un réseau de cercles tangents. D'autres motifs ont étés imaginés tels que des réseaux de cercles

disjoints, tangents ou enchevêtrés. Ces motifs bien que moins communs, apportent des résultats des plus satisfaisants dans le cas d'essais de rétreint pur.

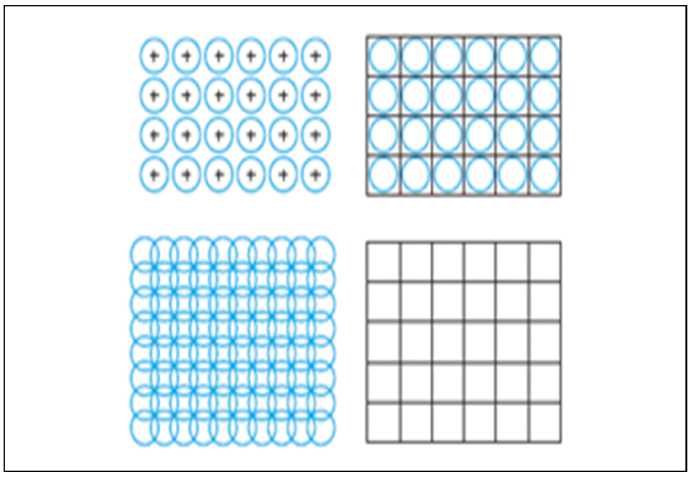


**Figure I.7 : Différents types de grilles [2]**

- **Les dimensions** à donner aux mailles dépendent non pas de celles de la pièce mais du gradient de déformation local à un endroit critique. En effet, ces gradients sont très localisés et ne permettent pas de considérer la déformation comme homogène à l'échelle du motif. Afin de réaliser une mesure précise dans les zones critiques, il est important d'utiliser un pas de 2 à 5 mm. Un pas supérieur conduirait à une étude sans grande retombée.

- **La position** de la rupture est primordiale si l'on souhaite étudier de manière réaliste une rupture. Cette scission doit prendre naissance dans le cercle et passer par son centre. Lors de la déformation du flan, la grille de Caillot entraîne la création de parallélépipèdes et d'ellipses (Figure I.8). De la direction et de la mesure des axes d'une ellipse, on peut déduire la direction et la grandeur des deux déformations principales au centre du cercle. De par ces déformations, on détermine les allongements et les trois déformations principales.

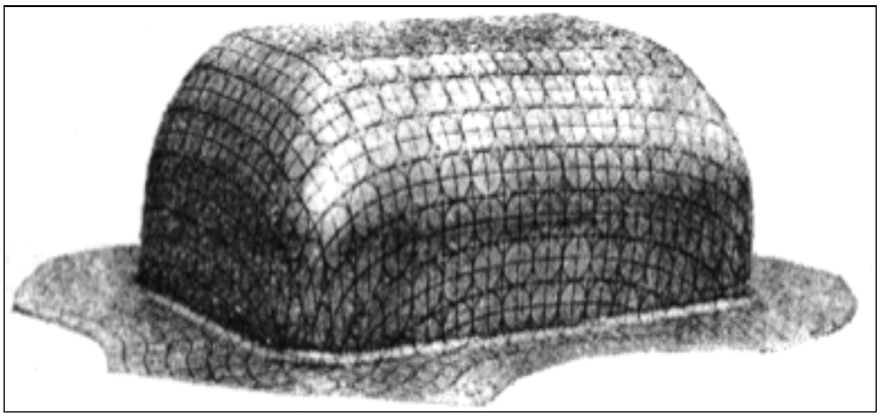


**Figure I.8 : Exemple de grille déformée**

### I.3.6. Essais d'emboutissage [8]

De nombreux essais spécifiques ont été imaginés et utilisés pour juger l'aptitude d'une tôle à subir l'opération d'emboutissage. Nous les avons classés selon le mode de déformation prédominant.

La Figure I.9 représente les principaux modes de déformations tels qu'ils apparaissent sur des emboutis servant à des essais de caractérisation (essais Swift, Erichsen, etc).
Les cercles sur le graphe montrent l'état des déformations de la matière, c'est à dire on dessine sur la tôle initiale des petits cercles puis on fait l'emboutissage et après formage, on regarde le changement de la forme du cercle qui devient une ellipse, où l'axe Y (vertical) de l'ellipse est $\varepsilon_1$et l'axe X (horizontal) est $\varepsilon_2$

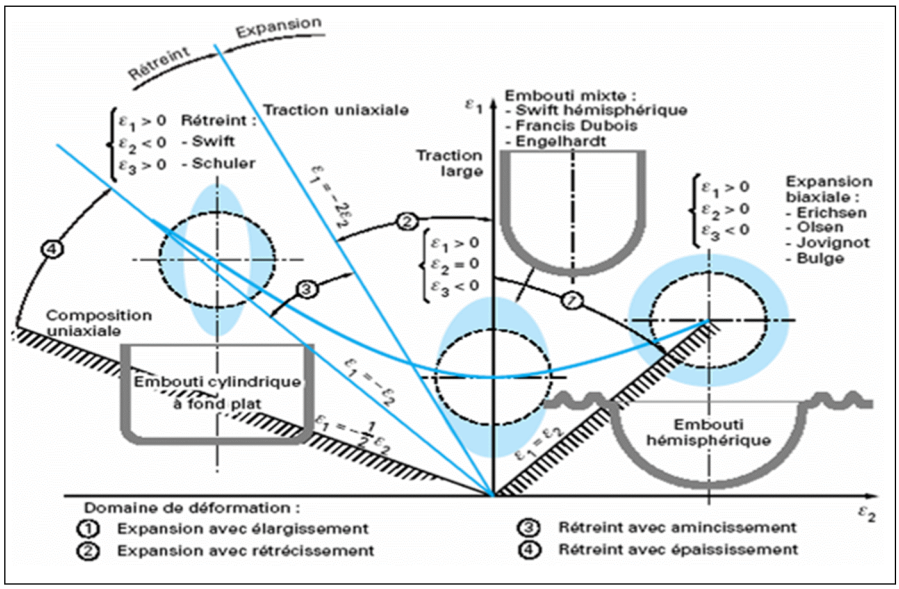



**Figure I .9 : Principaux modes de déformation en emboutissage illustrés par des emboutis servant à des essais de caractérisatio**

La représentation la plus fidèle des déformations sur un embouti pendant et après formage est donnée par les déformations rationnelles qui peuvent être représentées dans un diagramme dont les axes orthogonaux sont les déformations principales $\varepsilon_1$ et $\varepsilon_2$. Le domaine de l'expansion est défini par la surface comprise entre les demi–droites :

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \text{ et } \varepsilon_1 = -2\,\varepsilon_2 \quad (5)$$

Le domaine du rétreint est défini par les demi–droites :

$$\varepsilon_1 = -2\,\varepsilon_2 \text{ et } \varepsilon_1 = -1/2\,\varepsilon_2 \quad (6)$$

Dans le mode de déformation en rétreint, on notera, en particulier, l'augmentation d'épaisseur au sommet de la jupe de l'embouti ($\varepsilon_3>0$), alors que dans le mode en expansion il y a amincissement de l'épaisseur du flan sous le nez du poinçon ($\varepsilon_3<0$).

### *I.3.6.1. Essais d'expansion biaxiale*

Comme les frottements modifient la répartition des déformations dans la tôle, il faut distinguer le cas des essais sans frottement (gonflement hydraulique : Jovignot, Bulge test) de celui avec frottements (poinçon hémisphérique : Erichsen modifié; essai suédois; Persoz; et Renault).

### *I.3.6.2. Essais de retreint*

Ces essais relèvent de deux familles, celles des essais élémentaires (déformation d'une éprouvette de tôle de forme trapézoïdale) et celle des essais simulatifs (essais Swift–IDDRG1). Nous traiterons juste cette dernière famille.

Les essais simulatifs consistent à emboutir des coupelles profondes à fond plat et à flan non bloqué sous le serre–flan. En effet, si le rayon de raccordement du poinçon est suffisamment petit, il n'y a pas d'expansion sous le nez du poinçon, et la déformation dominante est le rétreint sous serre flan.

Dans le cas de l'essai Swift, codifié par l'IDDRG, le flan est transformé en coupelle cylindrique (Figure I.10). Le but de cette expérimentation est de caractériser le rapport entre le diamètre d du poinçon et le diamètre D du flan.

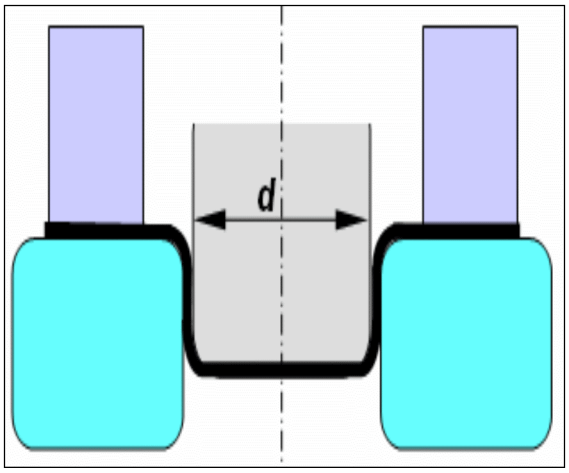



**Figure I.10 : Essai Swift**

Malgré ses difficultés d'exécution, cet essai a connu un certain développement récemment. Principalement suite à l'excellente corrélation trouvée entre le rapport limite d'emboutissage d/D et le coefficient d'anisotropie **r**.

### *I.3.6.3. Essais mixtes*

Ce sont les essais les plus répandus car ils permettent d'analyser tous les modes de déformation présentés précédemment.

Nous noterons par exemple la présence d'essais :

- de coupelle cylindrique à flan non bloqué et à poinçon hémisphérique (Erichsen, Swift) ou ellipsoïdal (Renault), hémicylindriques (Chausson).

- de coupelle cylindrique à fond plat mais à grand rayon de raccordement (Dubois).

- de coupelle à fond plat avec successivement emboutissage à flan non bloqué puis rupture à flan bloqué (Engelhardt).

- d'expansion d'un trou sur un poinçon où la fibre située le long du trou s'allonge jusqu'à la rupture.

- de coupelle conique, sans serre– flan, à fond plat, ou hémisphérique (Fukui).

### I.3.7. Effort d'emboutissage

#### *I.3.7.1. Emboutissage Cylindrique*

Sa valeur maximale correspond à la charge de rupture par traction du métal, de la section motrice de l'embouti.

En pratique, on utilise la formule suivante :

$$Fe = \pi . d . e . R_C . K \quad (7)$$

Avec :

**Fe :** effort d'emboutissage (en daN).

**d :** diamètre du poinçon (en mm).

**D :** diamètre du flan (en mm).

**e :** épaisseur de la tôle (en mm).

**$R_C$ :** résistance de la tôle à la traction (en daN/mm²).

**K :** coefficient en fonction de d/D.

**Tableau I.2:** Le coefficient K en fonction de d/D

| $\frac{d}{D}$ | 0 ,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $K$ | 1 | 0,86 | 0,72 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |

Lorsque l'emboutissage se fait sur une presse à simple effet, l'effort sur le serre-flan est ajouté à l'effort d'emboutissage

**- Effort sur serre flan cylindrique :**

$$F_S = \pi/4 (D^2 - d_1^2). P \quad (8)$$

Avec :

**P :** Pression spécifique sur le serre-flan

**Tableau I.3:** Matériaux du flan et leurs pressions spécifiques

| **Matière (flan)** | **P (daN/cm$^2$)** |
|---|---|
| Acier doux | 25 |
| Acier inoxydable | 20 |
| Laiton | 20 |
| Aluminium | 12 |
| Duralumin | 16 |

### *I.3.7.2. Emboutissage rectangulaire*

La formule utilisée est la suivante :

$$F_{er} = 1{,}6\ (a + b + 2\ r_n).\ P.\ e \qquad (9)$$

Avec :

**$F_{er}$ :** effort d'emboutissage rectangulaire en daN

**A** et **b :** distances entre les centres des rayons des angles d'emboutissage rectangulaire (en mm).

**$r_n$ :** rayon en angle (mm)

**e :** épaisseur spécifique pour le métal considéré

**- Effort sur serre flan rectangulaire:**

$$F_{sr} = 2\ (a + b).\ H.\ r.\ \pi/\ 2\ (D^2 - dm^2)\ .P \qquad (10)$$

**$F_{sr}$ :** effort du serre-flan en daN

**D :** diamètre du flan

**dm :** diamètre de la matrice

**H :** hauteur de l'embouti

**r :** rayon latéral de l'embouti

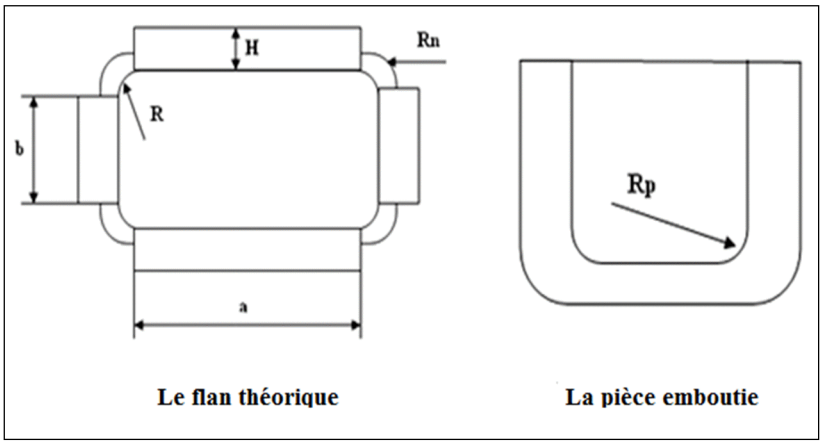



**Figure I.11 : Flan théorique de pièce rectangulaire emboutie**

### *I.3.7.3. Jeu entre matrice et poinçon*

Pour obtenir une surface emboutie parfaitement lisse, il est nécessaire de prévoir un jeu entre le poinçon et la matrice.

Le calcul du jeu est basé sur la formule suivante :

$$D - d = 2 \times J \quad (11)$$

J = e + tolérance max de la tôle

### *I.3.7.4. Rayon sur la matrice*

Ce rayon a une importance sur la qualité de l'embouti que pour la répartition des forces.

Pour **r** = 0, on a un déchirement du flan :

$$r = (D - d)/2 \quad (12)$$

Avec :

**r**: rayon de la matrice (mm)

**D**: diamètre du flan (mm)

**d** : diamètre de l'embouti (mm)

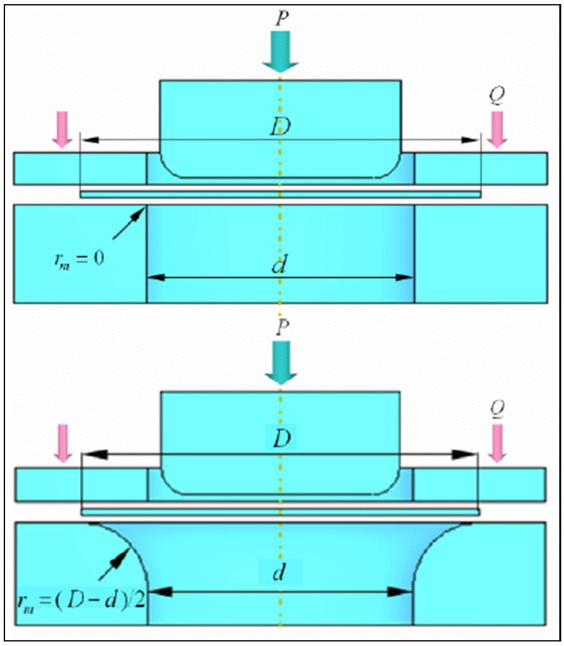



**Figure I.12: Variation de l'arrondi sur la matrice**

Afin de déterminer le rayon efficace, on utilise les relations concernant la première passe :

Pour l'acier :

$$r = 0{,}8.\ [(D - d_1).\ e]^{1/2} \qquad (13)$$

Pour l'aluminium :

$$r = 0{,}9.\ [(D - d_1).\ e]^{1/2} \qquad (14)$$

Avec :

**r** : rayon de la matrice

**D**: diamètre du flan (mm)

**$d_1$**: diamètre de l'embouti (mm)

**e**: épaisseur du flan (mm)

Pour un emboutissage de plusieurs passes, on applique la formule suivante:

$$r_n = (d_{n-1} - d_n)/2 \qquad (15)$$

### *I.3.7.5. Rayon sur le poinçon ($R_p$)*

La partie de la tôle qui se trouve en contact avec le rayon trop faible de poinçon subie une diminution d'épaisseur **(1),** après réemboutissage, le défaut se retrouve sur la surface latérale de l'embouti **(2)** (figure. I.13). Le rayon ($\mathbf{R_p}$) est compris entre $5e < R_p < 10e$.

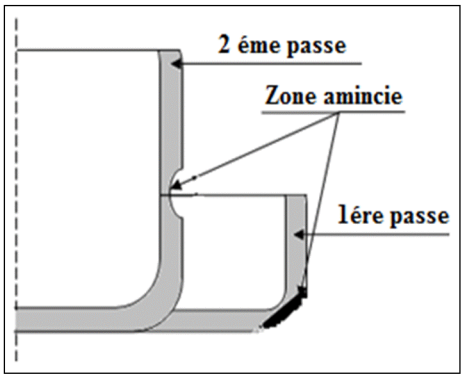



**Figure I.13 : Le rayon sur le poinçon**

### *I.3.7.6. Vitesse d'emboutissage*

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

**Tableau I.4 :** Vitesses d'emboutissage pour différents matériaux

| **Matériaux** | **Vitesses (mm/s)** |
|---|---|
| L'acier, le zinc. | 200 |
| Les aciers doux. | 280 |
| L'aluminium. | 500 |
| Le laiton. | 750 |

## I.3.8. Principaux défauts des pièces emboutis [10]

Le procédé d'emboutissage est complexe, ce qui conduit à la rencontre de plusieurs défauts sur des pièces embouties, qui sont soit des défauts d'aspect, soit des défauts structurels et géométriques. Dans ce cas, les critères d'acceptation sont divers.

### *I.3.8.1. Formation de plis [3]*

On appelle plis, les ondulations de la tôle résultant d'un flambement local à un champ de contrainte de compression. Généralement associés à des déformations en retreint, ils peuvent apparaître aussi bien dans les zones de la tôle qui sont momentanément en contact ni avec la matrice ni avec le poinçon que sous serre-flan. Ils peuvent résulter aussi bien des contraintes résiduelles libérées après retrait du poinçon et extraction de la pièce hors de la matrice.

### *I.3.8.2. Striction*

La rupture se produit généralement dans les zones de l'embouti sollicitées en expansion ou en traction plane. Son apparition signifie en fait que les déformations locales ont dépassé la capacité d'allongement plastique du métal. L'absence de rupture n'est cependant pas suffisante pour garantir la réussite de l'embouti. La striction, amincissement localisé de la tôle juste avant rupture, constitue également un motif de rebus. Parfois difficile à déceler, elle s'accompagne généralement d'une granulosité (parfois de type peau d'orange) plus forte en périphérie. Elle peut aussi apparaître sous l'aspect de chanfreins sur les rayons les plus petits, associés à des débuts d'entailles dans la matière.




**Figure 1.14 : Rupture après striction localisée (à gauche : en rétreint) et sans striction localisée (à droite : en expansion)**

### *I.3.8.3. Aspect de surface*

Les défauts d'aspect peuvent être classés en deux catégories:

- Les défauts accidentels (picots, rayure, marquage divers) liés à des incidents survenus au cours de la manipulation des pièces comme au cours du formage et dont la prévention passe par une préparation et un entretien soignés de l'ensemble des moyens de production (propreté des outils, manipulateurs et palettes de stockage adaptées).

- Les défauts systématiques liés à une hétérogénéité de déformation ou au glissement du métal sur le rayon d'entrée de la matrice résultant directement des choix opérés lors de la conception de la gamme et dont l'acceptation repose sur la non visibilité des zones correspondantes sur le produit fini.

### *I.3.8.4. Le retour élastique*

Le retour élastique qui se produit après retrait du poinçon est inhérent à de nombreux procédés de mise en forme. Il conduit à un écart géométrique entre la forme désirée et la pièce réelle obtenue après fabrication. Ce phénomène est d'autant plus marqué que la limite d'élasticité du matériau est plus élevée et son module d'élasticité plus faible.

Il se traduit généralement par une augmentation des rayons de courbure d'autant plus grande que ce rayon est grand, une ouverture des angles et un raccourcissement des fibres sous tension dans l'outil.

Le retour élastique engendre une distribution de contraintes fortement hétérogènes à travers la pièce et plus particulièrement de l'épaisseur, celles-ci perdurent sous forme de contraintes résiduelles. Ce sont ces contraintes qui entraînent des écarts géométriques du fait d'une redistribution de l'énergie emmagasinée lors du chargement. Ces écarts peuvent êtres minimisés par une mise au point méticuleuse des outils. [3]

Le retour élastique se manifeste sur les pièces pliées, sur les pièces cylindriques (diamètre intérieur de la pièce supérieur au diamètre de poinçon) et sur les pièces de grandes dimensions peu déformées.

Ce phénomène est facilement vérifiable à l'aide d'un essai de traction à déformation contrôlée. En effet, si l'essai est arrêté avant la rupture de l'éprouvette, et que la contrainte est suffisante pour dépasser la limite élastique, la longueur de l'éprouvette est supérieure à sa longueur initiale mais inférieure à celle atteinte à la fin de l'essai. L'éprouvette a subit un retour élastique correspondant à la déformation qu'elle a subit avant sa limite.

Afin d'obtenir une pièce de dimensions conformes aux attentes, il est donc important de prendre en considération ce phénomène. Dans le but de l'atténuer, il est courant de recourir à certains artifices tels que la frappe du rayon, l'étirage en fin de gamme ou le maintien prolongé du poinçon.

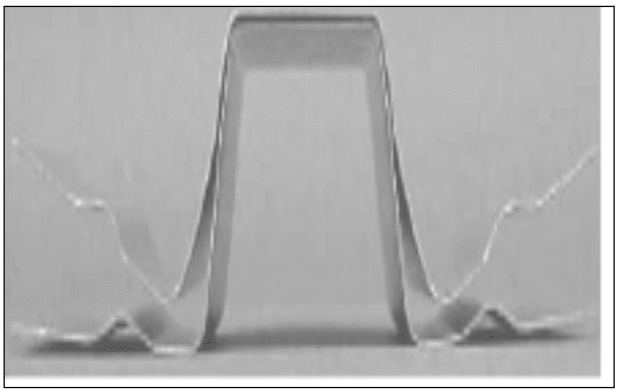


**Figure.15 : Retour élastique**

# I.4. Découpage

## I.4.1. Définition

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

## I.4.2. Eléments principaux constituant un outil de découpe [11]

**- Le poinçon:** Pièce pleine dont la base possédant la forme de la pièce à découper. Il est de section constante.

**- La matrice :** Pièce ajourée de façon à ce que le poinçon s'ajuste dans l'ouverture avec un ajustement de jeu déterminé. Elle comporte une dépouille d'environ 5% pour éviter le laminage des flans sur une trop grande longueur, et réduire l'effort fourni par la presse.

**Remarque**

La course des poinçons doit être réglée pour ne pas pénétrer dans la matrice (éviter l'usure et dégâts…).

## I.4.3. Principe de découpage

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

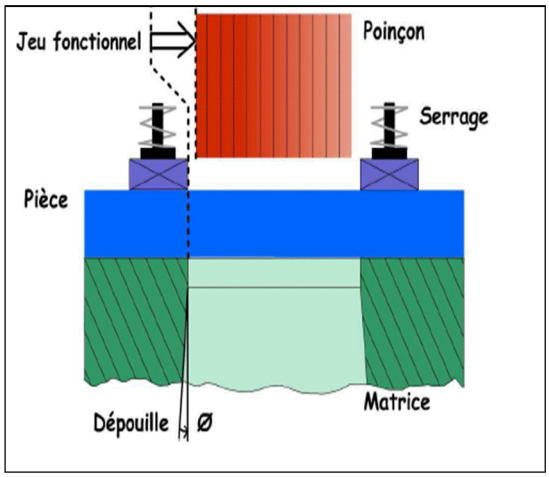



**Figure I.16 : Principe de découpage**

La tôle à découper étant située entre les deux lors du découpage, on distingue 3 phases :

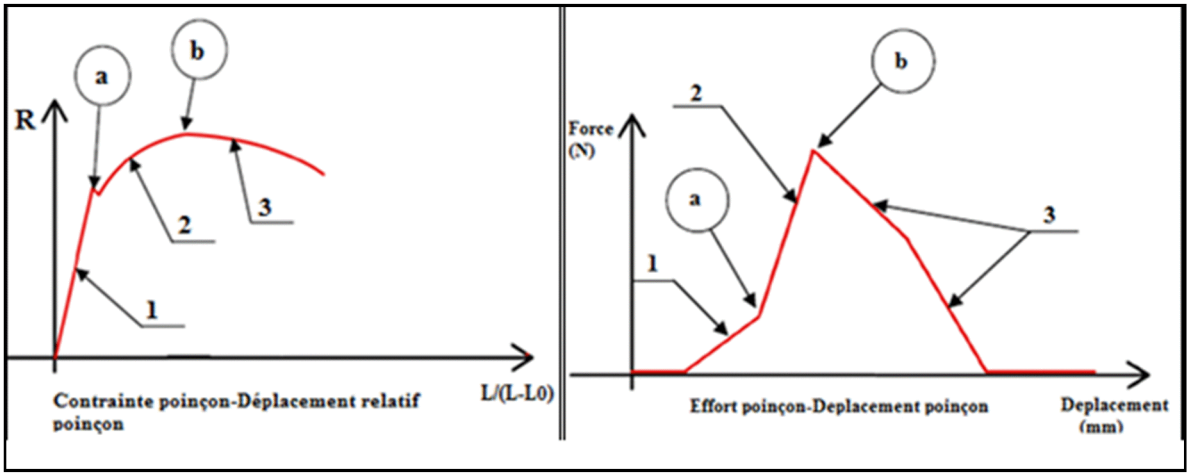



**Figure I.17 : Effort et contrainte sur le poinçon lors des phases du découpage**

1. Au début, l'effort croît lentement jusqu'au point (a) (figure I.20). Le poinçon s'enfonce lentement sans détacher les particules de métal. C'est la phase de déformation élastique.

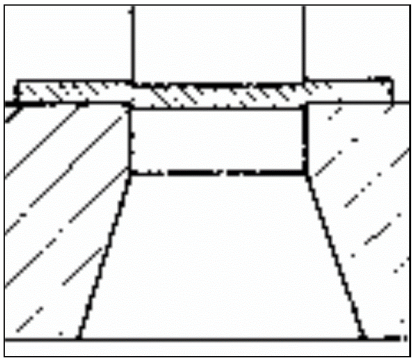


**Figure I.18 : Phase de déformation élastique**

2. Ensuite, l'effort prend sa valeur maximum (b) (figure I.20): c'est l'effort de cisaillement (séparation et accélération des particules du métal). Des fissures apparaissent au voisinage des arêtes coupantes, du côté poinçon et du coté matrice.

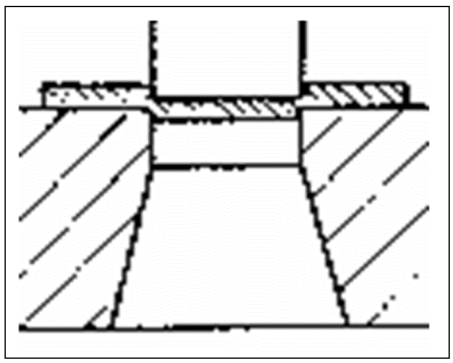


**Figure I.19 : Effort de cisaillement**

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

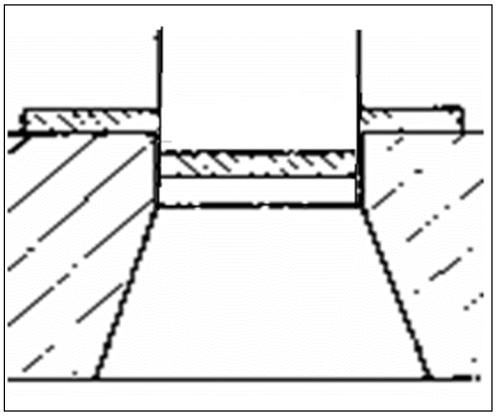


**Figure I.20 : Découpe**

### *I.4.3.1. Aspect d'une coupe*

L'aspect d'une coupe est amélioré par le jeu entre matrice et poinçon d'une part, et le profil de la surface à cisailler d'une autre part. Le jeu est donné suivant le matériaux à découper.

Pour les aciers doux

Jeu = 0.03 * e

Un effort F est appliqué par le dévétisseur pour empêcher la rotation de la tôle.

L'angle d'affutage de la lame θ varie entre 50° et 90° selon la dureté du métal, par contre l'angle de rupture β est constant.

Pour les aciers durs β = 4°, et pour les aciers doux β = 6°.

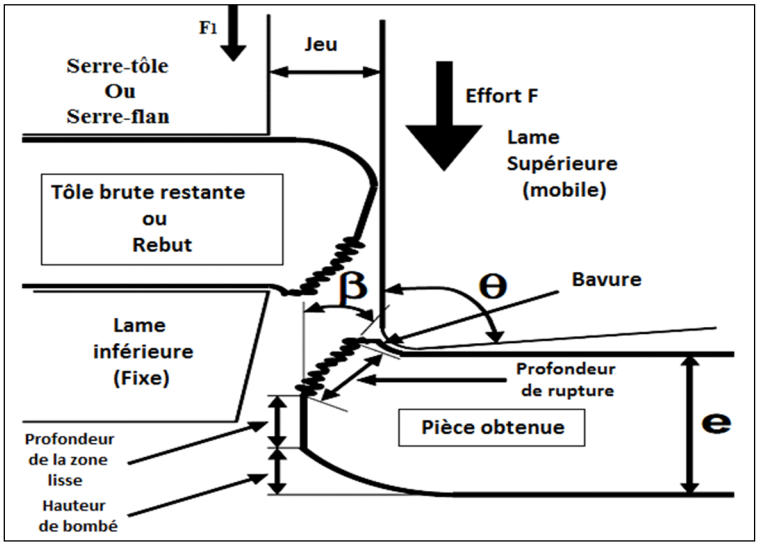



**Figure I.21 : Aspect des pièces cisaillées**

### *I.4.3.2. Angles des lames*

**- L'angle tranchant**

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

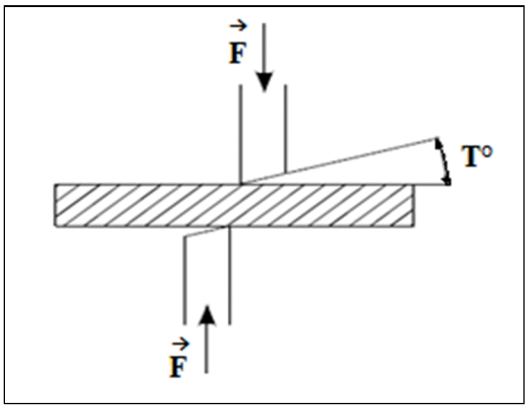



**Figure I.22 : L'angle tranchant des lames**

### I.4.4. Désignation des opérations de découpage [11]

#### *I.4.4.1. Poinçonnage*

On conserve la partie extérieure, le déchet et la débouchure.

#### *I.4.4.2. Découpage*

Obtention d'un flan par séparation, suivant une ligne fermée dans une bande ou une feuille. Le déchet est appelé squelette.

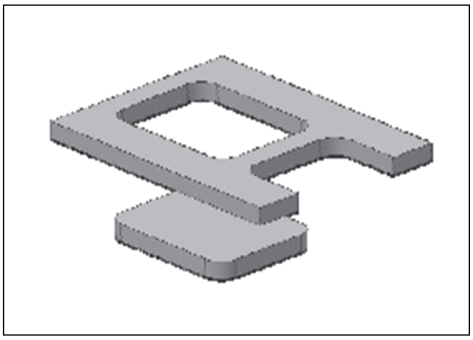


**Figure I.23 : Le découpage**

#### I.*4.4.3. Crevage*

Découpage partiel, généralement fait sur des tôles épaisses. Il consiste à ne pas détacher la chute complètement de la pièce.

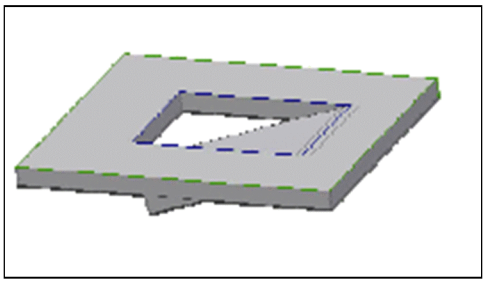


**Figure I.24 : Le crevage**

### *I.4.4.4. Encochage*

C'est une opération qui s'effectue sur des pièces finies. Elle consiste à découper des encoches débouchant sur un contour.

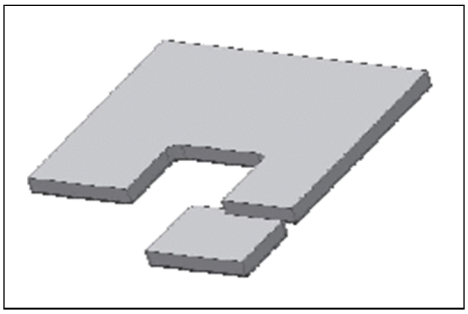


**Figure I.25 : L'encochage**

### *I.4.4.5. Grignotage*

Poinçonnage partiel, il s'applique en général aux tôles minces. C'est une méthode de découpage par enlèvement de matière suivant une saignée dont la largeur est égale à celle du poinçon. Le découpage se fait suivant un tracé précis. Après grignotage, les rives présentent des marques successives laissées par le poinçon à éliminer par un meulage fin.

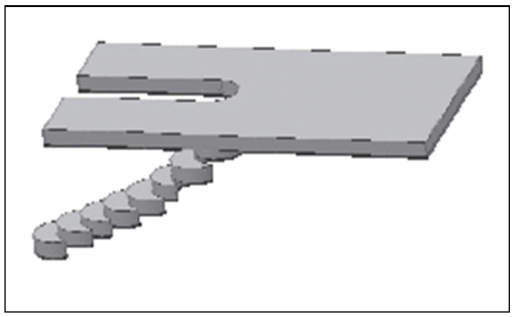


**Figure I.26 : Le grignotage**

### *I.4.4.6. Détourage*

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

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

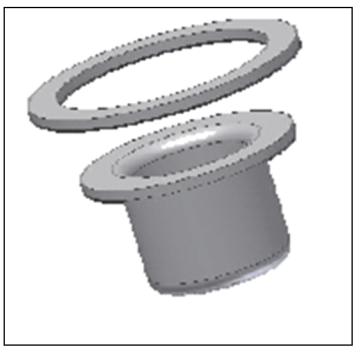


**Figure I.27 : Le détourage**

### *I.4.4.7. Ajourage*

C'est une opération qui consiste à découper une forme donnée dans un flan

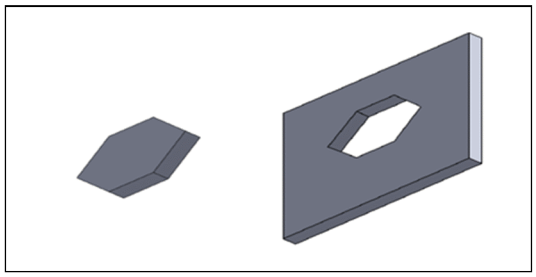


**Figure I.28 : L'ajourage**

### *I.4.4.8. Soyage*

Nom donné à un petit collet généralement taraudé (appareillage électrique, jouets, etc...).

Les parois sont très souvent laminées afin d'augmenter la hauteur du soyage (réduction d'épaisseur = 30 %).

Un soyage peut être obtenu :

- Après poinçonnage préalable d'un trou (solution donnant le meilleur résultat).
- Directement avec un poinçon épaulé (le trou est poinçonné dans le vide).

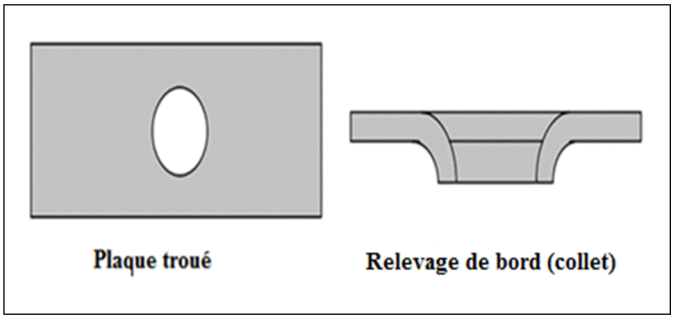



**Figure I.29 : Le soyage**

## I.4.5. Jeu de découpage

Les fissures sont obliques pour qu'elles se rejoignent et que la tranche de la pièce découpée soit propre. Il importe de prévoir un jeu entre le poinçon et la matrice (figure I.30). Pour le découpage, le jeu est à prendre sur le poinçon, et pour le poinçonnage il est à prendre sur la matrice.

En effet, lors du découpage d'une rondelle, c'est la matrice qui détermine le diamètre extérieur, lors de son poinçonnage c'est le poinçon qui détermine le diamètre du trou.

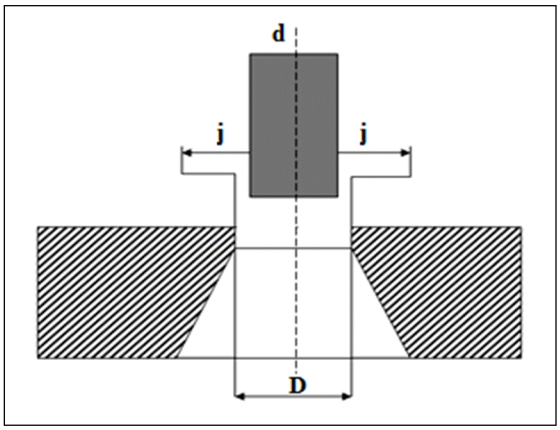



**Figure I.30 : Jeu de découpage**

Le jeu varie selon la nature et l'épaisseur **e** du matériau découpé :

**Tableau I.5 :** Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper

| **Matériaux** | **Jeu diamétral** |
|---|---|
| Laiton et Cuivre : 1/20 ème de l'épaisseur de la bande | J = 1/20* e |
| Acier ½ dur : 1/16 ème de l'épaisseur de la bande | J = 1/16* e |
| Acier : 1/14 ème de l'épaisseur de la bande | J = 1/14* e |
| Alliage d'aluminium : 1/10 ème de l'épaisseur de la bande | J = 1/10* e |

### I.4.6. Effort de découpage

L'effort $F_d$ nécessaire au découpage d'une pièce donnée est égal au produit du périmètre P de la pièce par son épaisseur **e** et par la résistance $R_C$ de rupture au cisaillement du métal découpé.

$$F_d = P \times e \times R_C \qquad (16)$$

Avec :

**$F_d$ :** effort de decoupage (daN)

**P :** périmètre du profil détaché (mm)

**e :** épaisseur de la tôle (mm)

**$R_C$ :** résistance pratique au cisaillement (daN/mm$^2$)

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

**Tableau I.6 :** Résistance au cisaillement de quelques métaux [14]

| METAUX | Rc (daN/mm²) |
|---|---|
| Aluminium | 10 |
| Cuivre recuit | 20 |
| Laiton recuit | 30 |
| Tôle d'emboutissage | 35 |
| Acier doux | 40 |
| Acier demi-dur | 50 |
| Tôle au silicium | 50 |
| Acier inoxidable | 55 |
| Acier dur | 70 |

### I.4.6. Effort d'extraction

C'est l'effort nécessaire pour décoller la bande du poinçon. Cet effort varie suivant l'importance du déchet autour de celui-ci. Pour un découpage en pleine tôle, donc avec d'importants déchets, l'effort d'extraction est égal à 7% de l'effort de découpage.

$$F_{extraction} = 7\% \, F_{découpage} \quad (17)$$

Pour une faible perte de métal (déchet faible), l'effort d'extraction est égal à 2% de l'effort de découpage.

$$F_{extraction} = 2\% \, F_{découpage} \quad (18)$$

### *I.4.6.2. Effort d'éjection*

C'est l'effort nécessaire pour sortir la pièce découpée de la matrice. Cet effort est d'environ 1,3% de l'effort de découpage.

### *I.4.6 .3. Vitesse de découpage*

C'est la vitesse de propagation des deux lames dans la matière, laquelle ne doit pas dépasser : 0,10 m/s pour les aciers doux et 0,06 m/s pour les aciers plus durs.

## I.4.7. Mise en bande [12]

### *I.4.7.1. Définition*

L'étude de la mise en bande consiste à rechercher la disposition des pièces dans la bande donnant le minimum de déchets.
Les pièces sont obtenues à partir:

- d'une bande
- d'un rouleau
- d'une feuille

La mise en bande peut être directe, à la retourne, ou imbriquée

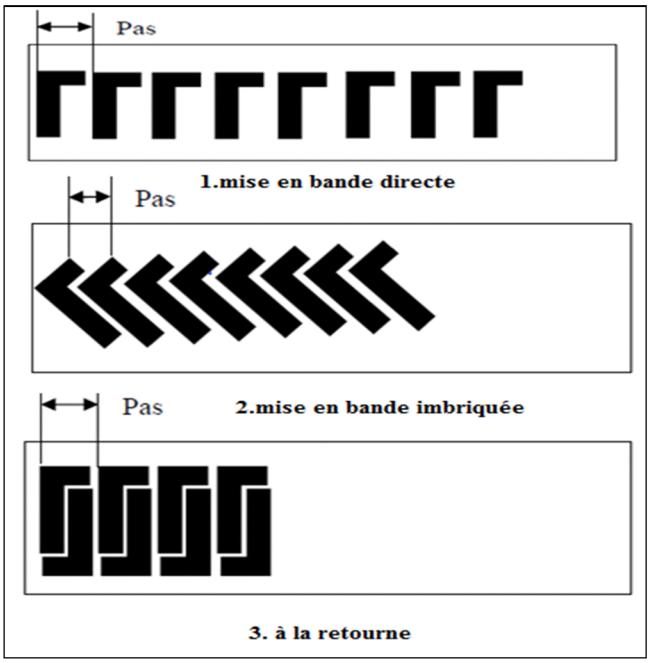



**Figure I.31 : Disposition des pièces dans une bande**

### *I.4.7.2. Définition du pas*

Le pas correspond à la distance sur la bande qui sépare deux opérations de découpage. Pour un même nombre de pièce, plus le pas est grand, plus la consommation de tôle est importante. Il s'avère donc important d'optimiser la mise en bande afin de réduire au minimum les pertes de matière.

### *I.4.7.3. Définition du pourcentage de déchet*

La qualification d'un choix de mise en bande est généralement réalisée au travers du calcul de pourcentage de déchet. Pratiquement, il s'agit d'évaluer le rapport entre la surface de déchet et la surface totale de tôle utilisée pour réaliser la pièce.

### *I.4.7.4. Dispositifs de contrôle d'avance de la bande [12]*

L'évolution de la bande entre les outils doit être contrôlée pour:

- Perdre le minimum de matière (chute) entre deux coups de presse.
- Positionner la bande sous l'outil pour assurer la précision des pièces.

Deux solutions techniques sont envisageables:

- Les butées ou engrenages
- Les couteaux

### *I.4.7.4.1. Butées ou engrenages*

Ils sont principalement employés dans le cas d'une alimentation manuelle de la presse et pour des outils simples. Chaque coup de la presse, la bande est déplacée et accrochée à l'engrenage par l'ajoure précédent. Le déplacement de la bande d'un ajoure à l'autre correspond au pas. L'engrenage ou butée peut être réalisé soit par:

- Une plaquette vissée ou goupillée.
- Une simple goupille cylindrique.
- Une butée eclispable (axe sur ressort).

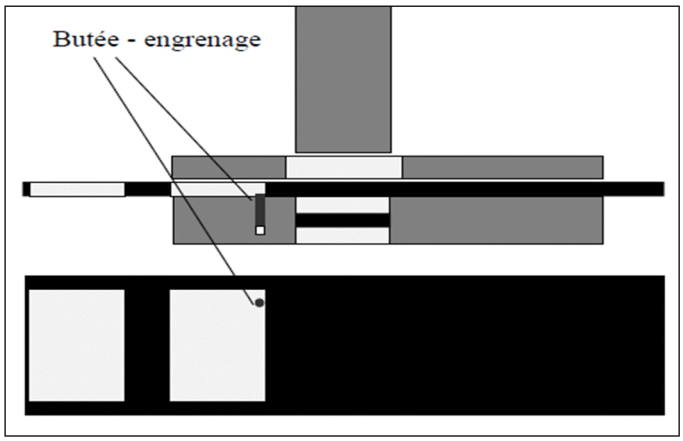



**Figure I.32 : Dispositif a butée**

### *I.4.7.4.2. Couteau*

Il remplace l'engrenage dans les outils à suivre. Le couteau est un poinçon dont la longueur est égale au pas. Sa largeur est d'environ 3mm. A chaque coup de presse, le couteau détache de la bande une longueur de la valeur du pas. Il suffit ensuite de déplacer la bande jusqu'à la butée contre le guide. Le couteau ne travaillant que d'un coté, les risques et de grippage de coincement sont plus importants. Il convient donc d''utiliser cette technique que pour les pièces de faible épaisseur: 2 mm maxi (limitation des efforts).

Afin d'augmenter la longévité de l'outillage, la butée est parfois remplacée avantageusement par un grain (pièce rapportée) en acier trempé. On réduit ainsi l'usure du guide.

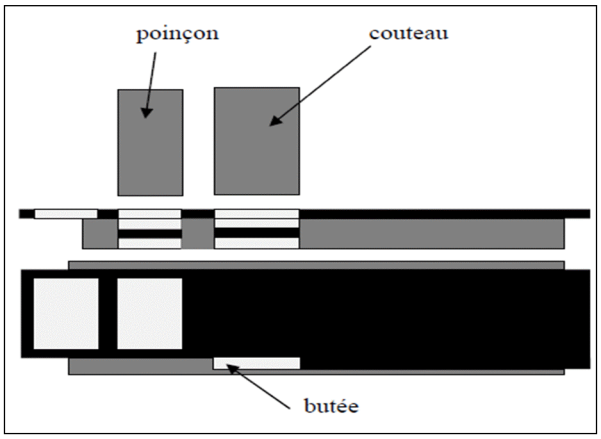



**Figure I.33 : Dispositif à couteau**

## I.5. Le poinçonnage

### I.5.1. Définition

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

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 cisaillage. Il est utilisé aussi en construction métallique pour "percer" les profilés.

### I.5.2. Etapes de poinçonnage

#### *I.5.2.1. L'impact*

C'est une étape dans laquelle le poinçon s'engage sous l'effet d'un choc qui provoque un gonflement dans la surface de la pièce du à la concentration des contraintes de compression (Figure I.34.A).

### *I.5.2.2. Pénétration*

C'est la déformation plastique de la pièce par allongement des fibres et formation d'une poche de vide entre la surface de la pièce et de poinçon (Figure I.34.B).

### *I.5.2.3. Découpage*

Lorsque la charge limite plastique de la tôle donne naissance à des fissures entre le poinçon et la matrice (début de cisaillement) (Figure I.34. C).

### *I.5.2.5. Séparation*

Les fissures formées dans l'étape précédente se développent et provoquent des fractures rapides. Aussi un resserrement de la matière sur les flans du poinçon est né à cause de la libération du poinçon (Figure I.34.D).

### *I.5.2.6. Fin de course*

L'enfoncement du déboucheur et du poinçon dans la matrice, la déboucheure s'enfonce vers le cœur de la pièce puis se retire lentement (Figure I.34. E).

### *I.5.2.7. Le retrait*

En fin de course, le poinçon recule en surmontant la friction qui est due au serrage de la pièce qui l'entrouvre (déboucheur) (Figure I.34.F).

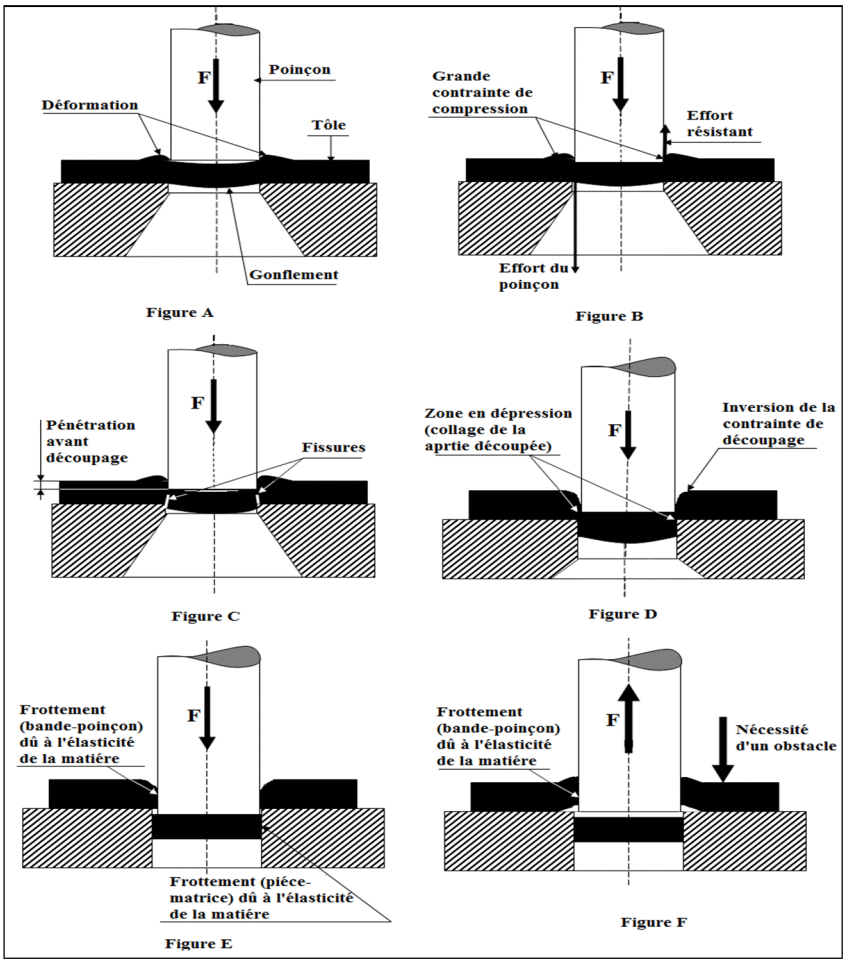



**Figure I.34 : Les étapes de poinçonnage**

### I.5.3. Effort de poinçonnage

L'effort de poinçonnage dépend de l'épaisseur, du 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. Par conséquent, la force à appliquer est donnée par la relation suivante :

$$F = P \times e \times R_C \qquad (19)$$

Dans le cas d'un trou à poinçonner on utilise :

$$P = \pi \times d \qquad (20)$$

Avec :

**P :** périmètre découpé,

**e :** épaisseur de la tôle,

$\mathbf{R_C}$ **:** résistance au cisaillement de la tôle.

## I.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini les travaux de mise en forme des métaux en feuilles entrant dans la fabrication de notre pièce soit l'emboutissage, le découpage et le poinçonnage.

Une bonne partie du chapitre a été consacré à l'emboutissage étant donné la difficulté lié à la réalisation de l'outillage dédié à ce procédé. Ensuite nous avons décri le procédé de découpage ainsi que le poinçonnage.

Dans le prochain chapitre, nous allons nous pencher sur l'architecture des outils les plus utilisé dans d'industrie ainsi que leurs machines associées.

# LES OUTILS DE PRESSES ET LES MACHINES UTILISEES

## II.1. Introduction

La conception d'un nouvel outillage relève d'un véritable défi. Les opérations à effectuer tel que l'emboutissage nécessite la plupart du temps plusieurs étapes de mise en forme et il met en jeu des phénomènes complexes.

Notre but principal dans ce chapitre est d'acquérir des connaissances sur la diversité, la géométrie et les matériaux des principaux éléments constituant les outils de presses.

## II.2. Outils de presses

### II.2.1. Eléments principaux des outils [13]

Généralement les outils de presse sont constitués de deux blocs.

- Bloc poinçon
- Bloc matrice

#### *II.2.1.1. Le poinçon*

Le poinçon est un outil de presse qui permet d'assurer plusieurs tâches. Il peut donner une forme à un flan dans le cas de l'emboutissage comme il peut servir à découper un contour donné, cas d'un découpage.

Le poinçon peut être formé de plusieurs pièces assemblées pour le découpage des sections complexes. Pour le poinçonnage des trous de petits diamètres, le corps du poinçon doit être renforcé avec une chemise pour éviter le flambage.

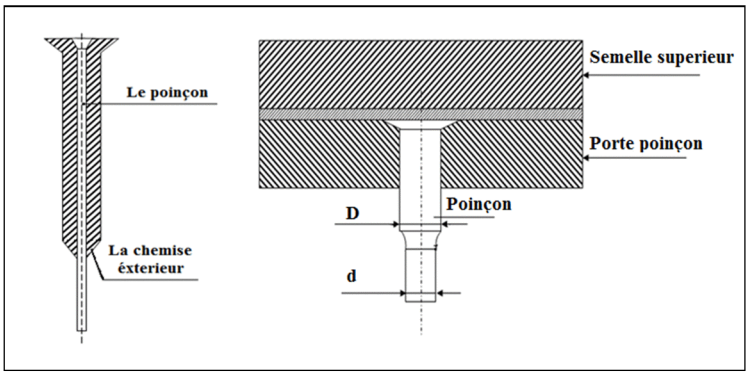



**Figure II.1: Renforcement des poinçons de petit diamètre**

Le poinçon est constitué de trois parties :

- **Le cône de coupe :** Il se termine par une arrête tranchante et il contient un angle de dépouille et quelques fois un angle de dégagement pour des tôles minces.
- **Le téton mouche :** Situé au centre de la base du cône de coupe et sert à assurer le centrage du poinçon.
- **Le corps :** A une queue conique ou cylindrique et il sert à la fixation du poinçon.

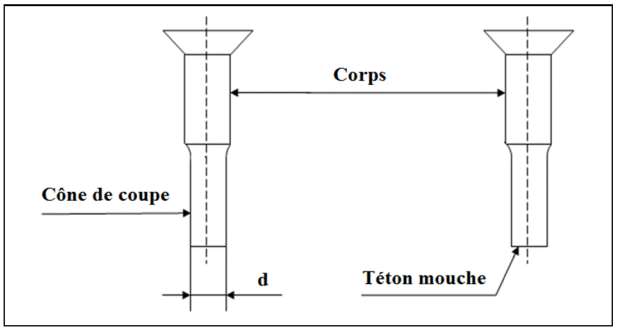



**Figure II.2 : Les trois parties constituant un poinçon**

Au cours du travail, il est nécessaire de vérifier les poinçons à la compression et au flambage pour déterminer la longueur qui va supporter les efforts appliqués.

### *II.2.1.2. La matrice*

La matrice est la pièce portant l'empreinte qui représente la forme à créer. Elle est réalisée à partir d'un bloc de matière très robuste pour laquelle on prévoit généralement un léger jeu entre le poinçon et le trou de la matrice d'une part et une légère dépouille pour le dégagement du poinçon et des flans d'une autre part.

Les matrices sont généralement en acier fondu trempé. L'épaisseur de la matrice doit être suffisante pour résister aux différents efforts.

On calcule généralement sa section en l'assimilant à une poutre chargée uniformément. En général, on doit laisser au moins 30 mm entre l'arrête coupante et l'extérieur de la matrice dans le cas du découpage et du poinçonnage de forte épaisseur. Pour un flan de grande surface, on prévoit une double pente pour la matrice, appelée (vague de coupe).

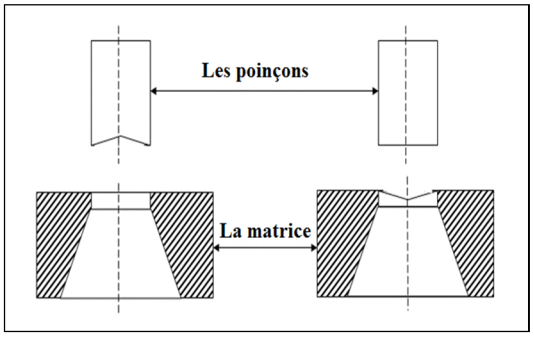



**Figure II.3 : Vague de coupe**

### *II.2.1.3. La dépouille*

C'est le dégagement réalisé au-dessous de la partie active de la matrice qui est de dimension légèrement plus grande que celle de la partie active. Il permet d'éviter l'entassement des chutes dans la matrice donc de réduire l'effort de poussée.

Pour les matrices trempées, on laisse (4 à 5 mm) de la partie cylindrique pour permettre l'affûtage. La dépouille fait un angle de (2 à 3°) par rapport à la verticale.

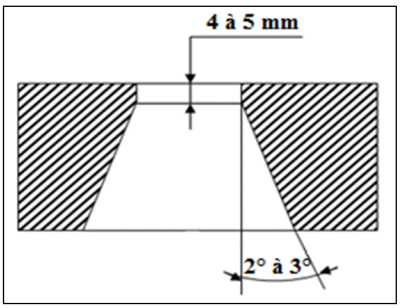



**Figure II.4 : Matrice avec un angle de dépouille de 2° à 3°**

Pour les matrices non trempées qui servent au découpage des métaux tendres comme le laiton et l'aluminium, la dépouille commence directement de la face supérieure et fait un angle de 1°environ avec la verticale.

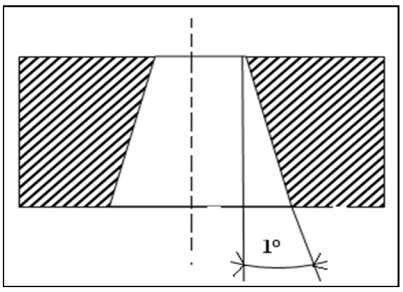



**Figure II.5 : Matrice avec un angle de dépouille de 1°**

### *II.2.1.4. L'affûtage [15]*

La durée de vie d'un outil est liée au nombre de pièces fabriquées qui varient entre 50 et 200000 pièces pour des outils en acier. Les arrêtes coupantes s'émoussent et s'arrondissent. L'affûtage de ces outils s'effectue par rectification plane sur une rectifieuse.

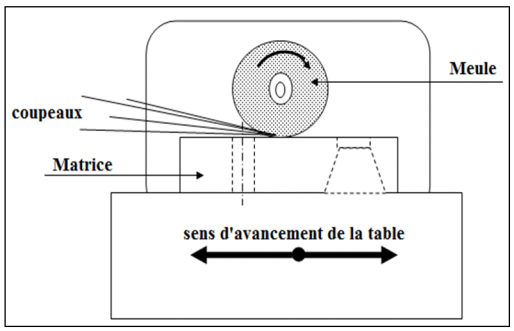



**Figure II.6 : Rectification d'une matrice**

## II.2.2. Matériaux utilisés [13]

Les matériaux utilisés pour la conception des outils doivent avoir les principales caractéristiques suivantes :

- Résistance à l'usure

- Résistance aux chocs et à la traction

- L'aptitude à subir des traitements thermiques et une bonne usinabilité.

Les différents matériaux utilisés sont représentés dans le tableau ci-dessous

**Tableau II.1:** Différents matériaux utilisés

| Matière | Observations | Emploi |
|---|---|---|
| Acier doux | Tôle forte découpée au chalumeau. | Semelles de forte épaisseur. |
| Acier XC 12 | Acier doux étiré. | Tige d'éjection. |
| Acier C 35 | Acier mi-dur. | Ejecteur, nez de fixation, vis de retenue, semelles, ainsi que porte-poinçon |
| Acier XC 45 | Acier mi-dur. | Semelle et porte-poinçon (outil complexe), contre-plaque, supports, matrices et poinçons d'emboutissage simple. |
| Acier XC 65 | Acier dur. | Matrices, serre-flan, poinçon d'emboutissage ou de cambrage. Plaque d'appui, fond de matrice de cambrage. |
| Acier 100 C6 | Acier à roulement. Bonne résistance à l'usure, peu de déformation à la trempe. | Bagues pour colonnes à billes. Matrices de découpage ou d'emboutissage de forme complexe, serre-flan |
| Acier Z 200 C 12 | Grande résistance à l'usure. Pas de déformation appréciable à la trempe. | Poinçons et matrice de découpage et d'emboutissage de grand rendement, colonnes à billes. |
| Acier Stubs | Livré rectifié. | Petites goupilles, chandelles, petits poinçons, coupe-déchets. |

| | | |
|---|---|---|
| Acier 16 NC 6 | Acier de cémentation. | Bagues, goupilles, colonnes. |
| Fonte à graphite sphéroïdal | Fonte à matrice perlitique. Forme sphéroïdale du graphite due à l'affutage par magnésium. Caractéristiques mécaniques élevées. aptitude à l'usinage. | Gros outils d'emboutissage. |
| Carbures métalliques | Grande résistance à la compression. Excellente résistance à l'usure. | Matrices d'emboutissage (sous forme de bagues). Matrices de découpage (éléments en pavés). Poinçon de découpage. |

**Remarque**

Le prix de revient d'un outil de découpage en carbure métallique est sensiblement le double de celui du même outil en acier Z 200 C12, mais l'outil en carbure métallique peut découper 20 fois plus de pièces que l'outil en acier.

### II.2.3.Classification des outils [15]

#### *II.2.3.1. Outils de découpage*

##### *II.1.3.1.1. Outil découvert*

- **Outil à simple découvert**

L'outil à simple découvert, dans sa simplicité, illustre bien le principe du découpage, mais il ne peut être employé dans les travaux de série du fait de la remontée de la bande avec le poinçon.

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

D'autre part, le centrage du poinçon par rapport à la matrice, assuré par le seul coulisseau de la presse induit une précision médiocre.

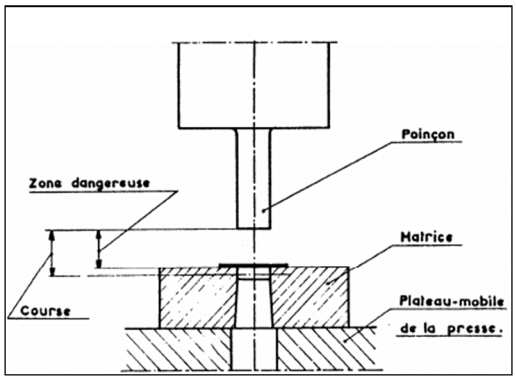



**Figure II.7 : Outil découvert simple**

- **Outil découvert à butées**

Utilisé pour le découpage de flans circulaires. Deux butées sont placées, une butée (1) assure le guidage de la bande, l'autre (2) assure le contrôle de l'avance. Le découpage des flans tangents entre eux, sépare les déchets. L'adhérence du déchet sur le poinçon devient négligeable.

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

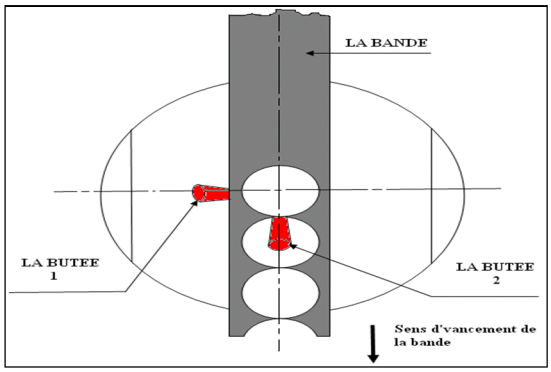



**Figure II.8 : Outil découvert à butée**

*II.2.3.1.2. Outil à contre plaque*

- **A engrenage**

En dépit de son manque de précision pour contrôler l'avance, l'engrenage est parfois employé dans les outils à suivre. Cet outil comporte alors plusieurs postes, et chaque poste remplie une ou plusieurs opérations à la fois (Poinçonnage d'un trou cylindrique puis découpage rectangulaire après avance d'un pas figure II.9).

Dans ce cas-là, une butée au départ qui met la bande en position lors du premier coup de presse est nécessaire. Apres recul de la butée, le poinçon rectangulaire risque d'araser l'extrémité de la bande (copeau dangereux s'il reste sur l'outil).

Il est indispensable de placer un pilote sous le poinçon rectangulaire qui corrige la position de la bande lors du second coup de presse. A partir du troisième coup de presse, le pilote réduit les erreurs d'avance dues à l'usure de l'engrenage.

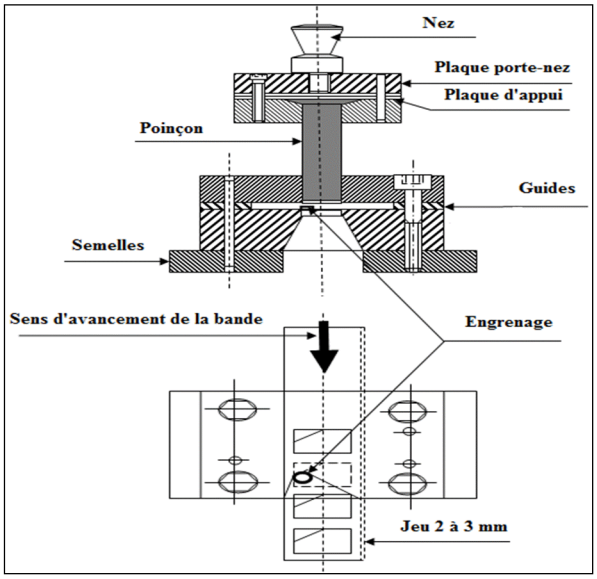



**Figure II.9 : Outil à contre plaque à engrenage**

- **A couteau**

L'engrenage est remplacé par le couteau qui assure le pas par sa longueur et il travaille que d'un côté (effet de chasse). L'emploi de cet outil est limité aux tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. La largeur de coupe est d'environ 3 mm (à prévoir lors de la mise en bande). Entre deux coups successifs de presse, la bande est poussée ou tirée et vient buter contre le guide pour assurer un contrôle d'avance plus précis qu'avec l'engrenage.

La dernière pièce ne peut être découpée. Il découpe la bande jusqu'au bout lors du dernier coup de presse et il n'y a plus possibilité de butée pour le dernier découpage.

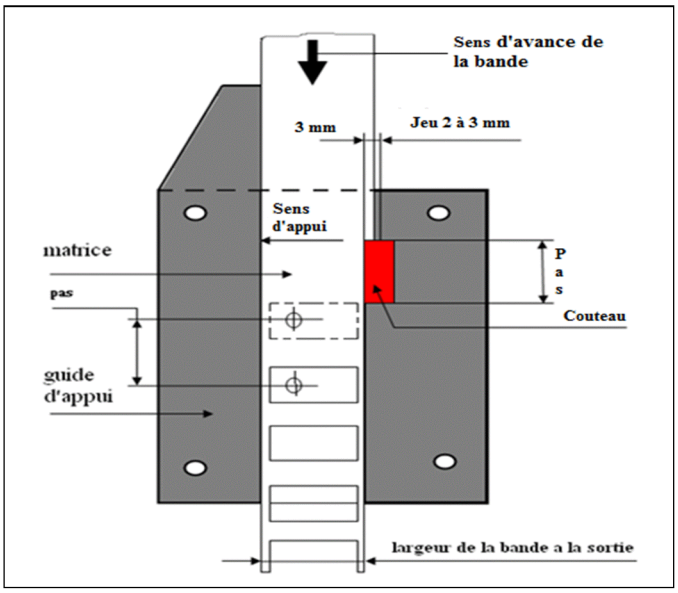



**Figure II.10 : Outil à contre plaque à couteau**

- **A presse bande**

Il est appelé aussi outil à colonne. Le contre-plaque (voir les autres outils) est alors remplacé par une pièce analogue montée sur ressorts, c'est le presse-bande (Dévétisseur). Ce dernier est utilisé pour découper des tôles minces de quelques dixièmes de millimètre. Il faut maintenir la bande pendant l'opération afin d'éviter toute déformation. Le guidage de l'ensemble poinçon-matrice est assuré par deux ou quatre colonnes selon les dimensions de l'outil.

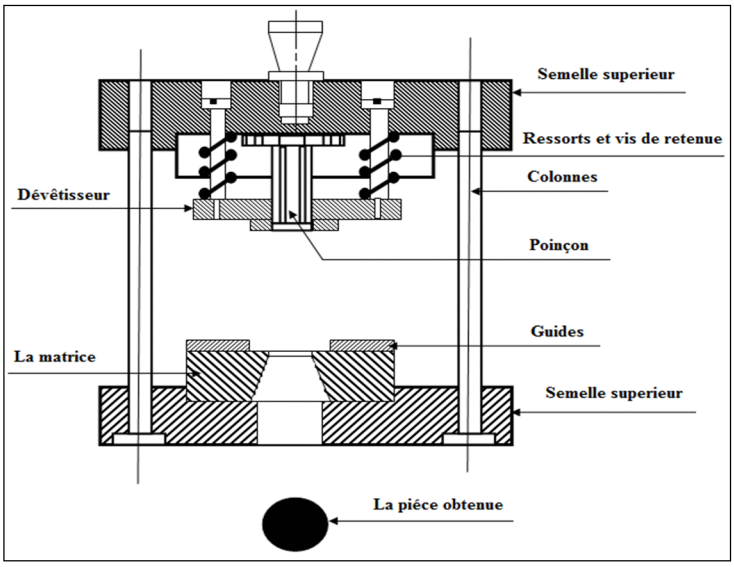



**Figure II.11 : Outil à contre plaque à presse bande**

### *II.2.3.1.3. Outil suisse (outil bloc)*

L'outil suisse est un outil à presse-bande inversé, c'est-à-dire que le poinçon est à la partie inférieure par contre, la matrice est à la partie supérieure. Il est appelé aussi outil bloc, la bande est découpée et poinçonnée simultanément, le transfert d'un poste à l'autre est supprimé, n'altérant plus la précision.

La pièce terminée reste dans la matrice. Elle en est extraite en haut de course par le billet d'un éjecteur.

Cet outil est caractérisé par :

- Des colonnes qui peuvent être à billes assurant un excellent guidage.
- Une très grande précision est assurée.
- L'aménage est indépendant de l'outil.
- Ces outils maintiennent la tôle en position pendant le découpage. Ils sont utilisés pour les tôles minces.

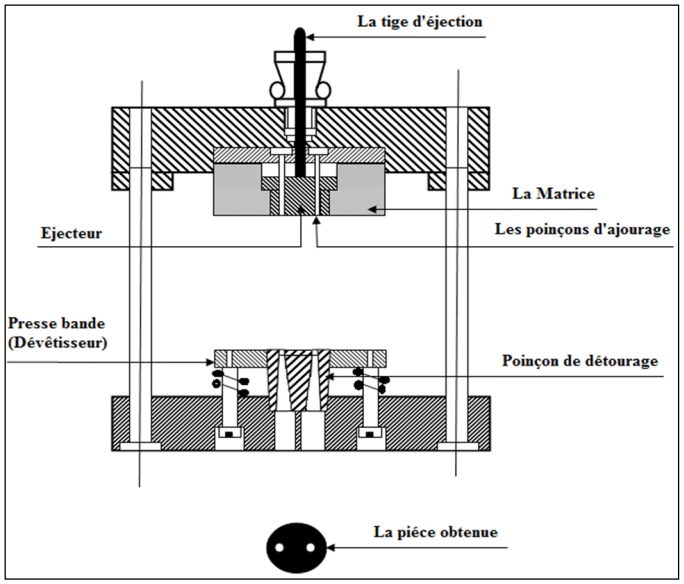



**Figure II.12 : Outil suisse (outil bloc)**

### *II.2.3.2. Outil de détourage*

L'outil de détourage est un outil destiné à couper l'excédent de bord d'une pièce précédemment mise en forme.

C'est le plus souvent un outil découvert inversé, le poinçon est à la partie inférieure et porte un dispositif de centrage de la pièce à détourer et la matrice à la partie supérieure.

Un éjecteur actionné soit par ressorts, soit par la presse, éjecte la pièce de la matrice après l'opération. Il doit prendre appui sur la pièce la plus près possible de la partie détourée afin d'éviter les déformations de la pièce.

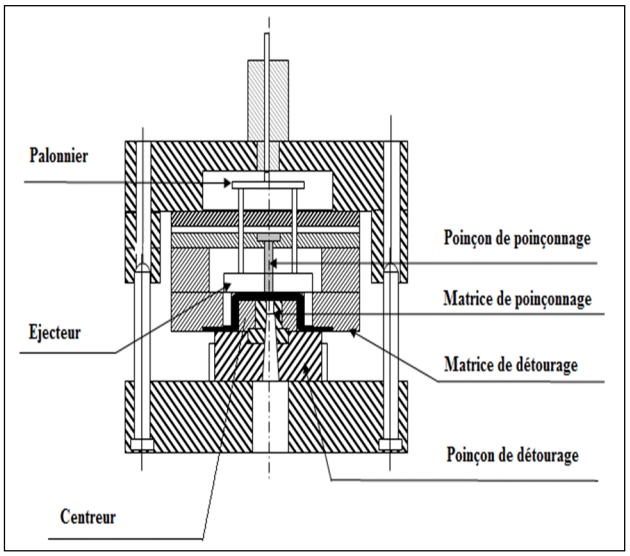



**Figure II.13 : Outil de détourage**

Pour les pièces de faible épaisseur, le déchet qui reste autour du poinçon ne justifie pas l'emploi d'un dévétisseur, on utilise des coupe-déchets. Ce sont des pièces d'acier fondu trempé que l'on dispose contre le poinçon. Les déchets viennent s'empiler et se couper sur l'arête des coupe-déchets par pression de la matrice.

Le nombre et l'emplacement des coupe-déchets doivent être conçus de telles sortes que les chutes puissent être facilement enlevées.

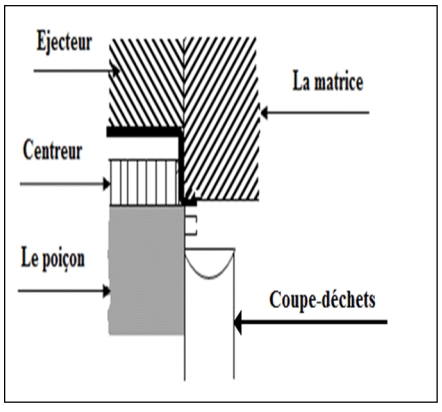



**Figure II.14 : Coupe-déchets**

### *II.2.3.3. Les outils de reprise*

Les outils de reprise se montent sur une presse à commande manuelle et ils sont principalement utilisés pour les pièces de petite et moyenne série.

#### *II.2.3.3.1. Outil de poinçonnage à contre-plaque*

Cet outil convient pour les flans dont l'épaisseur est supérieure à 1 mm. Le flan est mis en position dans un drageoir qui est constitué de diverses façons:

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

La pièce doit être en position et la mise en butée sur trois côtés seulement est déconseillée.

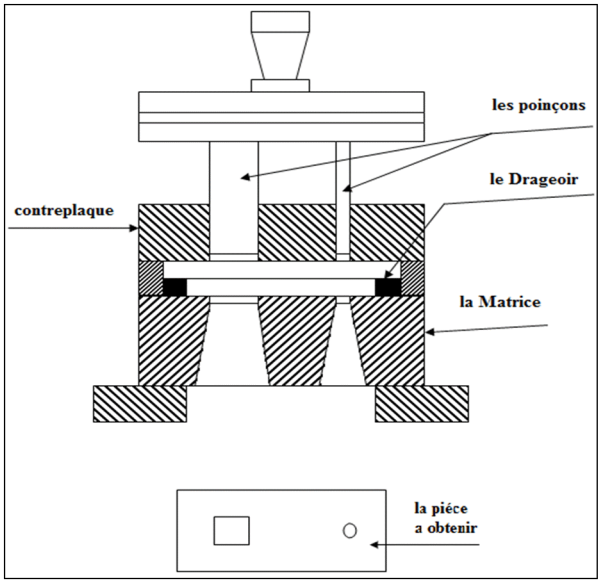



**Figure II.15: Outil de poinçonnage à contre-plaque**

#### *II.2.3.3.2. Outil de poinçonnage à serre-flan*

Même utilisation que pour l'outil précédent. Cependant cet outil convient pour les flans de faible épaisseur (généralement inferieur 1 mm). Les colonnes de guidages sont indispensables pour assurer le centrage des poinçons par rapport à la matrice.

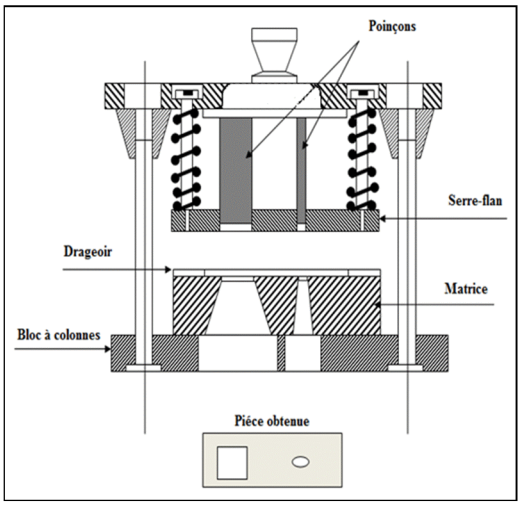



**Figure II.16 : Outil de poinçonnage à serre-flan**

### *II.2.3.3.3. Outil à palette*

S'utilise pour poinçonner des pièces de petites dimensions. La palette est un drageoir amovible. La pièce à poinçonner est mise en place dans son logement en dehors de l'outil (Un tablier en tôle évite sa chute). La palette est poussée en position de travail, sa position est contrôlée à l'aide d'un pilote.

L'évacuation de la pièce poinçonnée se fait en tirant la palette vers soi en avant du tablier.

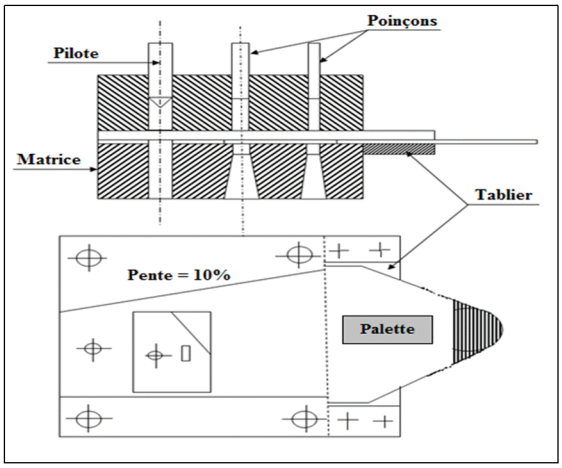



**Figure II.17 : Outil à palette**

### *II.2.3.4. Outil combiné*

Le poinçonnage de l'ajoure et de découpage du pourtour de la pièce travaillent simultanément. La pièce obtenue est très précise mais l'outil est très fragile ; il ne permet pas le découpage des tôles dont l'épaisseur est supérieure à 1mm.

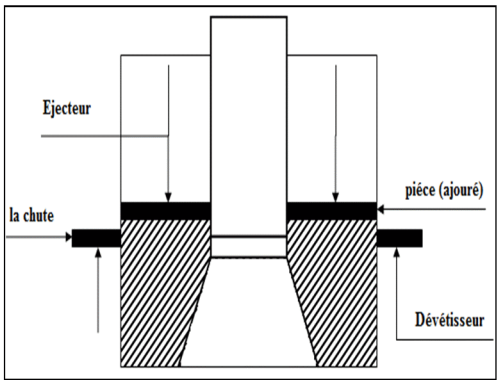



**Figure II.18 : Outil combiné**

### *II.2.3.5. Outil à came*

Dans ce type d'outil, les cames ont pour but de transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou vertical en sens contraire.

Elles sont utilisées dans les outils de poinçonnage ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées, et aussi dans les outils combinés à suivre pour cambrer ou poinçonner les pièces liées à la bande.

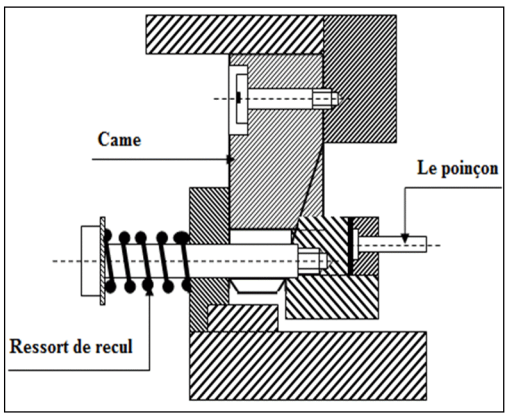



**Figure II.19 : Outil à came**

### *II.2.3.6. Outil monté sur une presse à simple effet [13]*

#### *II.2.3.6.1. Outil direct*

On appelle outils directs, les outils qui se montent sur des presses à simple effet. Tout outil dont le poinçon et le serre flan sont montés directement sur le coulisseau de la presse est dit outil direct.

L'effort appliqué sur le serre-flan est obtenu par ressorts qui se situent au-dessus du serre-flan et la matrice qui occupe la partie inférieure.

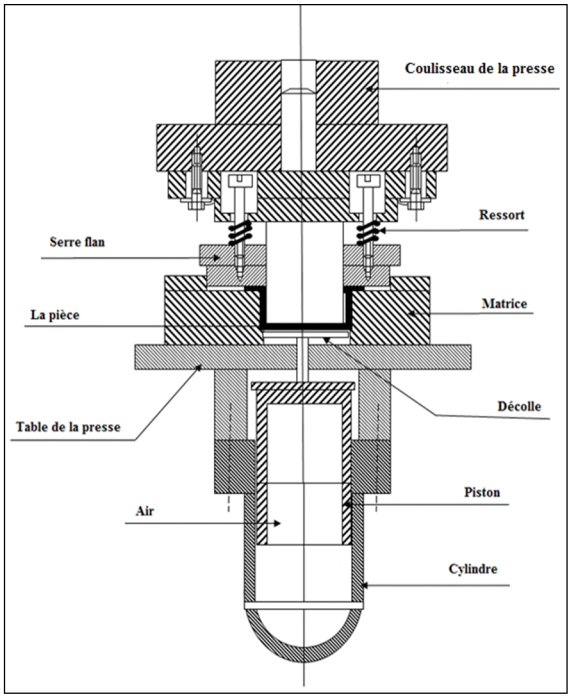



**Figure II.20 : Outil direct**

### *II.2.3.6.2. Outil inverse*

Cet outil comme son nom l'indique est inversé, c'est à dire la matrice est montée sur le coulisseau (partie supérieure de l'outil) et le poinçon est fixé sur la table (partie inférieure de l'outil), compte au serre-flan. Il est actionné par des chandelles à pression.

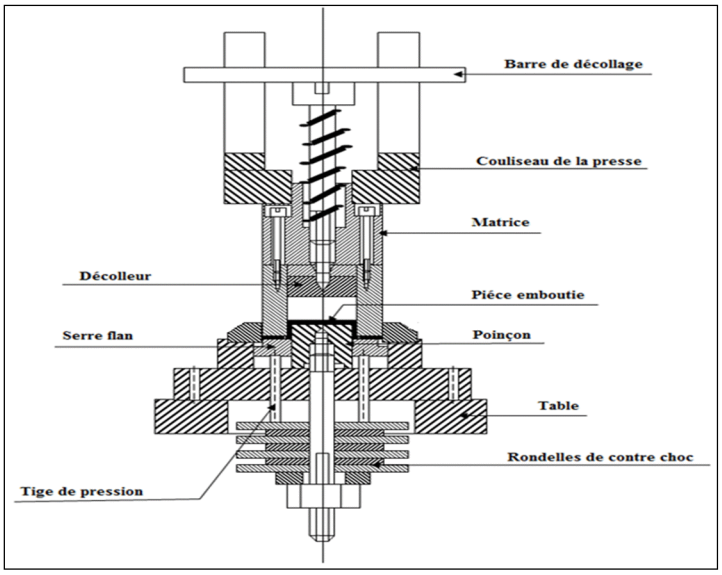



**Figure II.21 : Outil inverse**

### II.2.4. Graissage des outils

Les outils sont des petites machines qui nécessitent d'êtres graissées pour diminuer leurs usures et ainsi optimiser leurs durées de vie. Toutes les parties frottantes doivent êtres lubrifiées avec soin.

## II.3. Machines utilisées

### II.3.1. Définition

La presse est un ensemble d'organe mécanique utilisé dans les différents travaux industriels. Les presses sont destinées à la réalisation des pièces à partir des matériaux plans (tôles, plastiques…etc.). Soit en découpage, poinçonnage, pliage, ou emboutissage.

Ces machines (presses) sont constituées de deux parties :

- Partie fixe : bâti.

- Partie mobile : coulisseau.

### II.3.2. Paramètres de distinction des presses

On peut effectuer plusieurs opérations sur une presse mais, elle ne peut être universelle. Elle doit cependant cibler un certain nombre d'application correspondant à ses caractéristiques qui peuvent se résumer à sa capacité (tonne), à la course (mm) et dimensions de son coulisseau, à sa Cadence (coupe/min) et à la hauteur de l'outil accueillie fermée (mm).

### II.3.3. Classification des presses

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

- Le mode de transmission de l'énergie.
- Le nombre de coulisseaux,
- La forme du bâti,

#### *II.3.3.1. Selon le mode de transmission de l'énergie*

Selon cette particularité, on distingue deux types de presses :

- Les presses mécaniques.
- Les presses hydrauliques.

### *II.3.3.1.1. Les presses mécaniques [15]*

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

Les avantages de ces presses sont :

- Permettent d'atteindre des cadences élevées.

- Moins couteuses.

Pour l'obtention du mouvement rectiligne alternatif du coulisseau à partir du mouvement circulaire du moteur, un mécanisme de commande est prévu.

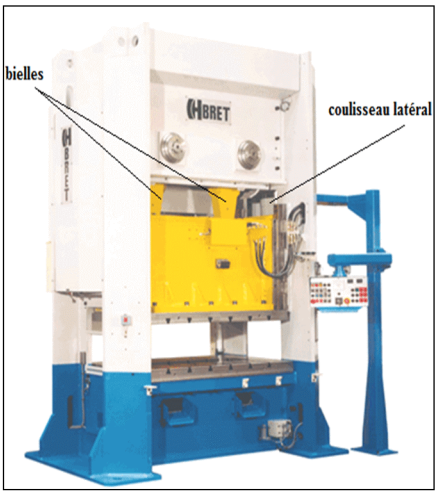



**Figure II.22 : Presse mécanique**

### a- Mécanismes de commandes [13]

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

- **Système bielle manivelle**

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

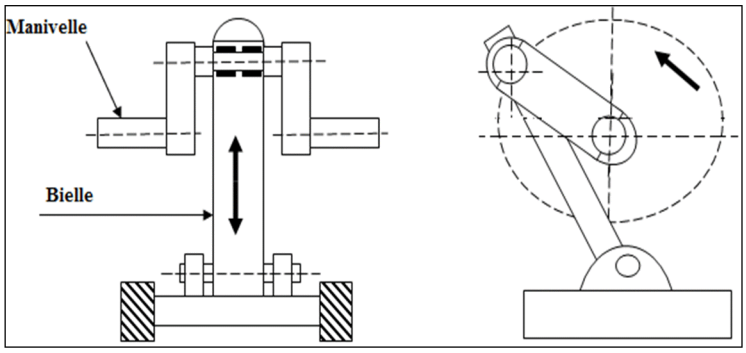



**Figure II.23 : Système bielle manivelle**

**- Système excentrique**

Lors du desserrage de l'écrou, la bague d'immobilisation est repoussée par des ressorts. Lorsque les crabots et la douille excentrique sont entièrement dégagés, on obtient la variation de $e_t$ par rotation de la douille excentrique.

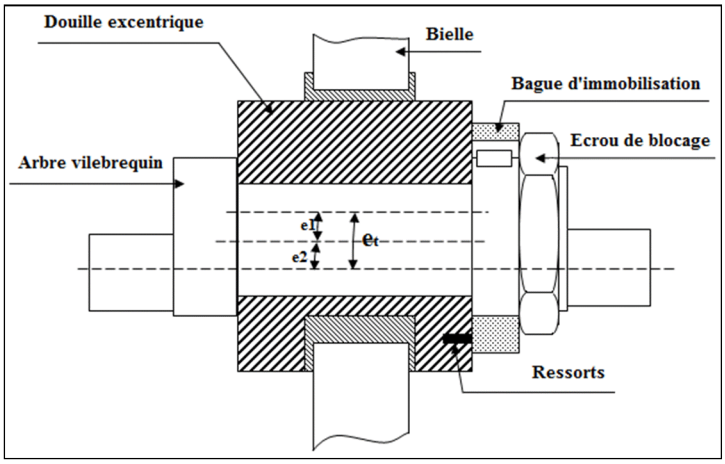



**Figure II.24 : Système excentrique**

- **Système à genouillère**

Une genouillère est un dispositif mécanique composé de deux biellettes articulées. Une bielle entraînée par un vilebrequin qui exerce une traction sur l'axe d'articulation

commun aux deux genouillères (1) et (2). La rotation du vilebrequin a pour effet d'amener les deux genouillères en ligne droite et, aux extrémités inférieures de la genouillère, on trouve les axes fixés dont l'un d'eux est lié au coulisseau.

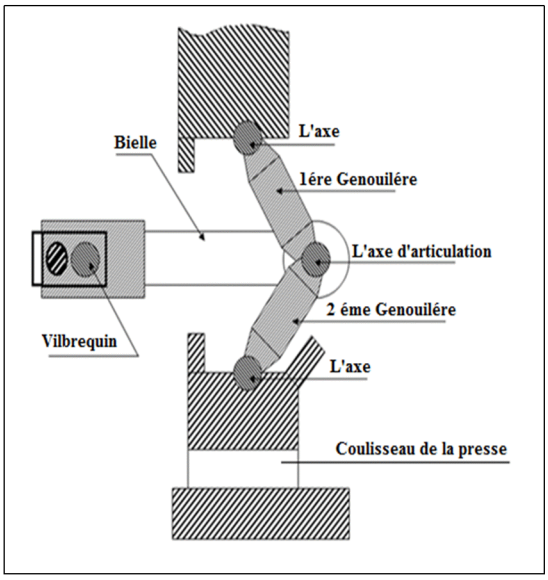



**Figure II.25 : Système à genouillère**

- **Système à came**

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

Le nom vient du système cinématique le plus courant, constitué d'une came en forme de section d'œuf dur, placé sur un arbre en rotation au niveau du centre du jaune de l'œuf.

Il existe plusieurs types de cames :

Came à profil extérieur, Came à profil intérieur, Came à rainure, Came à transmission radiale : mouvement de translation, Came à transmission axiale…etc.

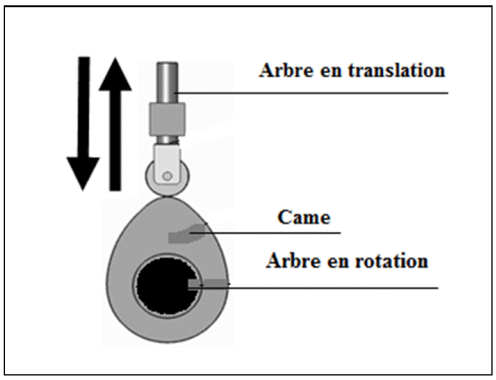



**Figure II.26: Système à came**

La transmission du mouvement est débrayable à tout moment grâce à un embrayage.

### b- Embrayage

C'est un élément qui permet la mise en mouvement. L'arrêt du coulisseau passe obligatoirement par l'utilisation d'un embrayage et d'un frein.

On distingue trois types d'embrayage :

### - Embrayage par friction

L'embrayage est un dispositif d'accouplement temporaire entre un arbre dit moteur et un autre dit récepteur. Du fait de sa transmission par adhérence, il permet une mise en charge progressive de l'accouplement, ce qui évite les à-coups qui pourraient provoquer la rupture d'éléments de transmission ou l'arrêt du moteur.

Il peut être mono ou multidisques à sec, généralement électropneumatique commandé pour des raisons de sécurité par des électrovannes double corps.

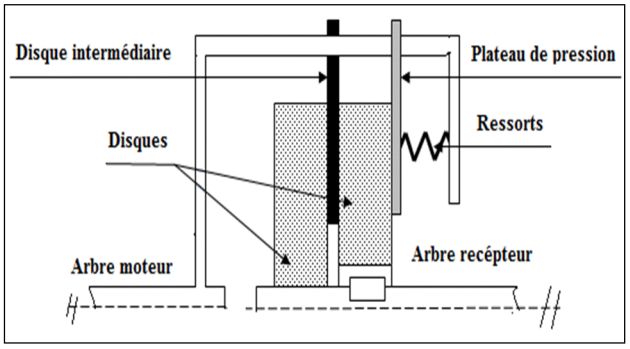



**Figure II.27: Schéma d'un système à embrayage par friction**

**- Embrayage par clavette pivotante**

C'est un dispositif assez simple. Lorsque la butée s'éclipse, la clavette montée sur le vilebrequin est sollicitée par un ressort, elle tourne et s'engage dans une des encoches du volant, c'est ce qui entraine le vilebrequin.

Le débrayage s'obtient lorsque le talon de la clavette entre en contact avec la butée revenue à sa position primitive et ne peut pas avoir lieu avant un tour complet du vilebrequin.

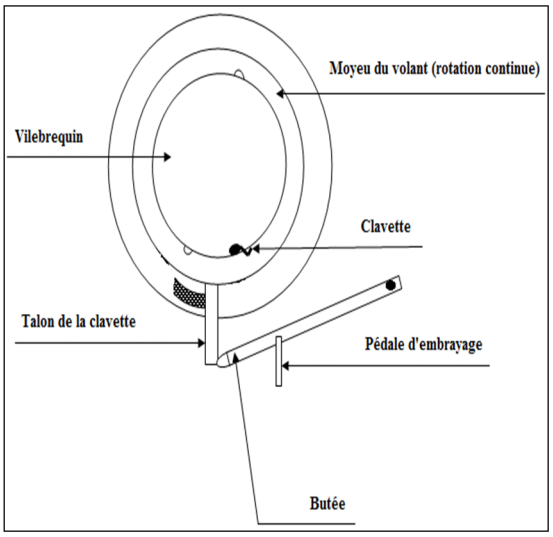



**Figure II.28: Embrayage par clavette pivotante**

**- Embrayage par électropneumatique**

L'embrayage est actionné par pression pneumatique. Un piston pousse une série de disques de friction clavetés sur l'arbre contre le volant.

Lorsque la pression cesse, des ressorts de rappel déplacent les disques dans l'autre sens et actionne le freinage. Un système électrique commande le débrayage et le freinage à chaque tour du vilebrequin. Le débrayage peut être effectué à n'importe quel point de la course.

### *II.3.3.1. Les presses hydrauliques [15]*

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

Il existe deux types de presse hydraulique :

- Presses à eau.

- Presses à l'huile.

L'énergie fournie par le moteur est emmagasinée sous forme de pression hydraulique. Cette énergie est transmise à un vérin qui entraine la descente du coulisseau.

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

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

La commande hydraulique a les avantages suivants :

- Réglage continu de la vitesse de translation.
- Transmission des efforts importants sur une grande distance avec des mouvements réguliers et sans chocs.
- Facilité de la réalisation du cycle automatique de travail.
- Facilité d'inversion du sens de marche même à grande vitesse.

L'énergie fournie par le moteur est commandée à l'aide d'un mécanisme approprié :

**- Mécanisme de commande :**

Parmi les mécanismes de commande employés dans les circuits hydrauliques nous citerons :

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




**Figure II.29 : Presse hydraulique**

*II.3.3.1.3. Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques*

Le tableau suivant résume les principaux avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques.

**Tableau II.2 :** Avantages et inconvénients des presses mécaniques et hydrauliques

| Presses | Presses mécaniques | Presses hydrauliques |
|---|---|---|
| **Avantages** | ● Plus rustiques.<br>● Moins couteuses.<br>●Destinées pour les travaux de grandes séries. | ●Possibilité de modification de la course du coulisseau.<br>●Obtention de très longues courses.<br>●Vitesse de réglage et de travail lente.<br>●Vitesse d'approche et de retour rapide.<br>●Très souples.<br>●Réglage de la pression exercée sur le coulisseau d'emboutissage.<br>●Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail.<br>●Pas de risque de déformation du bâti en cas de surcharge.<br>●Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente des coulisseaux. |
| | ● Réglage d'approche du | ● Plus fragile que les presses |

| | | |
|---|---|---|
| **Inconvénients** | coulisseau difficile.<br>● Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger.<br>● Le bâti et l'outil risque de casser en cas de surcharge. | mécaniques.<br>● Risque de pannes (joints, pompes…etc..).<br>● Moins rapides dans les cadences élevées. |

### *II.3.3.2. Selon la forme du bâti*

#### *II.3.3.2.1. Presses à col de cygne*

La forme de ces presses rend la table et le coulisseau très accessibles. Son inclinaison est de 30° en arrière qui lui permet l'évacuation aisée des pièces par gravité.

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

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

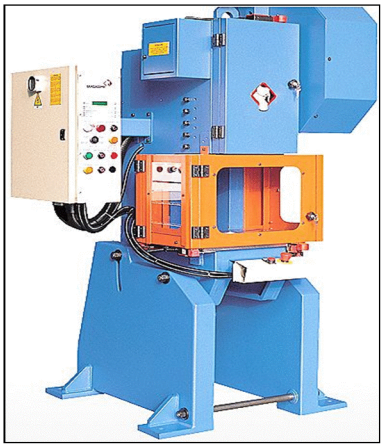


**Figure II.30 : Presse à col de cygne**

### *II.3.3.2.2. Presses à arcade*

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

Elles peuvent travailler avec des capacités supérieures à 1000 KN pour l'emboutissage, la découpe rapide (≥ 400 coups/min).

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



**Figure II.31: Presse à arcade**

### *II.3.3.2.3. Presses à colonne*

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



**Figure II. 32: Presse à colonne**

*II.3.3.2.4. Presse à montant droit*

Le bâti est du type «assemblé» c'est-à-dire que la table, les montants et le chapiteau sont reliés par quatre forts tirants en acier serrés à chaud (donc précontraints).

Ces presses, très robustes, peuvent atteindre de très grandes dimensions. Elles peuvent développer une force au maximum 10000 KN.

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

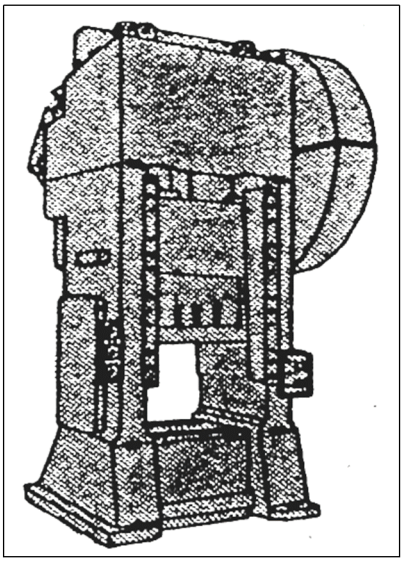


**Figure II.33 : Presse à montant droit**

#### *II.3.3.2.5. Presse à table mobile et bigorne*

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

La bigorne montée à la place de la table, permet le poinçonnage latéral de gros emboutis.

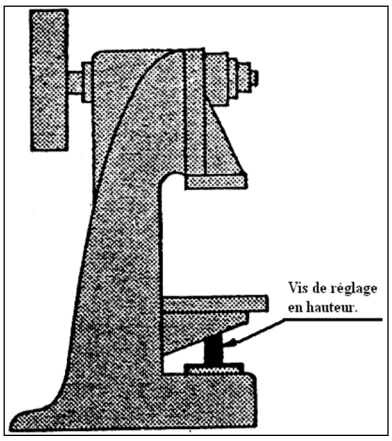



**Figure II.34: Presse à table mobile et bigorne**

### *II.3.3.3. Selon le nombre de coulisseaux*

#### *II.3.3.3.1. Presses simple effet*

Elles ne comportent qu'un seul coulisseau actionné suivant sa taille par 1,2 ou 4 bielles et elles couvrent toute la gamme des efforts allant de 10 à 30 000 KN.
Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise mettant en œuvre l'emboutissage ou le pliage, et pour cette raison, elles sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre-flan.
D'une façon générale, ces machines n'acceptent qu'un seul outil ou, au maximum, deux. L'exécution d'une pièce en plusieurs passes nécessite l'utilisation de plusieurs presses.

#### *II.3.3.3.2. Presses double effets*

Ces presses comportent deux coulisseaux, un coulisseau serre-flan guidé par le bâti en arcade et guidant le coulisseau plongeur qui supporte le poinçon.
Le coulisseau serre-flan doit entrer en contact le premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon ne commence sa phase de travail. Il doit rester immobile pendant toute la durée de travail du plongeur. Les deux coulisseaux sont en prise sur le même arbre

moteur et cela conduit à deux cinématiques différentes pour le coulisseau serre-flan et pour le plongeur.

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

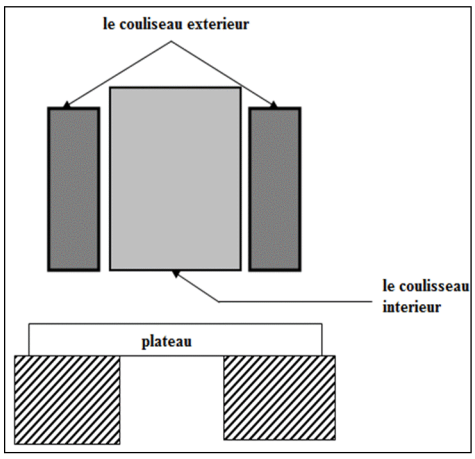



**Figure II.35: Principe de fonctionnement de presses double effets**

### *II.3.3.3.3. Presses à triple effets*

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

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

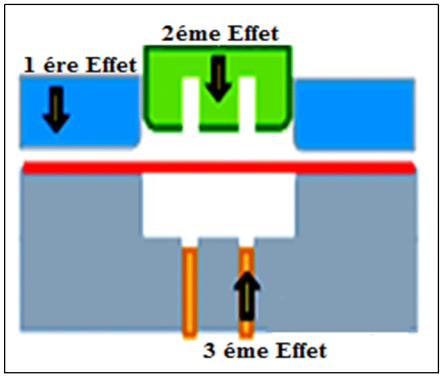



**Figure II.35 : Principe de fonctionnement de presse à triple effets**



**Figure II.36 : Presse d'emboutissage à triple effets**

### II.3.4.Critères de choix d'une presse

Le choix d'une presse repose sur plusieurs facteurs

- Type de travail
- La capacité de la presse qui dépend de l'effort nécessaire pour la réalisation des opérations.
- Les dimensions de l'outil.
- La longueur du déplacement des coulisseaux.
- La cadence de production.
- Entretien et mise en œuvre.

## II.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini en premier lieu les éléments principaux constituant un outil de presse ainsi que les matériaux utilisé pour chaque élément, puis nous avons vus d'une manière générale les différents outils.

Enfin nous avons classé les différentes machines (presses) utilisées dans l'industrie selon quatre critères , soit par le mode de transmission de l'énergie (presse mécanique ou hydraulique), ou bien par nombre de coulisseaux (simple effet, double effets et triple effets), ou alors selon la forme de leurs bâti (Presses à col de cygne, Presses à colonnes…).

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

# ETUDE ET CONCEPTION DE L'OUTIL

## III.1.Introduction

Les performances des codes de calculs évoluent régulièrement et les simulations numériques deviennent de plus en plus sophistiquées et répondent aux attentes des industriels notamment en matière de précision des résultats. Le développement des codes de calcul a permis de prendre en considération davantage les phénomènes physiques et de résoudre des problèmes mécaniques de plus en plus compliqués tout en fournissant des résultats pertinents dans des délais de plus en plus courts.

Parmi les logiciels commerciaux de simulation numérique spécialisés dans le domaine de la mise en forme des tôles métalliques, nous pouvons citer par exemple : Ls-dyna, Pamstamp, Autoform, Stampack, Abaqus, et logopress3,…etc. Dans le chapitre suivant, nous allons utiliser toute la puissance du logiciel Solidworks accouplé à logopress3 pour l'étude et la conception d'un outil à suivre destiné à la fabrication du panneau précédemment définit.

Nous commencerons par une interprétation des résultats obtenus après la mise à plat de la pièce, suivit de la variation de l'épaisseur lors de l'opération d'emboutissage, puis par un calcul des différents efforts entrant en jeux dans le processus de fabrication, enfin nous terminerons ce chapitre par une présentation de l'architecture de l'outil.

## III.2.Présentation du logiciel utilisé [16]

Depuis plus de 20 ans, Logopress concentre ses activités sur le développement d'applications CAO dédiées à l'industrie du découpage et de l'emboutissage ainsi que d'applications permettant la détermination de la mise à plat pour tous types de pièces.

Jusqu'à 2002, Logopress fournissait des applications en 2D, principalement en France. A partir de cette date et après 3 années intensives de recherche et développement, il complète son savoir-faire par des applications paramétriques en 3D.

Logopress3 est aujourd'hui diffusé dans plus de 30 pays dans le monde. Logopress est une société du groupe DIMECO ALIPRESSE.

### III.2.1. Fonctions de base logopress3 [16]

Logopress3 se décompose en trois modules :

- La mise à plat et/ou le désemboutissage de pièces 3D volumiques ou surfaciques provenant de la majorité des systèmes CAO.

- La mise en bande qui va permettre aux concepteurs et réalisateurs d'outils à suivre de modéliser le processus de l'outillage et d'en contrôler sa cohérence et sa validité.

- la création de l'outil qui automatise, accélère et simplifie la construction et le montage de l'outil.

➢ **Principales fonctionnalités [16]**

- Permettent la détermination rapide et théorique de la mise à plat d'une pièce de tôle créée dans un document SolidWorks ou importée dans un document SolidWorks par un fichier IGES, STEP, VDAFS, Parasolid, ou Acis... c'est à dire d'une pièce 3D conçue dans la majorité des logiciels 3D.

- Traite indifféremment les pièces avec épaisseur (notion de volume) et les pièces sans épaisseur (notion de peau ou de surface).

- Intègre également une fonction de recherche de la peau globale de la pièce et de fusion des faces pour les pièces traitées en surface.

- Détecte si la pièce de tôle est totalement dépliable et la traite ensuite automatiquement en mode dépliage.

- Détecte si la pièce de tôle comporte des zones non dépliables (zones embouties) et la traite ensuite automatiquement en mode désemboutissage.

- Si la pièce de tôle comporte des zones non dépliables (petites zones embouties, coins de valise...) non significatives pour la recherche de la mise à plat, le module permet de les exclure facilement avant de traiter automatiquement la pièce en mode dépliage.

- Recherche du pas, de l'imbrication : simple et intuitive, de nombreuses solutions peuvent être envisagées très rapidement.

- Grande facilité pour définir les zones de poinçonnage-découpage.

- Mise en place aisée des déformations de la tôle.

- Un outil aussi simple que puissant pour définir toute la structure de l'outil.

- Une riche et puissante bibliothèque de composants intelligents et autonomes (Librairie de composants standard).

- La possibilité de définir et de stocker nos propres éléments.

- Une série de fonctions spécialisées pour accélérer le processus de conception (montage des poinçons de découpe, de pliage, de forme, création des tableaux de cotation, etc.).

## III.3. Travail demandé

Une étude a été faite à propos d'un problème rencontré au niveau des glissières latérales des cuisinières. Afin de garantir une meilleure fiabilité, la pièce est remplacée par un panneau autonettoyant.

Le travail qui nous a été confié est l'étude et conception d'un outil à suivre dédié à la fabrication de ce panneau.

## III.4. Cahier de charge

La pièce à réaliser est **«le panneau latéral autonettoyant d'une cuisinière ENIEM »** dont les caractéristiques sont présentées au dessin du définition de la pièce.

### III.4.1. Caractéristiques

#### *III.4.1.1. Composition chimique*

| Composition chimique en % (max) sur coulée | | | |
|---|---|---|---|
| **C** | **Mn** | **P** | **S** |
| 0 .008 | 0 .5 | 0 .03 | 0 .05 |

#### III.4.1.2. Caractéristiques mécaniques

| $R_e$ N/mm² | $R_m$ N/mm² | $A_{80}$ % | $r_{90}$ | $n_{90}$ |
|---|---|---|---|---|
| 140-220 | 270-340 | 36 | 1.6 | 0.17 |

#### *III.4.1.3. Aspect de surface*

Aspect de surface bonne et finition **m**

#### *III.4.1.4 Aptitude au revêtement de surface*

Les pièces après transformation recevront une couche de masse et une couche de couverture et quelques pièces seront zinguées.

## III.5. Emplacement de la pièce

Le panneau remplace les glissières latérales des cuisinières ENIEM, la figure III.1 (a) illustre l'emplacement de l'ancienne pièce et la figure III.1 (b) celle du panneau latéral qui est notre pièce.

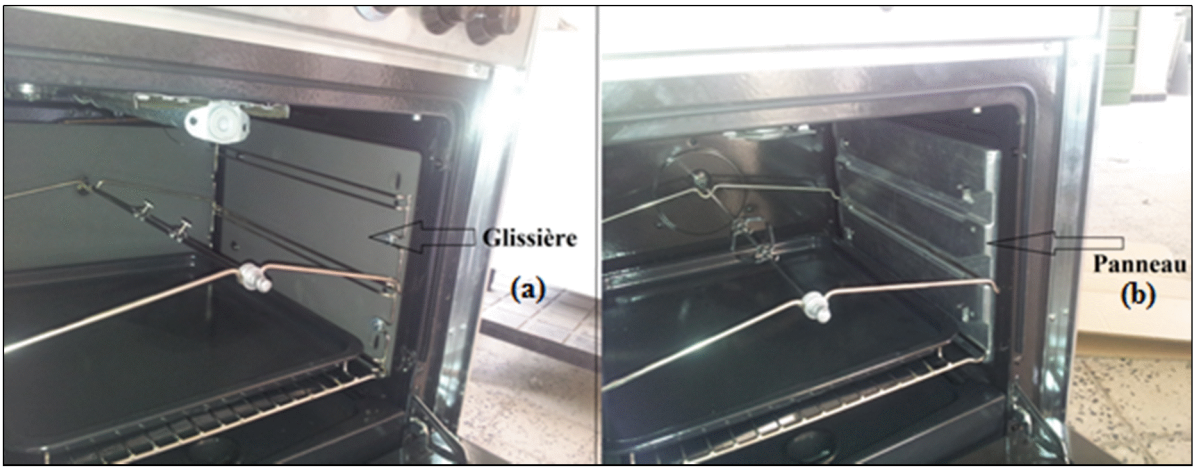



**Figure III.1 : Emplacement de la pièce**

## III.6. Mise à plat de la pièce

### III.6.1. Calcul du flan

Pour ce genre de pièces, le calcul du flan par la méthode de calcul conventionnel (empirique) risque de prendre énormément de temps à cause des nombreux rayons à prendre en compte. Généralement la détermination de ce dernier se fait expérimentalement après plusieurs essais.

Grace à la fonction Logopress3 BLANK (recherche de flan de pièce de forme), nous avons pu approcher le flan théorique de notre pièce.

Le désemboutissage de la pièce se fait en une seule étape. Il suffit alors de sélectionner la matière, l'épaisseur et la face de référence correspondante à la profondeur de l'embouti et une arrête pour délimiter le contour comme indiqué dans la figure III.2

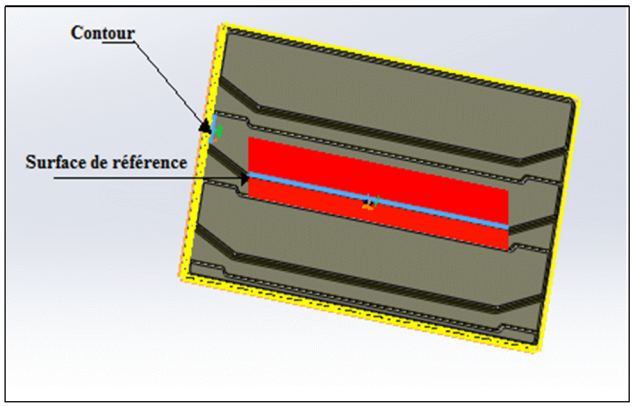



**Figure III.2 : Etapes de calcul du flan**

Le résultat obtenu alors est indiqué dans la figure suivante :

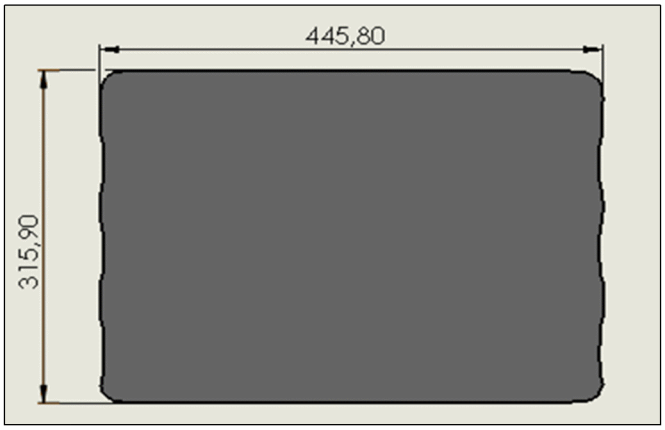



**Figure III.3 : Flan 2D**

La découpe d'un tel flan nécessite un outillage de précision, dont le coût de revient est élevé, pour cela, on approche le flan calculé en prenant les deux points les plus éloignés pour en faire un rectangle.

Le périmètre et la surface du flan peuvent être calculés :

- Le périmètre :

$P_f = (445,8 + 315,9) * 2$

$$\mathbf{P_f = 1523,4\ mm}$$

- La surface :

$S_f = 445,8 + 315,9$

$$\mathbf{S_f = 140828,22\ mm^2}$$

### III.6.2. Information sur les contraintes et déformations

Les paramètres liés au matériau comme la limite élastique, la limite à la rupture et les coefficients d'anisotropie et d'écrouissage sont introduit dans le logiciel selon les données du cahier de charge.

Les résultats obtenus représentent le cas limite de l'emboutissabilité de la pièce.

#### *III.6.2.1. Contraintes*

Les contraintes se concentrent particulièrement aux quatre coins de la pièce et à l'endroit de l'arrondi du poinçon, la contrainte maximal admissible et de 610 GPa. L'entrée de la matrice doit présenter un arrondi afin d'éviter la déchirure de la pièce.

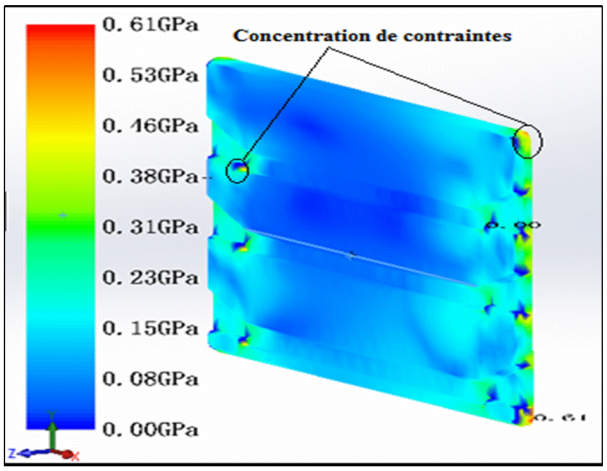



**Figure III.4 : Les contraintes**

#### *III.6.2.2. Déformations*

L'emboutissabilité du DC04 est plutôt bonne du fait que c'est un acier destiné à l'emboutissage. Il possède de bonnes caractéristiques mécaniques (résistance à la traction, coefficient d'écrouissage, coefficient d'anisotropie), les déformations sont réparties essentiellement dans trois zones critiques.

Zone 1 : La tôle travail en retreint la déformation maximal est enregistré à 42,7%.

Zone 2 et 3 : La déformation est de 31 %, la tôle subit deux tractions simultanées dans deux directions différents.

La solution qu'on propose pour diminuer ces déformations est de varier les paramètres opératoires soit la lubrification, la pression sous serre-flan et les jeux entre matrice et poinçon, jusqu'à trouver un bon compromis

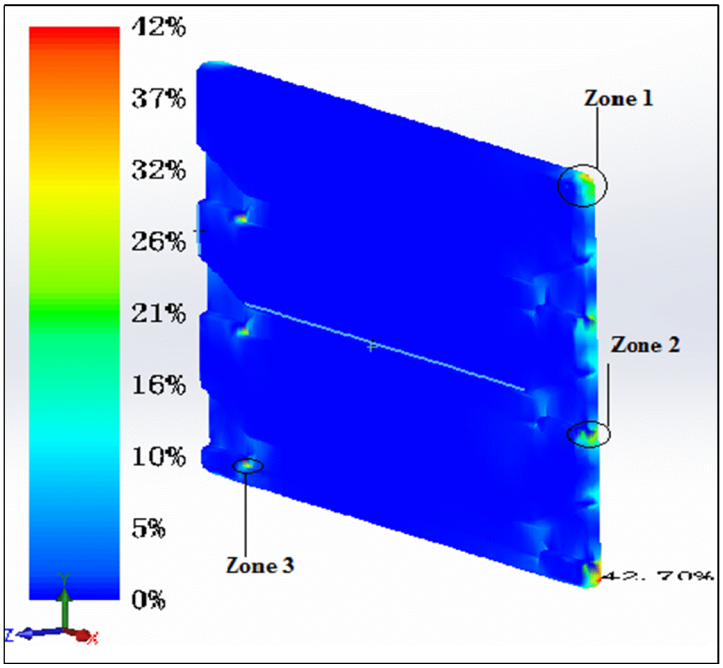



**Figure III.5 : Les déformations**

### III.6.3. Information sur l'évolution de l'épaisseur matière

L'art de l'emboutissage consiste à réaliser le meilleur compromis entre les deux modes (retreint et expansion) de déformation et à optimiser l'écoulement du métal entre le poinçon, la matrice et le serre-flan.

Comme on peut le constater sur la figure III.6, l'épaisseur varie entre (-18%) et (+14%). Il faut corriger le rayon de l'outil (poinçon et matrice) pour éviter la striction dans les zones en amincissement (tous les endroits présentant un petit rayon du poinçon), et prévoir un jeu entre la matrice et le poinçon et adapter la pression du serre-flan afin d'éviter la formation de plis dans les zones en épaississement (contour de la pièce particulièrement aux quatre coins).

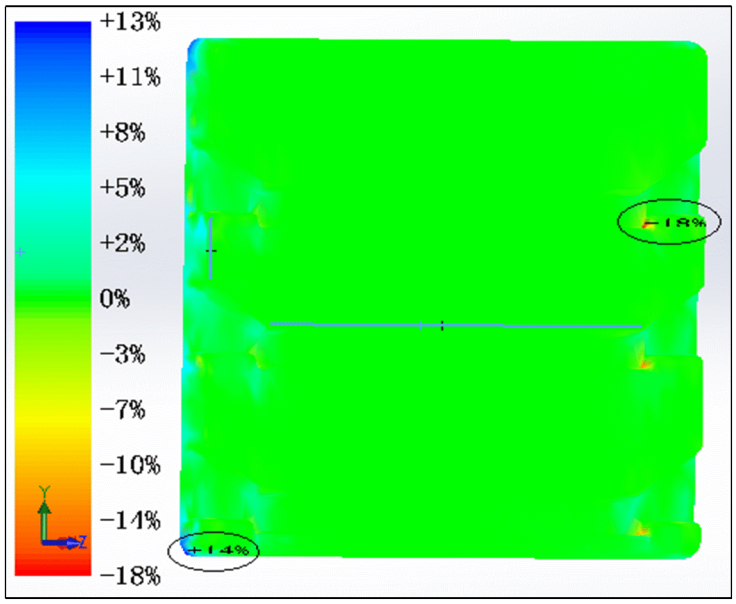



**Figure III.6 : Variation de l'épaisseur**

### III.6.4 Déplacement des points

Nous pouvons suivre le déplacement de chaque point lors de l'opération d'emboutissage, la figure III.7 montre ce déplacement

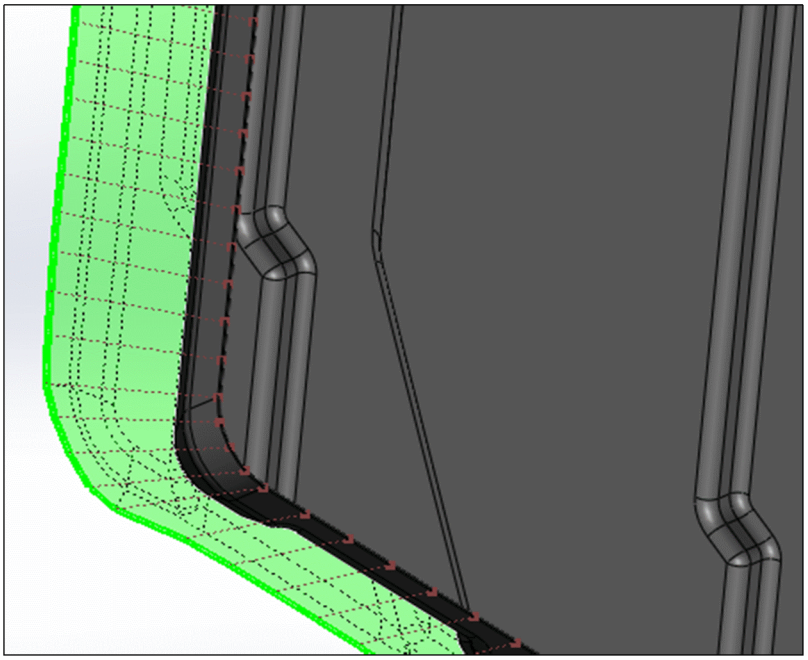


**Figure III.7. Déplacement des points**

## III.7. Mise en bande

L'étude de la mise en bande consiste à rechercher la disposition des pièces dans la bande donnant le minimum de déchets. La disposition de bande la mieux adaptée au panneau est la mise en bande directe par rapport à ses grandes dimensions et sa géométrie rectangulaire.

La bande entre dans l'outil à travers un guide qui oriente son acheminement. A chaque poste, la bande reçoit des formes spécifiques jusqu'à obtenir la pièce finie avec les dimensions et tolérances souhaitées. La fabrication de la pièce passe par quatre postes comme indiqué dans la (figure III.8).

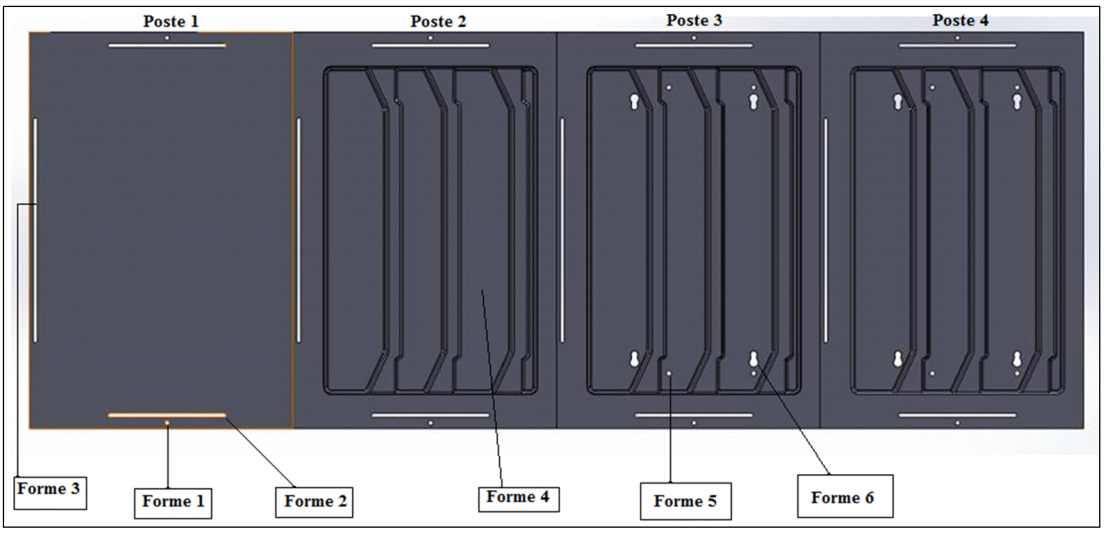



**Figure III.8 : Mise en bande**

Processus de fabrication :

- **Poste 1 :**

La tôle subit cinq ajourages simultanés dont deux pour le pilotage (forme 1) et trois autres pour éviter la déformation de la bande après formage (forme 2 et forme 3).

- **Poste 2 :**

Comme c'est indiqué dans la (figure III.8), toute la largeur de la bande est utilisée par

une seule pièce à la fois. Dans ce poste, la bande reçoit la forme emboutie (forme 4) de la pièce.

- **Poste 3 :**

Au niveau de ce poste, la pièce reçoit huit poinçonnages (forme 5 et forme 6), imposés par le cahier de charge

- **Poste 4 :**

La pièce passe au détourage, un poinçon de détourage libère la pièce avec les dimensions souhaitées puis elle sera redirigée à travers les tasseaux grâce à un usinage spécifique puis recueillie.

Logoprss3 intègre des fonctions clés à la mise en bande :

- Gestion des pièces multiples
- Optimisation du placement
- Feuille Excel intégrant les données
- Actions Glisser/Déposer
- Insertion/suppression de pas
- Information matière
- Calcul des efforts
- Détermination du centre des efforts pour chaque poinçon
- Détermination du centre de tous les efforts
- Gestion du retour élastique
- Associativité avec le processus de formage
- Création automatique des poinçons internes à la pièce
- Puissant assistant pour la définition des poinçons attachés au squelette de bande et répétition de poinçons.

### III.7.1. Calcul des efforts

Le calcul des efforts est automatique après spécification des matériaux (bande, poinçon, matrice). Les efforts sont donnés pour chaque poinçon et leur somme pour chaque poste. Une somme des efforts de tous les postes est aussi calculée pour la détermination de l'effort total qui doit être exercé par la machine. Les résultats sont obtenus lors de la mise en bande et sont indiqués sur chaque poinçon comme s'est illustré dans la figure suivante.




**Figure III.9 : Effort de poinçonnage (en tonne)**

Le tableau suivant résume les efforts de tous les poinçons pour toutes les opérations

**Tableau III.1.**Résumé des efforts pour chaque poste (en tonne)

| POSTES | Nbr | Numéro du poinçon | Effort du poinçon (en tonne) | Effort total du poste (en tonne) |
|---|---|---|---|---|
| **Poste 1** | 2 | 1 | 0,46 | 31,52 |
| | 2 | 2 | 7,8 | |
| | 1 | 3 | 15 | |
| **Poste 2** | 1 | 4 | 18 | 18 |
| **Poste 3** | 2 | 5 | 0,5 | 7,6 |
| | 2 | 6 | 1,4 | |
| **Poste 4** | 1 | 7 | 7,6 | 35 |

Avec :

Nbr : nombre de poinçon

Poinçon **1** : poinçon pour la forme 1 (pilotage)

Poinçon **2** : forme 2 (ajourage en forme ovale)

Poinçon **3** : forme 3

Poinçon **4** : poinçon d'emboutissage (forme 4)

Poinçon **5** : forme 5

Poinçon **6** : forme 6

Poinçon **7** : poinçon de détourage

- **Calcul de vérification de l'exactitude des résultats pour quelques poinçons**

$$\mathbf{F_d = P * e * R_C}$$

Avec **:**

**$F_d$ :** effort de découpage (daN)

**P :** périmètre du profil détaché (mm)

**e :** épaisseur de la tôle (mm)

**$R_C$ :** résistance pratique au cisaillement (daN/mm$^2$)

Avec l'epaisseur de la tôle égale à 0,8 et $R_C$ à 29,6 daN / mm²

- **Poinçon 1**

P = 6 * 3,14 = 18,84 mm

AN :

$\mathbf{F_{d1}}$=18,84 * 0,8 * 29,6 = 446,13

$$\mathbf{F_{d1} = 446,13daN}$$

- **Poinçon 2**

**P** = 325,7 mm

AN :

$\mathbf{F_{d1}} = 325,7 * 0,8 * 29,6 = 7712,576$

$$\mathbf{F_{d2} = 7712,576\ daN}$$

- **Poinçon 3**

**P** = 20,41 mm

AN :

$\mathbf{F_{d3}} = 20,41 * 0,8 * 29,6 = 438,31$

$$\mathbf{F_{d3} = 438,31\ daN}$$

Logopress intègre des données supplémentaires affichées dans une feuille Excel, résumées dans le tableau III.2

**Tableau III.2.** Information mise en bande

| **Logopress3 : note d'information mise en bande** | **Valeurs** |
|---|---|
| Pas | 350mm |
| Largeur de la bande | 520mm |
| Epaisseur | 0.8mm |
| Matière | DC04 |
| Effort total | 92,12 T |
| Effort de découpage total | 74.12 T |
| Périmètre du contour découpé | 2973.244mm |
| Effort de formage total calculé | 18 T |
| Nombre de poste | 4 |
| Perte de matière en % | 32,94% |
| Périmètre des poinçons de découpage | 2973.278mm |
| Périmètre du poinçon d'emboutissage | 1397.805mm |
| Poids de la pièce | 873.926 Gr |
| Poids brut unitaire | 1.130 Kg |
| Poids du déchet | 255.577 Gr |
| Surface de la pièce pour traitement | 278866.744 mm² |

## III.8. Jeu entre matrice et poinçon d'emboutissage

Pour obtenir une surface emboutie parfaitement lisse, il est nécessaire de prévoir un jeu entre le poinçon et la matrice.

Le jeu est pris à 0,8 mm soit l'épaisseur de la pièce.

## III.9. Calcul du rayon sur les matrices

Ce rayon a une importance sur la qualité de l'embouti et la bonne répartition des forces.

Pour **r** = 0, on a un déchirement du flan.

La formule suivante est utilisée en pratique pour les aciers :

$$\mathbf{r = 0{,}8.\ [(D - d_1).\ e]^{1/2}}$$

Avec :

**r** : rayon de la matrice

**D**: diamètre du flan (mm)

$\mathbf{d_1}$: diamètre de l'embouti (mm)

**e**: épaisseur du flan (mm)

AN :

$r = 0{,}8 * [(315{,}9\text{-}280) * 0{,}8]$

**r = 3,91 mm**

Dans le cas du découpage, les angles vifs sont favorisés contrairement à l'emboutissage, on ne prend donc aucun rayon ni sur le poinçon ni sur la matrice. Un angle de 90° forme toutes les matrices et tous les poinçons de découpage que ça soit ceux du poinçonnage ou bien de détourage.

## III.10. Jeu de découpage

Les fissures sont obliques pour qu'elles se rejoignent et que la tranche de la pièce découpée soit propre. Il importe de prévoir un jeu entre le poinçon et la matrice. Selon le type d'opération à effectuer le jeu est pris soit sur la matrice ou bien sur le poinçon.
Pour le découpage, le jeu est à prendre sur le poinçon, et pour le poinçonnage il est à prendre sur la matrice.
La nature du matériau à découper détermine ce jeu, pour les aciers doux le jeu est de

1/20 de l'épaisseur de la bande.

J = 1/20 ∗e
AN :

J = 1/20∗ 0,8 = 0,04

**J = 0,04 mm**

## III.11. Calcul des efforts de dévétissage

L'effort de dévétissage varie de 2 à 7% de l'effort de découpage suivant l'importance de la bande entourant le poinçon. Soit 7% pour le poinçonnage en plein tôle et 2% si la chute est faible.

### III.11.1. Effort des dévétisseurs

- **Poste 1**

Au niveau de ce poste les opérations à effectuer sont des ajourages (poinçonnage en plein tôle), on prend 7%.

AN :
$\mathbf{F_{dT1}}$ = 31,52 T = 31520daN

$\mathbf{F_{dev1}}$ = 31520 ∗ 0,07

$$\mathbf{F_{dev\,1} = 2206{,}4\ daN}$$

Avec :

$\mathbf{F_{dT1}}$ **:** effort de découpage total pour le poste 1

$\mathbf{F_{dev1}}$ : effort du dévétisseur pour le poste 1

- **Poste 3**

$\mathbf{F_{dT2}}$ = 7,6 T = 7600daN

$\mathbf{F_{dev2}}$ = 7600 * 0,07

$$\mathbf{F_{dev2} = 532daN}$$

- **Poste 4**

Il s'agit d'un détourage

$\mathbf{F_{deT3}}$ = 35 T = 35000daN

$\mathbf{F_{dev3}}$ = 35000* 0,02

$$\mathbf{F_{dev3}=700daN}$$

### III.11.2. Effort du Serre-flan

- **Poste 2**

L'effort sous serre-flan rectangulaire au niveau de ce poste est donné par l'équation suivante. Équation (10)

$$\mathbf{F_S = 2\,(a + b).\,H.\,r.\,\pi/\,2\,(D^2 - d_m^2)\,.P}$$

Avec:

**$F_s$ :** effort sous serre-flan rectangulaire.

**D :** diamètre du flan.

**$d_m$ :** diamètre de la matrice.

**H :** hauteur de l'embouti.

AN :

$$F_s = 2(430 + 280) * 12 * 10 * 3,14 \div 2(315,9 - 290)\ 2,5$$

$$F_s = 535056 \div 424,647$$

$$\mathbf{F_s = 1260\ daN}$$

Quand on utilise un dévétisseur , il faut ajouter la force de compression du ressort à la force de découpe.
Généralement :

- pour $d_1$ = 1 à 5 mm : 20 % de la force de découpe
- pour $d_1$ = 5,1 à 16 mm : 10 % de la force de découpe.

Le tableau suivant résume les efforts totaux définitifs pour chaque poste

**Tableau III.3 :** Effort total des postes

| **Postes** | **Effort (daN)** | **Effort de dévétissage (daN)** | **Effort total pour chaque poste (daN)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 31520 | 2206,4 | 33726,4 |
| 2 | 18000 | 1260 | 19260 |
| 3 | 7600 | 532 | 8131 |
| 4 | 35000 | 700 | 35700 |

L'effort total qui doit être fourni par la presse est la somme des efforts de tous les postes exprimé en tonne : $F_T = 97,18$ T

## III.12. Effort d'éjection

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

AN :

$\mathbf{F_{dT}} = 74120$ daN

$\mathbf{F_{ej}} = 74120 * 0,0133 = 985,796$

Avec :

$\mathbf{F_{dT}}$ **:** effort total de découpage

$\mathbf{F_{ej}}$ **:** effort d'éjection

## III.13. Choix des ressorts

Le choix des ressorts est une opération très délicate étant donné que leur fonction est d'assurer l'effort de dévétissage qui consiste à plaquer la bande contre la matrice lors des opérations de formage pour éviter toute déformation telle que la formation de plis et éviter la remontée de la bande lors du retour des poinçons.
La figure III.10 montre les différents ressorts classés selon leurs charges et différenciés par leurs couleurs.

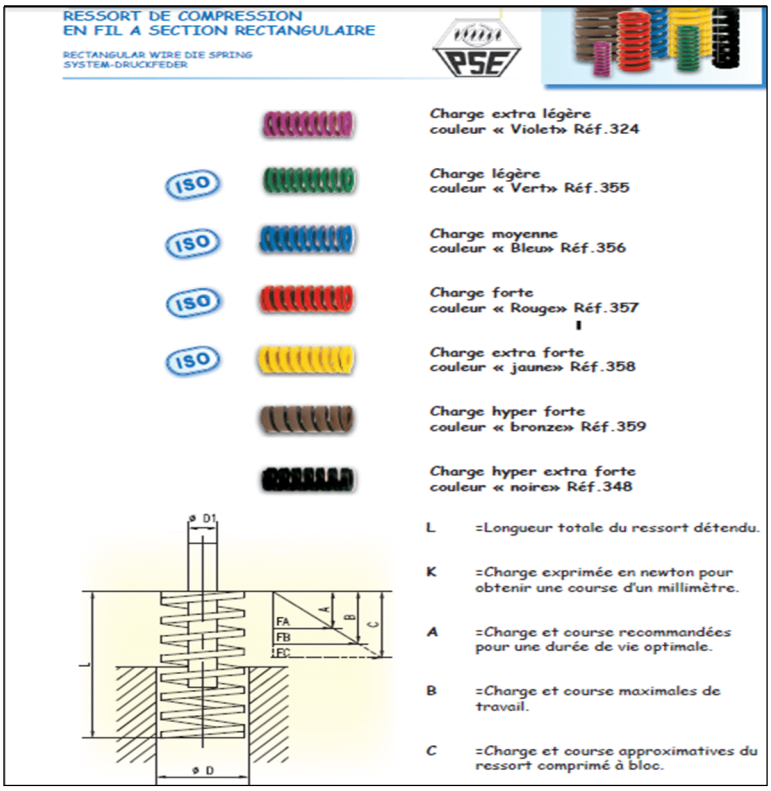



**Figure III.10 : Différents ressorts (répertoriés suivant ISO 10243) [17]**

Logopress3 inclut une librairie de composants standard, et un puissant assistant structure outil qui nous permet de modéliser très rapidement les principaux composants de l'outil dont tous les ressorts normalisés pour la plupart des fournisseurs existant sur le marché.

Tous les ressorts sont à charge forte et à section rectangulaire. Selon l'effort à obtenir, on devise la charge par un nombre de ressorts pour chaque poste.

En fixant la charge et la course pour une durée de vie optimale, Logopress3 se charge de trouver le ressort qui convient en rajoutant le diamètre et la longueur tout en restant dans le rayon des ressorts à forte charge, comme l'indique la figure III.11

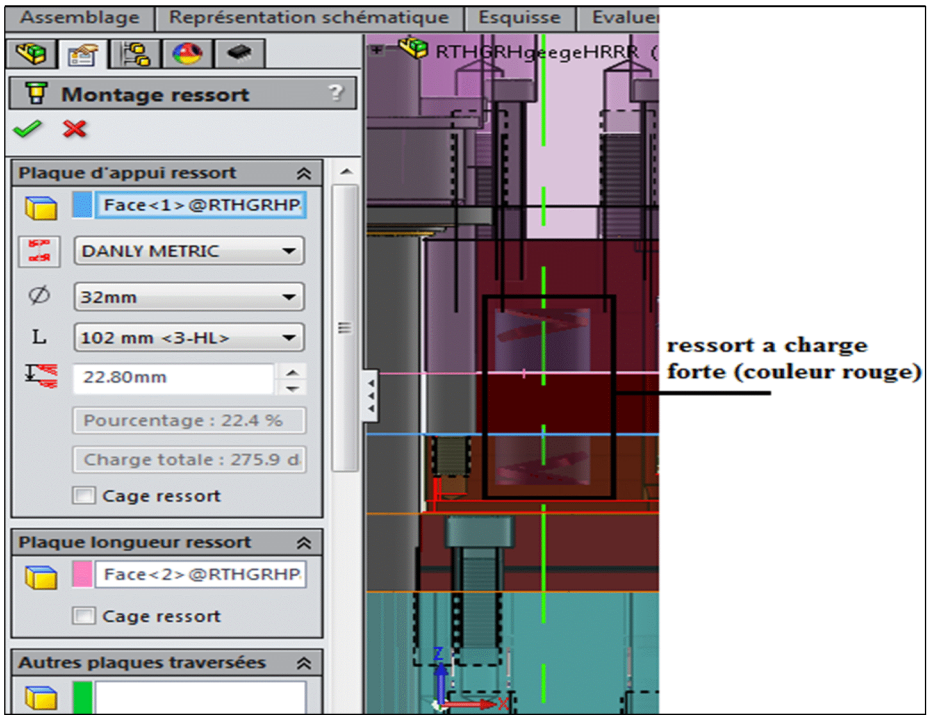



**Figure III.11 : Montage ressorts**

- **Poste 1 :**

L'effort de dévétissage calculé est de 2206,4 daN, il est réparti sur huit ressorts

$$F_{ressort} = F_{dev} \div Nbr$$

Avec :

$F_{dev}$ : effort du dévétisseur

**Nbr** : nombre de ressort

$$F_{ressort} = 2206,4 \div 8 = 275,8$$

$$F_{ressort} = 275,8daN$$

- **Poste 2 :**

$F_S = 1260$ daN

$\mathbf{F_S}$ = 1260 ÷ 8 = 157,5

**$F_S$ = 157,5 daN**

- **Poste 3 :**

$\mathbf{F_{dev2}}$ = 532daN

$\mathbf{F_{ressort}}$ = 532 ÷4 = 133

**$F_{ressort}$ = 133 daN**

- **Poste 4 :**

$\mathbf{F_{dev3}}$ = 700daN

$\mathbf{F_{ressort}}$ = 700 ÷ 8 = 87, 5

**$F_{ressort}$ = 87, 5 daN**

Le tableau suivant résume les caractéristiques de chaque ressort utilisé pour chaque poste :

**Tableau II.4 :** Caractéristiques des ressorts utilisés

| | D | D1 | L | K | A% | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mm | Mm | mm | daN/mm | daN | mm | A% |
| Poste 1 | 32 | 16 | 102 | 12,8 | 275,9 | 22,8 | 22,4 % |
| Poste 2 | 25 | 12,5 | 115 | 6,50 | 157,8 | 24,3 | 21,1 % |
| Poste 3 | 25 | 12,5 | 115 | 6,50 | 133,2 | 20,5 | 17,8 % |
| Poste 4 | 20 | 10 | 105 | 4,14 | 87,5 | 21,5 | 18,3 % |

## III.14. Conception de l'outil

L'outil à réaliser est un outil à suivre, généralement fait pour des moyennes ou grandes séries, il doit être rentable, fiable et précis.

### III.14.1. Partie inférieure

La parie inferieure comporte :

- **La plaque bloc inferieur**

C'est une plaque qui mesure 70mm d'épaisseur et sert de support pour la plaque porte matrice. L'ensemble est ainsi plus rigide et résiste mieux aux efforts de compression.
Elle comporte des usinages pour le dégagement des déchets. Les relève-bande, les colonnes de guidage et les tasseaux y sont fixés.

- **La plaque porte matrice**

Le rôle principal de cette plaque est de porter les différentes matrices, elle a 35mm d'épaisseur et occupe toute la longueur de l'outil.
La plaque supporte les efforts de compression du serre-flan et son coût de revient est modéré du fait qu'elle est en XC48. Le prix de revient de la fabrication d'une plaque avec de telles dimensions et avec le même matériau que les matrices reviendra très cher. En cas d'endommagement, toute la plaque sera remplacée.

- **Les matrices**

L'outil comporte plusieurs matrices toutes faites en Z160 en raison des efforts à supporter. Selon le type d'opération à effectuer, deux catégories de matrice sont à considérer.

- Les matrices de découpage poinçonnage présentant une dépouille de 2°,et une partie cylindrique de 5 à 6 mm qui est réservée à l'affutage.

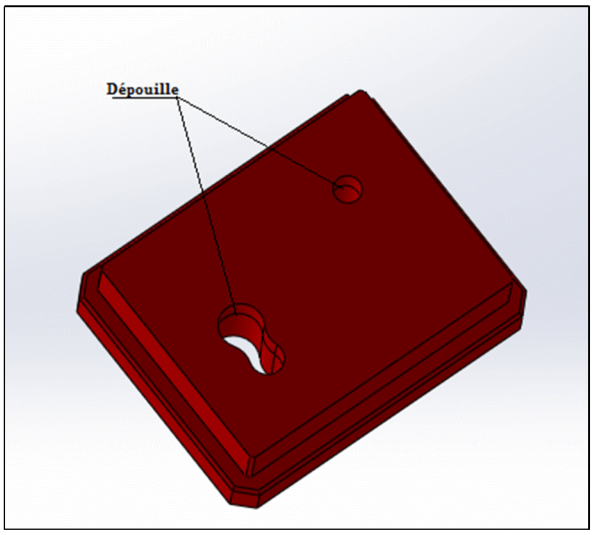



**Figure III.12 : Matrice de poinçonnage**

**Remarque**

En raison de la ductilité du matériau de la bande, la longueur réservée à l'affutage n'est pas nécessaire. Pour un acier doux, on admet une dépouille qui part directement de la surface de la matrice formant un angle de 1°. Le choix de concevoir nos matrices de cette manière est dans le but d'optimiser leurs durées de vie.

La matrice d'emboutissage présente un rayon d'arrondi de 4mm pour éviter toute déchirure de la tôle lors de l'exécution du poinçon.

Tout comme le poinçon d'emboutissage, la matrice est une pièce pleine. Lors de l'exécution de l'opération, l'air se trouvant emprisonné entre la matrice et le poinçon se comprime, cette compression est suffisante pour déformer la pièce. Pour remédier à ce problème, des trous d'évacuation d'air sont usinés.

- **Les relève-bande**

Les relève bande servent à remonter la bande après exécution des poinçons. La bande peut se déplacer vers le poste suivant sans que les formes en relief (forme de l'embouti par exemple) ne but sur les matrices.

L'outil est muni de deux types de relève- bande :

- Les relève bande assurent l'effort d'éjection, leurs efforts sont assurés par des ressorts fixés à leurs extrémités inférieures, leurs diamètre est de 18mm afin d'avoir une bonne surface d'appui et ainsi éviter de déformer la tôle. Chaque outil possède cinq relève-bandes.

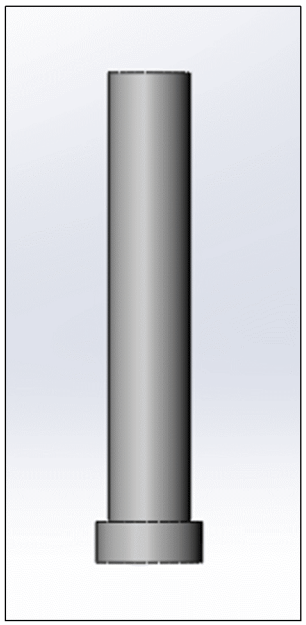


**Figure III.13 : Relève-bande (type 1)**

- Ces relèves-bande ont pour rôle de relever et de guider la bande tout le long du processus de fabrication grâce à une gorge usinée à leurs extrémités.

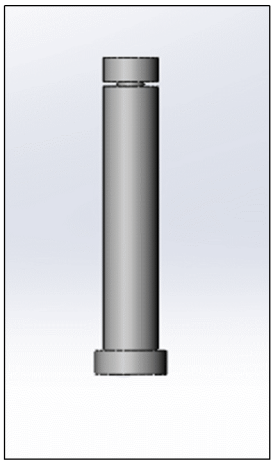


**Figure III.14 : Relève-bande (type 2)**

- **Colonnes de guidage**

L'outil doit avoir une précision irréprochable en raison de faibles jeux de certaines opérations telle que le détourage. Le guidage est assuré par six colonnes de guidage à billes en raison de leurs grandes précisions et de la réduction de frottement. Le contact est réduit d'une surface à un contact ponctuel.

- **Le guide**

IL est fait en acier XC 48 et présente une hauteur suffisante pour permettre le libre passage de la bande. La largeur du guide est égale à celle de la bande à laquelle on ajoute un jeu sur un seul coté qui est égal à deux fois l'épaisseur de la tôle soit 1,6 mm. Sa longueur est de 200mm, c'est ce qu'il empêche de bien guider la bande.

### III.14.2. Partie supérieure

La partie supérieure de l'outil est la partie mobile bridée au coulisseau de la machine qui est animée d'un mouvement. Elle comporte les pièces suivantes :

- **Les dévétisseurs et serre-flan**

Leurs faces de contact avec la bande doivent être parfaitement usinées et polies et ne doivent laisser apparaitre aucun trou. Ils sont faits en XC48 trempé de manière à être suffisamment résistants pour empêcher la formation des plis sans fléchir.
La figure suivante représente le dévétisseur du poste 3

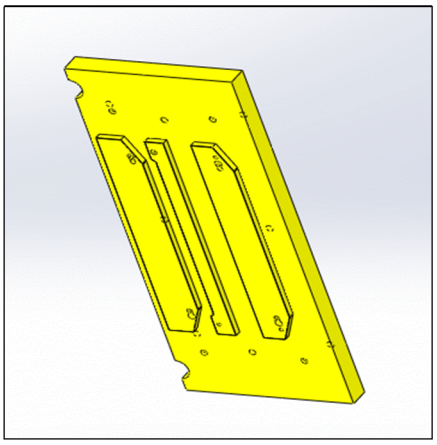


**Figure III.15 : Dévétisseur**

- **Les poinçons**

Ils sont tous faits du même matériau que les matrices (Z160). Les poinçons de petites dimensions comme ceux réservés au poinçonnage sont susceptibles de flamber ont un corps plus volumineux. Leurs parties active est de 9mm de hauteur raccordée au corps par un congé (les angles vifs sont à éviter, risque de rupture).

Tout comme la matrice d'emboutissage, le poinçon reçoit des trous usinés afin d'évacuer l'air de 6mm de diamètre.

Les poinçons ayant une section suffisante et présentant une bonne assise sont fixés directement sur la plaque porte-poinçons par des vis. Leur tête se présente sous forme d'embase (épaulement) de quelques millimètres de hauteur, logées dans un fraisage de la plaque porte-poinçons et contraint par la plaque de choc, comme l'indique la (figure III.16).

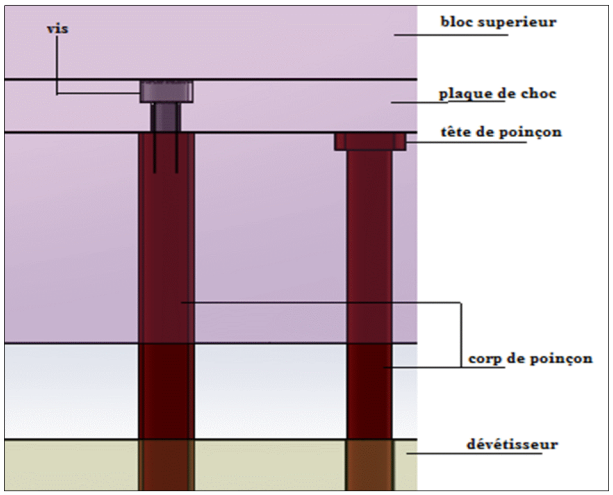



**Figure III.16 : Fixation des poinçons**

- **La plaque porte poinçon**

C'est une plaque de 60mm d'épaisseur. Les poinçons y sont logés et fixés. Cette plaque sert aussi de support pour les dévétisseurs et le serre-flan.

- **La plaque de choc**

Lors du travail des différents poinçons, la plaque bloc supérieur encaisse beaucoup de choc (matage), étant donné que c'est une pièce volumineuse, le choix d'un matériau dur tel que le Z160 ou Z200 n'est pas envisageable pour des raisons de coût.
Une plaque en tôle bleue est interposée entre la plaque porte-poinçon et la plaque bloc supérieur servant à recevoir les chocs dus aux poinçons. C'est une pièce relativement mince et dur.

- **La plaque bloc supérieur**

La plaque bloc supérieur est la pièce en contact avec le coulisseau de la machine, c'est une pièce volumineuse avec 1500mm de longueur et 1000mm de largeur sur 90mm d'épaisseur, en XC48

## III.15. Mise en plan

Les différentes pièces constituant l'outil sont représentés en annexe par des planches tracés à l'aide du logiciel SolidWorks

Planche 1 : Matrice 2
Planche 2 : Porte poinçons
Planche 3 : Poinçon 1
Planche 4 : Dévétisseur 3
Planche 5 : Poinçon 2
Planche 6 : Porte matrices
Planche 7 : Matrice 6
Planche 8 : Tasseau
Planche 9 : Semelle

Planche 10 : Poinçon 7

Planche 11 : Dévétisseur 2

Planche 12 : Matrice 5

Planche 13 : Bloc inférieur

Planche 14 : Poinçon 6

Planche 15 : Matrice 1

Planche 16 : Guide bande

Planche 17 : Poinçon 5

Planche 18 : Matrice 4

Planche 19 : Poinçon 3

Planche 20 : Dévétisseur 1

Planche 21 : Matrice 3

Planche 22 : Serre-flan

Planche 23 : Bloc supérieur

Planche 24 : Poinçon 4

Planche 25 : Plaque-bleue

Planche 26 : Pilote

Planche 27 : Relève-bande 1

Planche 28 : Relève-bande 2

## III.16. Calcul de vérification des poinçons à la résistance

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

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

Si :

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

Avec :

**F :** effort de découpage

$\mathbf{F_{cr}}$ **:**charge critique d'Euler qui se calcule comme suit :

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

Avec :

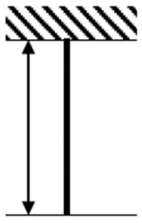
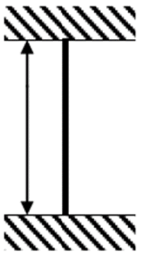
**E :** module de Young.

**I :** moment d'inertie.

**L :** longueur réelle.

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

**Tableau III.5 :** Longueurs libres de flambage en fonction du type de liaisons

| **Longueurs libres de flambage** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Types de liaisons** | Encastré en **A** Et libre en **B** | Liaisons pivotantes en **A** et **B** | Encastré en **A** et **B** | Encastré en **A** Et Pivots en **B** |
| **Valeurs de $\ell$** |  $\ell = 2L$ |  $\ell = L$ |  $\ell = L/2$ |  $\ell = 0,7L$ |

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

- **Poinçon 1**

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

A.N

$I = 3,14 * 9^4 / 64$

$I = 321,90$

$F_{cr1} = 3,14^2 * 207000 * 321,90 / (2 * 125)^2$

**$F_{cr1} = 10511,64$ N**

**$F_{de1}$** = 4600 N

$F_{de1} < F_{cr1}$ : la condition est vérifiée, donc le poinçon va résister.

- **Poinçon 2**

$I = 5570345,49$

$F_{cr2} = 3,14^2 * 207000 * 5570345,49 / (2 * 125)^2$

**$F_{cr2} = 181899605,2$ N**

**$F_{de2}$** = 78000 N

$F_{de2} < F_{cr2}$ : la condition est vérifiée, donc le poinçon va résister.

- **Poinçon 5**

$I = 490,63$

$F_{cr} = 3,14^2 * 207000 * 490,63 / (2 * 136,20)^2$

$$\mathbf{F_{cr3} = 13494,90\ N}$$

$\mathbf{F_{de5}}$ = 5000 N

$\mathbf{F_{de5} < F_{cr3}}$ **:** la condition est vérifiée, donc le poinçon va résister.

- **Poinçon 6**

I = 6346,78

$F_{cr} = 3,14^2 * 207000 * 6346,78 / (2 * 136,20)^2$

$$\mathbf{F_{cr4} = 174569,71\ N}$$

$\mathbf{F_{de5}}$ = 1400 N

$F_{de5} < F_{cr4}$ : la condition est vérifiée, donc le poinçon va résister.

Tous les poinçons sont surdimensionnés pour optimiser leurs durées de vie.

## III.17. Choix de la presse

La presse doit avoir une puissance suffisante pour effectuer le travail demandé, soit un effort supérieur ou égal à 97,18 tonnes.

La vitesse de la presse a aussi une grande importance, elle ne doit pas être ni très grande de façon à permettre au métal de se transformer sans risque de déchirure, ni trop faible de manière à éviter l'écrouissage qui durcie le métal et le rend moins malléable. La vitesse généralement prise pour les aciers doux est de 280 mm/s.

La course de la presse doit être suffisante pour assurer l'emboutissage au minimum 30 mm, la hauteur de l'outil fermé est égale à 523mm.

## III.18. Montage sur presse

Etant donné que les dimensions de l'outil et les deux parties sont fixées par bridage, l'outil doit être monté sur la presse fermée. La bande de métal doit être remplacée par des languettes du métal à emboutir judicieusement placées pour centrer les poinçons par rapport

aux matrices.

Parmi les fonctionnalités du logiciel utilisé pour la conception de cet outil on a :

- Détermination du centre des efforts pour chaque poinçon
- Détermination du centre de tous les efforts

Pour avoir la meilleure position de l'outil sur la presse, il est impératif de connaitre le centre de tous les efforts qui doit coïncider avec l'axe vertical du coulisseau.

### III.18.1.Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie)

Le résultat obtenu est illustré dans la figure III.17

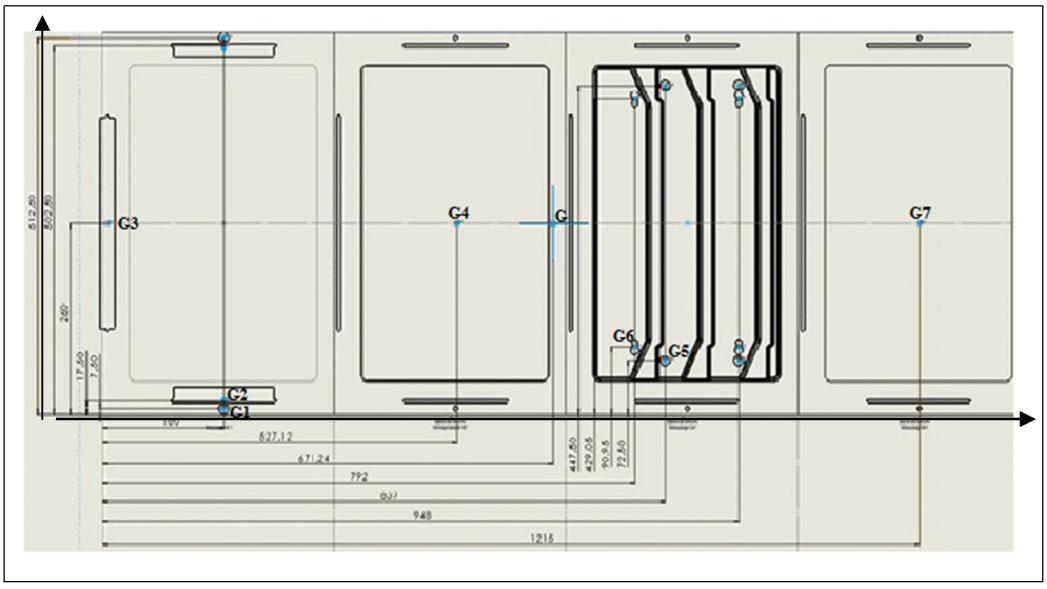



**Figure III.17 : Position adéquate de l'outil sur la presse**

Soient G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 les centres d'inertie pour chaque poinçon et G le centre de tous les efforts.
L'axe du coulisseau de la machine passe par les coordonnées du point G

**XG =671,24 mm**
**YG = 260 mm**

## III.19. Graissage

Le graissage du flan a une importance primordiale. En pratique, on obtient de bons résultats avec les matières de graissage suivantes :

- Tôle d'acier : huile de lard, huile lourde de mazout, huile soluble.
- Tôle de laiton : huile soluble, suif.
- Tôle d'aluminium : pétrole et graphite, huile soluble, vaseline.

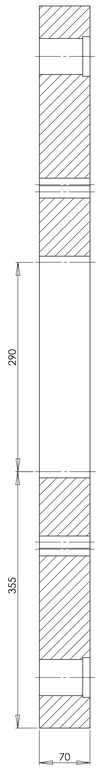
## III.20. Conclusion

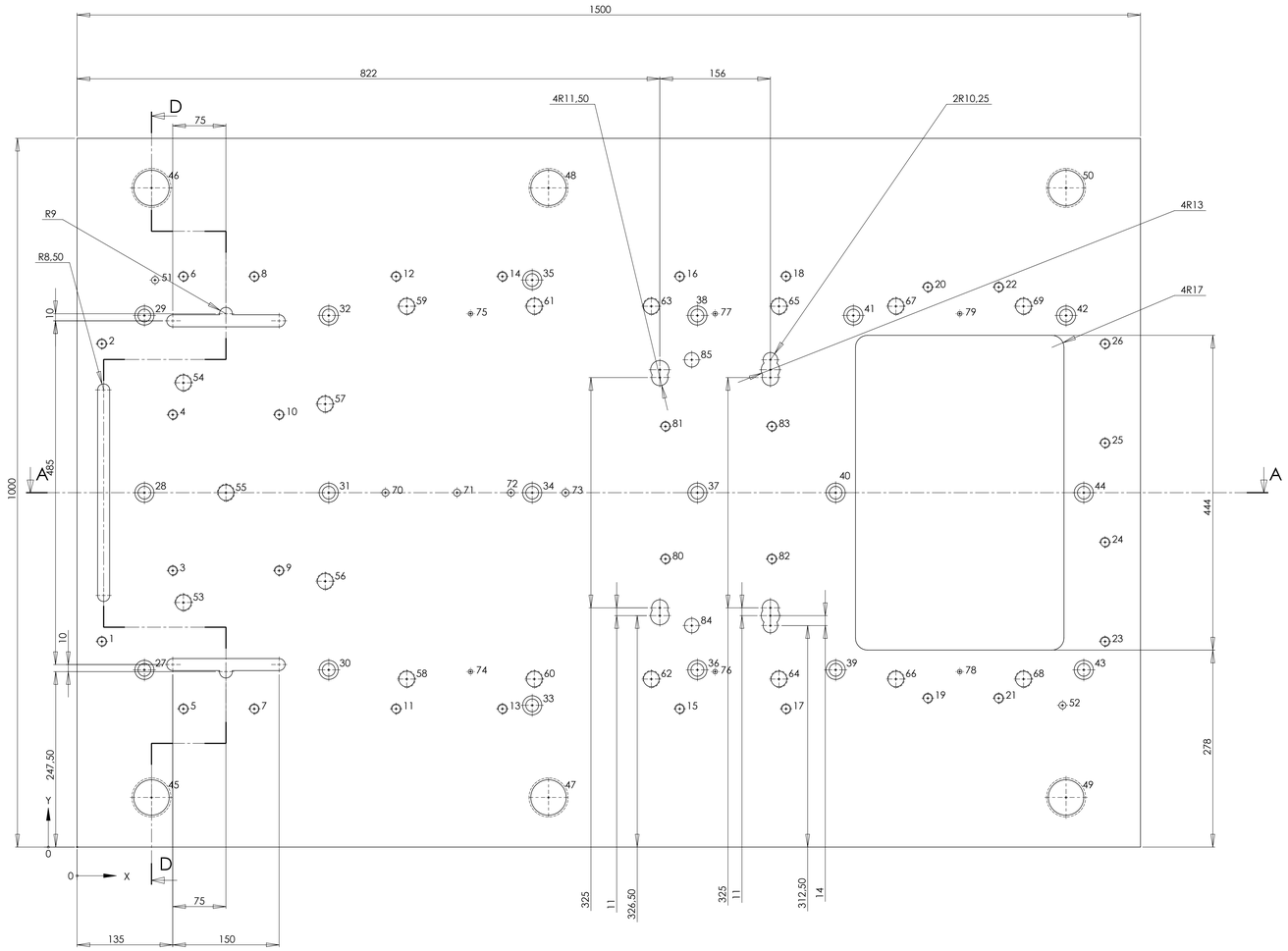
La mise à plat de la pièce avec Logopress3 nous a permis d'avoir les dimensions du flan et les zones fragiles lors de l'emboutissage de la pièce sans avoir recours aux essais expérimentaux, ce qui représente un gain de temps et économie. En effet, les erreurs commises lors de la modification des outils après les différents essais comme la correction des rayons des poinçons sont irréversibles.

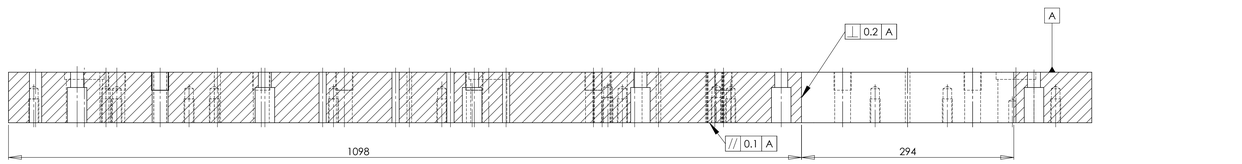
Le module de mise en bande nous a offert plusieurs avantages, le meilleur tel que l'optimisation du placement des poinçons, le calcul de tous les efforts et la meilleure disposition de pièces présentant le minimum de perte de matière.

Nous avons conçus notre outil de manière à être fiable (choix des matériaux, et surdimensionnement des éléments), précis (guidage de l'acheminement de la bande), rentable (cadence élevée, regroupe toutes les opérations en réduisant ainsi la charge de travail).

COUPE D-D




COUPE A-A

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 35 | 290 | | | ⌀12.00↧47.00<br>M14.00x2.00↧33.00 | GENERIC M14x45-SH | | |
| 2 | 35 | 710 | | | | | | |
| 3 | 135 | 390 | | | | | | |
| 4 | 135 | 610 | | | | | | |
| 5 | 150 | 195 | | | | | | |
| 6 | 150 | 805 | | | | | | |
| 7 | 200 | 195 | | | | | | |
| 8 | 250 | 805 | | | | | | |
| 9 | 285 | 390 | | | | | | |
| 10 | 285 | 610 | | | | | | |
| 11 | 450 | 195 | | | | | | |
| 12 | 450 | 805 | | | | | | |
| 13 | 600 | 195 | | | | | | |
| 14 | 650 | 805 | | | | | | |
| 15 | 800 | 195 | | | | | | |
| 16 | 850 | 805 | | | | | | |
| 17 | 1000 | 195 | | | | | | |
| 18 | 1000 | 805,27 | | | | | | |
| 19 | 1000 | 210 | | | | | | |
| 20 | 1000 | 290 | | | | | | |
| 21 | 1000 | 610 | | | | | | |
| 22 | 1000 | 690 | | | | | | |
| 23 | 1250 | 290 | | | | | | |
| 24 | 1250 | 430 | | | | | | |
| 25 | 1250 | 570 | | | | | | |
| 26 | 1250 | 710 | | | | | | |
| 27 | 95 | 250 | | | ⌀18.00 A travers tout<br>⌴ ⌀27.00↧48.80 | GENERIC M16x200-SH | | |
| 28 | 95 | 500 | | | | | | |
| 29 | 95 | 750 | | | | | | |
| 30 | 355 | 250 | | | | | | |
| 31 | 355 | 500 | | | | | | |
| 32 | 355 | 750 | | | | | | |
| 33 | 570 | 500 | | | | | | |
| 34 | 642 | 500 | | | | | | |
| 35 | 642 | 800 | | | | | | |
| 36 | 875 | 250 | | | | | | |
| 37 | 875 | 500 | | | | | | |
| 38 | 875 | 750 | | | | | | |
| 39 | 1070 | 250 | | | | | | |
| 40 | 1070 | 500 | | | | | | |
| 41 | 1095 | 750 | | | | | | |
| 42 | 1395 | 750 | | | | | | |
| 43 | 1420 | 250 | | | | | | |
| 44 | 1420 | 500 | | | | | | |
| 45 | 105 | 70 | | | ⌀50.00 A travers tout<br>⌴ ⌀55.00H7↧10.00 | INTECH ENOMA 20850315 | | |
| 46 | 105 | 930 | | | | | | |
| 47 | 655 | 70 | | | | | | |
| 48 | 665 | 930 | | | | | | |
| 49 | 1395 | 70 | | | | | | |
| 50 | 1395 | 930 | | | | | | |
| 51 | 110 | 800 | | | ⌀10.00↧30.00 | GENERIC 10x40 | | |
| 52 | 1390 | 200 | | | | | | |
| 53 | 150 | 345 | | | ⌀22.00 A travers tout<br>M24.00x2.00↧25.00 | MEUSBURGER E1230-24x25<br>OLMA T3-16x22.5x40 | | |
| 54 | 150 | 655 | | | | | | |
| 55 | 210 | 500 | | | | | | |
| 56 | 350 | 375 | | | | | | |
| 57 | 350 | 625 | | | | | | |
| 58 | 265 | 237 | | | | | | |
| 59 | 465 | 763 | | | | | | |
| 60 | 535 | 237 | | | | | | |
| 61 | 610 | 763 | | | | | | |
| 62 | 590 | 237 | | | | | | |
| 63 | 590 | 763 | | | | | | |
| 64 | 1155 | 237 | | | | | | |
| 65 | 990 | 763 | | | | | | |
| 66 | 1155 | 763 | | | | | | |
| 67 | 1335 | 237 | | | | | | |
| 68 | 1335 | 763 | | | | | | |
| 69 | 435 | 500 | | | ⌀10.00 A travers tout | | | |
| 70 | 535 | 500 | | | | | | |
| 71 | 535 | 500 | | | | | | |
| 72 | 619 | 500 | | | | | | |
| 73 | 689 | 500 | | | | | | |
| 74 | 555 | 247,50 | | | ⌀6.50 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 75 | 555 | 752,50 | | | | | | |
| 76 | 800 | 247,50 | | | | | | |
| 77 | 900 | 752,50 | | | | | | |
| 78 | 1245 | 247,50 | | | | | | |
| 79 | 1245 | 752,50 | | | | | | |
| 80 | 830 | 404,50 | | | ⌀12.00↧49.00<br>M14.00x2.00↧35.00 | GENERIC M14x35-SH | | |
| 81 | 830 | 593,50 | | | | | | |
| 82 | 980 | 404,50 | | | | | | |
| 83 | 980 | 593,50 | | | | | | |
| 84 | 867 | 312,50 | | | | | | |
| 85 | 867 | 687,50 | | | ⌀20.50 A travers tout | | | |

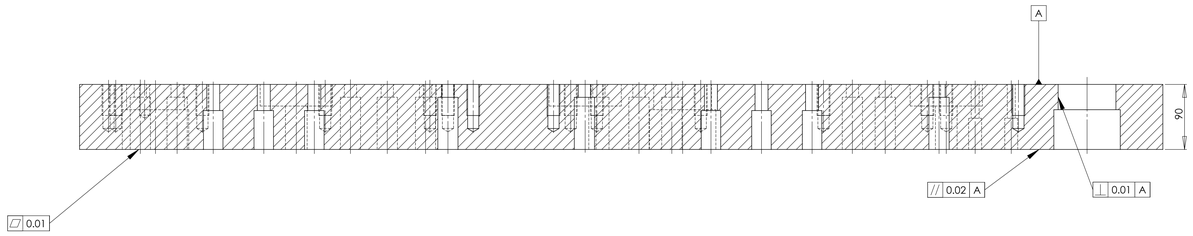
**IT = 0.5**

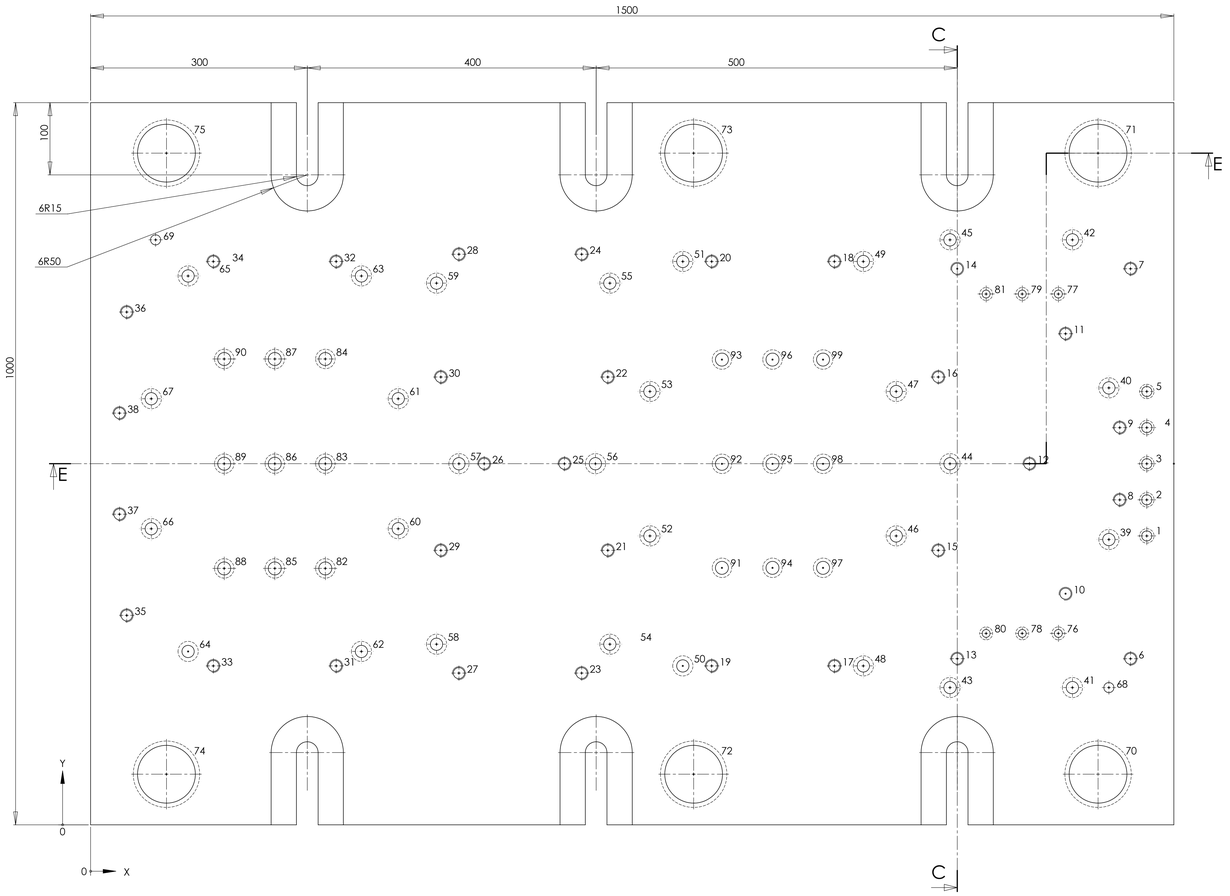
**Ra = 3.2**

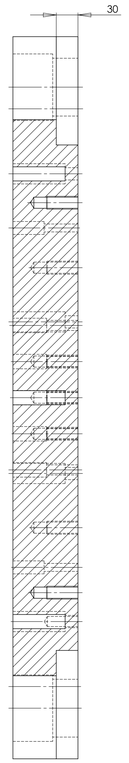
**Sauf indications**

| 13 | 01 | Bloc inferieur | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

COUPE E-E




COUPE C-C

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1462.50 | 400 | | | ⌀14.00 A travers tout<br>⌴ ⌀20.00↧46.60 | GENERIC M12x80-SH | | |
| 2 | 462.50 | 450 | | | | | | |
| 3 | 462.50 | 500 | | | | | | |
| 4 | 462.50 | 550 | | | | | | |
| 5 | 462.50 | 600 | | | | | | |
| 6 | 1440 | 230 | | | ⌀15.50↧61.00<br>M18.00x2.50<br>↧43.00 | GENERIC M18x80-SH | | |
| 7 | 1440 | 770 | | | | | | |
| 8 | 1425 | 450 | | | | | | |
| 9 | 1425 | 550 | | | | | | |
| 10 | 1350 | 280 | | | | | | |
| 11 | 1350 | 680 | | | | | | |
| 12 | 1300 | 500 | | | | | | |
| 13 | 1200 | 280 | | | | | | |
| 14 | 1200 | 720 | | | | | | |
| 15 | 1173.80 | 280 | | | | | | |
| 16 | 1173.80 | 640 | | | | | | |
| 17 | 1030 | 240 | | | | | | |
| 18 | 1030 | 680 | | | | | | |
| 19 | 860 | 240 | | | | | | |
| 20 | 860 | 680 | | | | | | |
| 21 | 715.20 | 280 | | | | | | |
| 22 | 715.20 | 640 | | | | | | |
| 23 | 680 | 210 | | | | | | |
| 24 | 680 | 750 | | | | | | |
| 25 | 655.20 | 500 | | | | | | |
| 26 | 545 | 500 | | | | | | |
| 27 | 510 | 210 | | | | | | |
| 28 | 510 | 790 | | | | | | |
| 29 | 385 | 280 | | | | | | |
| 30 | 385 | 640 | | | | | | |
| 31 | 340 | 220 | | | | | | |
| 32 | 340 | 780 | | | | | | |
| 33 | 170 | 200 | | | | | | |
| 34 | 170 | 280 | | | | | | |
| 35 | 50 | 290 | | | | | | |
| 36 | 50 | 710 | | | | | | |
| 37 | 40 | 430 | | | | | | |
| 38 | 40 | 570 | | | | | | |
| 39 | 1410 | 395 | | | ⌀17.00 A travers tout<br>⌴ ⌀28.00↧72.20 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 40 | 1410 | 605 | | | | | | |
| 41 | 1359.50 | 190 | | | | | | |
| 42 | 1359.50 | 810 | | | | | | |
| 43 | 1190 | 190 | | | | | | |
| 44 | 1190 | 500 | | | | | | |
| 45 | 1190 | 810 | | | | | | |
| 46 | 1115.50 | 400 | | | | | | |
| 47 | 1115.50 | 600 | | | | | | |
| 48 | 1020 | 220 | | | | | | |
| 49 | 1020 | 780 | | | | | | |
| 50 | 860 | 220 | | | | | | |
| 51 | 860 | 780 | | | | | | |
| 52 | 774.50 | 400 | | | | | | |
| 53 | 774.50 | 600 | | | | | | |
| 54 | 719 | 250 | | | | | | |
| 55 | 719 | 750 | | | | | | |
| 56 | 699 | 500 | | | | | | |
| 57 | 510 | 500 | | | | | | |
| 58 | 479 | 250 | | | | | | |
| 59 | 479 | 750 | | | | | | |
| 60 | 425.58 | 410 | | | | | | |
| 61 | 425.58 | 590 | | | | | | |
| 62 | 379 | 240 | | | | | | |
| 63 | 375 | 760 | | | | | | |
| 64 | 135 | 240 | | | | | | |
| 65 | 135 | 760 | | | | | | |
| 66 | 84.02 | 410 | | | | | | |
| 67 | 84.02 | 590 | | | | | | |
| 68 | 1410 | 190 | | | ⌀14.00↧42.50 | GENERIC 14x80 | | |
| 69 | 90 | 810 | | | | | | |
| 70 | 1395 | 70 | | | ⌀80.00 A travers tout ⌴ ⌀92.00H7 ↧55.00 | INTECH ENOMA 20850315<br>INTECH ENOMA 2475039<br>INTECH ENOMA 2415051.4 | | |
| 71 | 1395 | 930 | | | | | | |
| 72 | 835 | 70 | | | | | | |
| 73 | 835 | 930 | | | | | | |
| 74 | 105 | 70 | | | | | | |
| 75 | 105 | 930 | | | | | | |
| 76 | 1340 | 265 | | | ⌀11.00 A travers tout<br>⌴ ⌀18.00↧43.00 | GENERIC M10x80-SH | | |
| 77 | 1340 | 735 | | | | | | |
| 78 | 1290 | 265 | | | | | | |
| 79 | 1290 | 735 | | | | | | |
| 80 | 1240 | 225 | | | | | | |
| 81 | 1240 | 735 | | | | | | |
| 82 | 325 | 355 | | | ⌀18.00 A travers tout<br>⌴ ⌀27.00↧53.80 | GENERIC M16x80-SH | | |
| 83 | 325 | 500 | | | | | | |
| 84 | 292 | 645 | | | | | | |
| 85 | 265 | 355 | | | | | | |
| 86 | 225 | 500 | | | | | | |
| 87 | 185 | 645 | | | | | | |
| 88 | 185 | 355 | | | | | | |
| 89 | 185 | 500 | | | | | | |
| 90 | 185 | 645 | | | | | | |
| 91 | 874.20 | 355.80 | | | | | | |
| 92 | 874.20 | 499.80 | | | | | | |
| 93 | 874.20 | 644.20 | | | | | | |
| 94 | 944.20 | 355.80 | | | | | | |
| 95 | 944.20 | 499.80 | | | | | | |
| 96 | 944.20 | 644.20 | | | | | | |
| 97 | 1014.20 | 355.80 | | | | | | |
| 98 | 1014.20 | 499.80 | | | | | | |
| 99 | 1014.20 | 644.20 | | | | | | |

**IT = 0.5**

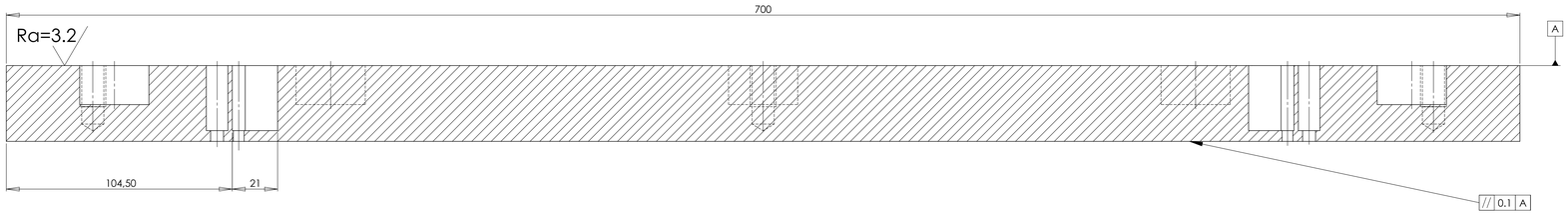
**Ra = 3.2**

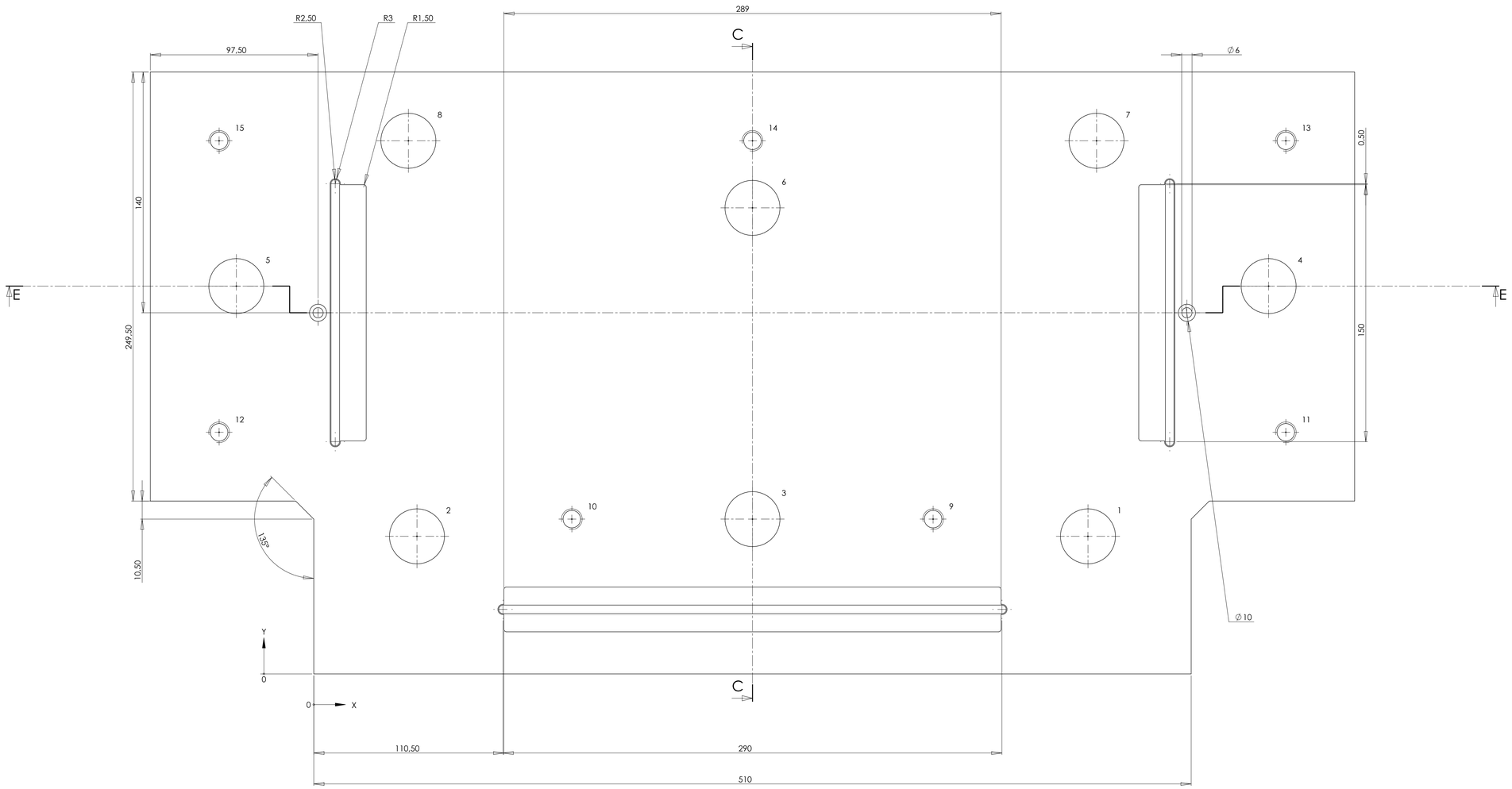
**Sauf indications**

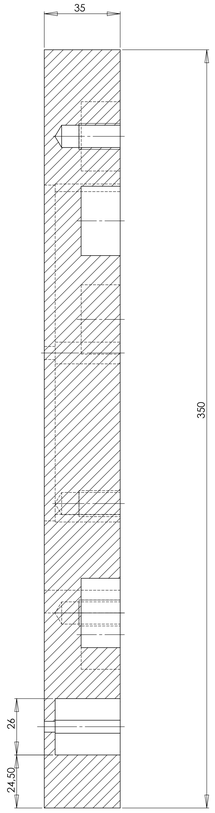
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 23 | 01 | Bloc superieur | XC 48 | |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 450 | 80 | | | ⌴ ∅32.00↧18.00 | DANLY METRIC 9-2016-26 | | |
| 2 | 60 | 80 | | | | | | |
| 3 | 255 | 90 | | | | | | |
| 4 | 555 | 225.50 | | | | | | |
| 5 | -45 | 225.50 | | | | | | |
| 6 | 255 | 271 | | | | | | |
| 7 | 455 | 310 | | | | | | |
| 8 | 55 | 310 | | | | | | |
| 9 | 360 | 90 | | | ∅10.25↧27.00<br>M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 10 | 150 | 90 | | | | | | |
| 11 | 565 | 140.50 | | | | | | |
| 12 | -55 | 140.50 | | | | | | |
| 13 | 565 | 310 | | | | | | |
| 14 | 255 | 310 | | | | | | |
| 15 | -55 | 310 | | | | | | |
| 16 | 210.00 | -252.50 | | | ∅6.00 A travers tout<br>⌴ ∅10.00↧30.00 | | | |
| 17 | 210.00 | 252.50 | | | | | | |

COUPE E-E




COUPE C-C

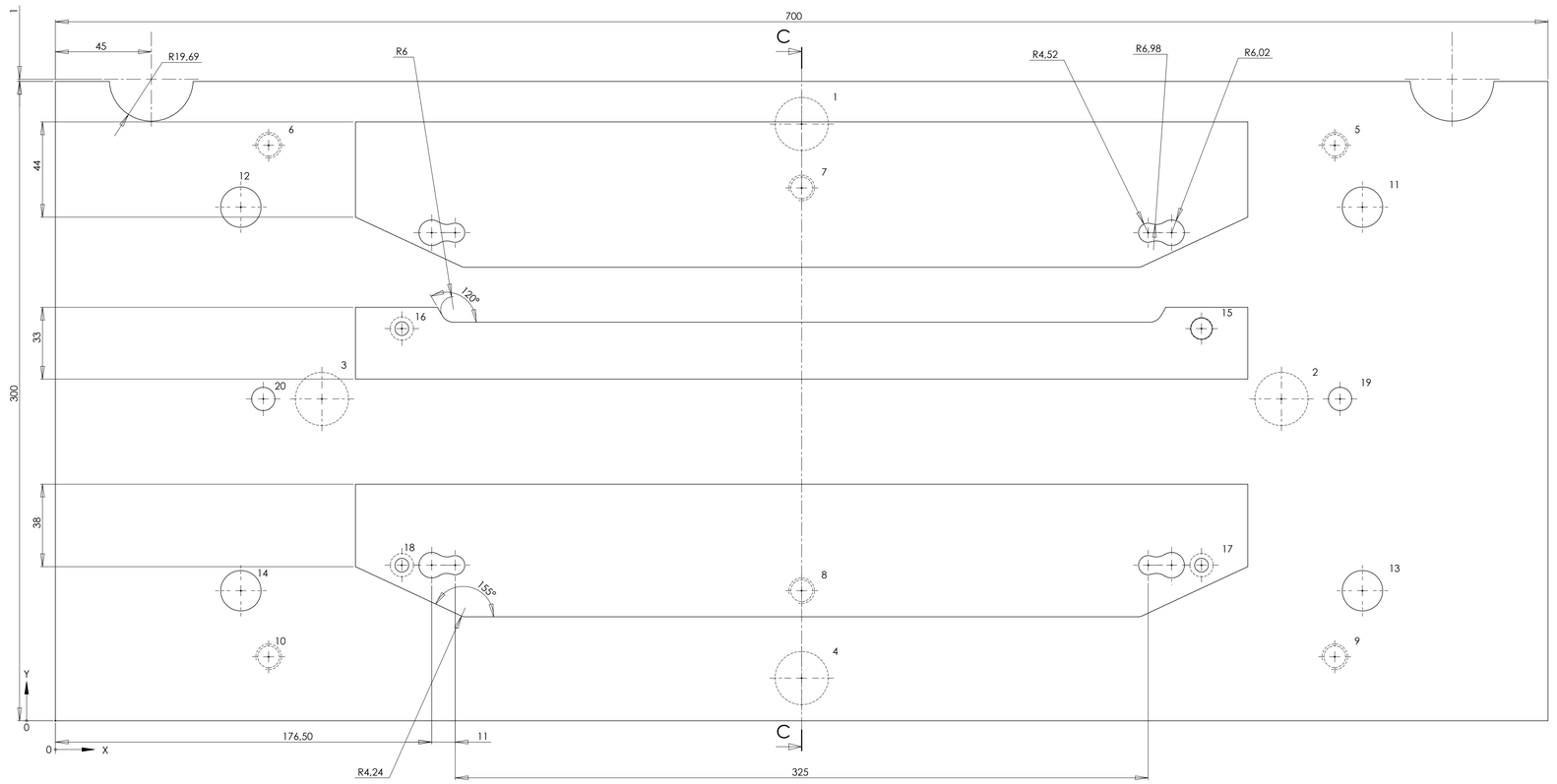
**IT = 0.2**

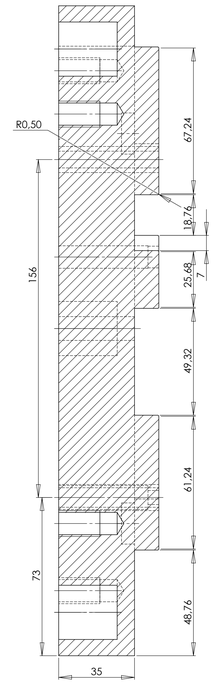
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

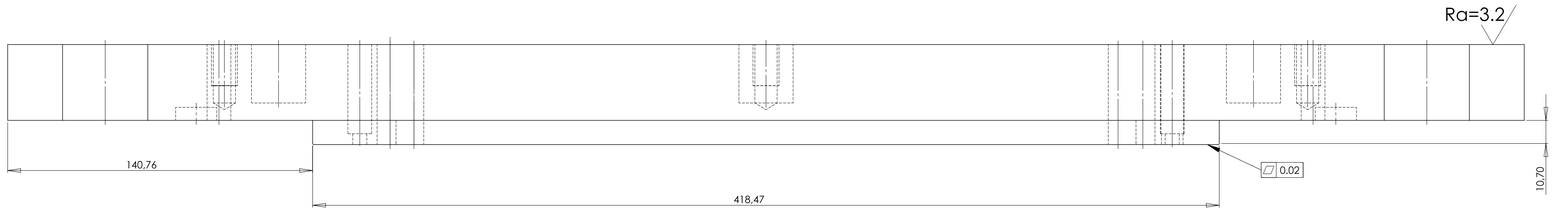
| 20 | 01 | Dévétisseur 1 | XC 48 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 350 | 280 | | | | | | |
| 2 | 575 | 151 | | | ⌴ ∅25.00↧27.00 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 3 | 125 | 151 | | | | | | |
| 4 | 350 | 20 | | | | | | |
| 5 | 600 | 270 | | | | | | |
| 6 | 100 | 270 | | | | | | |
| 7 | 350 | 250 | | | ∅10.25↧27.00<br>M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 8 | 350 | 61 | | | | | | |
| 9 | 600 | 30 | | | | | | |
| 10 | 100 | 30 | | | | | | |
| 11 | 613 | 241 | | -11.2 | | | | |
| 12 | 87 | 241 | | -11.2 | ⌴ ∅19.00↧17.20 | | | |
| 13 | 613 | 61 | | -11.2 | | | | |
| 14 | 87 | 61 | | -11.2 | | | | |
| 15 | 537.50 | 184 | | | ∅10.00 A travers tout<br>⌴ ∅10.40↧41.20 | | | |
| 16 | 162.50 | 184 | | | ∅6.50 A travers tout<br>⌴ ∅11.00↧41.20 | | | |
| 17 | 537.50 | 73 | | | | | | |
| 18 | 162.50 | 73 | | | | | | |
| 19 | 602.50 | 151 | | -11.2 | ∅11.00 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 20 | 97.50 | 151 | | -11.2 | | | | |




COUPE C-C



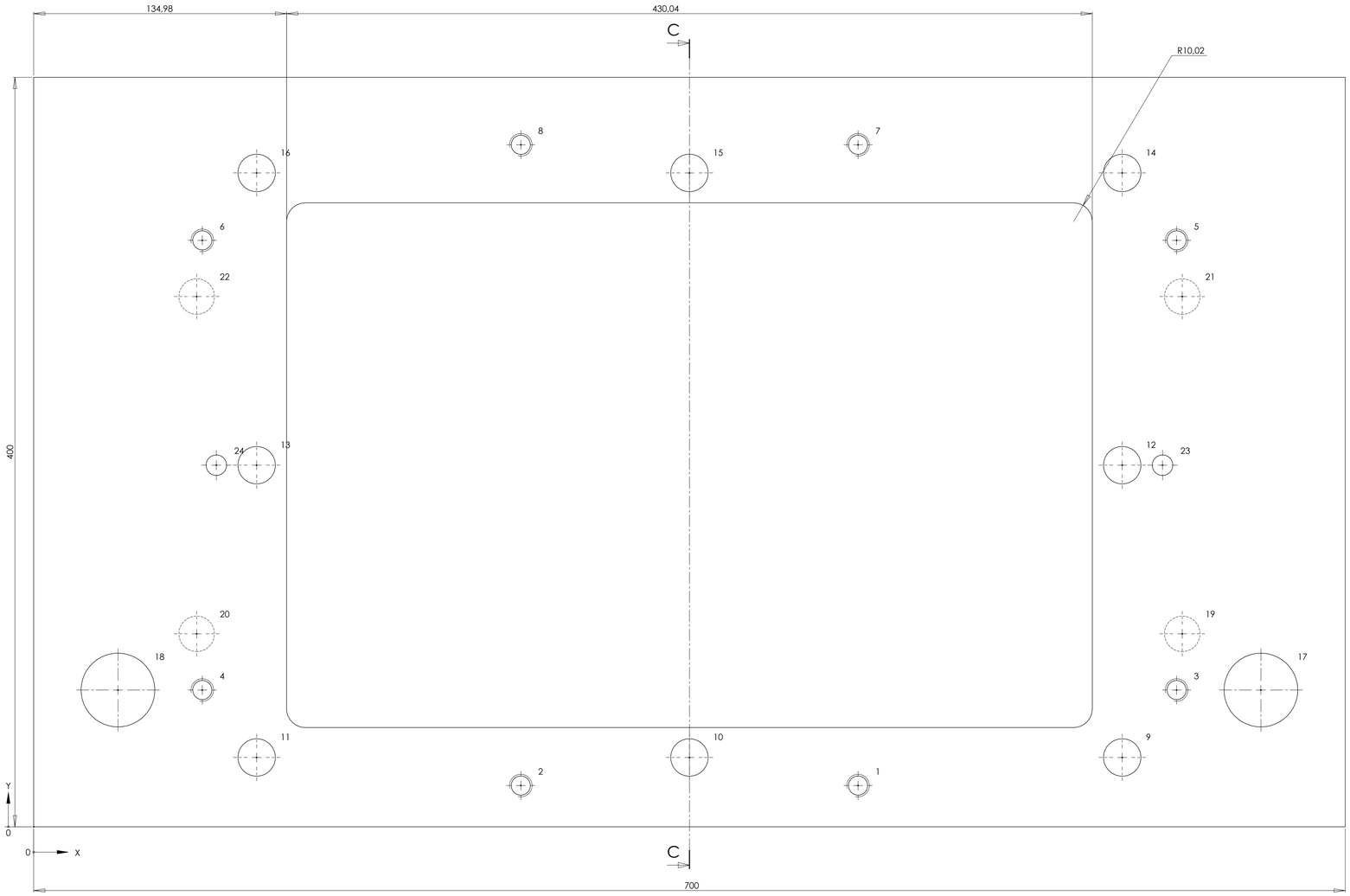

**IT = 0.3**

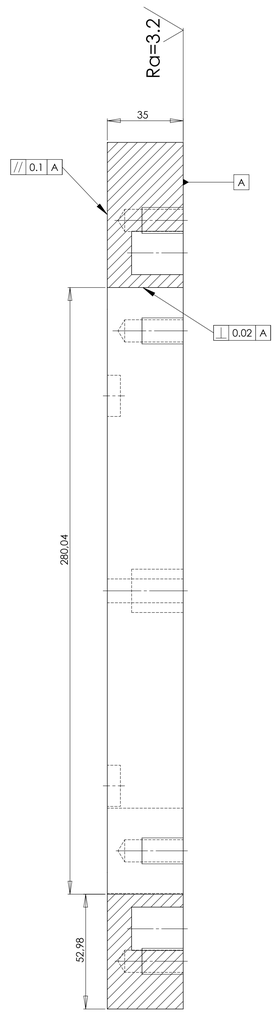
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 01 | Dévétisseur 2 | XC 48 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 440 | 22.02 | | | ⌀10.25↧27.00<br>M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 2 | 260 | 22.02 | | | | | | |
| 3 | 610 | 73 | | | | | | |
| 4 | 90 | 73 | | | | | | |
| 5 | 610 | 313 | | | | | | |
| 6 | 90 | 313 | | | | | | |
| 7 | 440 | 363.98 | | | | | | |
| 8 | 260 | 363.98 | | | | | | |
| 9 | 580.98 | 37.02 | | | ⌴ ⌀20.00↧23.80 | DANLY METRIC 9-1218-26 | | |
| 10 | 350 | 37.02 | | | | | | |
| 11 | 119.02 | 37.02 | | | | | | |
| 12 | 580.98 | 193 | | | | | | |
| 13 | 119.02 | 193 | | | | | | |
| 14 | 580.98 | 348.98 | | | | | | |
| 15 | 350 | 348.98 | | | | | | |
| 16 | 119.02 | 348.98 | | | | | | |
| 17 | 655 | 73 | | | ⌀39.37 A travers tout | GENERIC INCH 1.50 DIA STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 18 | 45 | 73 | | | | | | |
| 19 | 613 | 103 | | | ⌴ ⌀19.00↧6.00 | | | |
| 20 | 87 | 103 | | | | | | |
| 21 | 613 | 283 | | | | | | |
| 22 | 87 | 283 | | | | | | |
| 23 | 602.50 | 193 | | | ⌀11.00 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 24 | 97.50 | 193 | | | | | | |




COUPE C-C

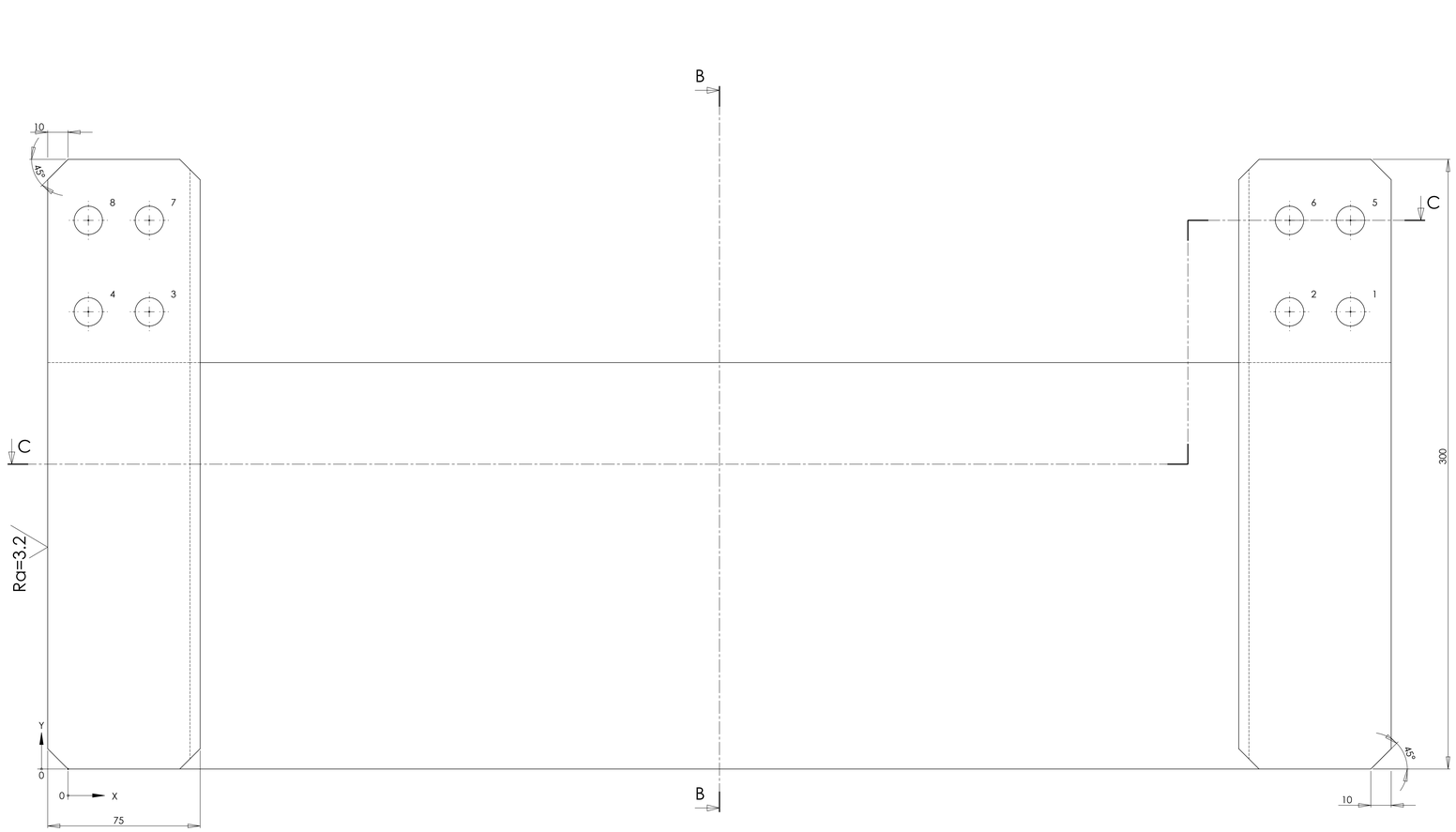
**IT = 0.2**

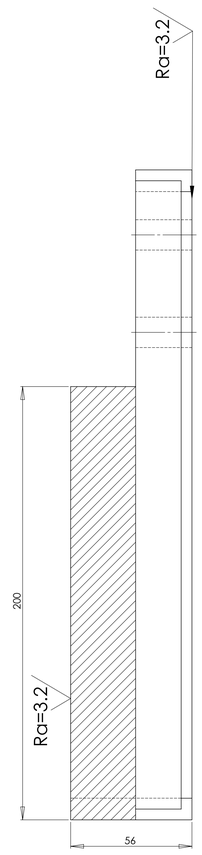
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

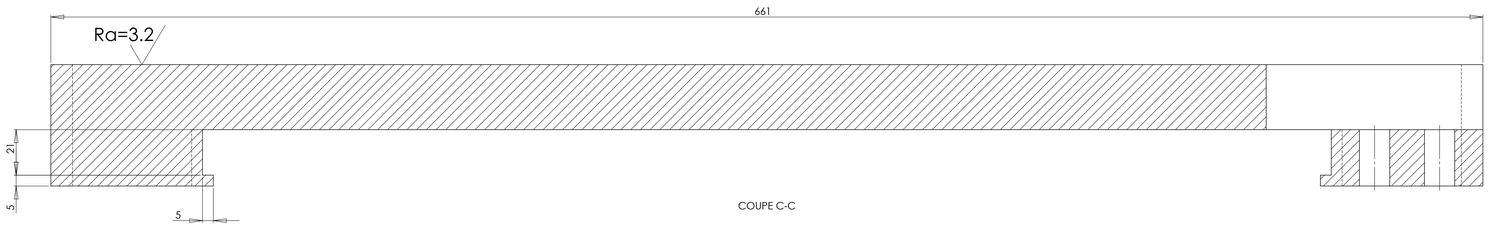
| 04 | 01 | Dévétisseur 3 | XC 48 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 631 | 225 | | -30 | ⌀14.00 A travers tout | GENERIC M12x45-LH | | |
| 2 | 601 | 225 | | -30 | | | | |
| 3 | 40 | 225 | | -30 | | | | |
| 4 | 10 | 225 | | -30 | | | | |
| 5 | 631 | 270 | | -30 | | | | |
| 6 | 601 | 270 | | -30 | | | | |
| 7 | 40 | 270 | | -30 | | | | |
| 8 | 10 | 270 | | -30 | | | | |




COUPE B-B



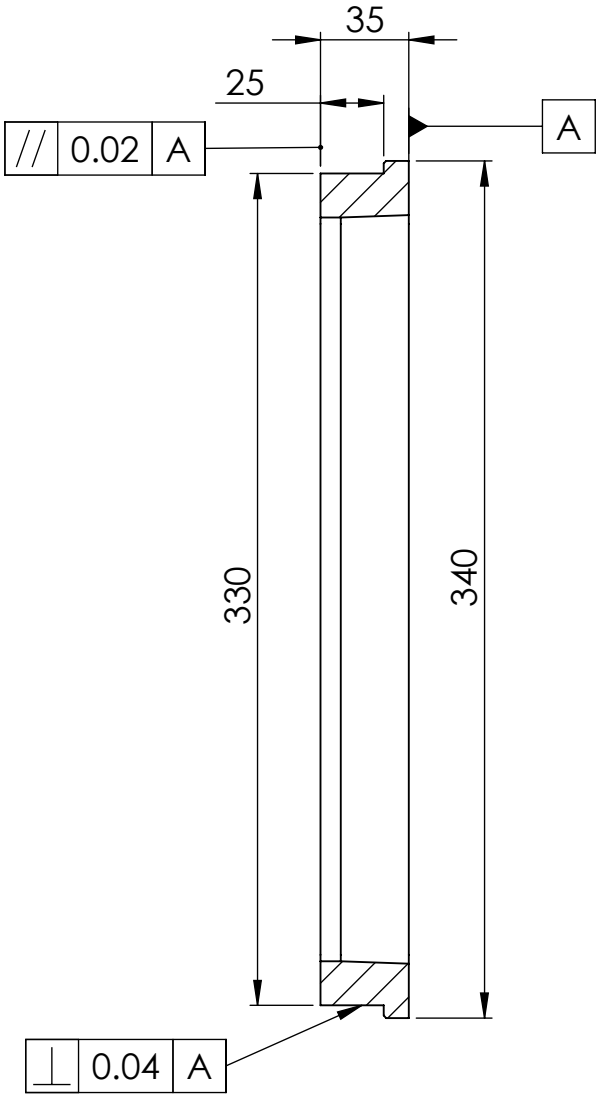

COUPE C-C

**IT = 0.3**

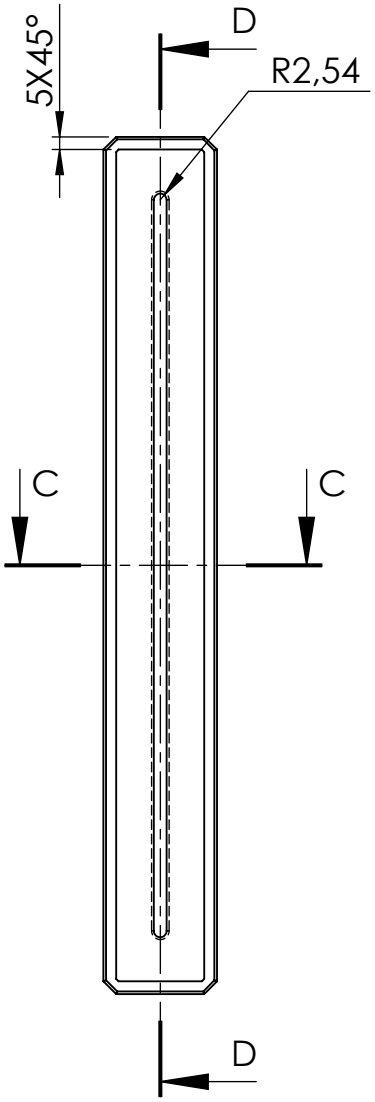
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16 | 01 | Guide-bande | XC 48 | |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



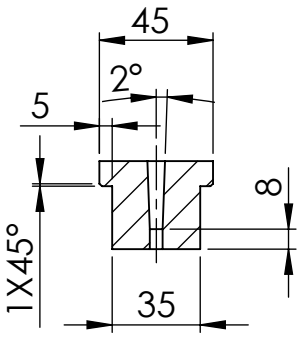

COUPE D-D




**IT = 0.1**

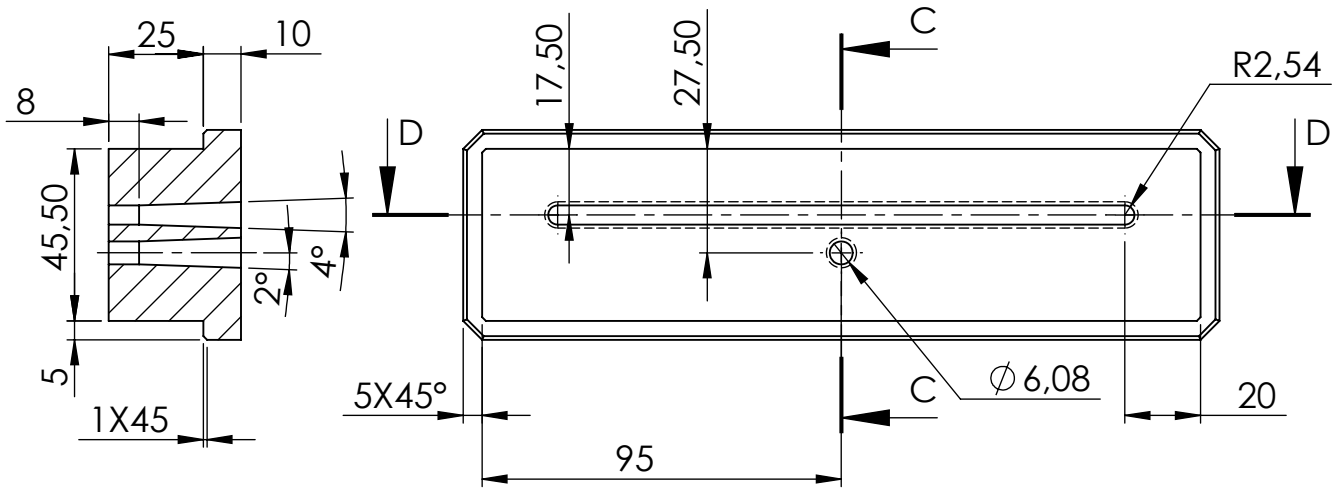
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

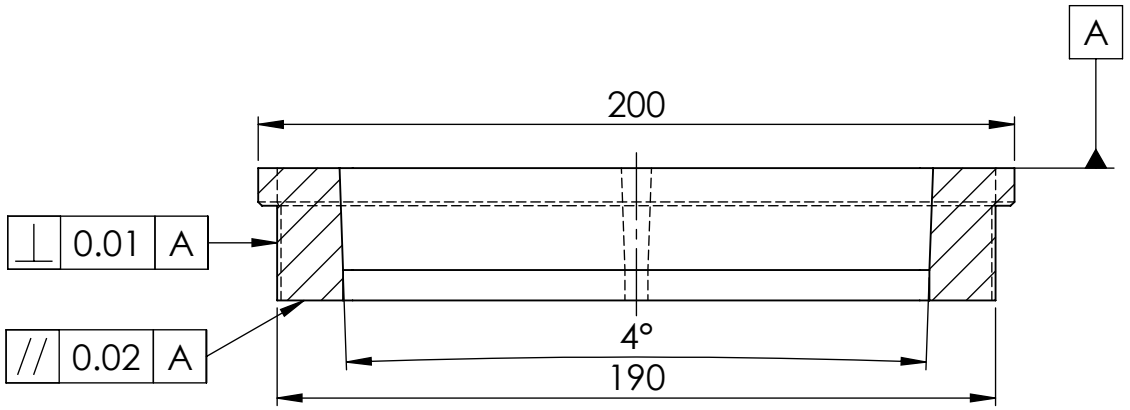



COUPE C-C

| 15 | 01 | Matrice 1 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE C-C



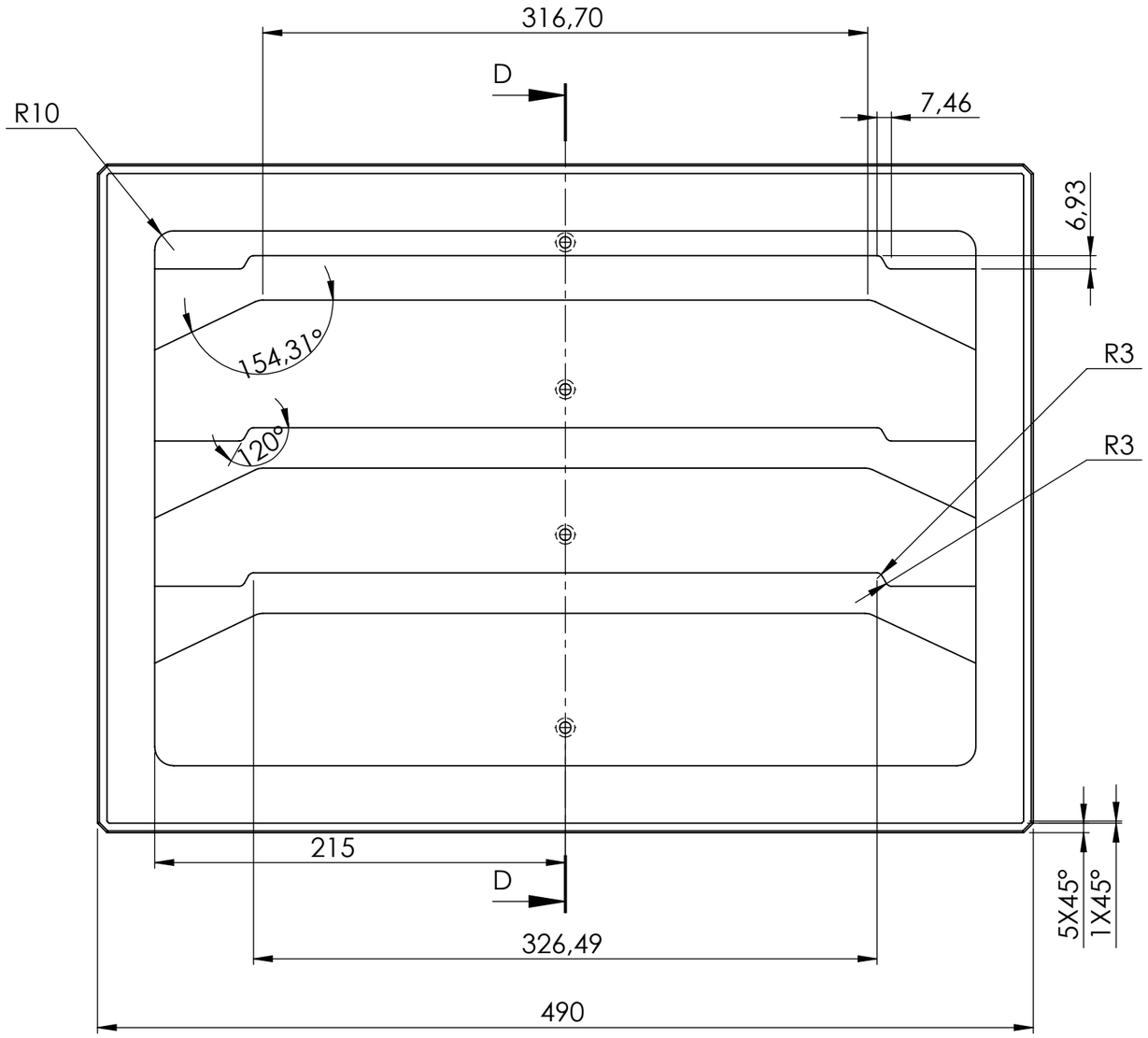

**IT = 0.1**

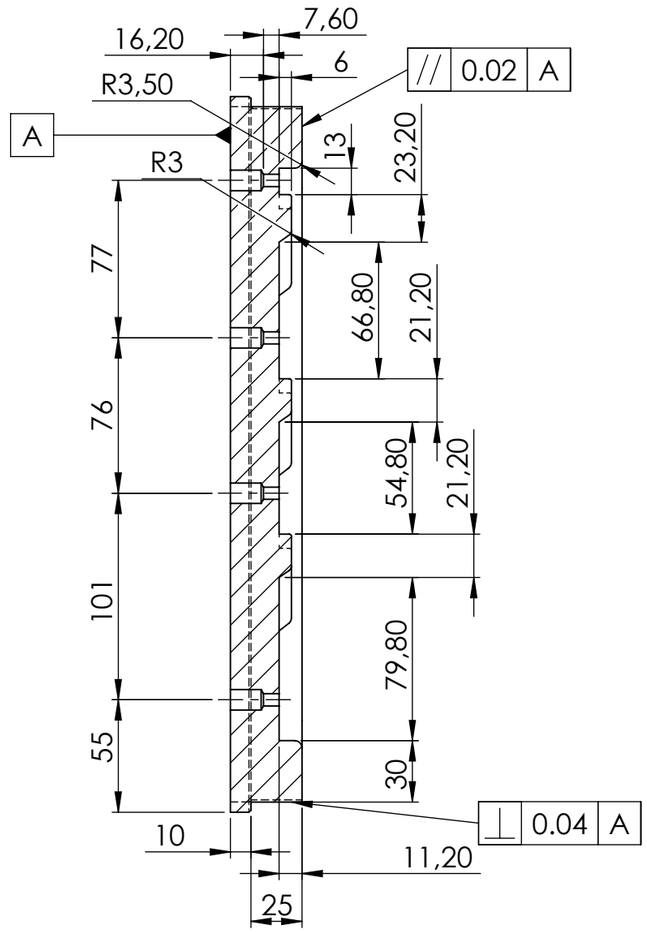
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

COUPE D-D

| 01 | 02 | Matrice 2 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



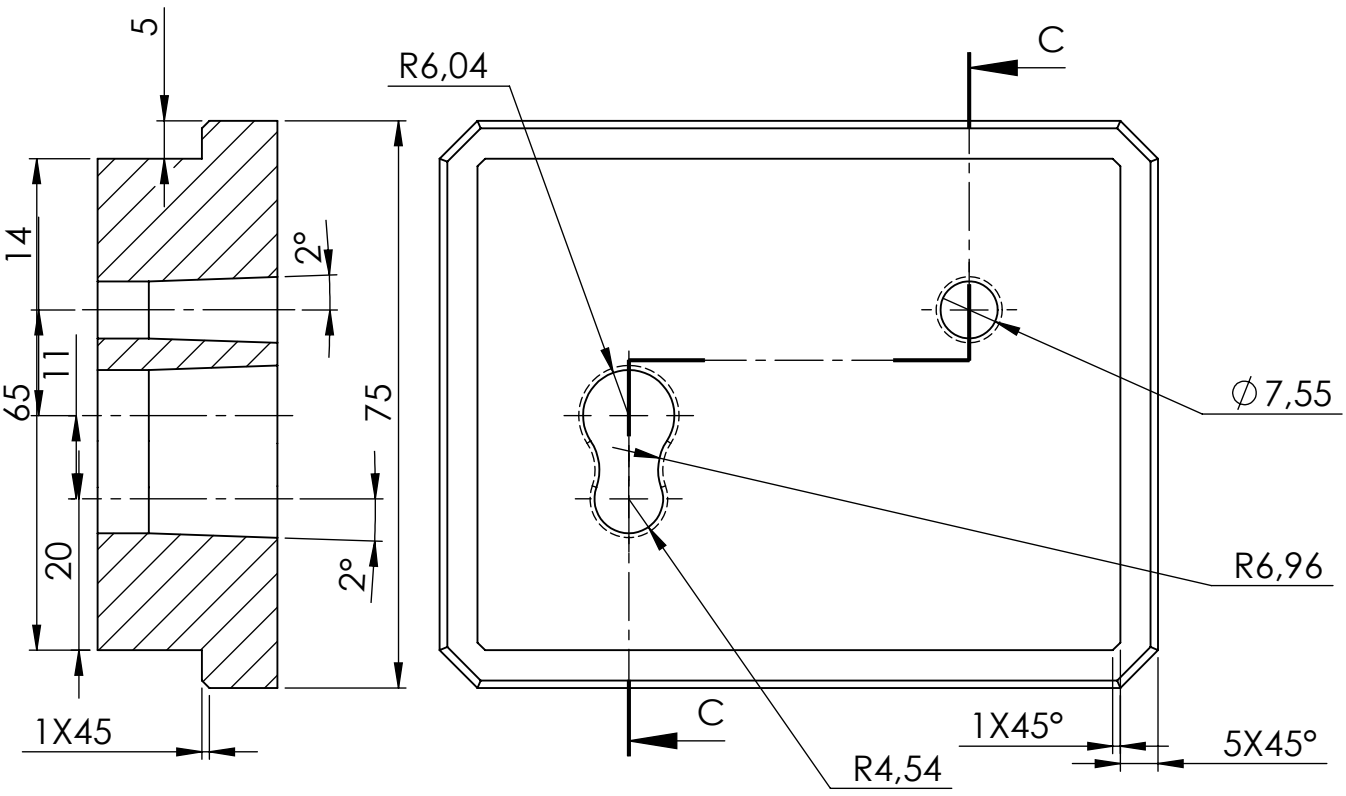

COUPE D-D

**IT = 0.1**

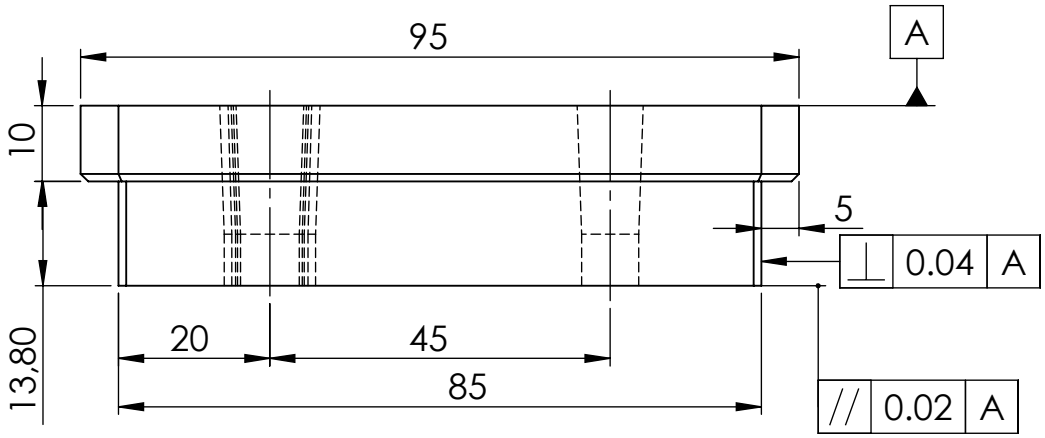
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| Rep | Nbr | Designation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 21 | 01 | Matrice 3 | Z160 | Trempé |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE C-C

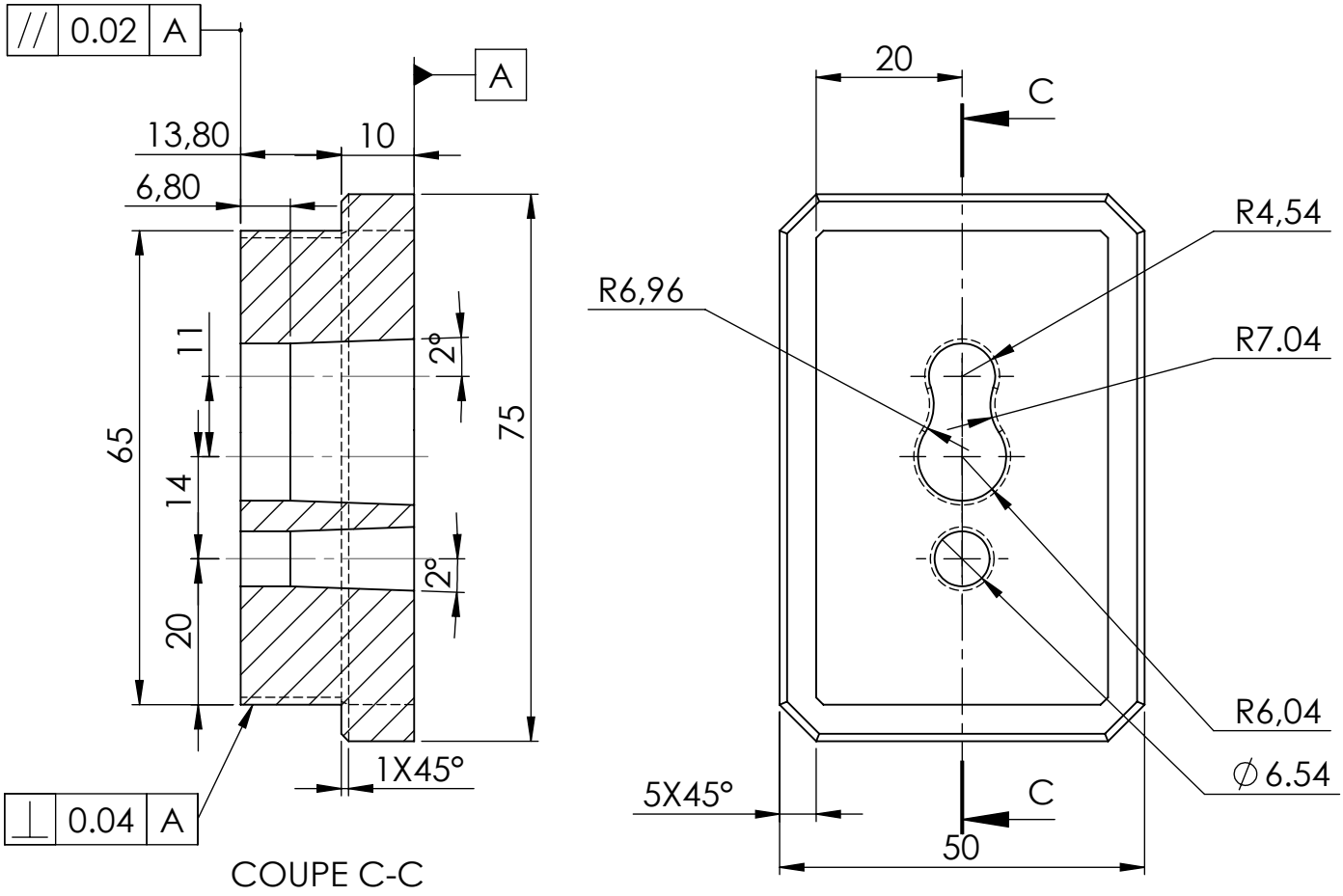



**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 18 | 02 | Matrice 4 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

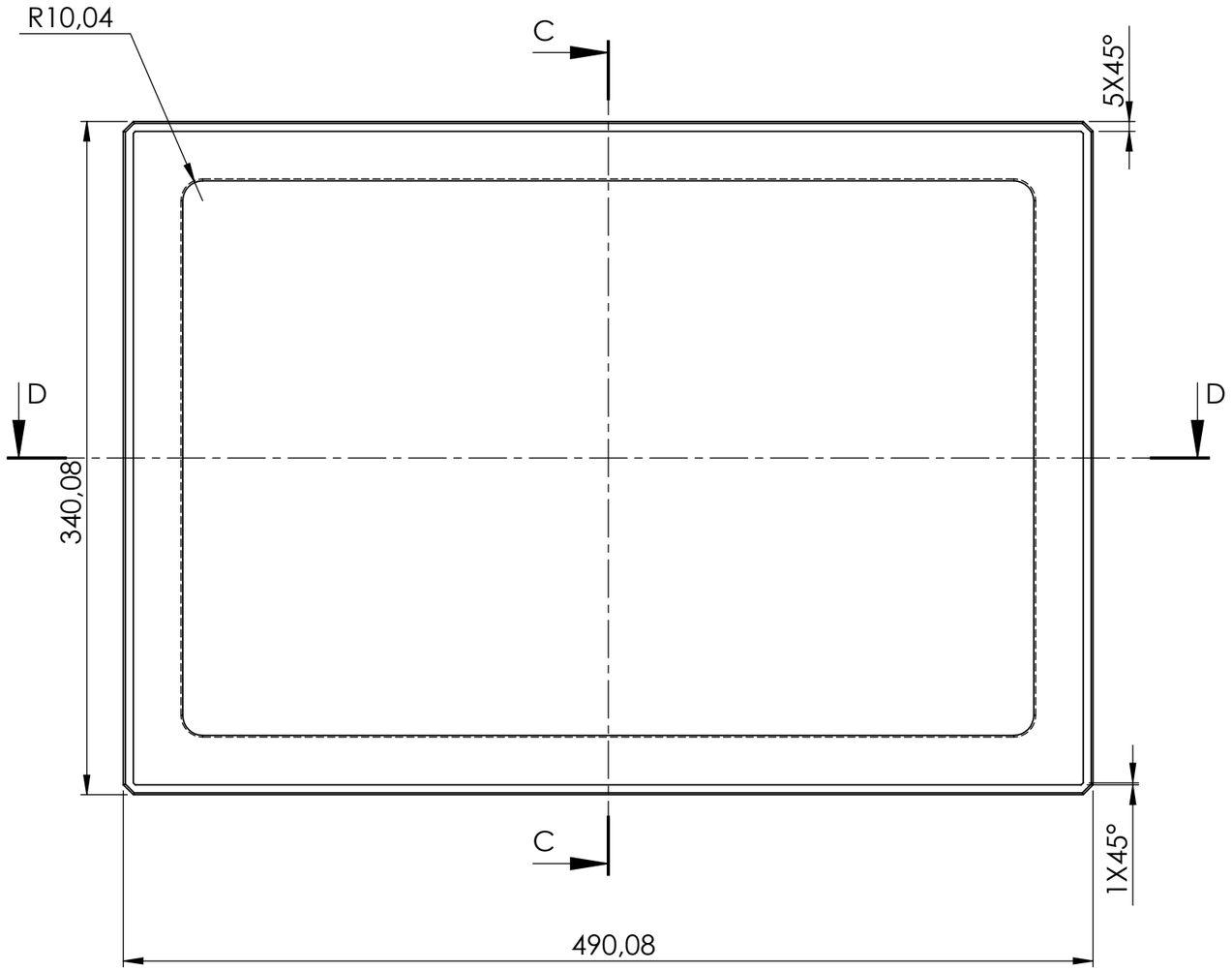


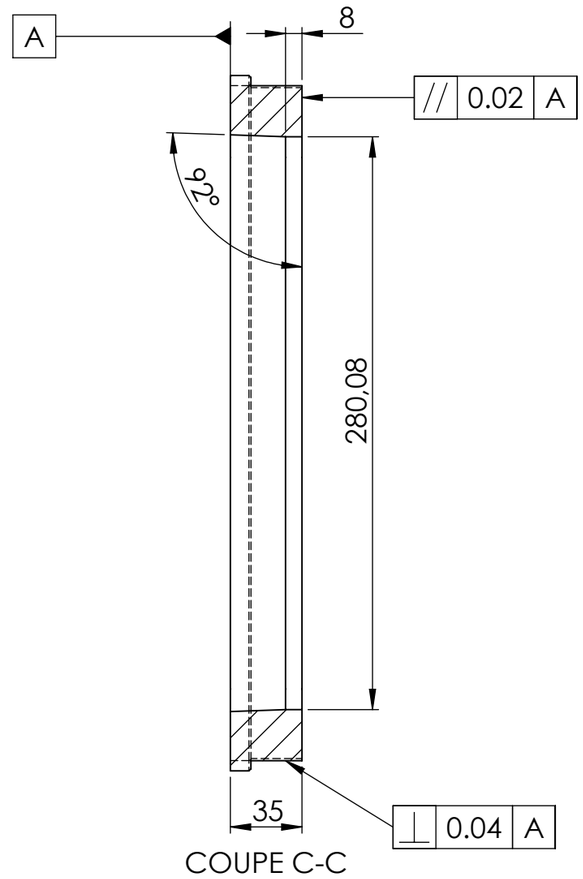

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 02 | Matrice 5 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



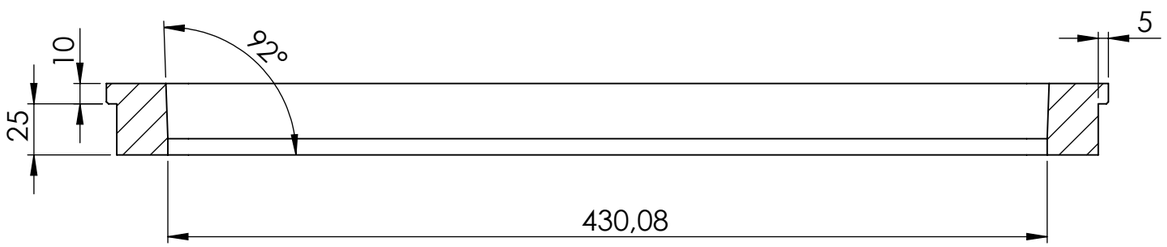

COUPE C-C

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

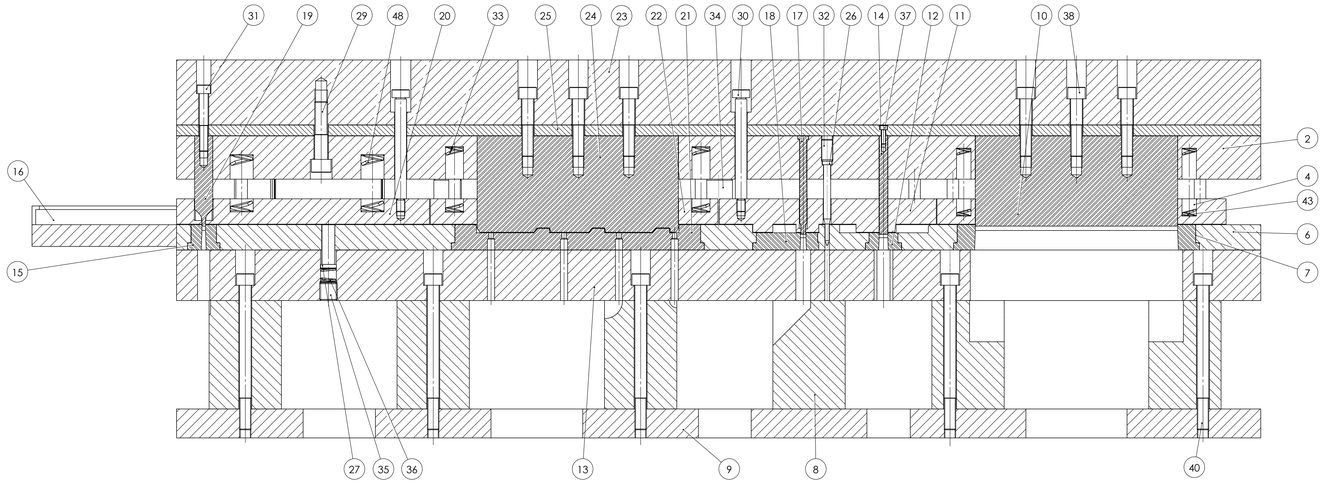
**Sauf indications**

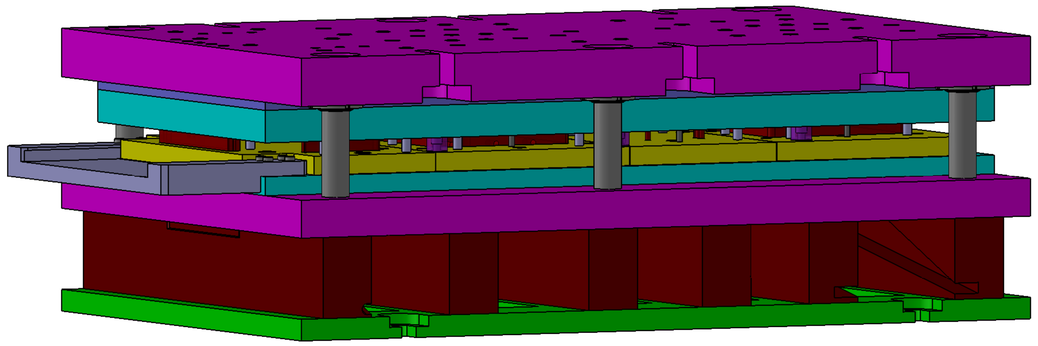
COUPE D-D



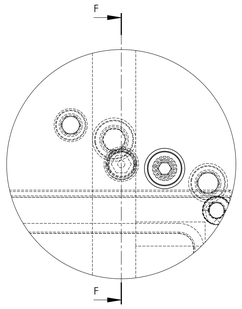

| 07 | 01 | Matrice 6 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

COUPE M-M

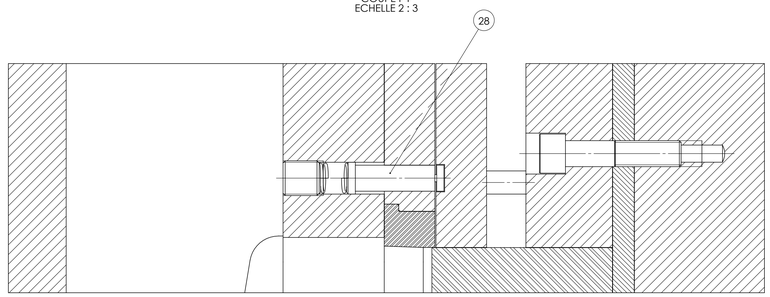


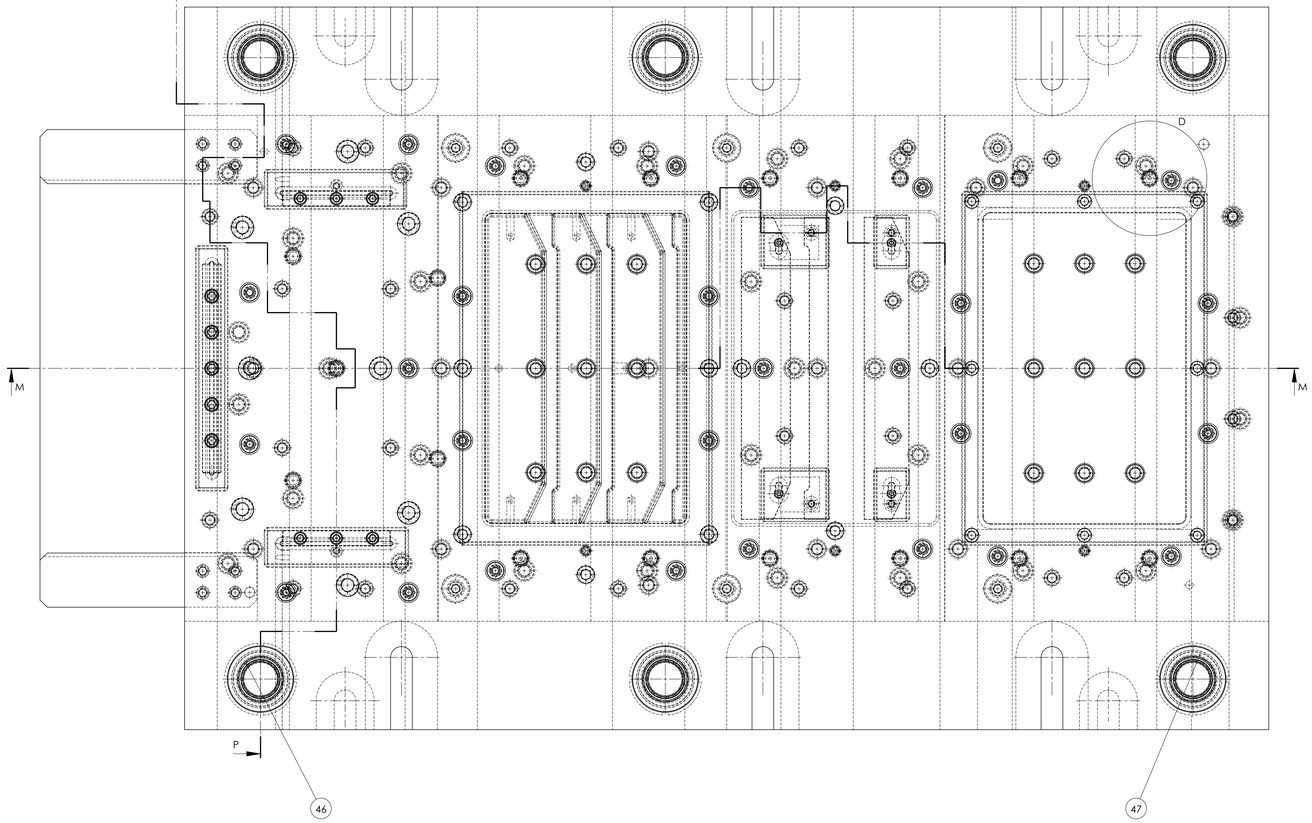



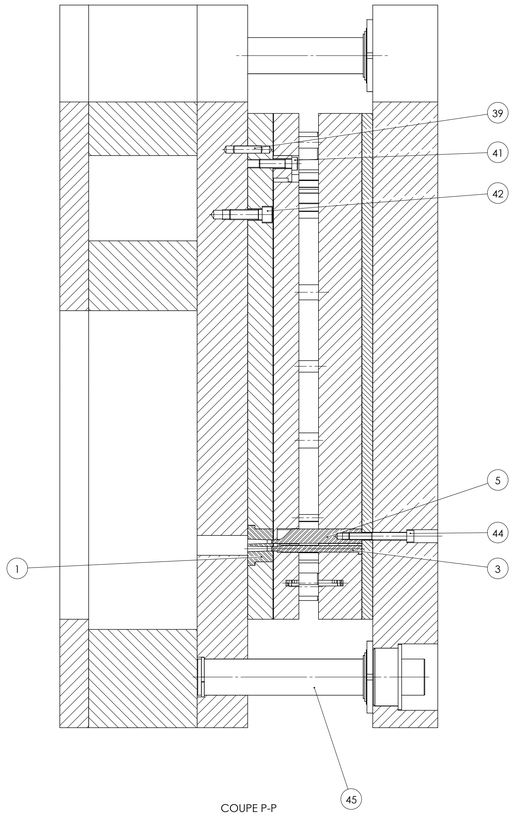
DÉTAIL D
ECHELLE 2 : 3




COUPE F-F
ECHELLE 2 : 3



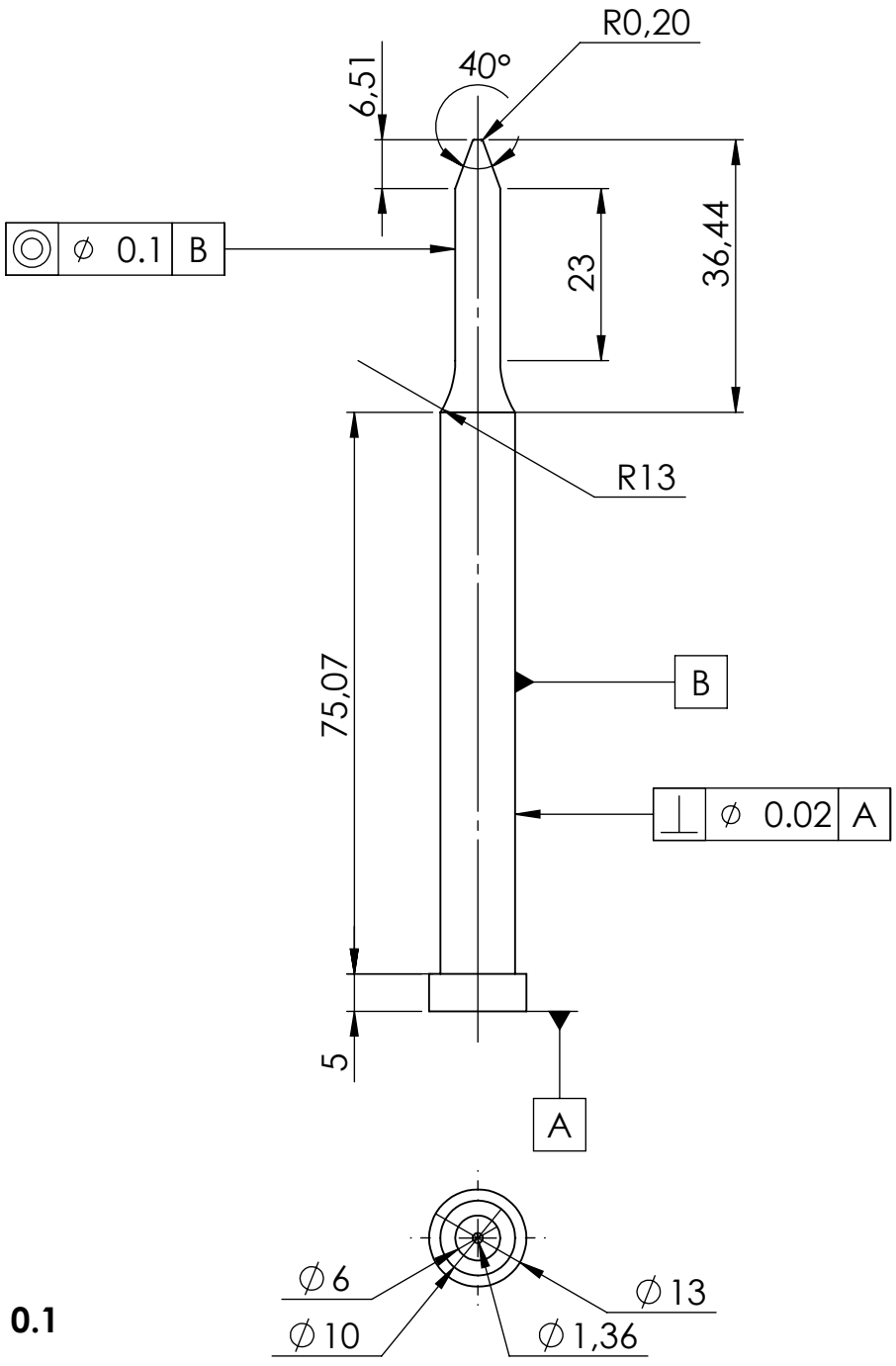




COUPE P-P

| Rep | Nbr | Désignations | Matieres | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 48 | 08 | Ressort section rectangulaire ∅ 32 | 51 Si 7 | |
| 47 | 06 | Bague ∅ 50/ ∅ 63 L39 | Acier allié | Trempé |
| 46 | 06 | Cage à billes | Bronze | |
| 45 | 06 | Colonne de guidage | Acier allié | Trempé à coeur |
| 44 | 06 | Vis CHC M10 L80 | C 35 | |
| 43 | 08 | Ressort sectio rectangulaire ∅ 20 | 51 Si 7 | |
| 42 | 26 | Vis CHC M14 L45 | C 35 | |
| 41 | 08 | Vis CHC M12 L45 | C 35 | |
| 40 | 18 | Vis CHC M16 L200 | C 35 | |
| 39 | 04 | Goupille | Acier inoxydable | |
| 38 | 18 | Vis CHC M16 L18 | C 35 | |
| 37 | 04 | Vis CHC M6 L20 | C 35 | |
| 36 | 18 | Ressort section ronde ∅ 22 | 51 Si 7 | |
| 35 | 18 | Bouchon 2 M24 L25 | C 35 | |
| 34 | 06 | Butée | 36 Nr Cr Mo 16 | |
| 33 | 12 | Ressort section rectangulaire ∅ 25 | 51 Si 7 | |
| 32 | 06 | Bouchan 1 M16 L30 | C 35 | |
| 31 | 05 | Vis CHC M12 L80 | C 35 | |
| 30 | 29 | Vis époullée M12/ ∅ 16 L140 | C 35 | |
| 29 | 33 | Vis CHC M18 L80 | C 35 | |
| 28 | 12 | Releve bande 2 | Acier allié | Trempé |
| 27 | 06 | Releve bande 1 | Acier allié | Trempé |
| 26 | 06 | Pilote | Acier allié | Trempé |
| 25 | 01 | Plaque bleue | XC 70 | Trempé |
| 24 | 01 | Poinçon 4 | Z160 | Trempé |
| 23 | 01 | Bloc superieur | XC 48 | |
| 22 | 01 | Serre flan | XC 48 | Trempé |
| 21 | 01 | Matrice 3 | Z160 | Trempé |
| 20 | 01 | Dévétisseur 1 | XC 48 | Trempé |
| 19 | 01 | Poinçon 3 | Z160 | Trempé |
| 18 | 02 | Matrice 4 | Z160 | Trempé |
| 17 | 04 | Poinçon 5 | Z160 | Trempé |
| 16 | 01 | Guide-bande | XC 48 | |
| 15 | 01 | Matrice 1 | Z160 | Trempé |
| 14 | 04 | Poinçon 6 | Z160 | Trempé |
| 13 | 01 | Bloc inferieur | XC 48 | |
| 12 | 02 | Matrice 5 | Z160 | Trempé |
| 11 | 01 | Dévétisseur 2 | XC 48 | Trempé |
| 10 | 01 | Poinçon 7 | Z160 | Trempé |
| 09 | 01 | Semelle inferieure | XC 48 | |
| 08 | 06 | Tasseaux | XC 48 | |
| 07 | 01 | Matrice 6 | Z160 | Trempé |
| 06 | 01 | Porte matrices | XC 48 | |
| 05 | 02 | Poinçon 2 | Z160 | Trempé |
| 04 | 01 | Dévétisseur 3 | XC 48 | |
| 03 | 02 | Poinçon 1 | Z160 | Trempé |
| 02 | 01 | Porte poinçons | XC 48 | |
| 01 | 02 | matrice 2 | Z160 | Trempé |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Echelle: 1:3 | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | Projet de fin d'étude 2013/2014 |
| A0 | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




**IT = 0.1**

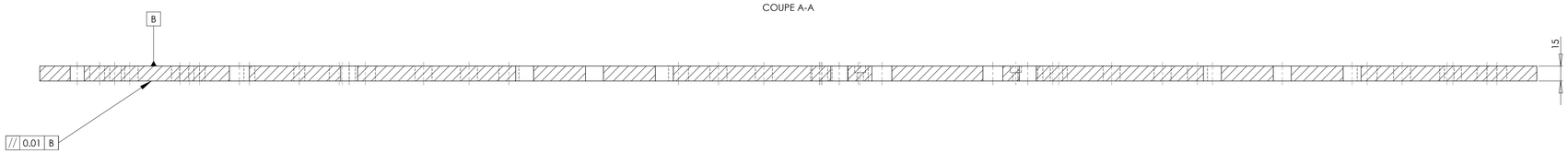
**Ra = 0.4**

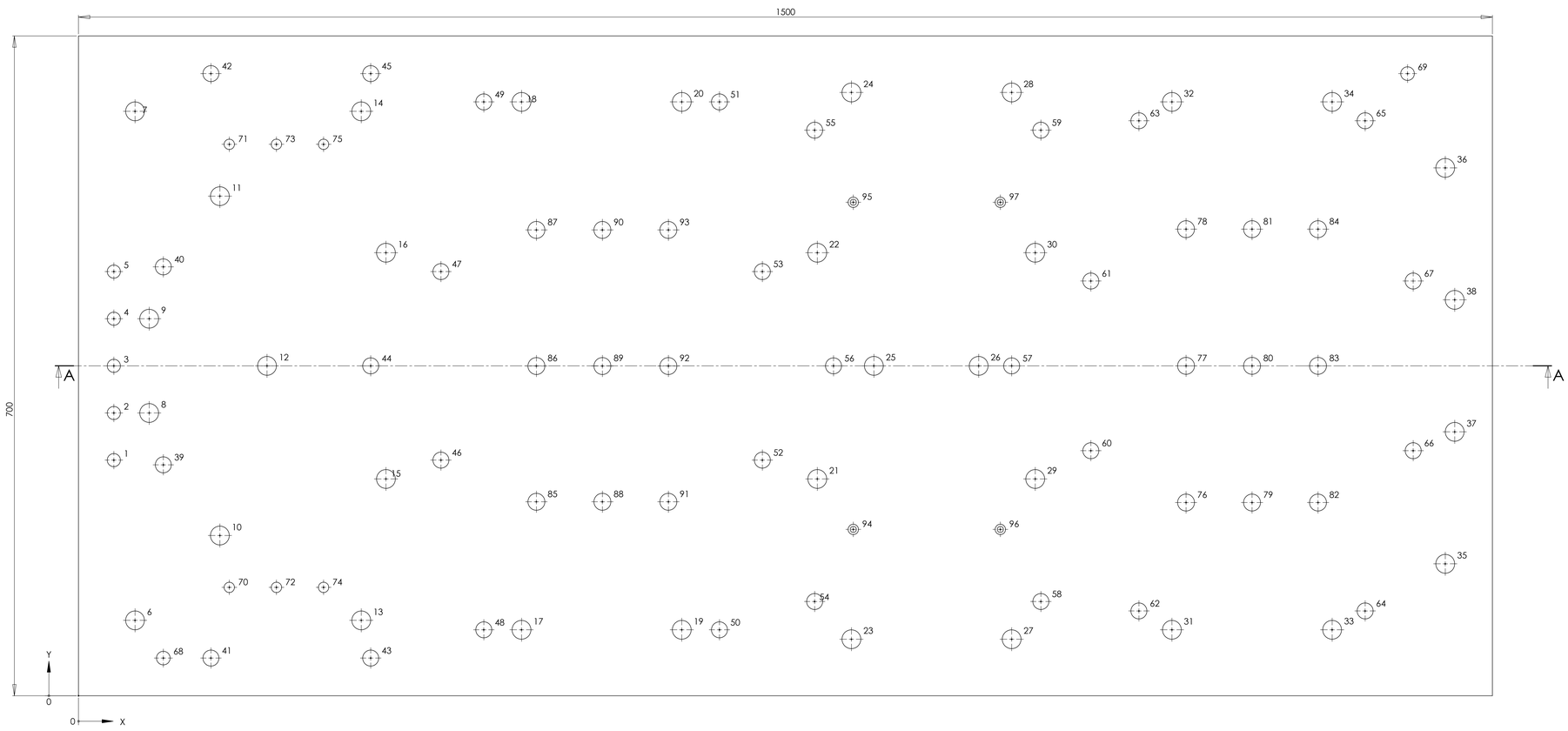
**Sauf indications**

| 26 | 06 | Pilote | Acier allié | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 37.50 | 250 | | | ∅14.00 A travers tout | GENERIC M12x80-SH | | |
| 2 | 37.50 | 300 | | | | | | |
| 3 | 37.50 | 350 | | | | | | |
| 4 | 37.50 | 400 | | | | | | |
| 5 | 37.50 | 450 | | | | | | |
| 6 | 60 | 80 | | | ∅20.00 A travers tout | GENERIC M18x80-SH | | |
| 7 | 60 | 620 | | | | | | |
| 8 | 75 | 300 | | | | | | |
| 9 | 75 | 400 | | | | | | |
| 10 | 150 | 120 | | | | | | |
| 11 | 150 | 530 | | | | | | |
| 12 | 200 | 350 | | | | | | |
| 13 | 300 | 80 | | | | | | |
| 14 | 300 | 620 | | | | | | |
| 15 | 382.20 | 230 | | | | | | |
| 16 | 382.20 | 470 | | | | | | |
| 17 | 420 | 70 | | | | | | |
| 18 | 470 | 630 | | | | | | |
| 19 | 640 | 70 | | | | | | |
| 20 | 640 | 430 | | | | | | |
| 21 | 783.80 | 230 | | | | | | |
| 22 | 783.80 | 470 | | | | | | |
| 23 | 860 | 60 | | | | | | |
| 24 | 870 | 640 | | | | | | |
| 25 | 864.80 | 150 | | | | | | |
| 26 | 955 | 350 | | | | | | |
| 27 | 990 | 70 | | | | | | |
| 28 | 990 | 640 | | | | | | |
| 29 | 1015 | 230 | | | | | | |
| 30 | 1015 | 470 | | | | | | |
| 31 | 1160 | 70 | | | | | | |
| 32 | 1170 | 630 | | | | | | |
| 33 | 1300 | 70 | | | | | | |
| 34 | 1330 | 630 | | | | | | |
| 35 | 1420 | 140 | | | | | | |
| 36 | 1420 | 560 | | | | | | |
| 37 | 1420 | 980 | | | | | | |
| 38 | 1460 | 320 | | | | | | |
| 39 | 90 | 245 | | | ∅17.00 A travers tout | HASCO Z38-16x120 | | |
| 40 | 90 | 455 | | | | | | |
| 41 | 140.50 | 40 | | | | | | |
| 42 | 140.50 | 660 | | | | | | |
| 43 | 310 | 80 | | | | | | |
| 44 | 310 | 350 | | | | | | |
| 45 | 310 | 620 | | | | | | |
| 46 | 384.50 | 230 | | | | | | |
| 47 | 384.50 | 470 | | | | | | |
| 48 | 430 | 70 | | | | | | |
| 49 | 430 | 630 | | | | | | |
| 50 | 680 | 70 | | | | | | |
| 51 | 680 | 630 | | | | | | |
| 52 | 705.50 | 230 | | | | | | |
| 53 | 705.50 | 470 | | | | | | |
| 54 | 781 | 100 | | | | | | |
| 55 | 781 | 600 | | | | | | |
| 56 | 810 | 350 | | | | | | |
| 57 | 990 | 350 | | | | | | |
| 58 | 1021 | 100 | | | | | | |
| 59 | 1021 | 600 | | | | | | |
| 60 | 1074.02 | 250 | | | | | | |
| 61 | 1074.02 | 440 | | | | | | |
| 62 | 1125 | 90 | | | | | | |
| 63 | 1125 | 610 | | | | | | |
| 64 | 1325 | 90 | | | | | | |
| 65 | 1325 | 610 | | | | | | |
| 66 | 1415.98 | 260 | | | | | | |
| 67 | 1415.98 | 440 | | | | | | |
| 68 | 90 | 40 | | | ∅14.50 A travers tout | GENERIC 14x80 | | |
| 69 | 1410 | 660 | | | | | | |
| 70 | 160 | 115 | | | ∅11.00 A travers tout | GENERIC M10x80-SH | | |
| 71 | 160 | 585 | | | | | | |
| 72 | 210 | 115 | | | | | | |
| 73 | 210 | 585 | | | | | | |
| 74 | 260 | 115 | | | | | | |
| 75 | 260 | 585 | | | | | | |
| 76 | 1175 | 205 | | | ∅18.00 A travers tout | GENERIC M16x80-SH | | |
| 77 | 1175 | 350 | | | | | | |
| 78 | 1175 | 495 | | | | | | |
| 79 | 1225 | 205 | | | | | | |
| 80 | 1225 | 350 | | | | | | |
| 81 | 1225 | 495 | | | | | | |
| 82 | 1315 | 205 | | | | | | |
| 83 | 1315 | 350 | | | | | | |
| 84 | 1315 | 495 | | | | | | |
| 85 | 495.80 | 205.80 | | | | | | |
| 86 | 495.80 | 349.80 | | | | | | |
| 87 | 495.80 | 494.20 | | | | | | |
| 88 | 555.80 | 205.80 | | | | | | |
| 89 | 555.80 | 349.80 | | | | | | |
| 90 | 555.80 | 494.20 | | | | | | |
| 91 | 622.80 | 205.80 | | | | | | |
| 92 | 622.80 | 349.80 | | | | | | |
| 93 | 622.80 | 494.20 | | | | | | |
| 94 | 822 | 176.50 | | | ∅6.50 A travers tout ⌴ ∅11.00↧6.50 | GENERIC M6x20-SH | | |
| 95 | 892 | 523.50 | | | | | | |
| 96 | 978 | 176.50 | | | | | | |
| 97 | 978 | 523.50 | | | | | | |

COUPE A-A



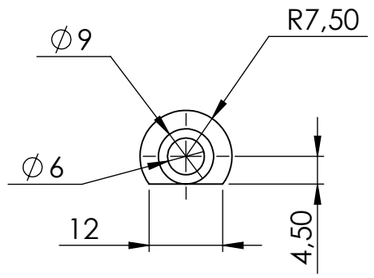



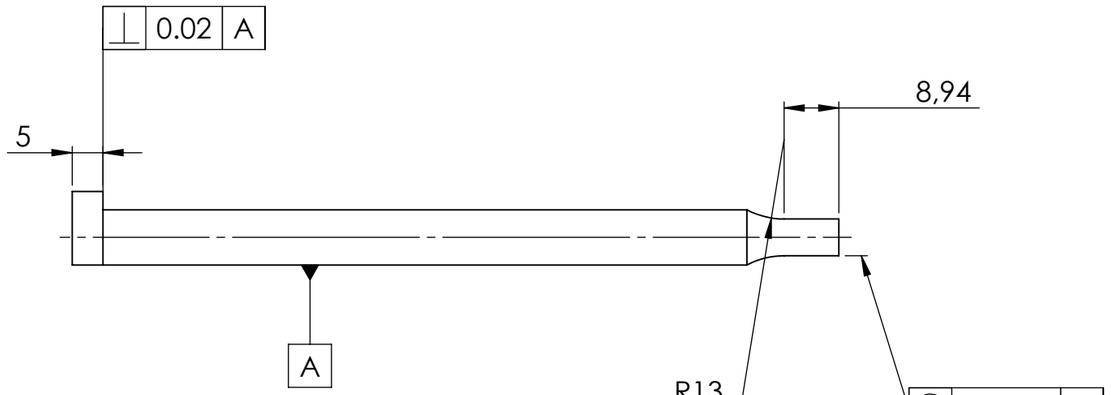

**IT = 0.2**

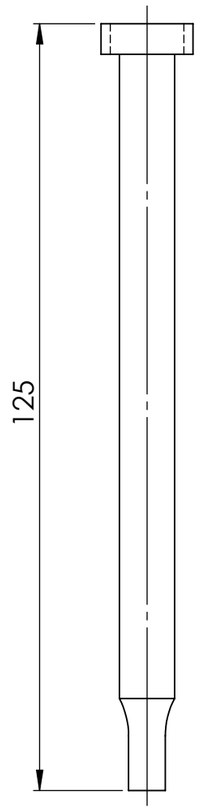
**Ra = 3.2**

**Sauf indications**

| 25 | 01 | Plaque bleue | XC 70 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Fronteau Latéral Automatiquement Glissière d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



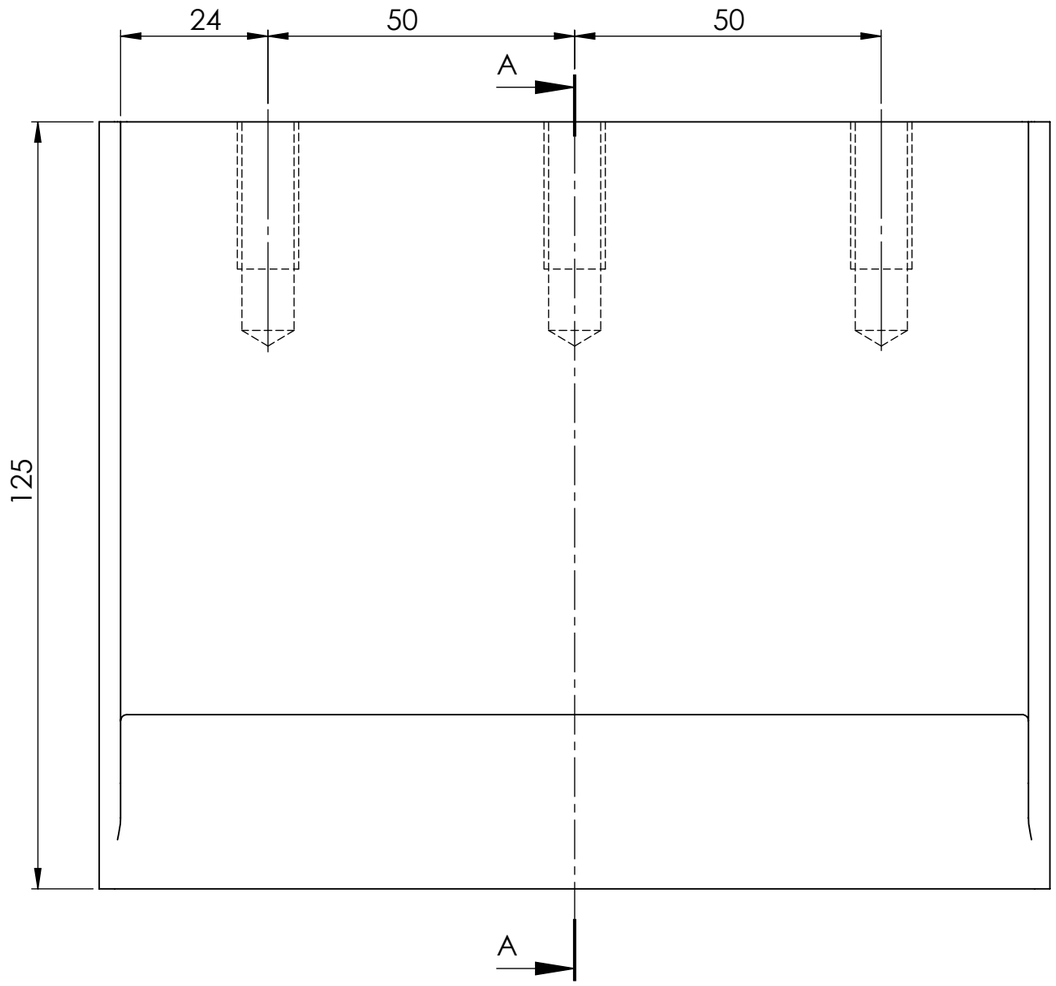



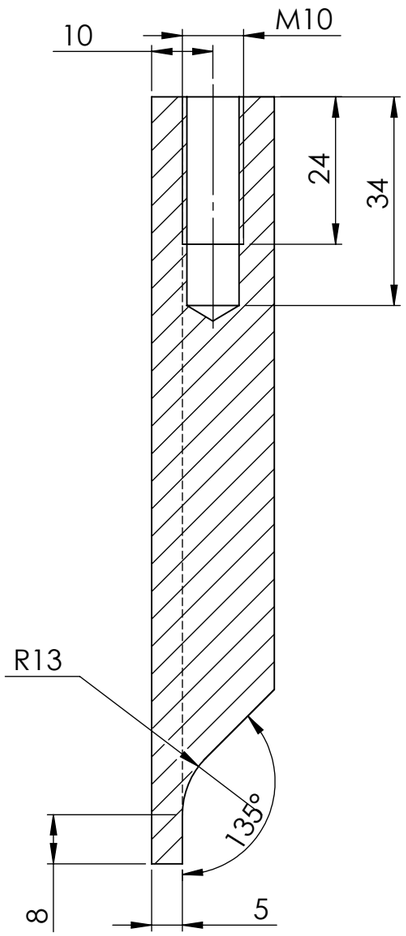

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| 03 | 02 | Poinçon 1 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



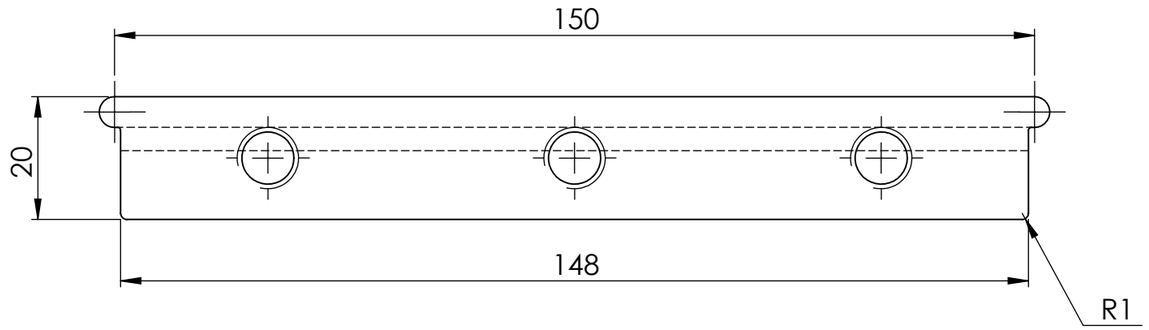




COUPE A-A

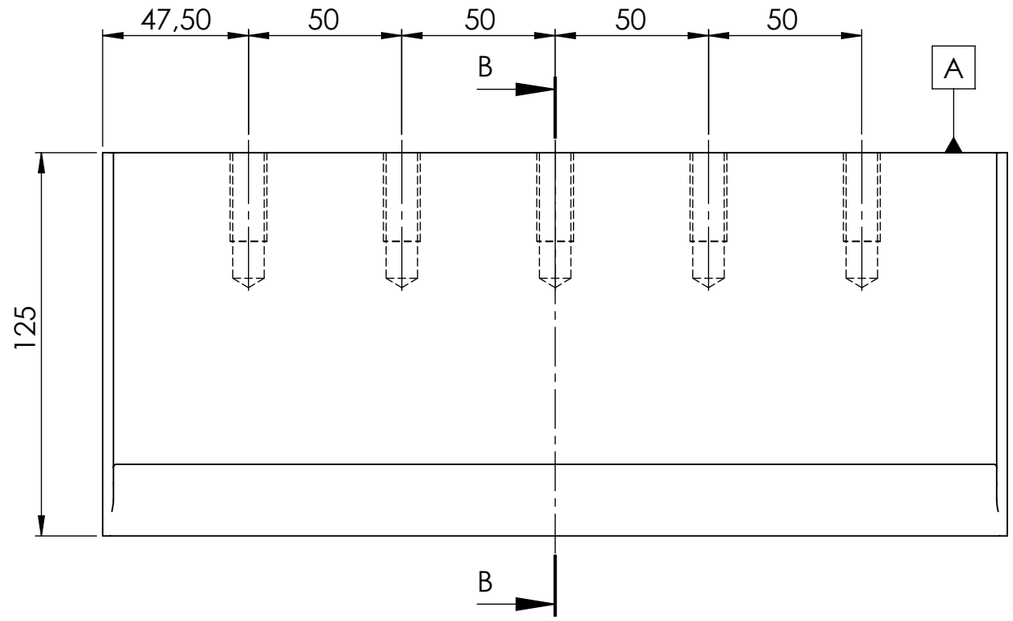
**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

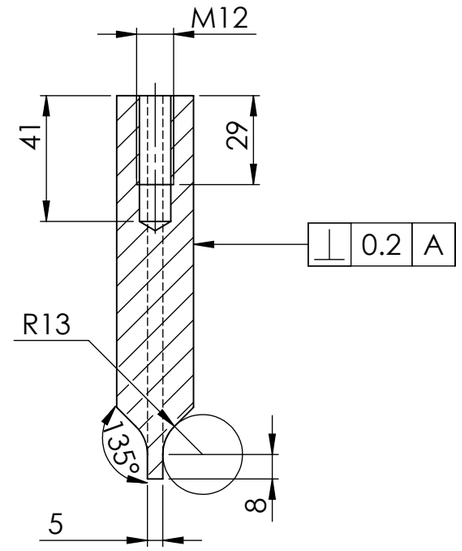
**Sauf indications**

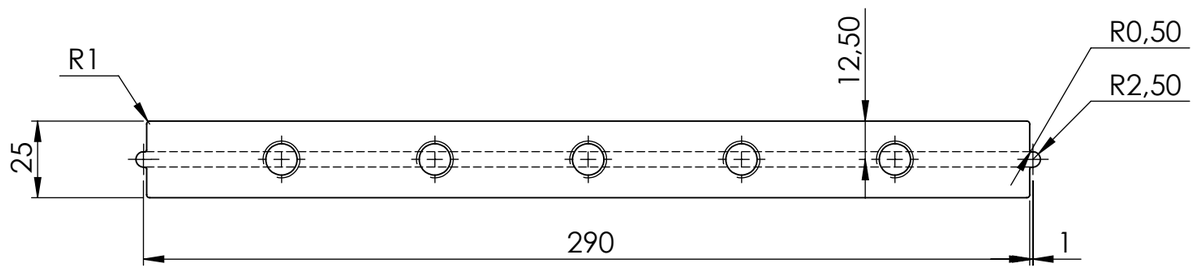



| 05 | 02 | Poinçon 2 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE B-B



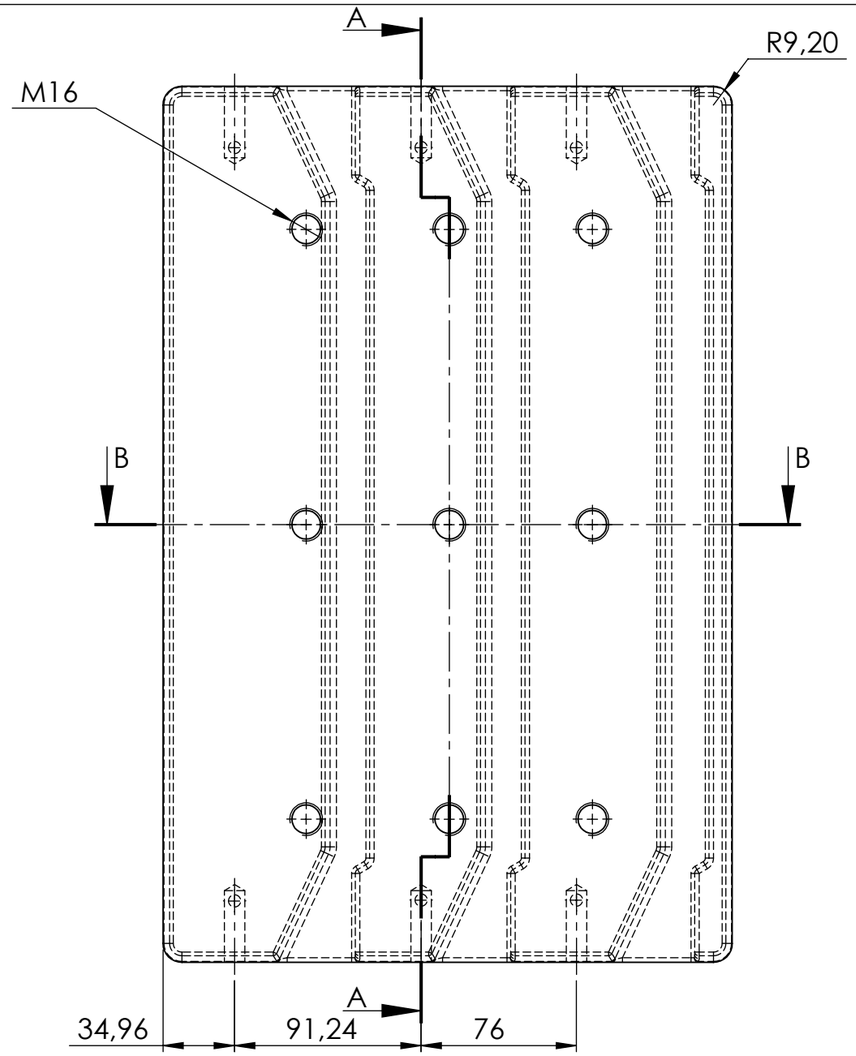

**IT = 0.2**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| Rep | Nbr | Désignation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 19 | 01 | poinçon 3 | Z160 | Trempé |

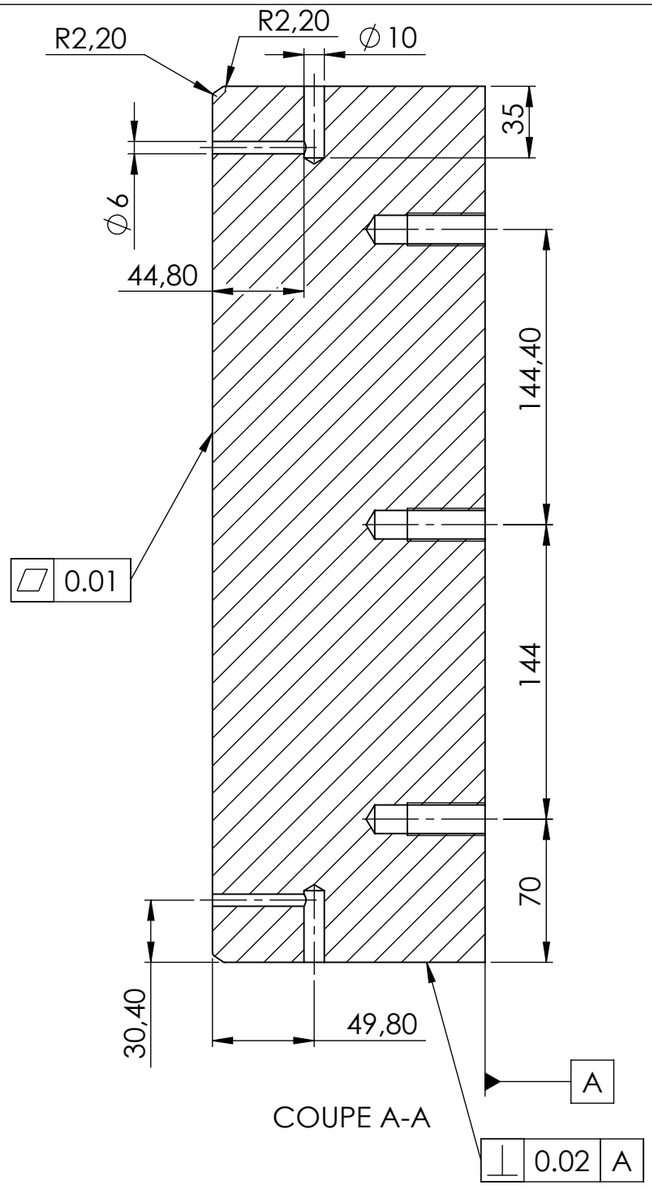
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1:2 | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | FMP Master |







COUPE B-B



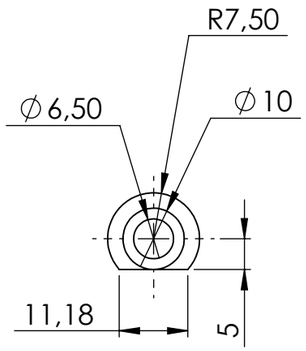

COUPE A-A

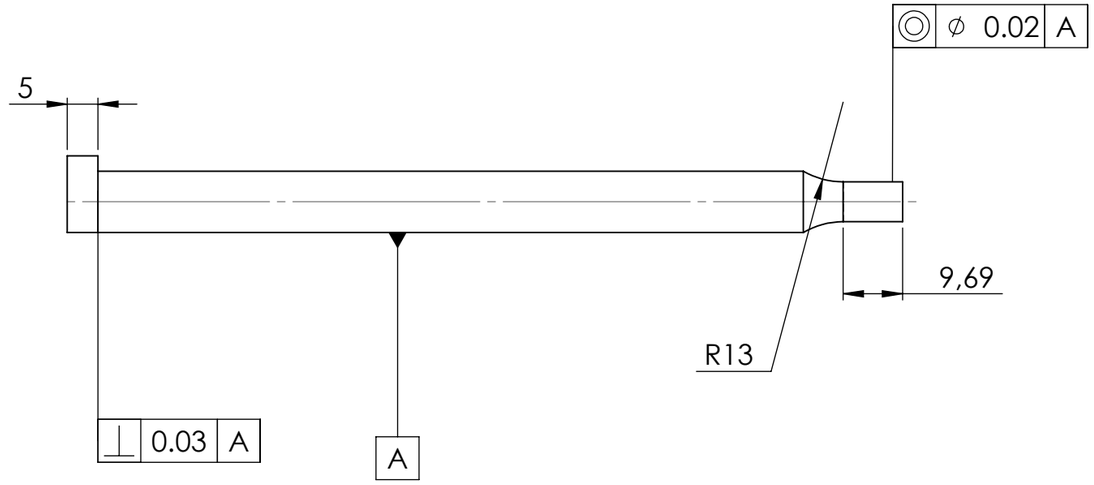
**IT = 0.2**

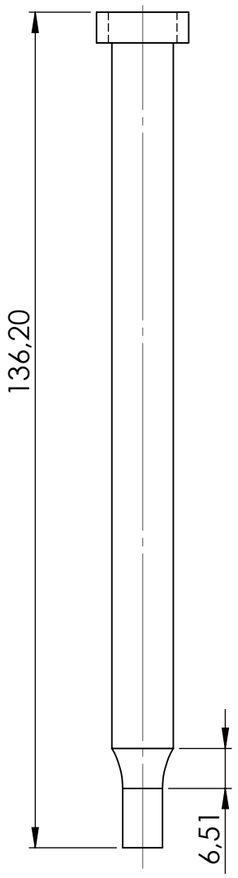
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 24 | 01 | Poinçon 4 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



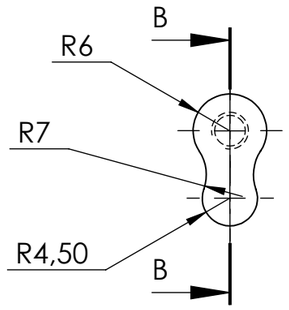



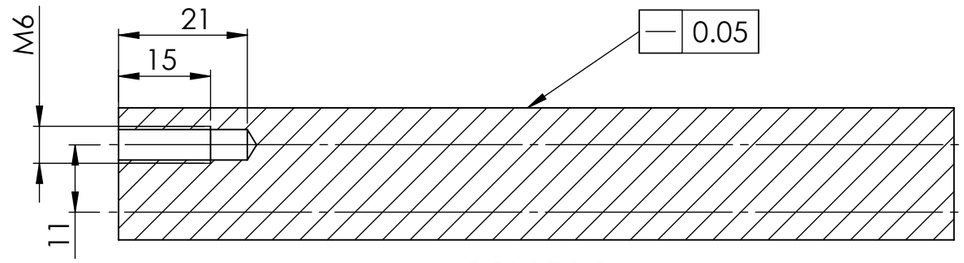

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

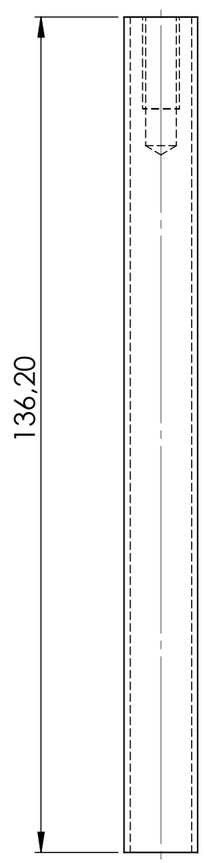
**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 17 | 04 | Poinçon 5 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE B-B



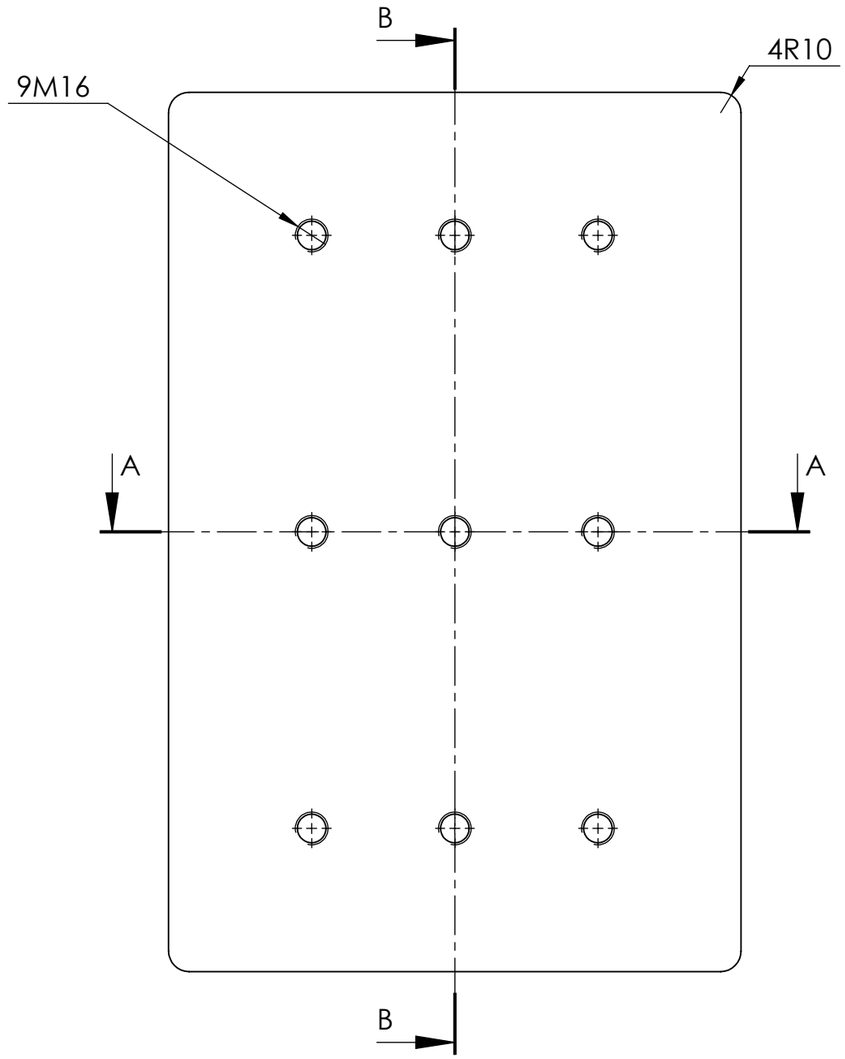

**IT = 0.1**

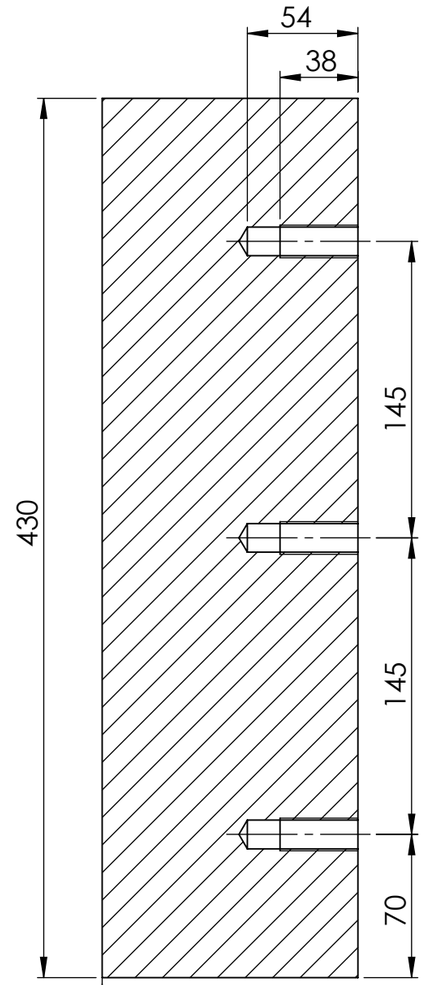
**Ra = 3.2**

**Sauf indications**

| Rep | Nbr | Désignation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 04 | Poinçon 6 | Z160 | Trempé |

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1: 1 | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | FMP Master |



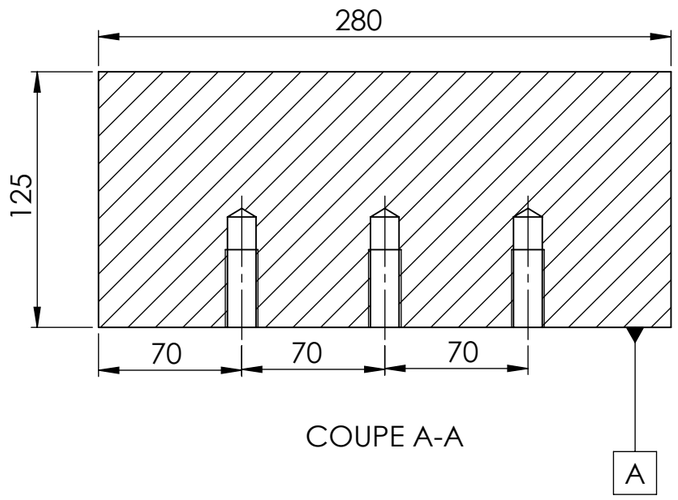

COUPE B-B

| // | 0.02 | A |
|---|---|---|

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

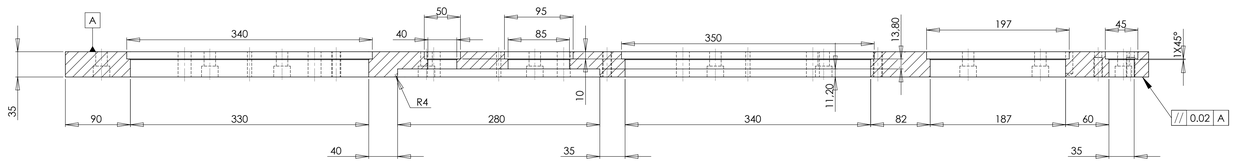



COUPE A-A

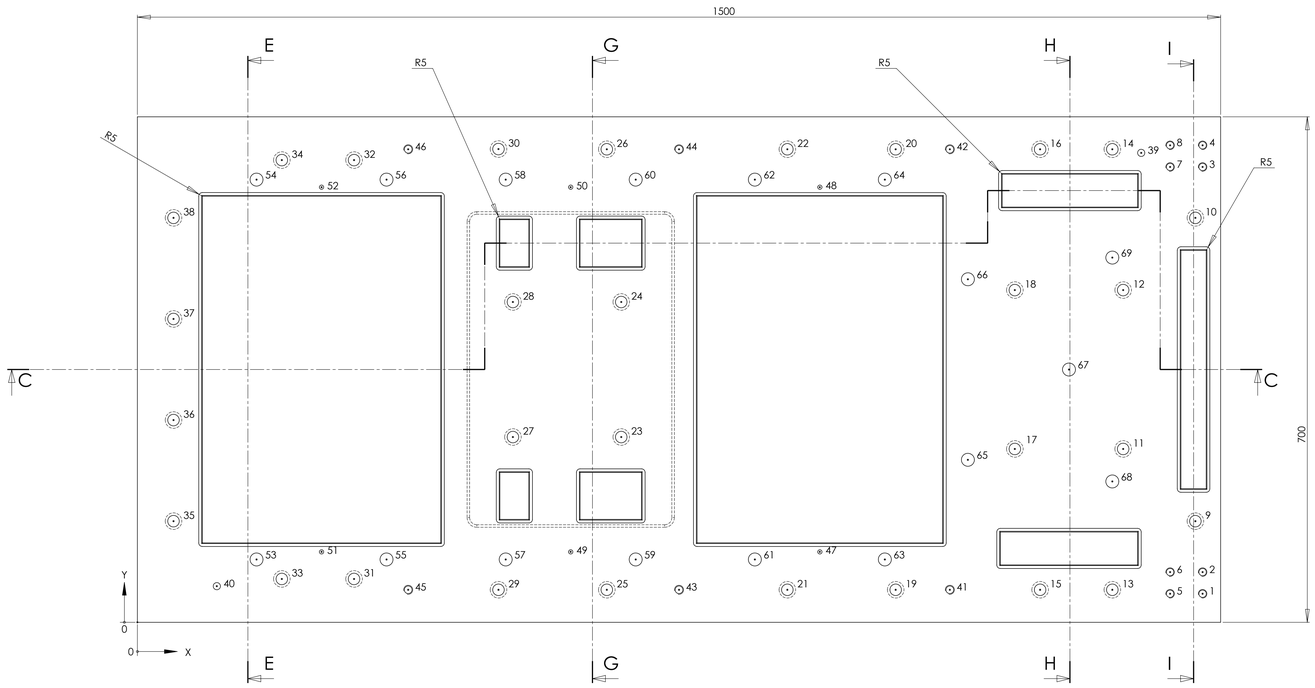
| 10 | 01 | Poinçon 7 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

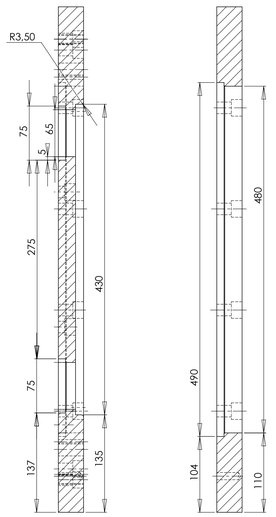
| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1475 | 39.50 | | | ⌀10.25 A travers tout<br>M12.00x1.75↧27.00 AR | GENERIC M12x45-LH | | |
| 2 | 1475 | 69.50 | | | | | | |
| 3 | 1475 | 630.50 | | | | | | |
| 4 | 1475 | 660.50 | | | | | | |
| 5 | 1430 | 39.50 | | | | | | |
| 6 | 1430 | 69.50 | | | | | | |
| 7 | 1430 | 630.50 | | | | | | |
| 8 | 1430 | 660.50 | | | | | | |
| 9 | 1465 | 140 | | | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧15.00 AR | GENERIC M14x45-SH | | |
| 10 | 1465 | 560 | | | | | | |
| 11 | 1365 | 240 | | | | | | |
| 12 | 1365 | 460 | | | | | | |
| 13 | 1350 | 45 | | | | | | |
| 14 | 1350 | 655 | | | | | | |
| 15 | 1250 | 45 | | | | | | |
| 16 | 1250 | 655 | | | | | | |
| 17 | 1215 | 240 | | | | | | |
| 18 | 1215 | 460 | | | | | | |
| 19 | 1050 | 45 | | | | | | |
| 20 | 1050 | 655 | | | | | | |
| 21 | 900 | 45 | | | | | | |
| 22 | 900 | 655 | | | | | | |
| 23 | 670 | 256.50 | 11.2 | -11.2 | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧26.20 AR | GENERIC M14x35-SH | | |
| 24 | 670 | 443.50 | 11.2 | -11.2 | | | | |
| 25 | 650 | 45 | | | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧15.00 AR | GENERIC M14x45-SH | | |
| 26 | 650 | 655 | | | | | | |
| 27 | 520 | 256.50 | 11.2 | -11.2 | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧26.20 AR | GENERIC M14x35-SH | | |
| 28 | 520 | 443.50 | 11.2 | -11.2 | | | | |
| 29 | 500 | 45 | | | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧15.00 AR | GENERIC M14x45-SH | | |
| 30 | 500 | 655.27 | | | | | | |
| 31 | 300 | 60 | | | | | | |
| 32 | 300 | 640 | | | | | | |
| 33 | 200 | 60 | | | | | | |
| 34 | 200 | 640 | | | | | | |
| 35 | 50 | 140 | | | | | | |
| 36 | 50 | 280 | | | | | | |
| 37 | 50 | 420 | | | | | | |
| 38 | 50 | 560 | | | | | | |
| 39 | 1390 | 650 | | | ⌀10.00↧30.00 | GENERIC 10x40 | | |
| 40 | 110 | 50 | | | | | | |
| 41 | 1125 | 45 | | | ⌀10.72 A travers tout<br>M12.70x1.98↧35.00 AR | GENERIC INCH 1.50 DIA<br>STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 42 | 1125 | 655 | | | | | | |
| 43 | 750 | 45 | | | | | | |
| 44 | 750 | 655 | | | | | | |
| 45 | 375 | 45 | | | | | | |
| 46 | 375 | 655 | | | | | | |
| 47 | 945 | 97.50 | | | ⌀6.00 A travers tout | FIBRO<br>2261.6F3.5%(d1*100)04.0f | | |
| 48 | 945 | 602.50 | | | | | | |
| 49 | 600 | 97.50 | | | | | | |
| 50 | 600 | 602.50 | | | | | | |
| 51 | 255 | 97.50 | | | | | | |
| 52 | 255 | 602.50 | | | | | | |
| 53 | 165 | 87 | | | ⌀18.00 A travers tout | DANLY METRIC 0620 18 71 | | |
| 54 | 165 | 613 | | | | | | |
| 55 | 345 | 87 | | | | | | |
| 56 | 345 | 613 | | | | | | |
| 57 | 510 | 87 | | | | | | |
| 58 | 510 | 613 | | | | | | |
| 59 | 690 | 87 | | | | | | |
| 60 | 690 | 613 | | | | | | |
| 61 | 855 | 87 | | | | | | |
| 62 | 855 | 613 | | | | | | |
| 63 | 1035 | 87 | | | | | | |
| 64 | 1035 | 613 | | | | | | |
| 65 | 1150 | 225 | | | | | | |
| 66 | 1150 | 475 | | | | | | |
| 67 | 1290 | 350 | | | | | | |
| 68 | 1350 | 195 | | | | | | |
| 69 | 1350 | 505 | | | | | | |

COUPE C-C
ECHELLE 1 : 3




IT = 0.1
Ra = 0.4
Sauf indications

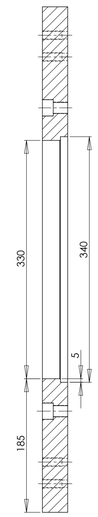


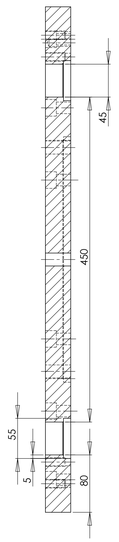

COUPE G-G




COUPE E-E




COUPE I-I

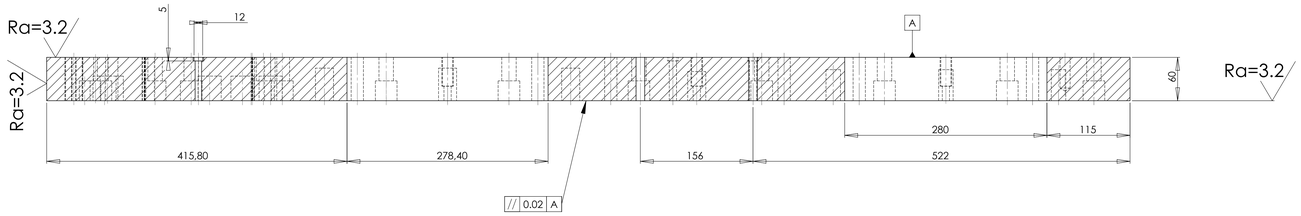


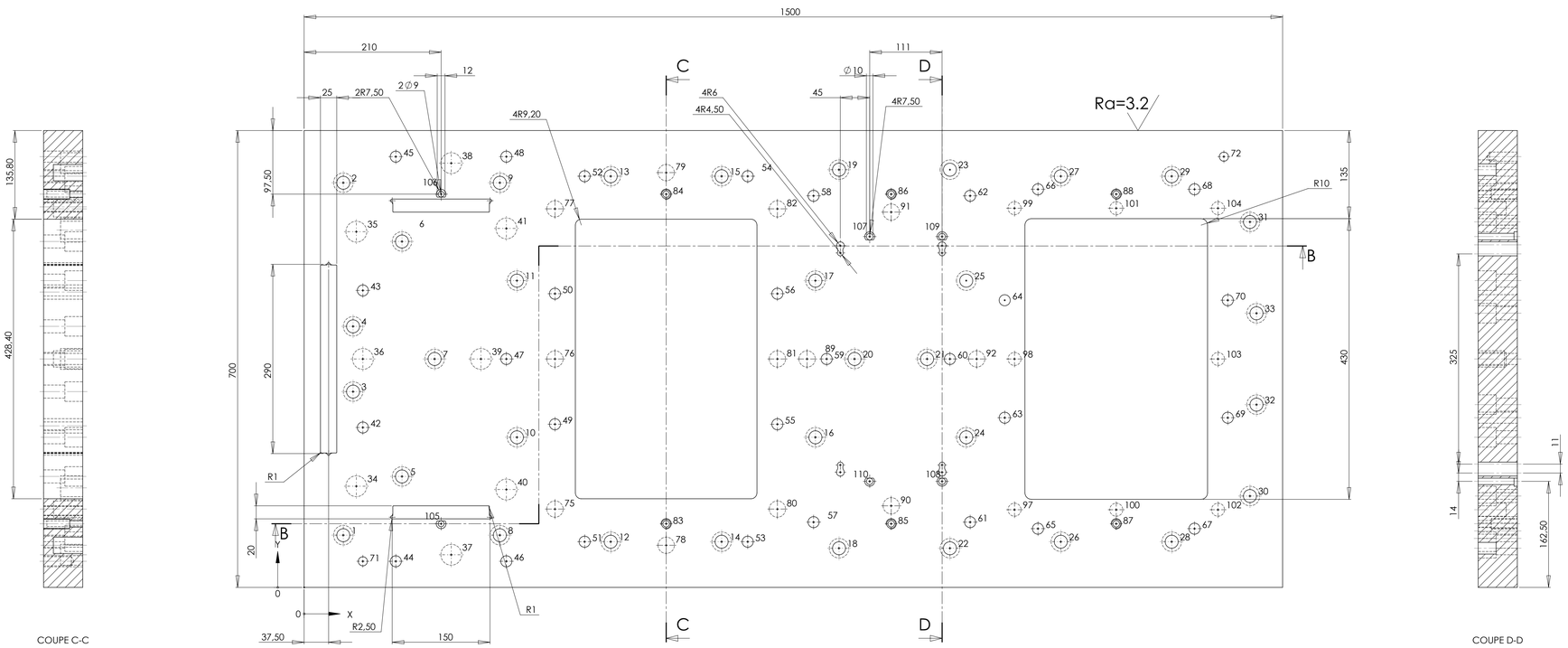

COUPE H-H

| 06 | 01 | Porte matrices | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud<br>Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 80 | | | ⌀20.00 A travers tout<br>⌴ ⌀30.00↧27.40 | GENERIC M18x80-SH | | |
| 2 | 60 | 620 | | | | | | |
| 3 | 75 | 300 | | | | | | |
| 4 | 75 | 400 | | | | | | |
| 5 | 150 | 170 | | | | | | |
| 6 | 150 | 530 | | | | | | |
| 7 | 200 | 320 | | | | | | |
| 8 | 200 | 380 | | | | | | |
| 9 | 200 | 620 | | | | | | |
| 10 | 322.20 | 230 | | | | | | |
| 11 | 322.20 | 470 | | | | | | |
| 12 | 420 | 70 | | | | | | |
| 13 | 470 | 630 | | | | | | |
| 14 | 640 | 70 | | | | | | |
| 15 | 640 | 630 | | | | | | |
| 16 | 783.80 | 230 | | | | | | |
| 17 | 783.80 | 470 | | | | | | |
| 18 | 820 | 60 | | | | | | |
| 19 | 820 | 640 | | | | | | |
| 20 | 843.80 | 350 | | | | | | |
| 21 | 950 | 320 | | | | | | |
| 22 | 950 | 380 | | | | | | |
| 23 | 950 | 640 | | | | | | |
| 24 | 1015 | 230 | | | | | | |
| 25 | 1015 | 470 | | | | | | |
| 26 | 1160 | 70 | | | | | | |
| 27 | 1160 | 630 | | | | | | |
| 28 | 1330 | 70 | | | | | | |
| 29 | 1330 | 630 | | | | | | |
| 30 | 1450 | 140 | | | | | | |
| 31 | 1450 | 560 | | | | | | |
| 32 | 1460 | 280 | | | | | | |
| 33 | 1460 | 420 | | | | | | |
| 34 | 80 | 155 | | | | | | |
| 35 | 80 | 545 | | | | | | |
| 36 | 120 | 350 | | | | | | |
| 37 | 225.50 | 50 | | | ⌴ ⌀32.00↧34.00 | DANLY METRIC 9-2016-26 | | |
| 38 | 225.50 | 650 | | | | | | |
| 39 | 271 | 350 | | | | | | |
| 40 | 510 | 110 | | | | | | |
| 41 | 510 | 590 | | | | | | |
| 42 | 90 | 245 | | | | | | |
| 43 | 90 | 455 | | | | | | |
| 44 | 140.50 | 40 | | | | | | |
| 45 | 140.50 | 660 | | | | | | |
| 46 | 310 | 40 | | | | | | |
| 47 | 310 | 350 | | | | | | |
| 48 | 310 | 660 | | | | | | |
| 49 | 384.50 | 250 | | | | | | |
| 50 | 384.50 | 450 | | | | | | |
| 51 | 330 | 70 | | | | | | |
| 52 | 330 | 630 | | | | | | |
| 53 | 280 | 70 | | | | | | |
| 54 | 280 | 630 | | | | | | |
| 55 | 725.50 | 250 | | | | | | |
| 56 | 725.50 | 450 | | | | | | |
| 57 | 281 | 100 | | | | | | |
| 58 | 281 | 600 | | | | | | |
| 59 | 901 | 350 | | | | | | |
| 60 | 950 | 350 | | | | | | |
| 61 | 1021 | 100 | | | | | | |
| 62 | 1021 | 600 | | | | | | |
| 63 | 1074.02 | 250 | | | | | | |
| 64 | 1074.02 | 450 | | | | | | |
| 65 | 1122 | 70 | | | | | | |
| 66 | 1122 | 610 | | | | | | |
| 67 | 1223 | 70 | | | | | | |
| 68 | 1223 | 610 | | | | | | |
| 69 | 1415.98 | 260 | | | | | | |
| 70 | 1415.98 | 440 | | | | | | |
| 71 | 90 | 40 | | | | | | |
| 72 | 1410 | 660 | | | ⌀14.00↧42.50 | GENERIC 14x80 | | |
| 75 | 384.50 | 120 | | | | | | |
| 76 | 384.50 | 350 | | | | | | |
| 77 | 384.50 | 580 | | | | | | |
| 78 | 555 | 44.50 | | | ⌴ ⌀25.00↧45.00 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 79 | 555 | 655.50 | | | | | | |
| 80 | 725.50 | 120 | | | | | | |
| 81 | 725.50 | 350 | | | | | | |
| 82 | 725.50 | 580 | | | | | | |
| 83 | 555 | 97.50 | | | | | | |
| 84 | 555 | 602.50 | | | | | | |
| 85 | 900 | 97.50 | | | ⌀10.00 A travers tout<br>⌴ ⌀14.00↧40.00<br>M16.00x2.00↧40.00 | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f<br>HASCO Z35-16x30 | | |
| 86 | 1225 | 97.50 | | | | | | |
| 87 | 1225 | 602.50 | | | | | | |
| 89 | 771 | 350 | | | | | | |
| 90 | 900 | 125 | | | ⌴ ⌀25.00↧40.30 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 91 | 900 | 575 | | | | | | |
| 92 | 1031 | 350 | | | | | | |
| 97 | 1089.02 | 119.02 | | | | | | |
| 98 | 1089.02 | 350 | | | | | | |
| 99 | 1089.02 | 580.98 | | | | | | |
| 100 | 1245 | 119.02 | | | ⌴ ⌀20.00↧42.90 | DANLY METRIC 9-1218-26 | | |
| 101 | 1245 | 580.98 | | | | | | |
| 102 | 1400.98 | 119.02 | | | | | | |
| 103 | 1400.98 | 350 | | | | | | |
| 104 | 1400.98 | 580.98 | | | | | | |
| 105 | 210.00 | -252.50 | | | ⌀9.00 A travers tout<br>⌴ ⌀15.00↧5.00 | | | |
| 106 | 210.00 | 252.50 | | | | | | |
| 107 | 867.00 | 187.50 | | | ⌀10.00 A travers tout<br>⌴ ⌀15.00↧5.00 | | | |
| 108 | 278.00 | 187.50 | | | | | | |
| 109 | 278.00 | 187.50 | | | | | | |
| 110 | 867.00 | 187.50 | | | | | | |

COUPE B-B







COUPE C-C

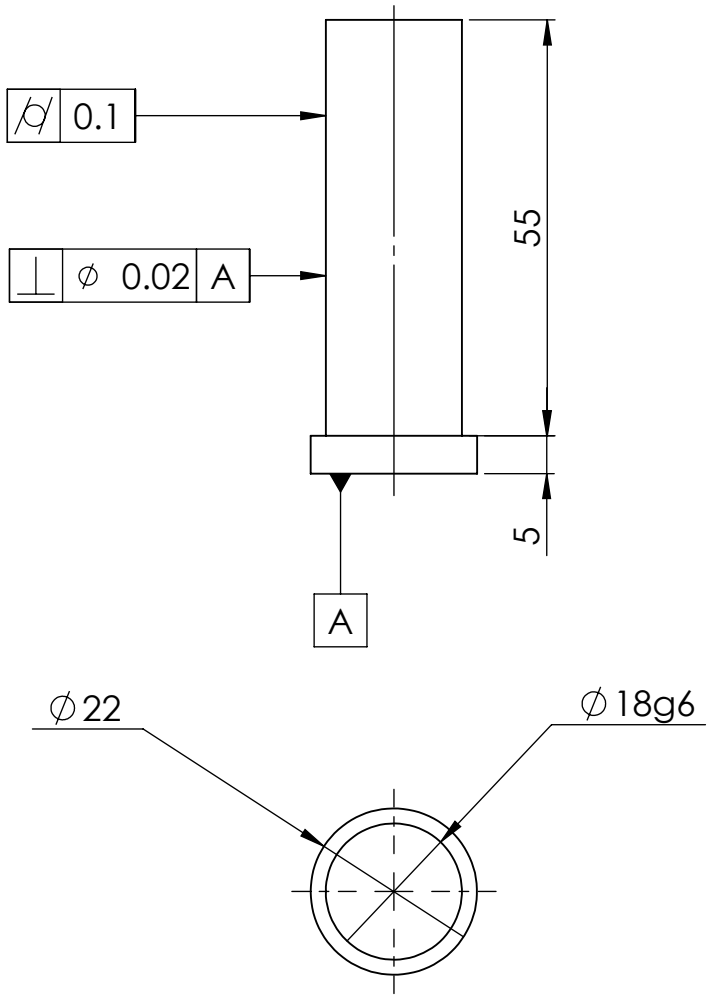
COUPE D-D

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| 02 | 01 | Porte poinçons | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud<br>Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

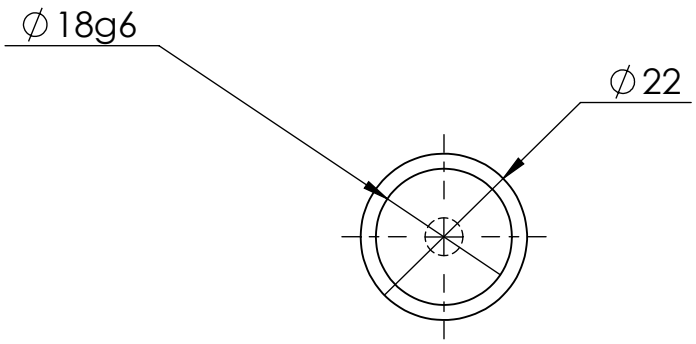


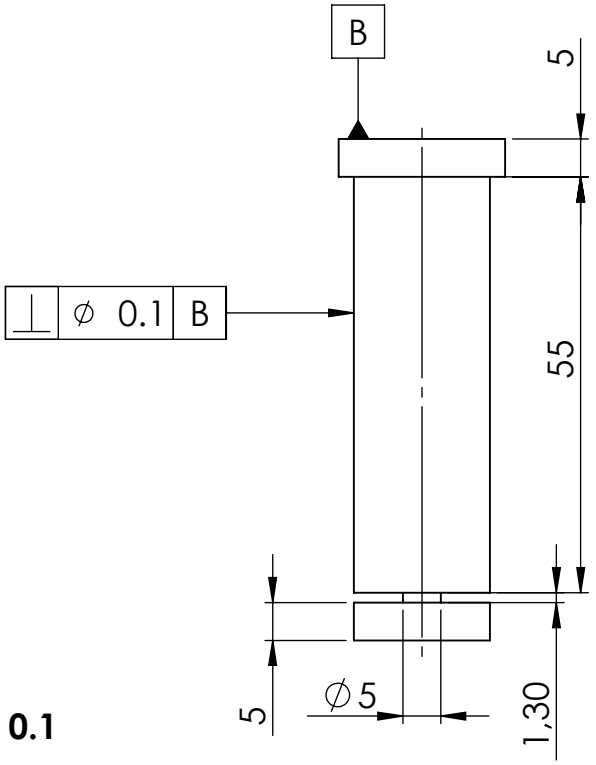

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27 | 06 | Releve bande 1 | Acier allié | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



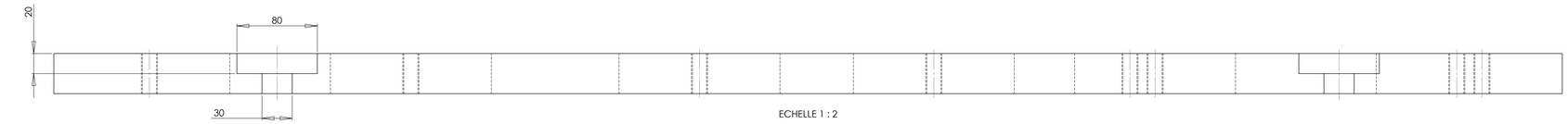




**IT = 0.1**

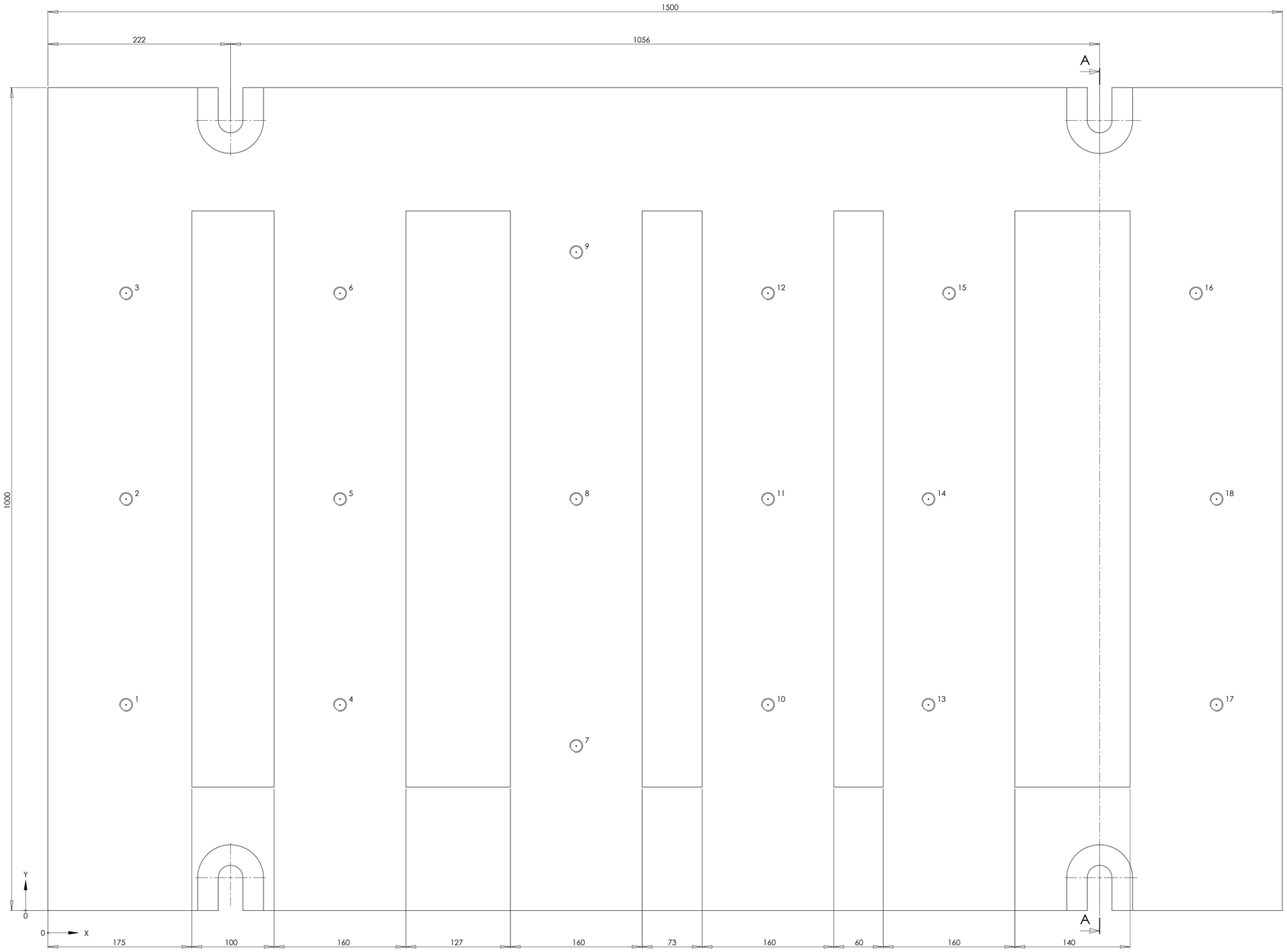
**Ra = 0.4**

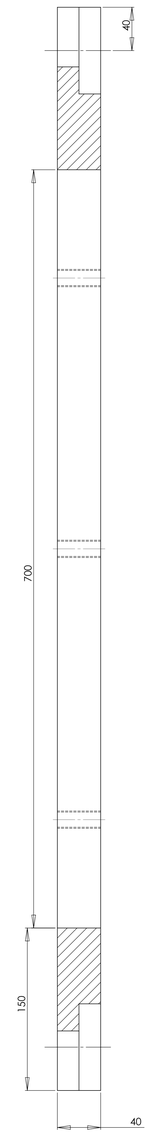
**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 28 | 12 | Rleve bande 2 | Acier allié | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




ECHELLE 1 : 2




COUPE A-A

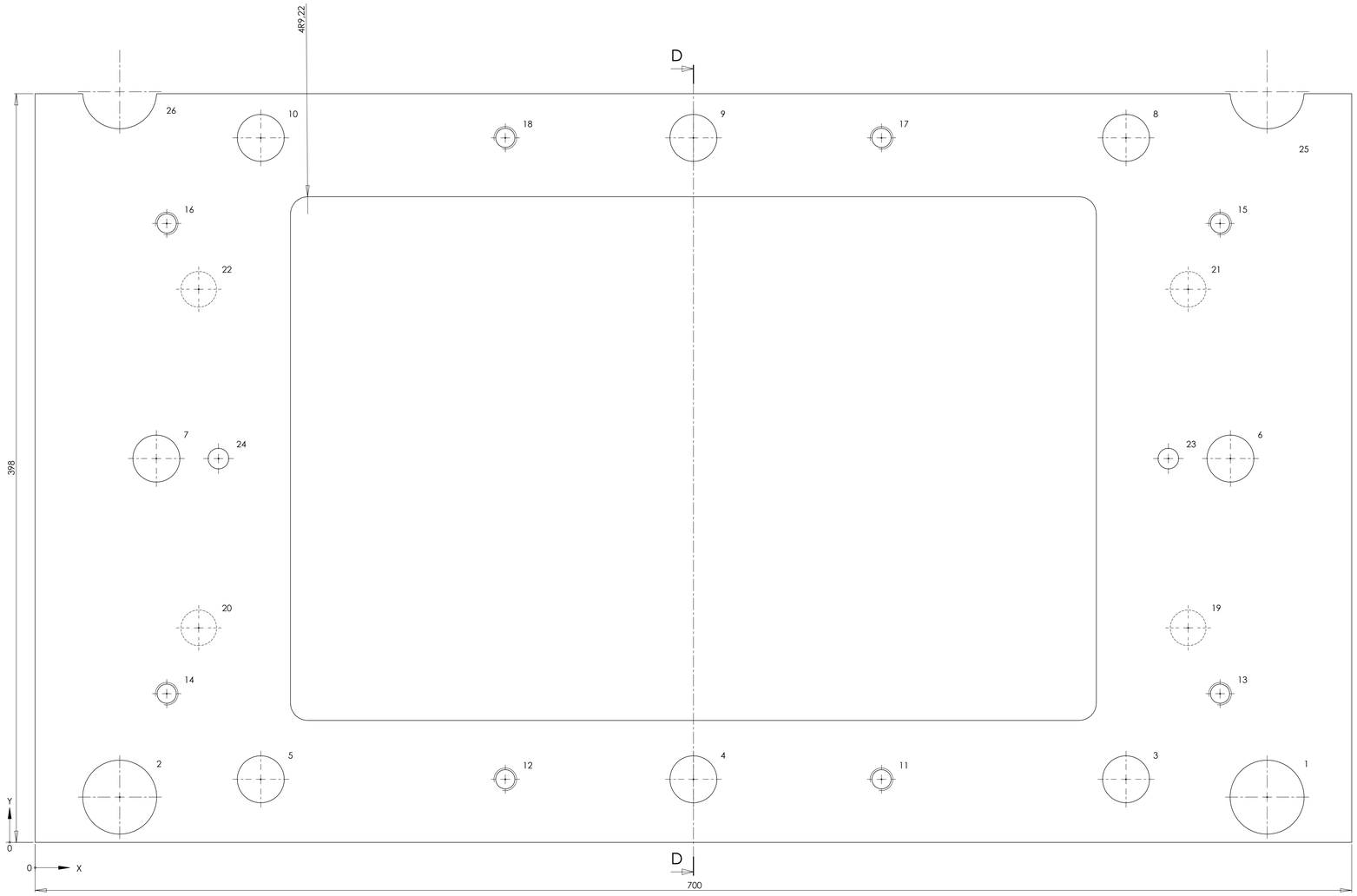
**IT = 0.5**

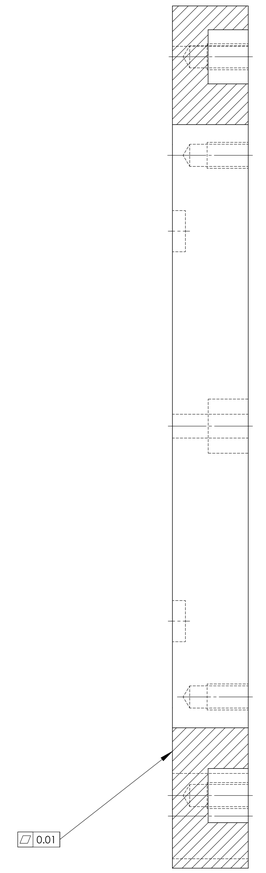
**Ra = 3.2**

**Sauf indications**

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 95 | 250 | | | ∅ 14.00 A travers tout<br>M16.00x2.00 A travers tout | GENERIC M16x200-SH | | |
| 2 | 95 | 500 | | | | | | |
| 3 | 95 | 750 | | | | | | |
| 4 | 355 | 250 | | | | | | |
| 5 | 355 | 500 | | | | | | |
| 6 | 355 | 750 | | | | | | |
| 7 | 642 | 200 | | | | | | |
| 8 | 642 | 500 | | | | | | |
| 9 | 642 | 800 | | | | | | |
| 10 | 875 | 250 | | | | | | |
| 11 | 875 | 500 | | | | | | |
| 12 | 875 | 750 | | | | | | |
| 13 | 1070 | 250 | | | | | | |
| 14 | 1070 | 500 | | | | | | |
| 15 | 1095 | 750 | | | | | | |
| 16 | 1395 | 750 | | | | | | |
| 17 | 1420 | 250 | | | | | | |
| 18 | 1420 | 500 | | | | | | |

| 09 | 01 | Semelle inferieure | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE D-D

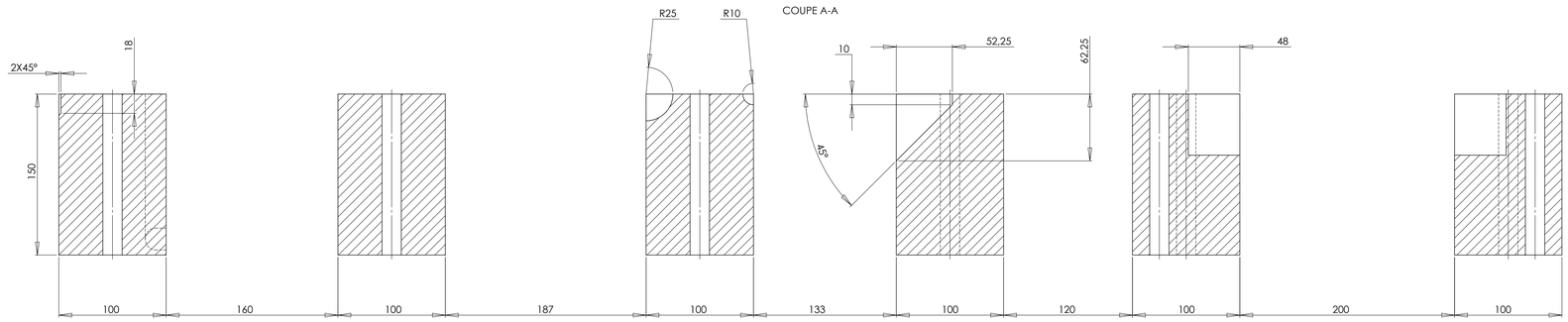
| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 655 | 24 | | | ⌀39.37 A travers tout | GENERIC INCH 1.50 DIA STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 2 | 45 | 24 | | | | | | |
| 3 | 580 | 33.50 | | | ⌴ ⌀25.00↧18.50 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 4 | 350 | 33.50 | | | | | | |
| 5 | 120 | 33.50 | | | | | | |
| 6 | 635.50 | 204 | | | | | | |
| 7 | 64.50 | 204 | | | | | | |
| 8 | 580 | 374.50 | | | | | | |
| 9 | 350 | 374.50 | | | | | | |
| 10 | 120 | 374.50 | | | | | | |
| 11 | 450 | 33.50 | | | ⌀ 10.25↧27.00 M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 12 | 250 | 33.50 | | | | | | |
| 13 | 630 | 79 | | | | | | |
| 14 | 70 | 79 | | | | | | |
| 15 | 630 | 329 | | | | | | |
| 16 | 70 | 329 | | | | | | |
| 17 | 450 | 374.50 | | | | | | |
| 18 | 250 | 374.50 | | | | | | |
| 19 | 613 | 114 | | | ⌴ ⌀19.00↧6.00 | | | |
| 20 | 87 | 114 | | | | | | |
| 21 | 613 | 294 | | | | | | |
| 22 | 87 | 294 | | | | | | |
| 23 | 602.50 | 204 | | | ⌀11.00 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 24 | 97.50 | 204 | | | | | | |
| 25 | 399.00 | -305.00 | | | ⌀39.37 A travers tout | GENERIC INCH 1.50 DIA STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 26 | 399.00 | 305.00 | | | | | | |

**IT = 0.1**

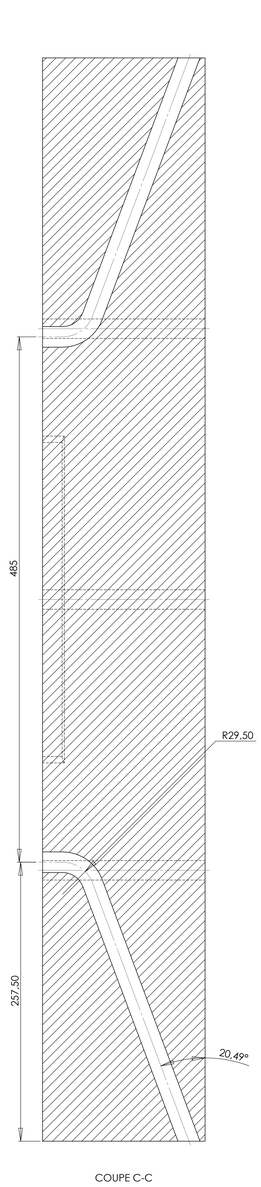
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

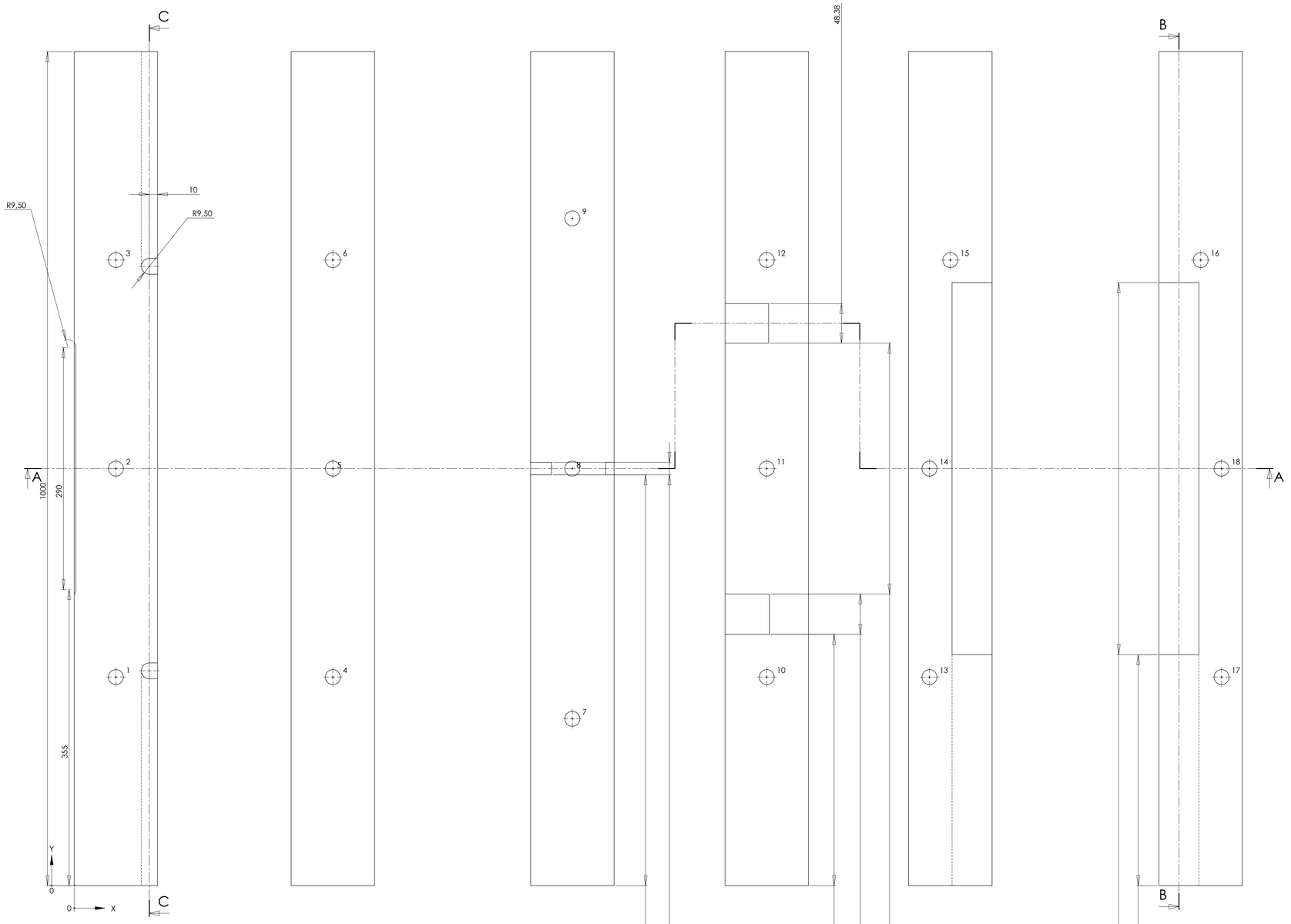
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 22 | 01 | Serre-flan | XC 48 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

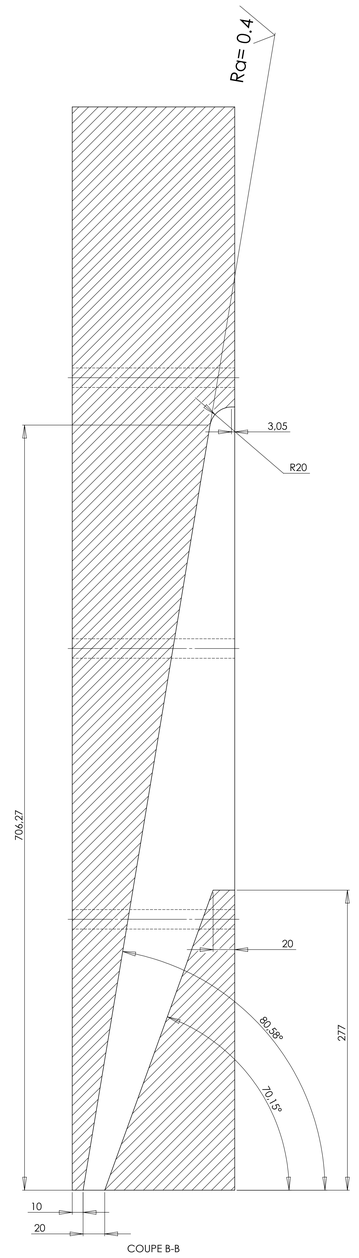



**IT = 0.1**
**Ra = 3.2**
**Sauf indications**




COUPE C-C



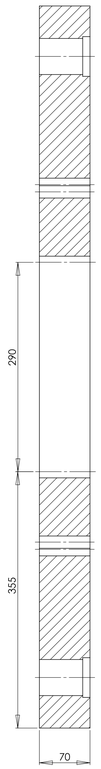



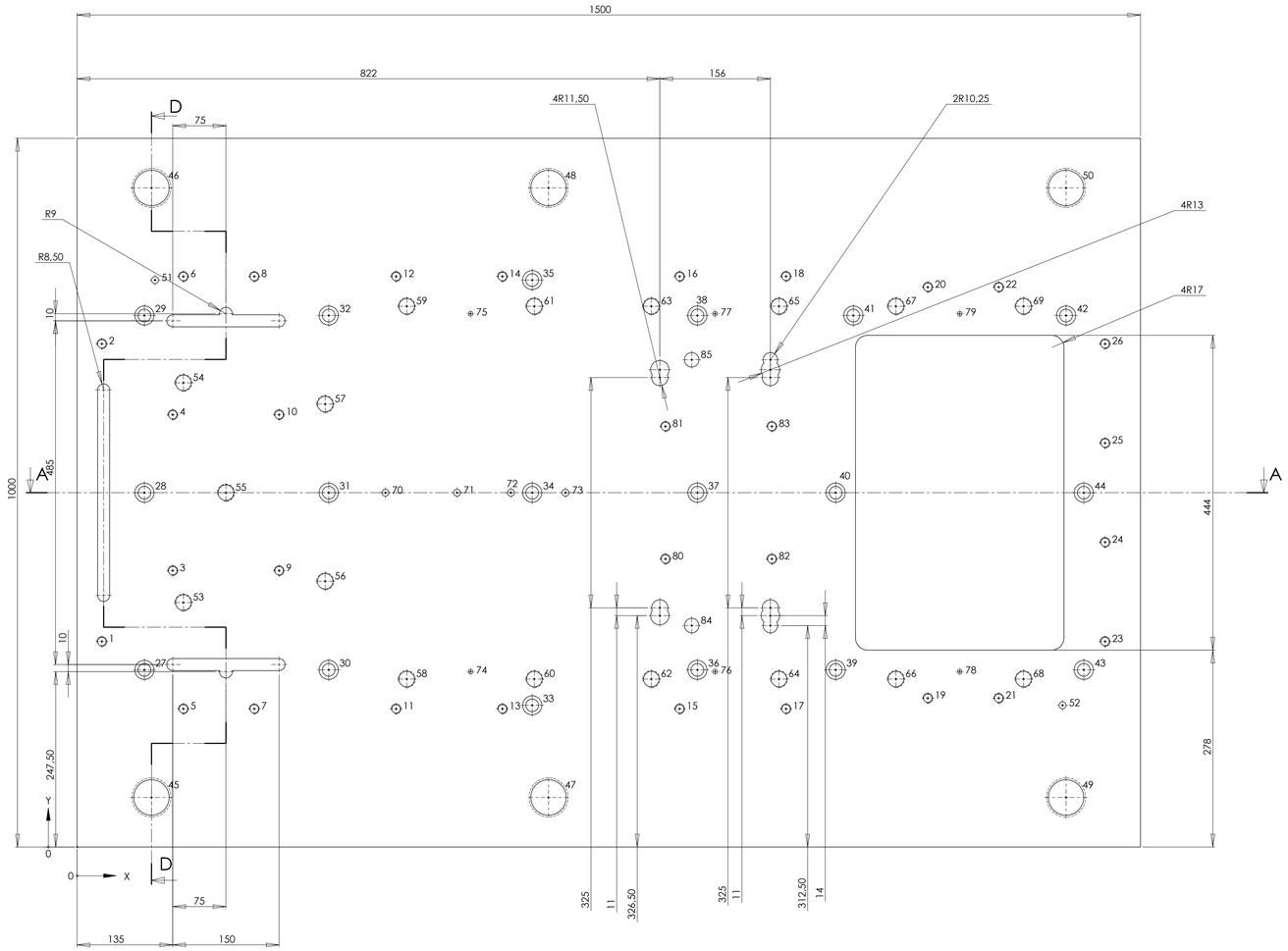

COUPE B-B

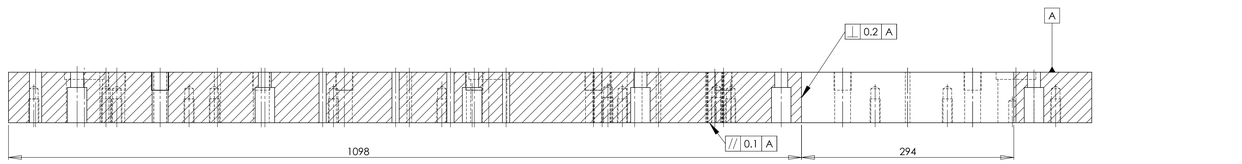
| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 250 | | | ∅18.00 A travers tout | GENERIC M16x200-SH | | |
| 2 | 50 | 500 | | | | | | |
| 3 | 50 | 750 | | | | | | |
| 4 | 310 | 250 | | | | | | |
| 5 | 310 | 500 | | | | | | |
| 6 | 310 | 750 | | | | | | |
| 7 | 597 | 200 | | | | | | |
| 8 | 597 | 500 | | | | | | |
| 9 | 597 | 800 | | | | | | |
| 10 | 830 | 250 | | | | | | |
| 11 | 830 | 500 | | | | | | |
| 12 | 830 | 750 | | | | | | |
| 13 | 1025 | 250 | | | | | | |
| 14 | 1025 | 500 | | | | | | |
| 15 | 1050 | 750 | | | | | | |
| 16 | 1350 | 750 | | | | | | |
| 17 | 1375 | 250 | | | | | | |
| 18 | 1375 | 500 | | | | | | |

| 08 | 06 | Tasseaux | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

COUPE D-D




COUPE A-A

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 35 | 290 | | | ⌀12.00↧47.00<br>M14.00x2.00↧33.00 | GENERIC M14x45-SH | | |
| 2 | 35 | 710 | | | | | | |
| 3 | 135 | 390 | | | | | | |
| 4 | 135 | 610 | | | | | | |
| 5 | 150 | 195 | | | | | | |
| 6 | 150 | 805 | | | | | | |
| 7 | 200 | 195 | | | | | | |
| 8 | 250 | 805 | | | | | | |
| 9 | 285 | 390 | | | | | | |
| 10 | 285 | 610 | | | | | | |
| 11 | 450 | 195 | | | | | | |
| 12 | 450 | 805 | | | | | | |
| 13 | 600 | 195 | | | | | | |
| 14 | 650 | 805 | | | | | | |
| 15 | 800 | 195 | | | | | | |
| 16 | 850 | 805 | | | | | | |
| 17 | 1000 | 195 | | | | | | |
| 18 | 1000 | 805,27 | | | | | | |
| 19 | 1000 | 210 | | | | | | |
| 20 | 1000 | 290 | | | | | | |
| 21 | 1000 | 610 | | | | | | |
| 22 | 1000 | 690 | | | | | | |
| 23 | 1250 | 290 | | | | | | |
| 24 | 1250 | 430 | | | | | | |
| 25 | 1250 | 570 | | | | | | |
| 26 | 1250 | 710 | | | | | | |
| 27 | 95 | 250 | | | ⌀18.00 A travers tout<br>⌴ ⌀27.00↧48.80 | GENERIC M16x200-SH | | |
| 28 | 95 | 500 | | | | | | |
| 29 | 95 | 750 | | | | | | |
| 30 | 355 | 250 | | | | | | |
| 31 | 355 | 500 | | | | | | |
| 32 | 355 | 750 | | | | | | |
| 33 | 570 | 500 | | | | | | |
| 34 | 642 | 500 | | | | | | |
| 35 | 642 | 800 | | | | | | |
| 36 | 875 | 250 | | | | | | |
| 37 | 875 | 500 | | | | | | |
| 38 | 875 | 750 | | | | | | |
| 39 | 1070 | 250 | | | | | | |
| 40 | 1070 | 500 | | | | | | |
| 41 | 1095 | 750 | | | | | | |
| 42 | 1395 | 750 | | | | | | |
| 43 | 1420 | 250 | | | | | | |
| 44 | 1420 | 500 | | | | | | |
| 45 | 105 | 70 | | | ⌀50.00 A travers tout<br>⌴ ⌀55.00H7↧10.00 | INTECH ENOMA 20850315 | | |
| 46 | 105 | 930 | | | | | | |
| 47 | 655 | 70 | | | | | | |
| 48 | 665 | 930 | | | | | | |
| 49 | 1395 | 70 | | | | | | |
| 50 | 1395 | 930 | | | | | | |
| 51 | 110 | 800 | | | ⌀10.00↧30.00 | GENERIC 10x40 | | |
| 52 | 1390 | 200 | | | | | | |
| 53 | 150 | 345 | | | ⌀22.00 A travers tout<br>M24.00x2.00↧25.00 | MEUSBURGER E1230-24x25<br>OLMA T3-16x22.5x40 | | |
| 54 | 150 | 655 | | | | | | |
| 55 | 210 | 500 | | | | | | |
| 56 | 350 | 375 | | | | | | |
| 57 | 350 | 625 | | | | | | |
| 58 | 265 | 237 | | | | | | |
| 59 | 465 | 763 | | | | | | |
| 60 | 535 | 237 | | | | | | |
| 61 | 610 | 763 | | | | | | |
| 62 | 590 | 237 | | | | | | |
| 63 | 590 | 763 | | | | | | |
| 64 | 1155 | 237 | | | | | | |
| 65 | 990 | 763 | | | | | | |
| 66 | 1155 | 763 | | | | | | |
| 67 | 1335 | 237 | | | | | | |
| 68 | 1335 | 763 | | | | | | |
| 69 | 435 | 500 | | | ⌀10.00 A travers tout | | | |
| 70 | 535 | 500 | | | | | | |
| 71 | 535 | 500 | | | | | | |
| 72 | 619 | 500 | | | | | | |
| 73 | 689 | 500 | | | | | | |
| 74 | 555 | 247,50 | | | ⌀6.50 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 75 | 555 | 752,50 | | | | | | |
| 76 | 800 | 247,50 | | | | | | |
| 77 | 900 | 752,50 | | | | | | |
| 78 | 1245 | 247,50 | | | | | | |
| 79 | 1245 | 752,50 | | | | | | |
| 80 | 830 | 404,50 | | | ⌀12.00↧49.00<br>M14.00x2.00↧35.00 | GENERIC M14x35-SH | | |
| 81 | 830 | 593,50 | | | | | | |
| 82 | 980 | 404,50 | | | | | | |
| 83 | 980 | 593,50 | | | | | | |
| 84 | 867 | 312,50 | | | | | | |
| 85 | 867 | 687,50 | | | ⌀20.50 A travers tout | | | |

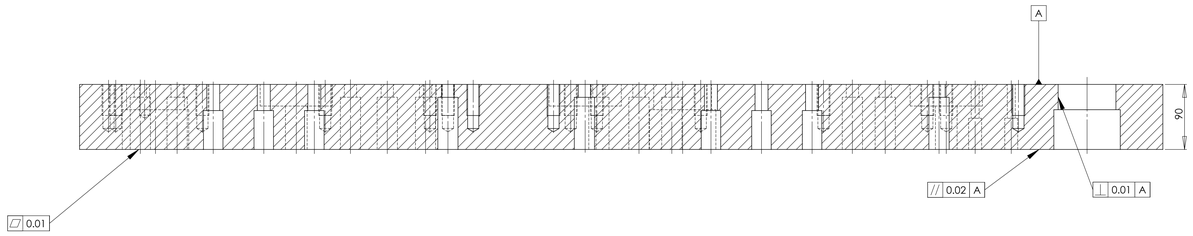
**IT = 0.5**

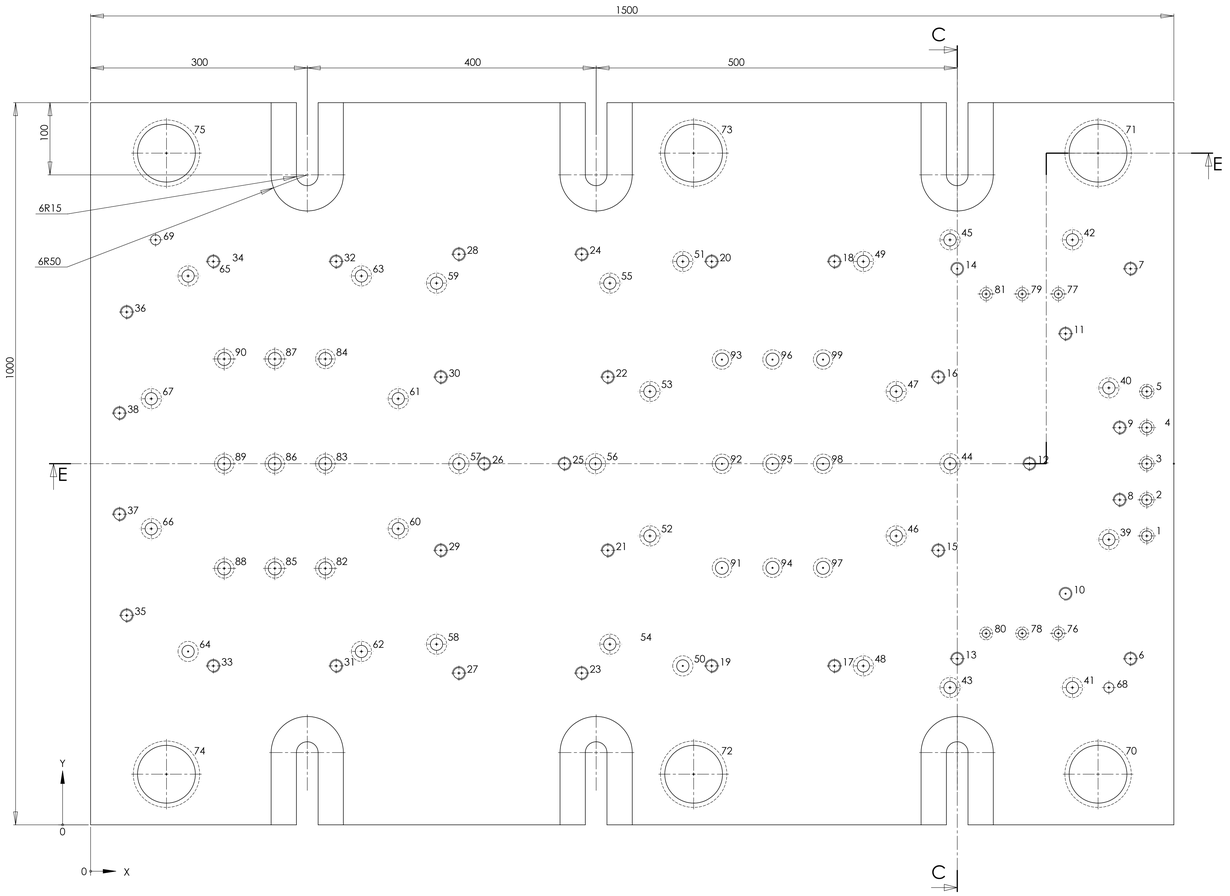
**Ra = 3.2**

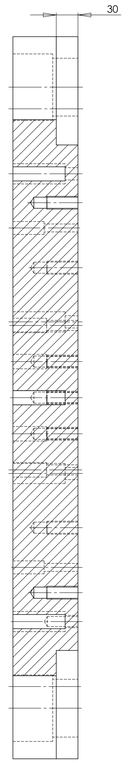
**Sauf indications**

| 13 | 01 | Bloc inferieur | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

COUPE E-E




COUPE C-C

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1462.50 | 400 | | | ⌀14.00 A travers tout<br>⌴ ⌀20.00↧46.60 | GENERIC M12x80-SH | | |
| 2 | 462.50 | 450 | | | | | | |
| 3 | 462.50 | 500 | | | | | | |
| 4 | 462.50 | 550 | | | | | | |
| 5 | 462.50 | 600 | | | | | | |
| 6 | 1440 | 230 | | | ⌀15.50↧61.00<br>M18.00x2.50<br>↧43.00 | GENERIC M18x80-SH | | |
| 7 | 1440 | 770 | | | | | | |
| 8 | 1425 | 450 | | | | | | |
| 9 | 1425 | 550 | | | | | | |
| 10 | 1350 | 280 | | | | | | |
| 11 | 1350 | 680 | | | | | | |
| 12 | 1300 | 500 | | | | | | |
| 13 | 1200 | 280 | | | | | | |
| 14 | 1200 | 720 | | | | | | |
| 15 | 1173.80 | 280 | | | | | | |
| 16 | 1173.80 | 640 | | | | | | |
| 17 | 1030 | 240 | | | | | | |
| 18 | 1030 | 680 | | | | | | |
| 19 | 860 | 240 | | | | | | |
| 20 | 860 | 680 | | | | | | |
| 21 | 715.20 | 280 | | | | | | |
| 22 | 715.20 | 640 | | | | | | |
| 23 | 680 | 210 | | | | | | |
| 24 | 680 | 750 | | | | | | |
| 25 | 655.20 | 500 | | | | | | |
| 26 | 545 | 500 | | | | | | |
| 27 | 510 | 210 | | | | | | |
| 28 | 510 | 790 | | | | | | |
| 29 | 385 | 280 | | | | | | |
| 30 | 385 | 640 | | | | | | |
| 31 | 340 | 220 | | | | | | |
| 32 | 340 | 780 | | | | | | |
| 33 | 170 | 200 | | | | | | |
| 34 | 170 | 280 | | | | | | |
| 35 | 50 | 290 | | | | | | |
| 36 | 50 | 710 | | | | | | |
| 37 | 40 | 430 | | | | | | |
| 38 | 40 | 570 | | | | | | |
| 39 | 1410 | 395 | | | ⌀17.00 A travers tout<br>⌴ ⌀28.00↧72.20 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 40 | 1410 | 605 | | | | | | |
| 41 | 1359.50 | 190 | | | | | | |
| 42 | 1359.50 | 810 | | | | | | |
| 43 | 1190 | 190 | | | | | | |
| 44 | 1190 | 500 | | | | | | |
| 45 | 1190 | 810 | | | | | | |
| 46 | 1115.50 | 400 | | | | | | |
| 47 | 1115.50 | 600 | | | | | | |
| 48 | 1020 | 220 | | | | | | |
| 49 | 1020 | 780 | | | | | | |
| 50 | 860 | 220 | | | | | | |
| 51 | 860 | 780 | | | | | | |
| 52 | 774.50 | 400 | | | | | | |
| 53 | 774.50 | 600 | | | | | | |
| 54 | 719 | 250 | | | | | | |
| 55 | 719 | 750 | | | | | | |
| 56 | 699 | 500 | | | | | | |
| 57 | 510 | 500 | | | | | | |
| 58 | 479 | 250 | | | | | | |
| 59 | 479 | 750 | | | | | | |
| 60 | 425.58 | 410 | | | | | | |
| 61 | 425.58 | 590 | | | | | | |
| 62 | 379 | 240 | | | | | | |
| 63 | 375 | 760 | | | | | | |
| 64 | 135 | 240 | | | | | | |
| 65 | 135 | 760 | | | | | | |
| 66 | 84.02 | 410 | | | | | | |
| 67 | 84.02 | 590 | | | | | | |
| 68 | 1410 | 190 | | | ⌀14.00↧42.50 | GENERIC 14x80 | | |
| 69 | 90 | 810 | | | | | | |
| 70 | 1395 | 70 | | | ⌀80.00 A travers tout ⌴ ⌀92.00H7 ↧55.00 | INTECH ENOMA 20850315<br>INTECH ENOMA 2475039<br>INTECH ENOMA 2415051.4 | | |
| 71 | 1395 | 930 | | | | | | |
| 72 | 835 | 70 | | | | | | |
| 73 | 835 | 930 | | | | | | |
| 74 | 105 | 70 | | | | | | |
| 75 | 105 | 930 | | | | | | |
| 76 | 1340 | 265 | | | ⌀11.00 A travers tout<br>⌴ ⌀18.00↧43.00 | GENERIC M10x80-SH | | |
| 77 | 1340 | 735 | | | | | | |
| 78 | 1290 | 265 | | | | | | |
| 79 | 1290 | 735 | | | | | | |
| 80 | 1240 | 225 | | | | | | |
| 81 | 1240 | 735 | | | | | | |
| 82 | 325 | 355 | | | ⌀18.00 A travers tout<br>⌴ ⌀27.00↧53.80 | GENERIC M16x80-SH | | |
| 83 | 325 | 500 | | | | | | |
| 84 | 292 | 645 | | | | | | |
| 85 | 265 | 355 | | | | | | |
| 86 | 225 | 500 | | | | | | |
| 87 | 185 | 645 | | | | | | |
| 88 | 185 | 355 | | | | | | |
| 89 | 185 | 500 | | | | | | |
| 90 | 185 | 645 | | | | | | |
| 91 | 874.20 | 355.80 | | | | | | |
| 92 | 874.20 | 499.80 | | | | | | |
| 93 | 874.20 | 644.20 | | | | | | |
| 94 | 944.20 | 355.80 | | | | | | |
| 95 | 944.20 | 499.80 | | | | | | |
| 96 | 944.20 | 644.20 | | | | | | |
| 97 | 1014.20 | 355.80 | | | | | | |
| 98 | 1014.20 | 499.80 | | | | | | |
| 99 | 1014.20 | 644.20 | | | | | | |

**IT = 0.5**

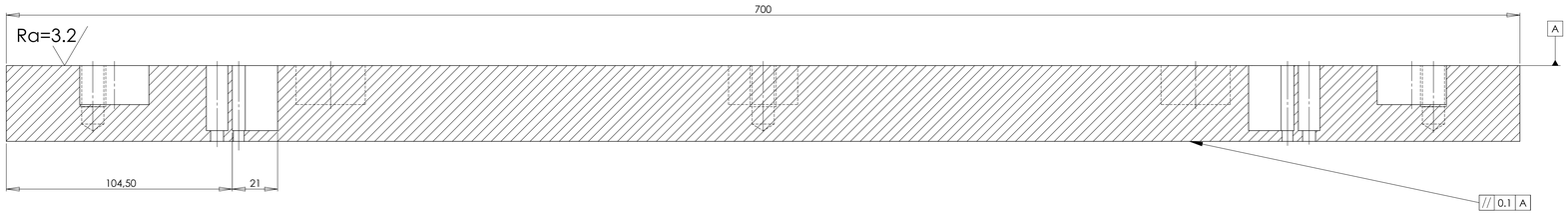
**Ra = 3.2**

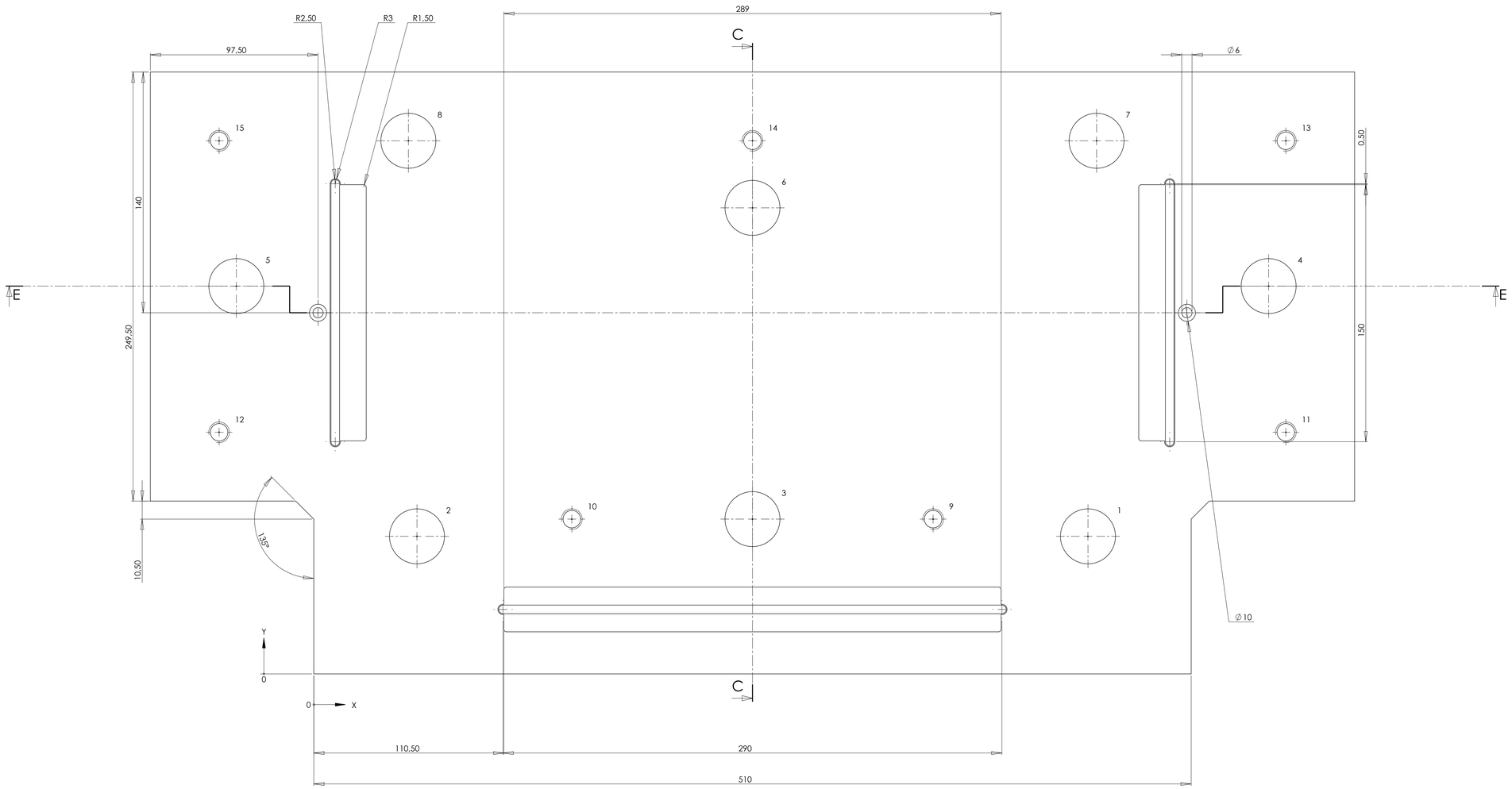
**Sauf indications**

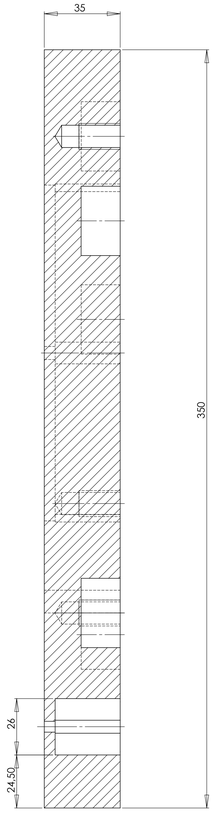
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 23 | 01 | Bloc superieur | XC 48 | |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 450 | 80 | | | ⌴ ∅32.00↧18.00 | DANLY METRIC 9-2016-26 | | |
| 2 | 60 | 80 | | | | | | |
| 3 | 255 | 90 | | | | | | |
| 4 | 555 | 225.50 | | | | | | |
| 5 | -45 | 225.50 | | | | | | |
| 6 | 255 | 271 | | | | | | |
| 7 | 455 | 310 | | | | | | |
| 8 | 55 | 310 | | | | | | |
| 9 | 360 | 90 | | | ∅10.25↧27.00<br>M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 10 | 150 | 90 | | | | | | |
| 11 | 565 | 140.50 | | | | | | |
| 12 | -55 | 140.50 | | | | | | |
| 13 | 565 | 310 | | | | | | |
| 14 | 255 | 310 | | | | | | |
| 15 | -55 | 310 | | | | | | |
| 16 | 210.00 | -252.50 | | | ∅6.00 A travers tout<br>⌴ ∅10.00↧30.00 | | | |
| 17 | 210.00 | 252.50 | | | | | | |

COUPE E-E




COUPE C-C

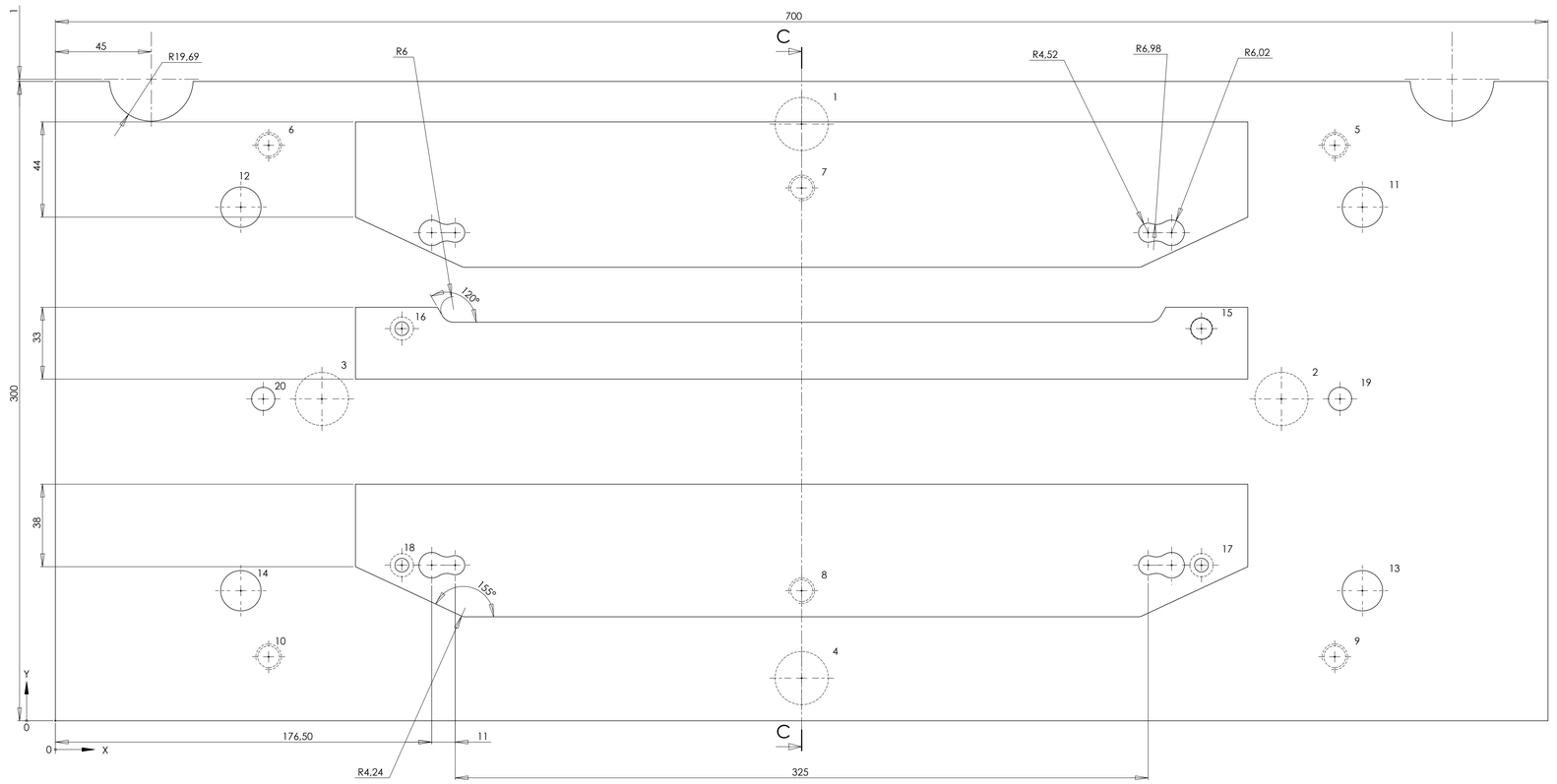
**IT = 0.2**

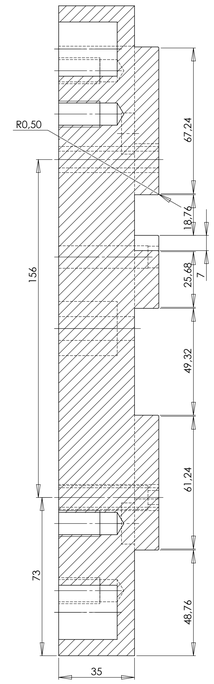
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

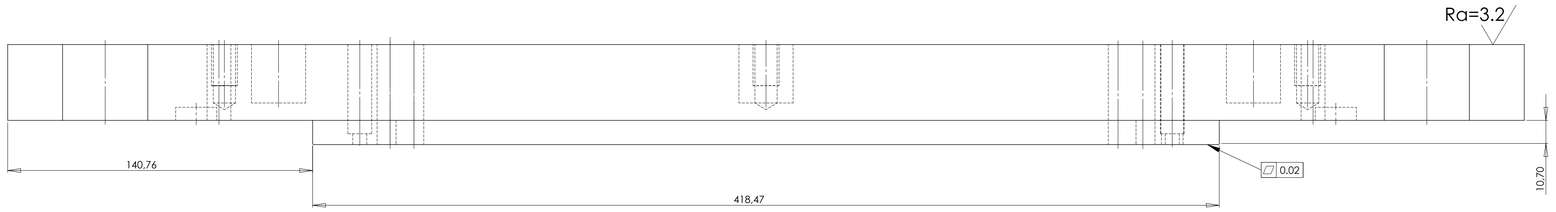
| 20 | 01 | Dévétisseur 1 | XC 48 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 350 | 280 | | | | | | |
| 2 | 575 | 151 | | | ⌴ ∅25.00↧27.00 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 3 | 125 | 151 | | | | | | |
| 4 | 350 | 20 | | | | | | |
| 5 | 600 | 270 | | | | | | |
| 6 | 100 | 270 | | | | | | |
| 7 | 350 | 250 | | | ∅10.25↧27.00<br>M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 8 | 350 | 61 | | | | | | |
| 9 | 600 | 30 | | | | | | |
| 10 | 100 | 30 | | | | | | |
| 11 | 613 | 241 | | -11.2 | | | | |
| 12 | 87 | 241 | | -11.2 | ⌴ ∅19.00↧17.20 | | | |
| 13 | 613 | 61 | | -11.2 | | | | |
| 14 | 87 | 61 | | -11.2 | | | | |
| 15 | 537.50 | 184 | | | ∅10.00 A travers tout<br>⌴ ∅10.40↧41.20 | | | |
| 16 | 162.50 | 184 | | | ∅6.50 A travers tout<br>⌴ ∅11.00↧41.20 | | | |
| 17 | 537.50 | 73 | | | | | | |
| 18 | 162.50 | 73 | | | | | | |
| 19 | 602.50 | 151 | | -11.2 | ∅11.00 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 20 | 97.50 | 151 | | -11.2 | | | | |




COUPE C-C



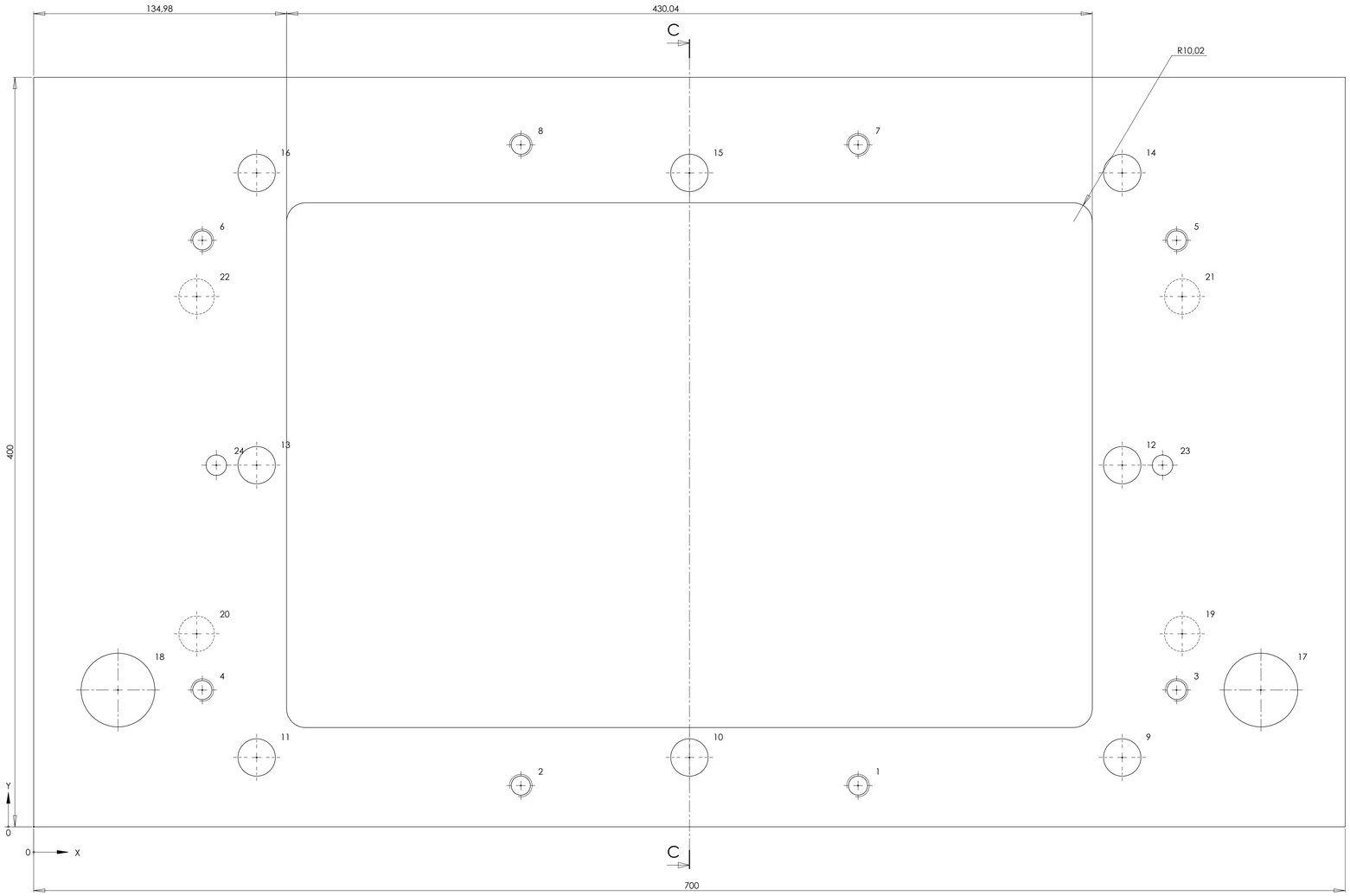

**IT = 0.3**

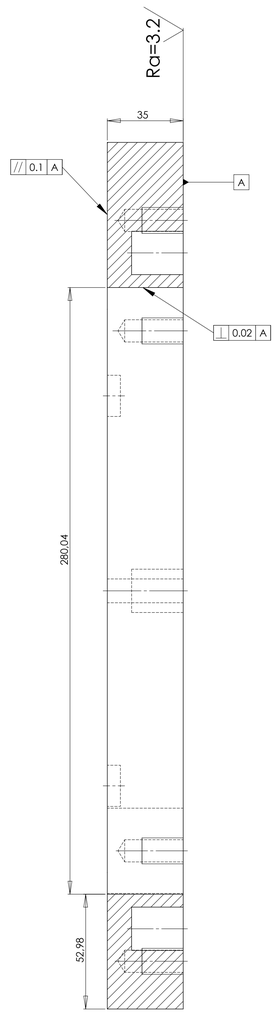
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 01 | Dévétisseur 2 | XC 48 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 440 | 22.02 | | | ⌀10.25↧27.00<br>M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 2 | 260 | 22.02 | | | | | | |
| 3 | 610 | 73 | | | | | | |
| 4 | 90 | 73 | | | | | | |
| 5 | 610 | 313 | | | | | | |
| 6 | 90 | 313 | | | | | | |
| 7 | 440 | 363.98 | | | | | | |
| 8 | 260 | 363.98 | | | | | | |
| 9 | 580.98 | 37.02 | | | ⌴ ⌀20.00↧23.80 | DANLY METRIC 9-1218-26 | | |
| 10 | 350 | 37.02 | | | | | | |
| 11 | 119.02 | 37.02 | | | | | | |
| 12 | 580.98 | 193 | | | | | | |
| 13 | 119.02 | 193 | | | | | | |
| 14 | 580.98 | 348.98 | | | | | | |
| 15 | 350 | 348.98 | | | | | | |
| 16 | 119.02 | 348.98 | | | | | | |
| 17 | 655 | 73 | | | ⌀39.37 A travers tout | GENERIC INCH 1.50 DIA STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 18 | 45 | 73 | | | | | | |
| 19 | 613 | 103 | | | ⌴ ⌀19.00↧6.00 | | | |
| 20 | 87 | 103 | | | | | | |
| 21 | 613 | 283 | | | | | | |
| 22 | 87 | 283 | | | | | | |
| 23 | 602.50 | 193 | | | ⌀11.00 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 24 | 97.50 | 193 | | | | | | |




COUPE C-C

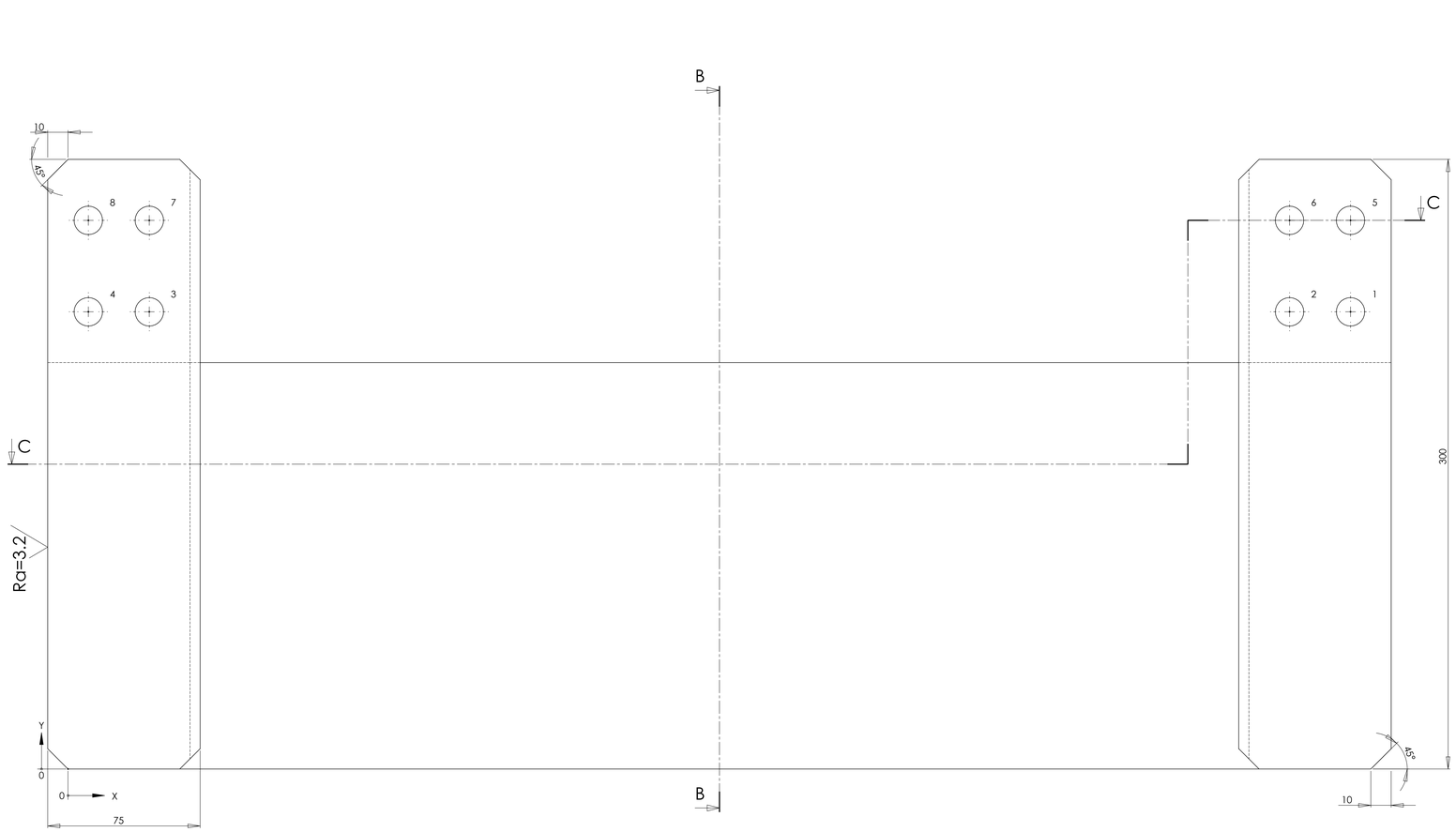
**IT = 0.2**

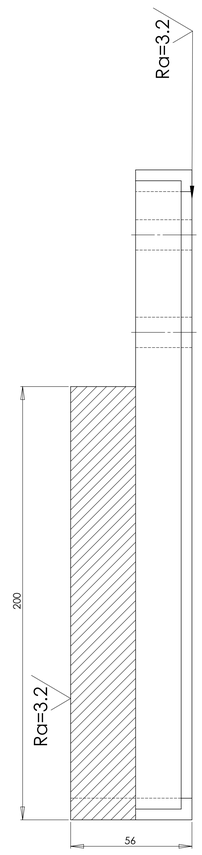
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

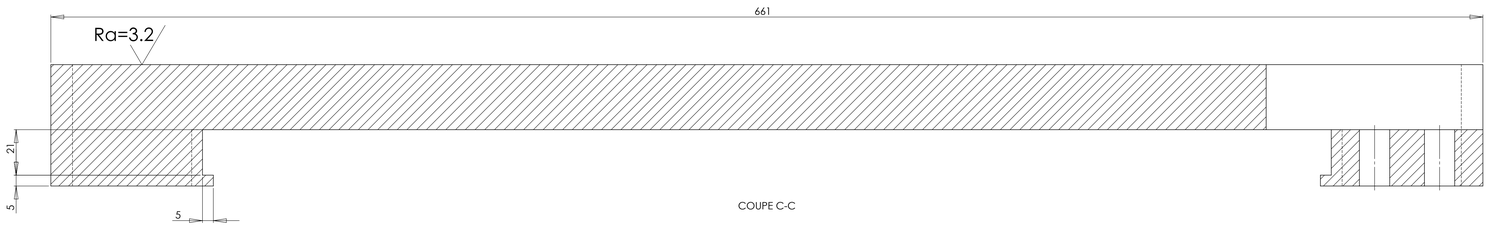
| 04 | 01 | Dévétisseur 3 | XC 48 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 631 | 225 | | -30 | ⌀14.00 A travers tout | GENERIC M12x45-LH | | |
| 2 | 601 | 225 | | -30 | | | | |
| 3 | 40 | 225 | | -30 | | | | |
| 4 | 10 | 225 | | -30 | | | | |
| 5 | 631 | 270 | | -30 | | | | |
| 6 | 601 | 270 | | -30 | | | | |
| 7 | 40 | 270 | | -30 | | | | |
| 8 | 10 | 270 | | -30 | | | | |




COUPE B-B



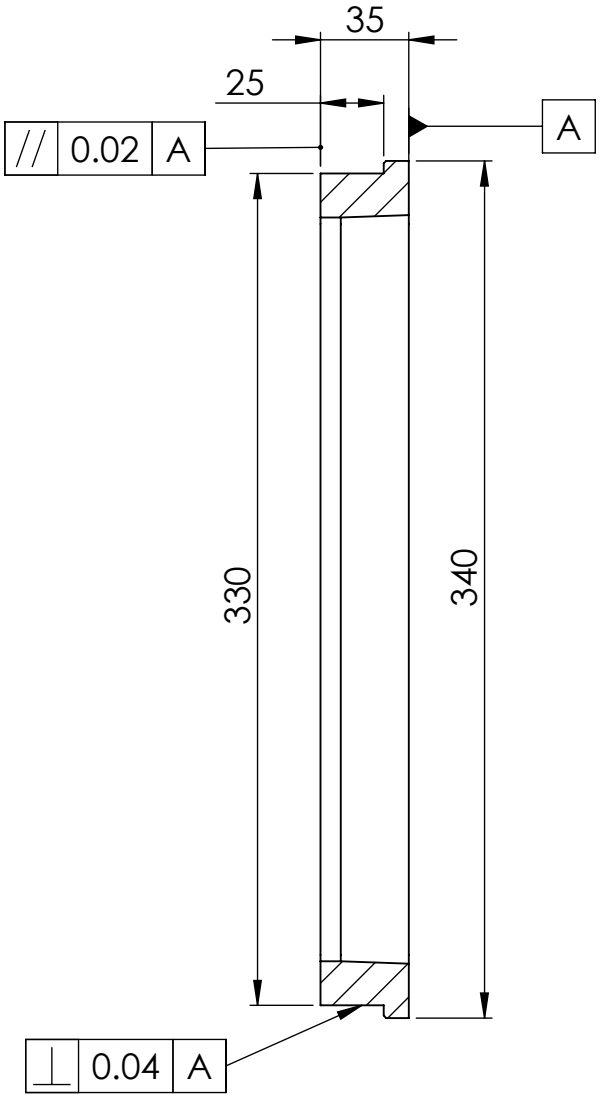

COUPE C-C

**IT = 0.3**

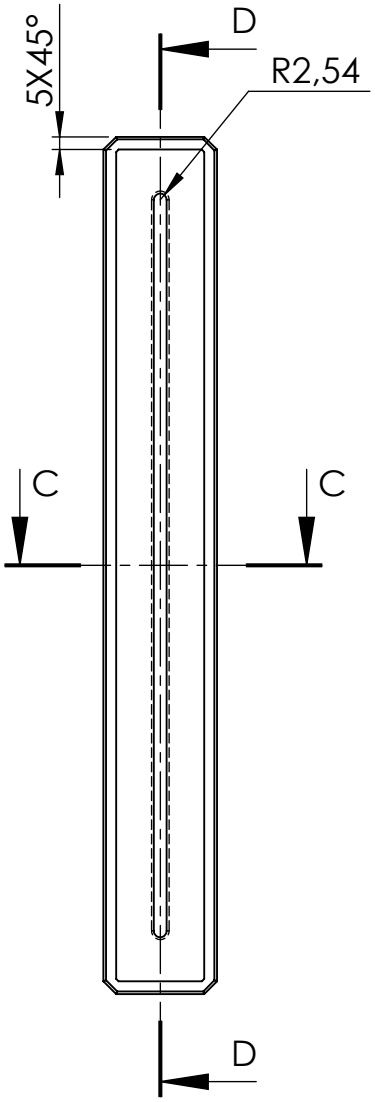
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16 | 01 | Guide-bande | XC 48 | |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



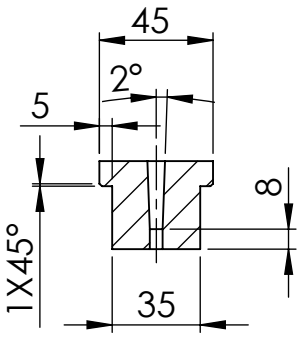

COUPE D-D




**IT = 0.1**

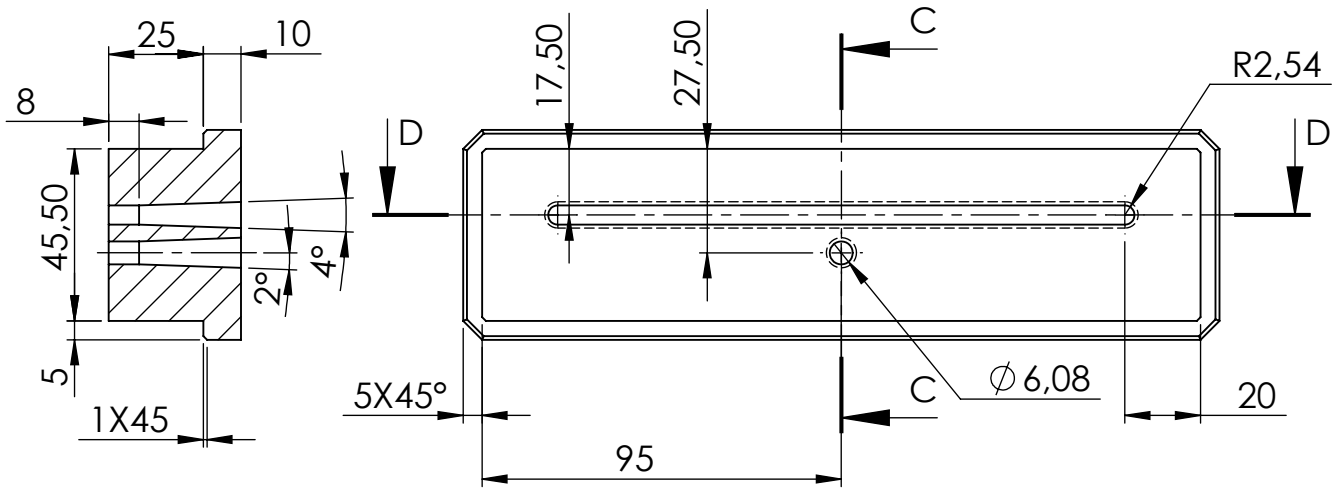
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

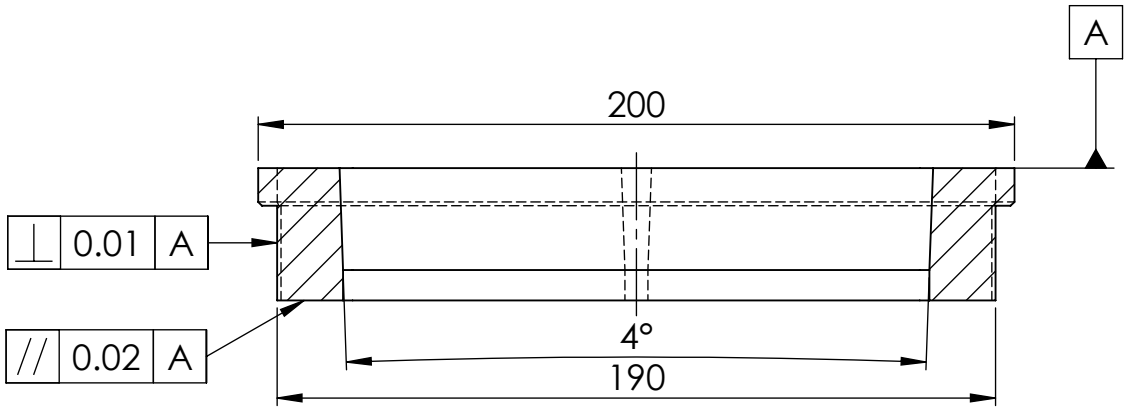



COUPE C-C

| 15 | 01 | Matrice 1 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE C-C



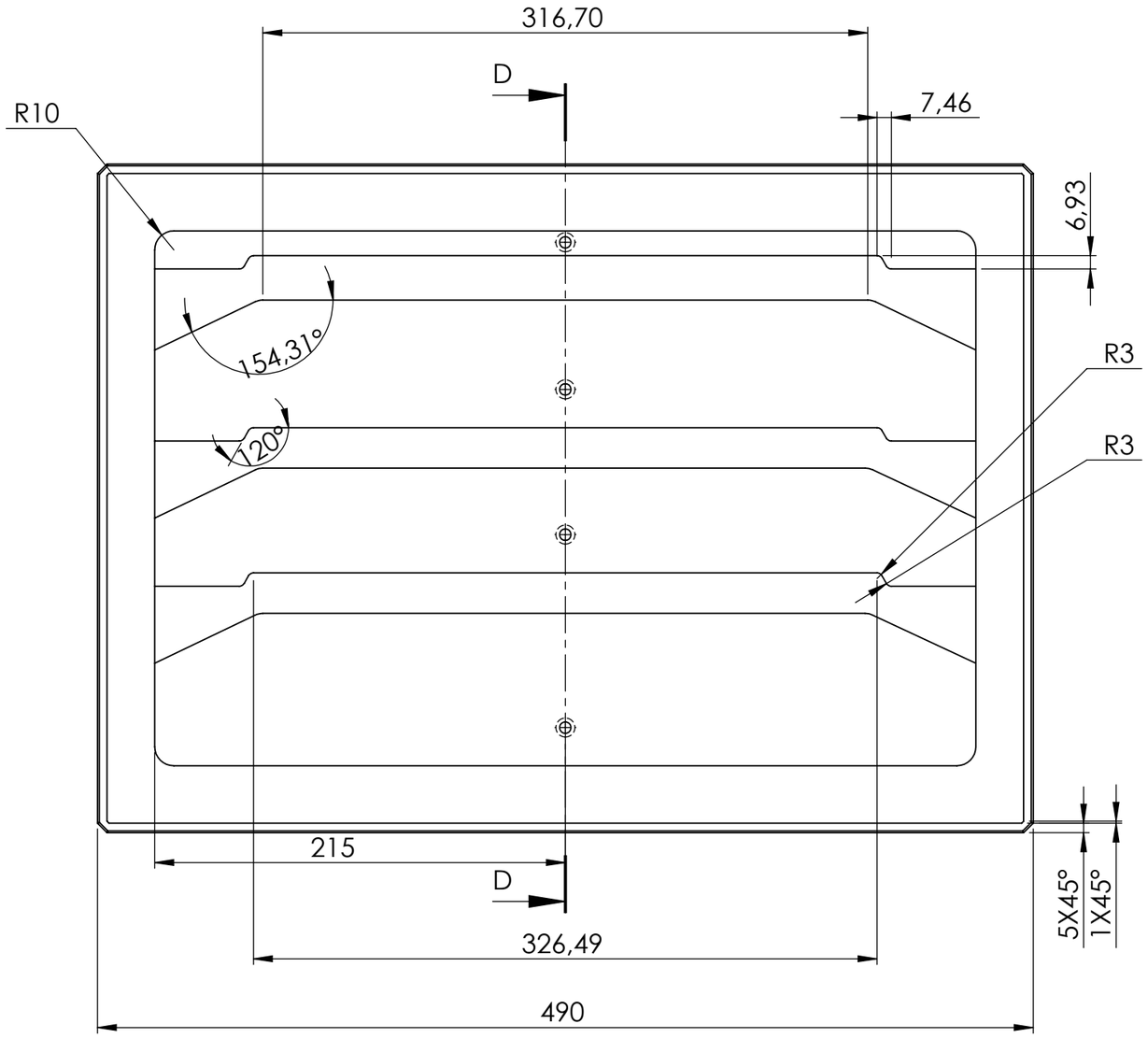

**IT = 0.1**

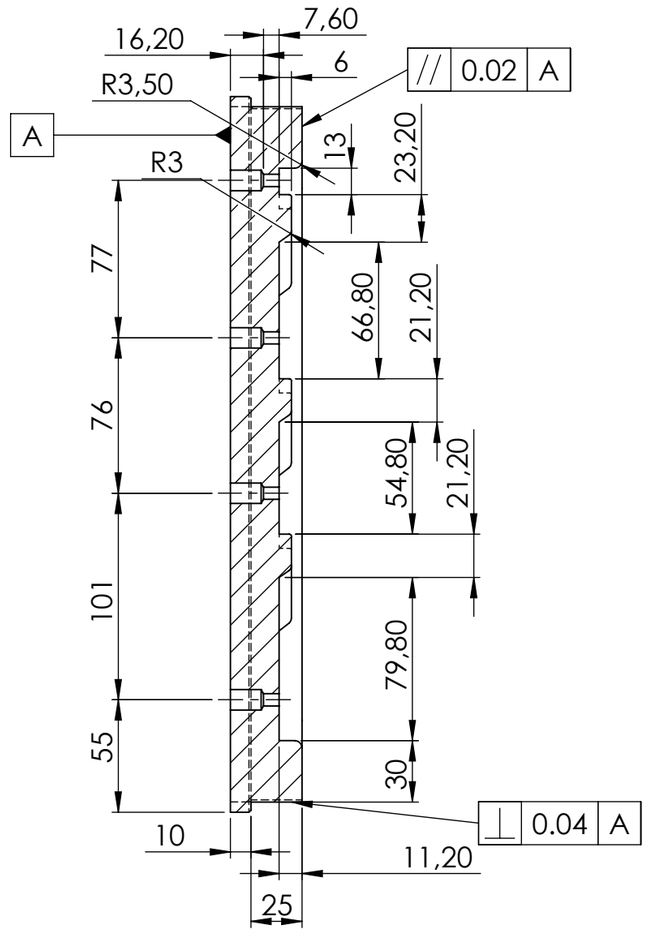
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

COUPE D-D

| 01 | 02 | Matrice 2 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



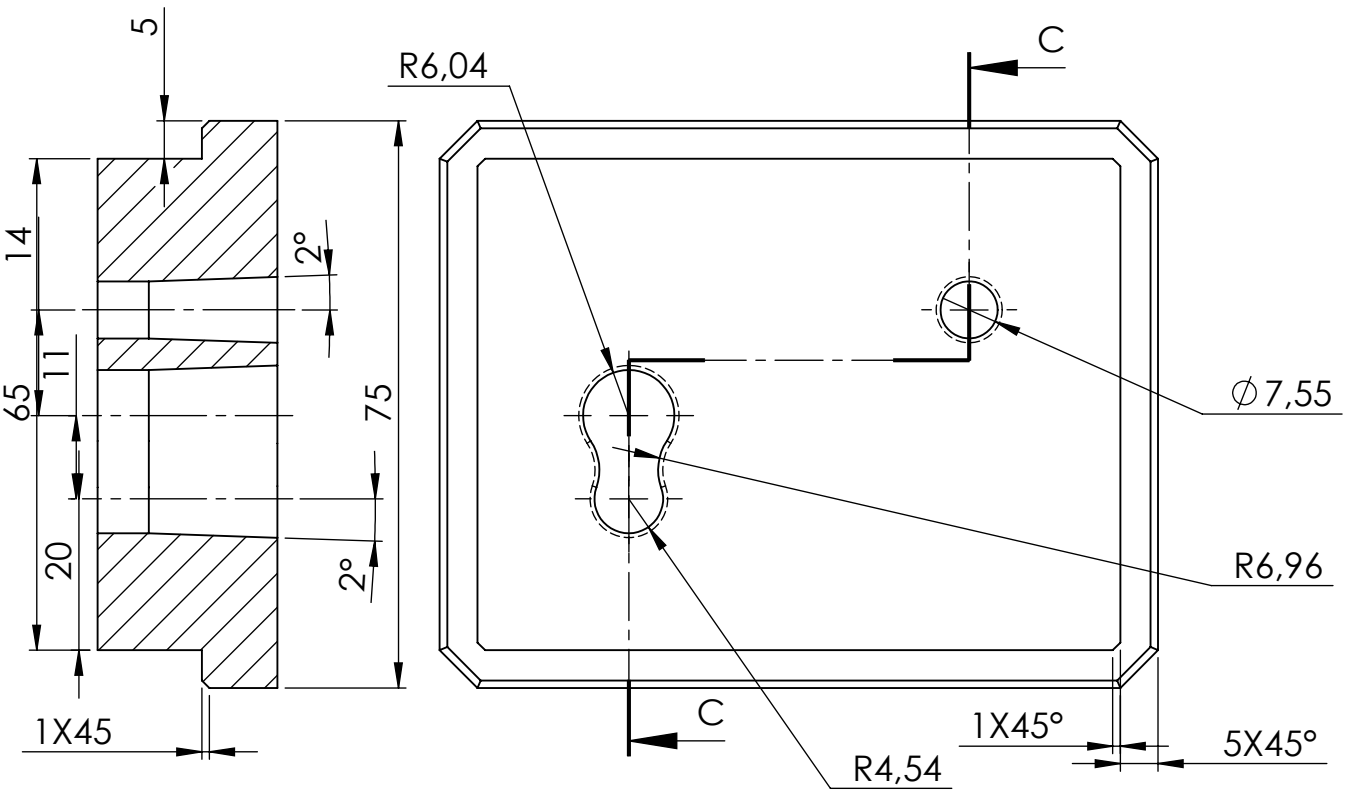

COUPE D-D

**IT = 0.1**

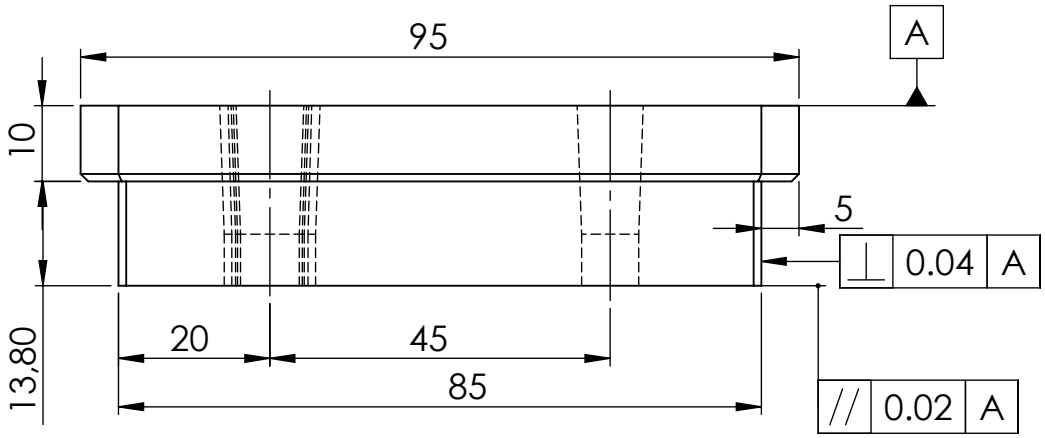
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| Rep | Nbr | Designation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 21 | 01 | Matrice 3 | Z160 | Trempé |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE C-C

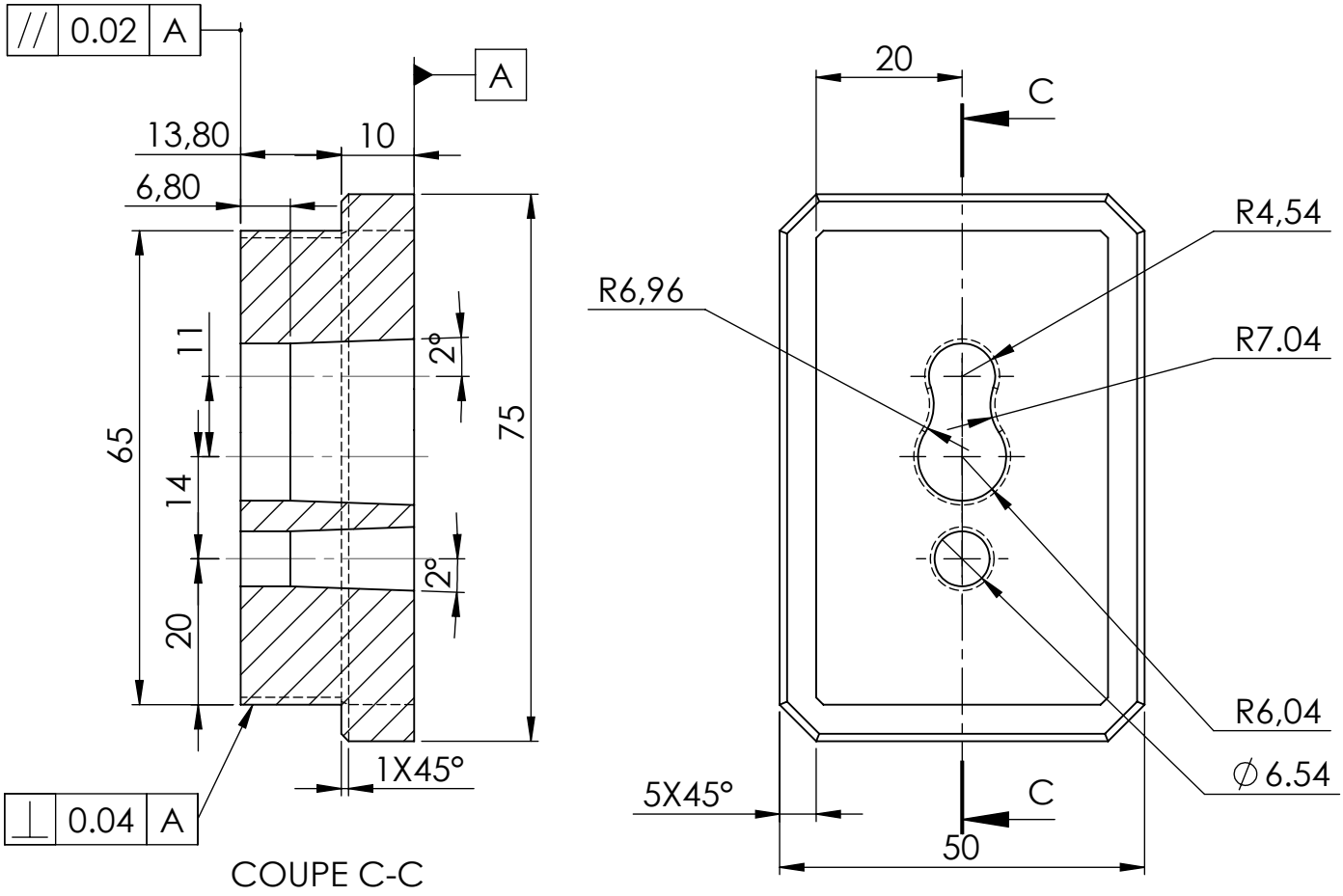



**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 18 | 02 | Matrice 4 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

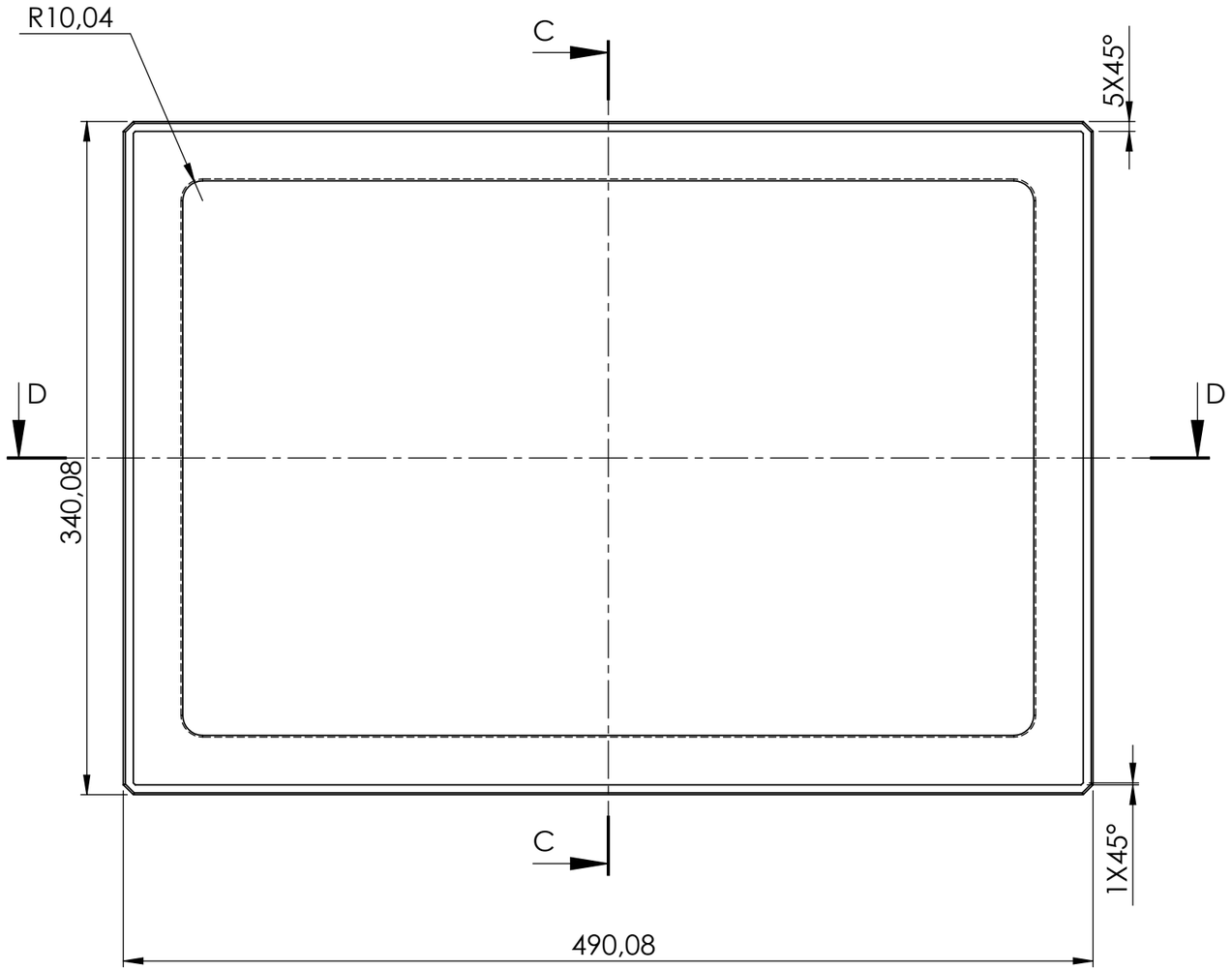


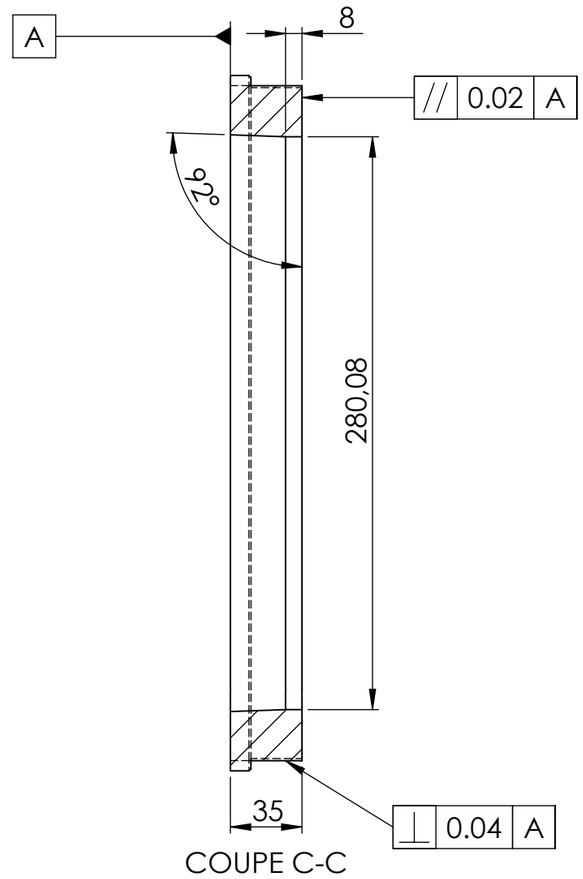

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 02 | Matrice 5 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



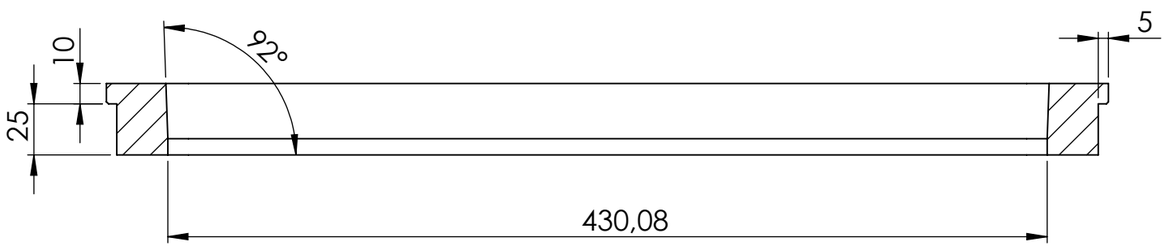

COUPE C-C

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

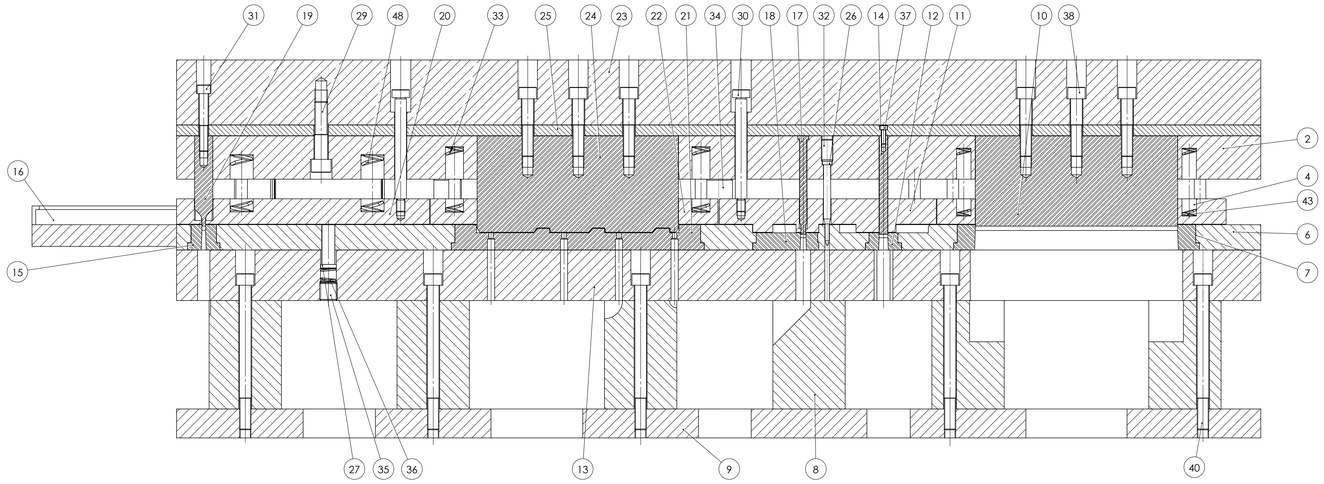
**Sauf indications**

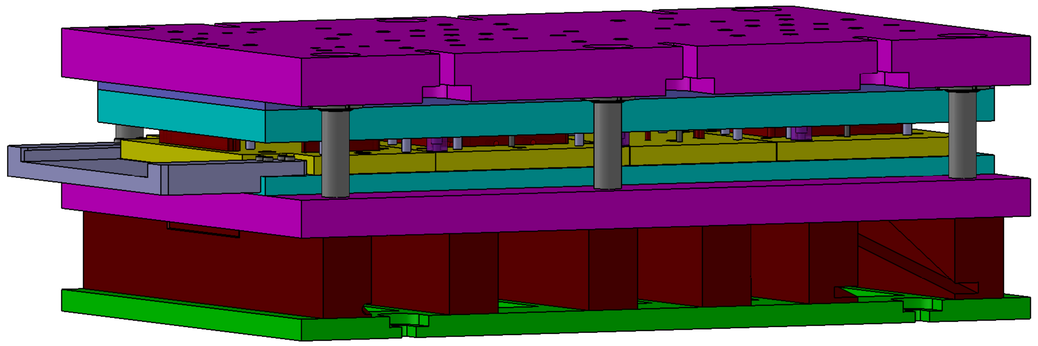
COUPE D-D



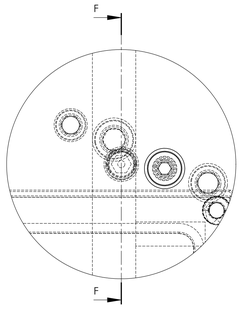

| 07 | 01 | Matrice 6 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

COUPE M-M

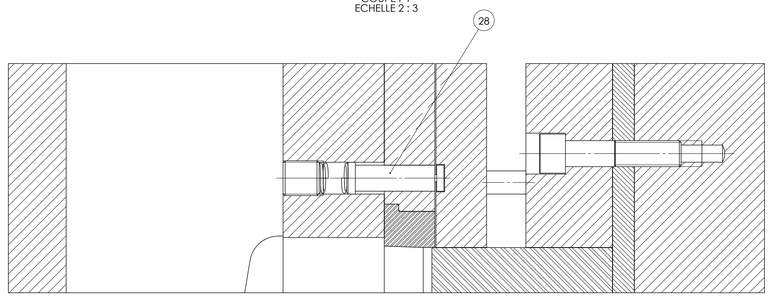


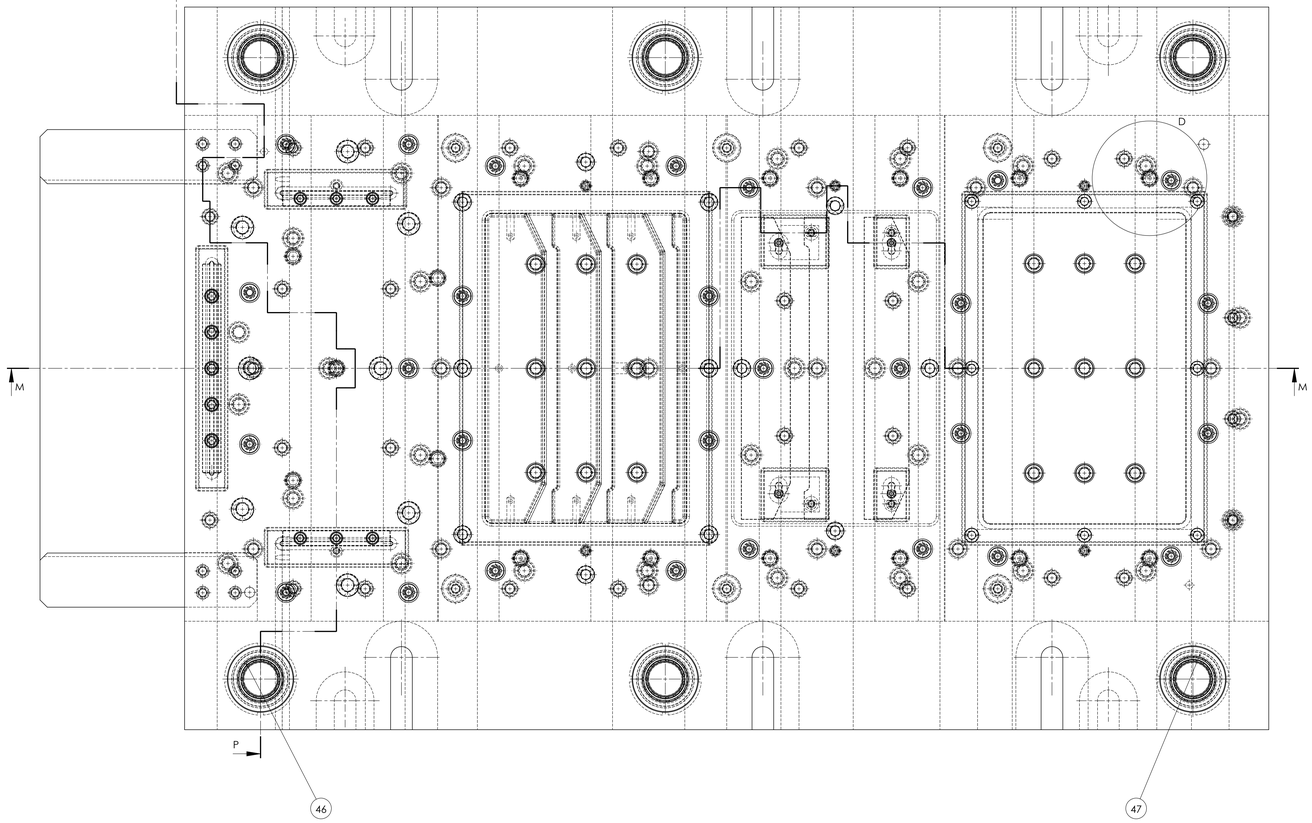



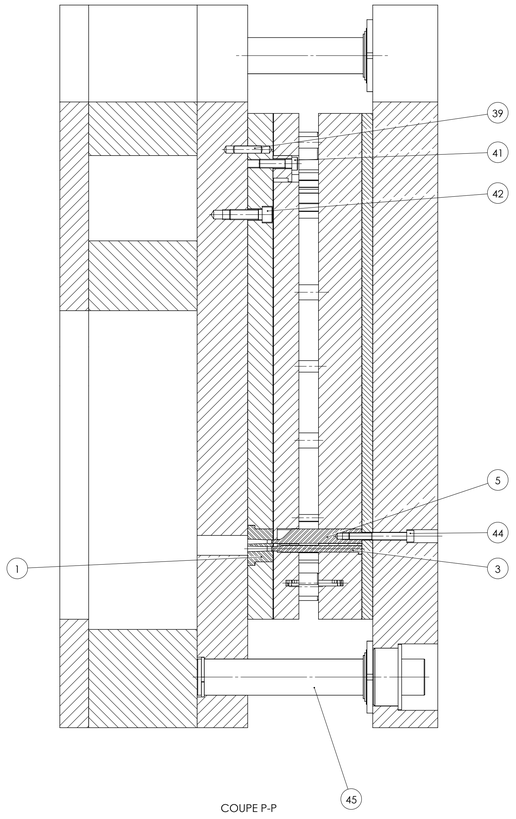
DÉTAIL D
ECHELLE 2 : 3




COUPE F-F
ECHELLE 2 : 3



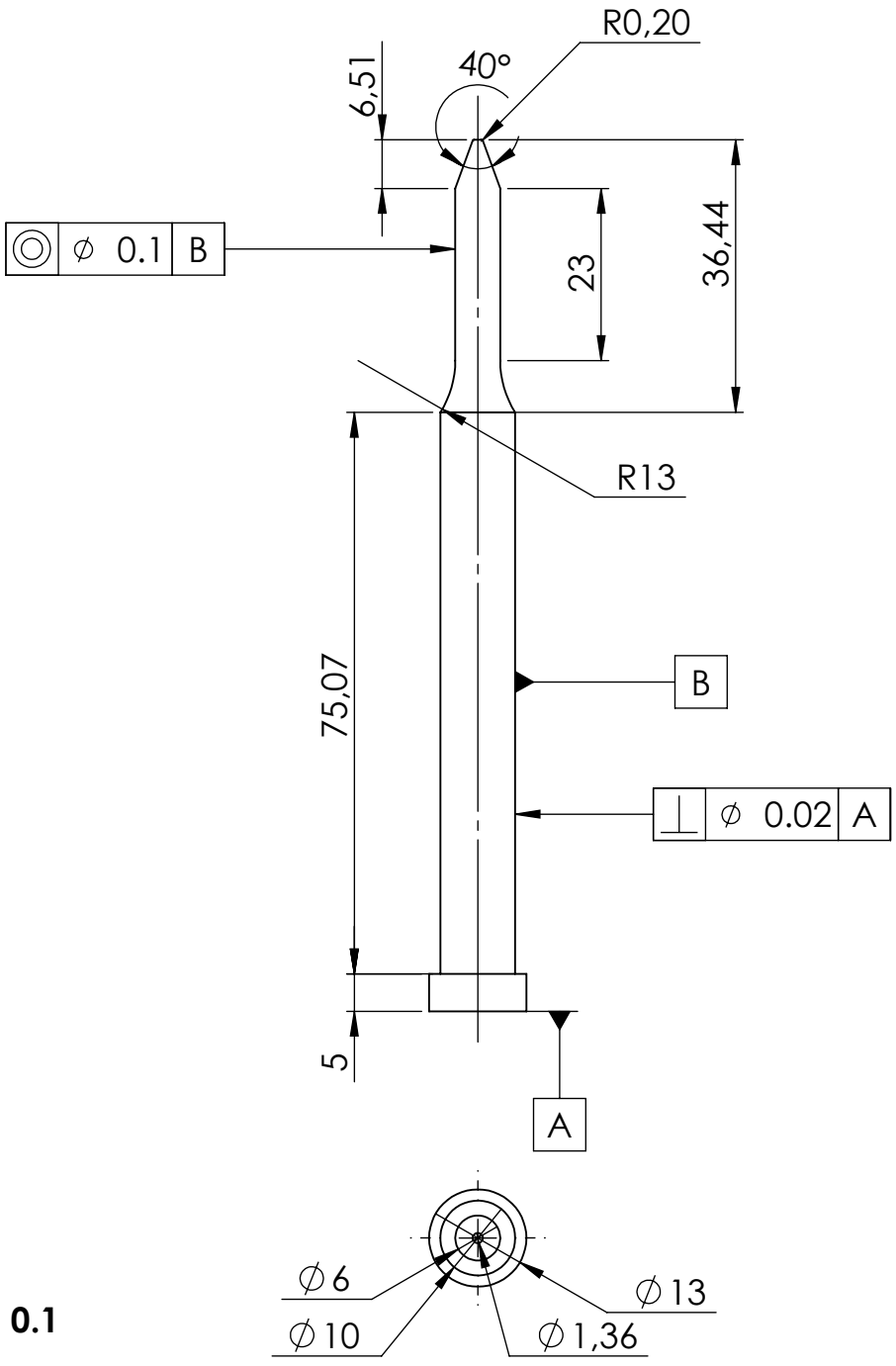




COUPE P-P

| Rep | Nbr | Désignations | Matieres | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 48 | 08 | Ressort section rectangulaire ∅ 32 | 51 Si 7 | |
| 47 | 06 | Bague ∅ 50/ ∅ 63 L39 | Acier allié | Trempé |
| 46 | 06 | Cage à billes | Bronze | |
| 45 | 06 | Colonne de guidage | Acier allié | Trempé à coeur |
| 44 | 06 | Vis CHC M10 L80 | C 35 | |
| 43 | 08 | Ressort sectio rectangulaire ∅ 20 | 51 Si 7 | |
| 42 | 26 | Vis CHC M14 L45 | C 35 | |
| 41 | 08 | Vis CHC M12 L45 | C 35 | |
| 40 | 18 | Vis CHC M16 L200 | C 35 | |
| 39 | 04 | Goupille | Acier inoxydable | |
| 38 | 18 | Vis CHC M16 L18 | C 35 | |
| 37 | 04 | Vis CHC M6 L20 | C 35 | |
| 36 | 18 | Ressort section ronde ∅ 22 | 51 Si 7 | |
| 35 | 18 | Bouchon 2 M24 L25 | C 35 | |
| 34 | 06 | Butée | 36 Nr Cr Mo 16 | |
| 33 | 12 | Ressort section rectangulaire ∅ 25 | 51 Si 7 | |
| 32 | 06 | Bouchan 1 M16 L30 | C 35 | |
| 31 | 05 | Vis CHC M12 L80 | C 35 | |
| 30 | 29 | Vis époullée M12/ ∅ 16 L140 | C 35 | |
| 29 | 33 | Vis CHC M18 L80 | C 35 | |
| 28 | 12 | Releve bande 2 | Acier allié | Trempé |
| 27 | 06 | Releve bande 1 | Acier allié | Trempé |
| 26 | 06 | Pilote | Acier allié | Trempé |
| 25 | 01 | Plaque bleue | XC 70 | Trempé |
| 24 | 01 | Poinçon 4 | Z160 | Trempé |
| 23 | 01 | Bloc superieur | XC 48 | |
| 22 | 01 | Serre flan | XC 48 | Trempé |
| 21 | 01 | Matrice 3 | Z160 | Trempé |
| 20 | 01 | Dévétisseur 1 | XC 48 | Trempé |
| 19 | 01 | Poinçon 3 | Z160 | Trempé |
| 18 | 02 | Matrice 4 | Z160 | Trempé |
| 17 | 04 | Poinçon 5 | Z160 | Trempé |
| 16 | 01 | Guide-bande | XC 48 | |
| 15 | 01 | Matrice 1 | Z160 | Trempé |
| 14 | 04 | Poinçon 6 | Z160 | Trempé |
| 13 | 01 | Bloc inferieur | XC 48 | |
| 12 | 02 | Matrice 5 | Z160 | Trempé |
| 11 | 01 | Dévétisseur 2 | XC 48 | Trempé |
| 10 | 01 | Poinçon 7 | Z160 | Trempé |
| 09 | 01 | Semelle inferieure | XC 48 | |
| 08 | 06 | Tasseaux | XC 48 | |
| 07 | 01 | Matrice 6 | Z160 | Trempé |
| 06 | 01 | Porte matrices | XC 48 | |
| 05 | 02 | Poinçon 2 | Z160 | Trempé |
| 04 | 01 | Dévétisseur 3 | XC 48 | |
| 03 | 02 | Poinçon 1 | Z160 | Trempé |
| 02 | 01 | Porte poinçons | XC 48 | |
| 01 | 02 | matrice 2 | Z160 | Trempé |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Echelle: 1:3 | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | Projet de fin d'étude 2013/2014 |
| A0 | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




**IT = 0.1**

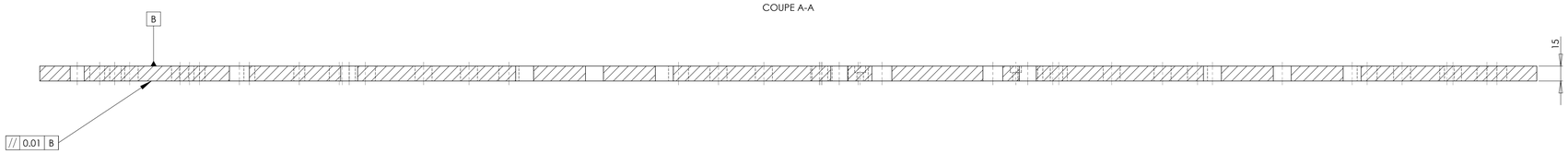
**Ra = 0.4**

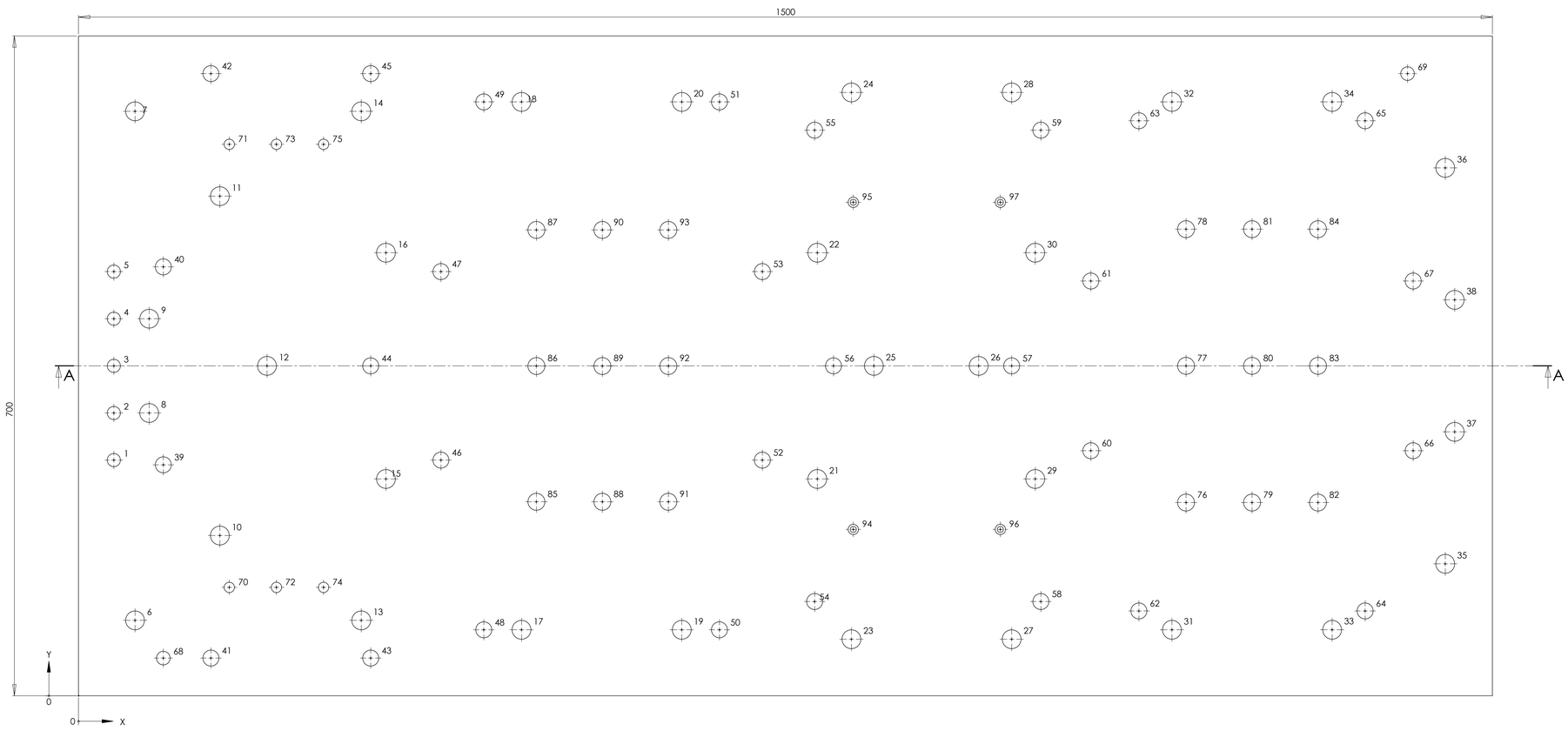
**Sauf indications**

| 26 | 06 | Pilote | Acier allié | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 37.50 | 250 | | | ∅14.00 A travers tout | GENERIC M12x80-SH | | |
| 2 | 37.50 | 300 | | | | | | |
| 3 | 37.50 | 350 | | | | | | |
| 4 | 37.50 | 400 | | | | | | |
| 5 | 37.50 | 450 | | | | | | |
| 6 | 60 | 80 | | | ∅20.00 A travers tout | GENERIC M18x80-SH | | |
| 7 | 60 | 620 | | | | | | |
| 8 | 75 | 300 | | | | | | |
| 9 | 75 | 400 | | | | | | |
| 10 | 150 | 170 | | | | | | |
| 11 | 150 | 530 | | | | | | |
| 12 | 200 | 350 | | | | | | |
| 13 | 300 | 80 | | | | | | |
| 14 | 300 | 620 | | | | | | |
| 15 | 382.20 | 230 | | | | | | |
| 16 | 382.20 | 470 | | | | | | |
| 17 | 420 | 70 | | | | | | |
| 18 | 470 | 630 | | | | | | |
| 19 | 640 | 70 | | | | | | |
| 20 | 640 | 430 | | | | | | |
| 21 | 783.80 | 230 | | | | | | |
| 22 | 783.80 | 470 | | | | | | |
| 23 | 860 | 60 | | | | | | |
| 24 | 820 | 640 | | | | | | |
| 25 | 864.80 | 150 | | | | | | |
| 26 | 955 | 350 | | | | | | |
| 27 | 990 | 70 | | | | | | |
| 28 | 990 | 640 | | | | | | |
| 29 | 1015 | 230 | | | | | | |
| 30 | 1015 | 470 | | | | | | |
| 31 | 1160 | 70 | | | | | | |
| 32 | 1160 | 630 | | | | | | |
| 33 | 1300 | 70 | | | | | | |
| 34 | 1330 | 630 | | | | | | |
| 35 | 1420 | 140 | | | | | | |
| 36 | 1420 | 560 | | | | | | |
| 37 | 1420 | 980 | | | | | | |
| 38 | 1460 | 320 | | | | | | |
| 39 | 90 | 245 | | | ∅17.00 A travers tout | HASCO Z38-16x120 | | |
| 40 | 90 | 455 | | | | | | |
| 41 | 140.50 | 40 | | | | | | |
| 42 | 140.50 | 660 | | | | | | |
| 43 | 310 | 80 | | | | | | |
| 44 | 310 | 350 | | | | | | |
| 45 | 310 | 620 | | | | | | |
| 46 | 384.50 | 290 | | | | | | |
| 47 | 384.50 | 410 | | | | | | |
| 48 | 430 | 70 | | | | | | |
| 49 | 430 | 630 | | | | | | |
| 50 | 680 | 70 | | | | | | |
| 51 | 680 | 630 | | | | | | |
| 52 | 705.50 | 250 | | | | | | |
| 53 | 722.50 | 450 | | | | | | |
| 54 | 781 | 100 | | | | | | |
| 55 | 781 | 600 | | | | | | |
| 56 | 880 | 350 | | | | | | |
| 57 | 990 | 350 | | | | | | |
| 58 | 1021 | 100 | | | | | | |
| 59 | 1021 | 600 | | | | | | |
| 60 | 1074.02 | 250 | | | | | | |
| 61 | 1074.02 | 440 | | | | | | |
| 62 | 1125 | 90 | | | | | | |
| 63 | 1125 | 610 | | | | | | |
| 64 | 1325 | 90 | | | | | | |
| 65 | 1325 | 610 | | | | | | |
| 66 | 1415.98 | 260 | | | | | | |
| 67 | 1415.98 | 440 | | | | | | |
| 68 | 90 | 40 | | | ∅14.50 A travers tout | GENERIC 14x80 | | |
| 69 | 1410 | 660 | | | | | | |
| 70 | 160 | 115 | | | ∅11.00 A travers tout | GENERIC M10x80-SH | | |
| 71 | 160 | 585 | | | | | | |
| 72 | 210 | 115 | | | | | | |
| 73 | 210 | 585 | | | | | | |
| 74 | 260 | 115 | | | | | | |
| 75 | 260 | 585 | | | | | | |
| 76 | 1175 | 205 | | | ∅18.00 A travers tout | GENERIC M16x80-SH | | |
| 77 | 1175 | 350 | | | | | | |
| 78 | 1175 | 495 | | | | | | |
| 79 | 1225 | 205 | | | | | | |
| 80 | 1225 | 350 | | | | | | |
| 81 | 1225 | 495 | | | | | | |
| 82 | 1315 | 205 | | | | | | |
| 83 | 1315 | 350 | | | | | | |
| 84 | 1315 | 495 | | | | | | |
| 85 | 495.80 | 205.80 | | | | | | |
| 86 | 495.80 | 349.80 | | | | | | |
| 87 | 495.80 | 494.20 | | | | | | |
| 88 | 555.80 | 205.80 | | | | | | |
| 89 | 555.80 | 349.80 | | | | | | |
| 90 | 555.80 | 494.20 | | | | | | |
| 91 | 622.80 | 205.80 | | | | | | |
| 92 | 622.80 | 349.80 | | | | | | |
| 93 | 622.80 | 494.20 | | | | | | |
| 94 | 822 | 176.50 | | | ∅6.50 A travers tout ⌴ ∅11.00↧6.50 | GENERIC M6x20-SH | | |
| 95 | 892 | 523.50 | | | | | | |
| 96 | 978 | 176.50 | | | | | | |
| 97 | 978 | 523.50 | | | | | | |

COUPE A-A



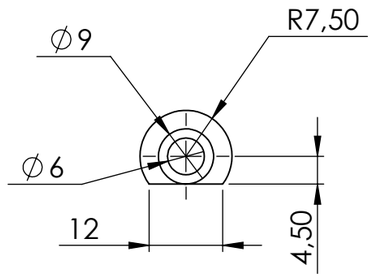



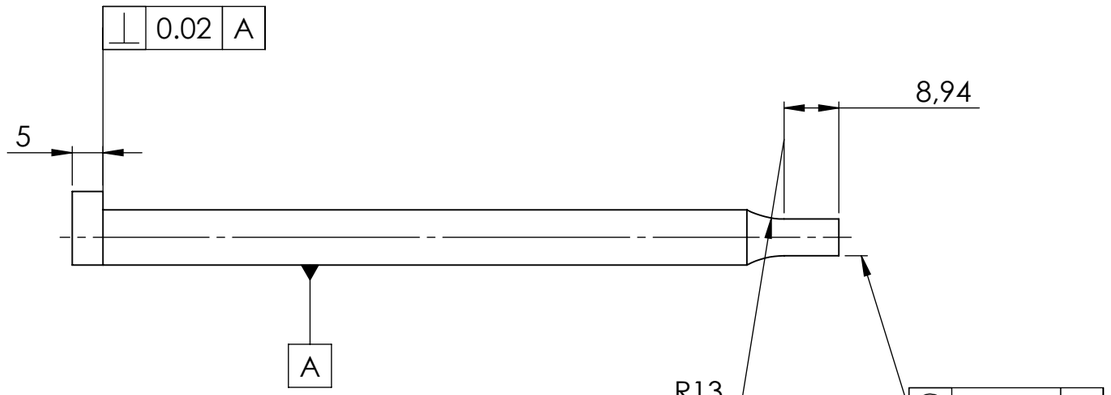

**IT = 0.2**

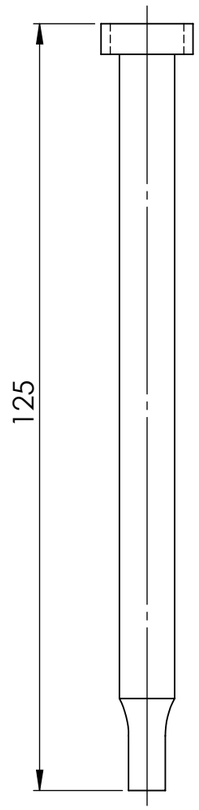
**Ra = 3.2**

**Sauf indications**

| 25 | 01 | Plaque bleue | XC 70 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Fronteau Latéral Automatiquement Glissière d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



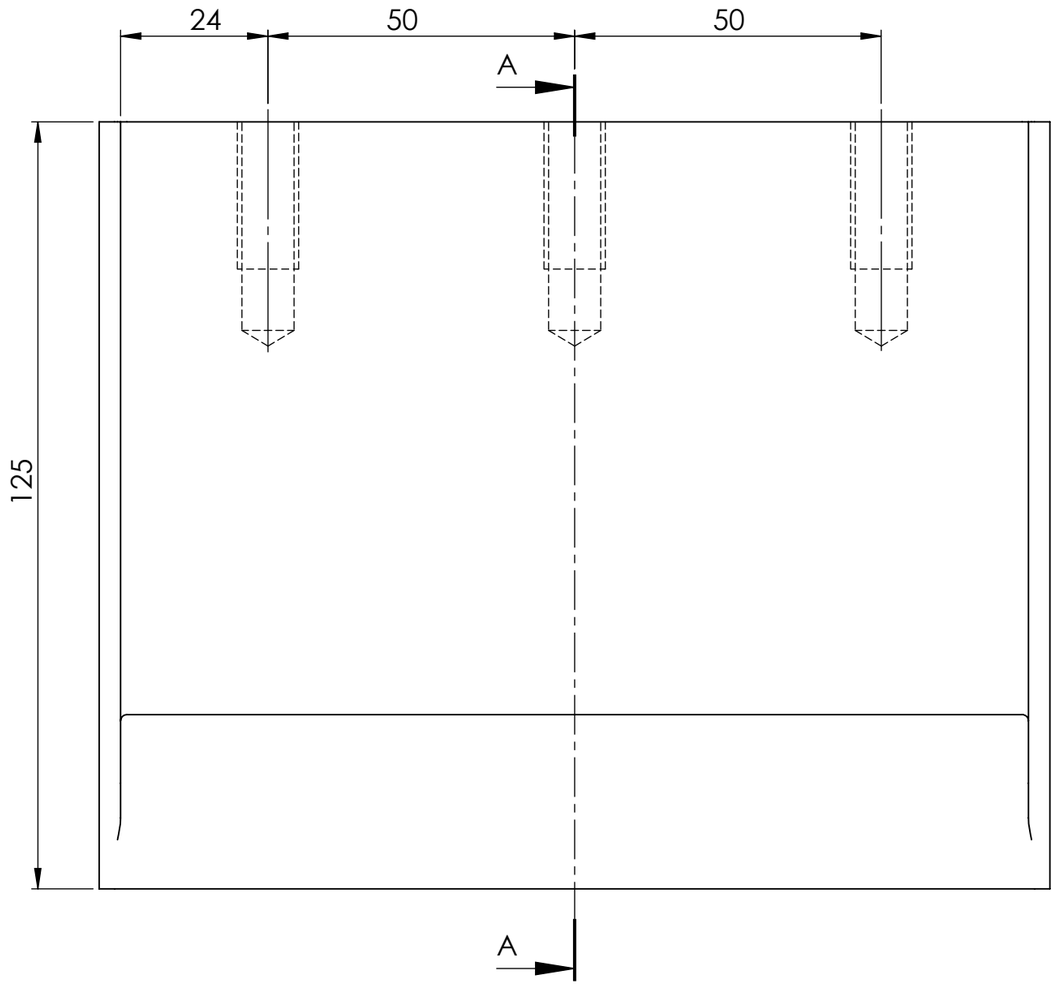



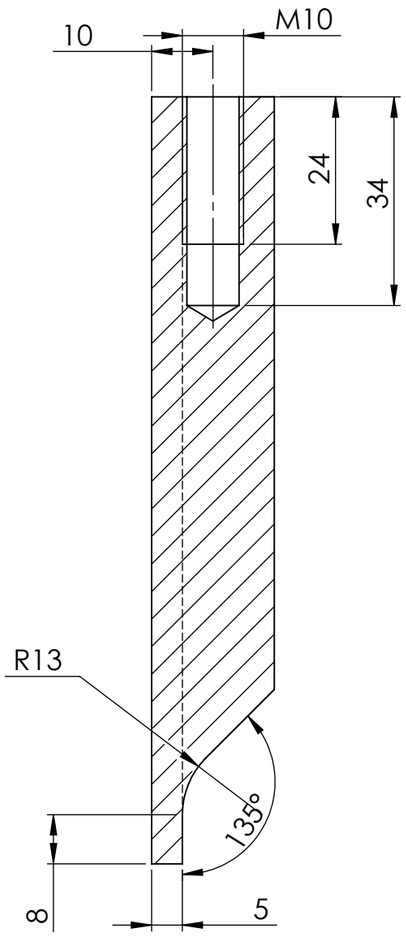

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| 03 | 02 | Poinçon 1 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



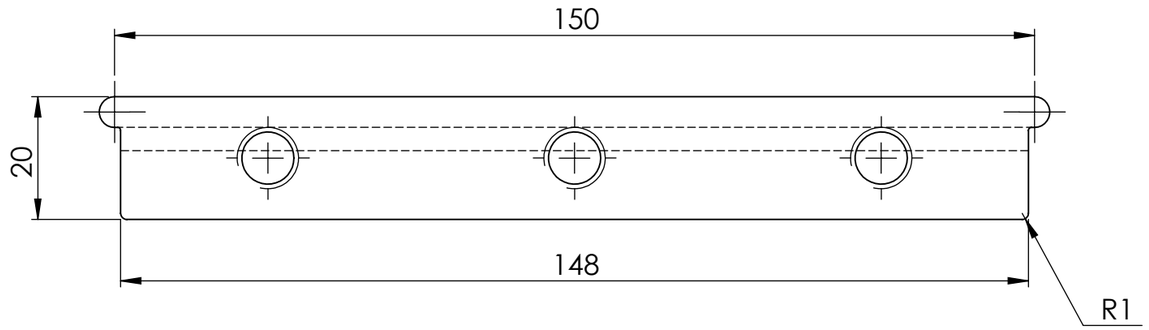




COUPE A-A

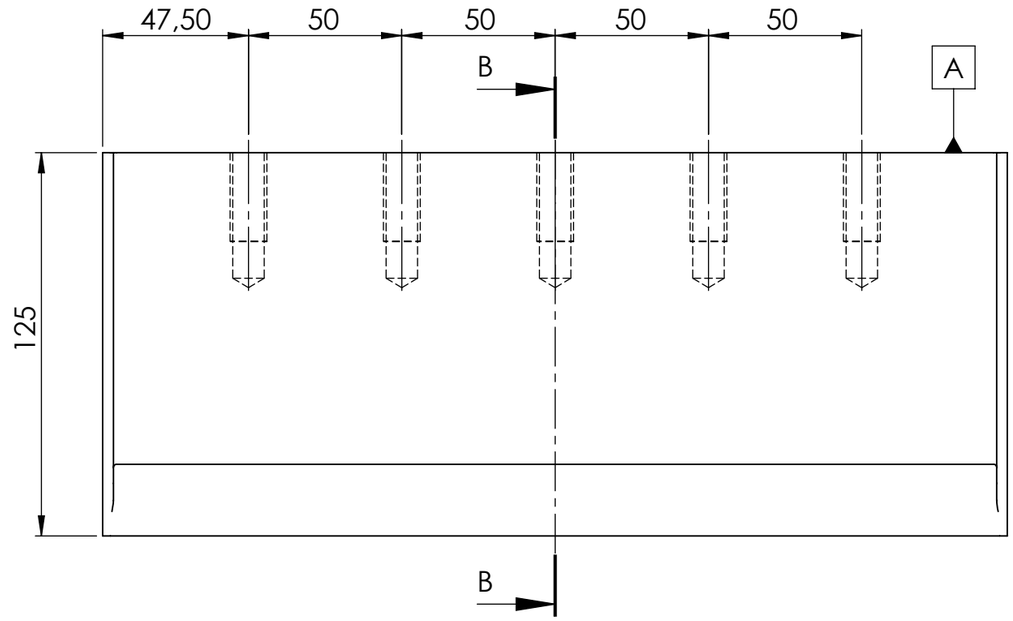
**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

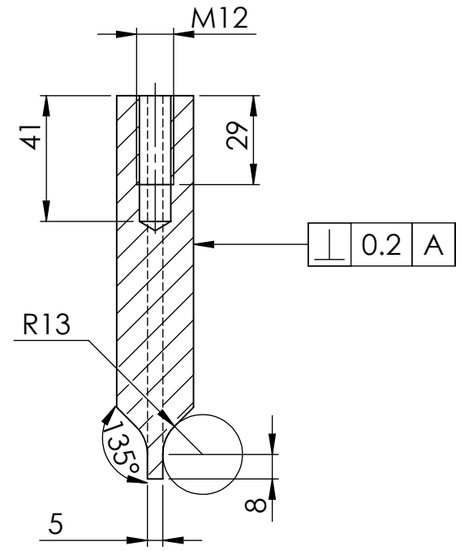
**Sauf indications**

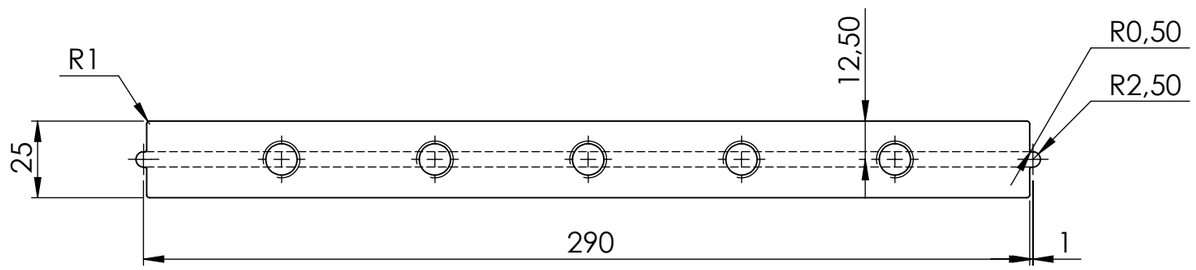



| 05 | 02 | Poinçon 2 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE B-B



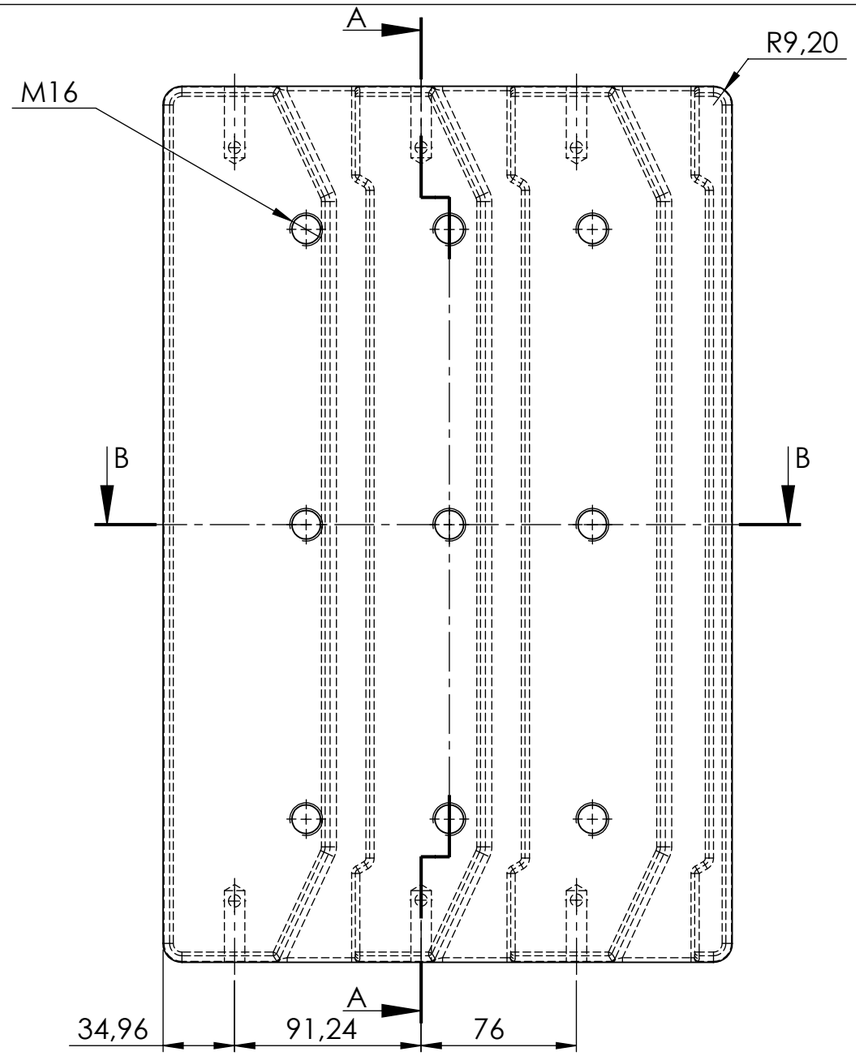

**IT = 0.2**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| Rep | Nbr | Désignation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 19 | 01 | poinçon 3 | Z160 | Trempé |

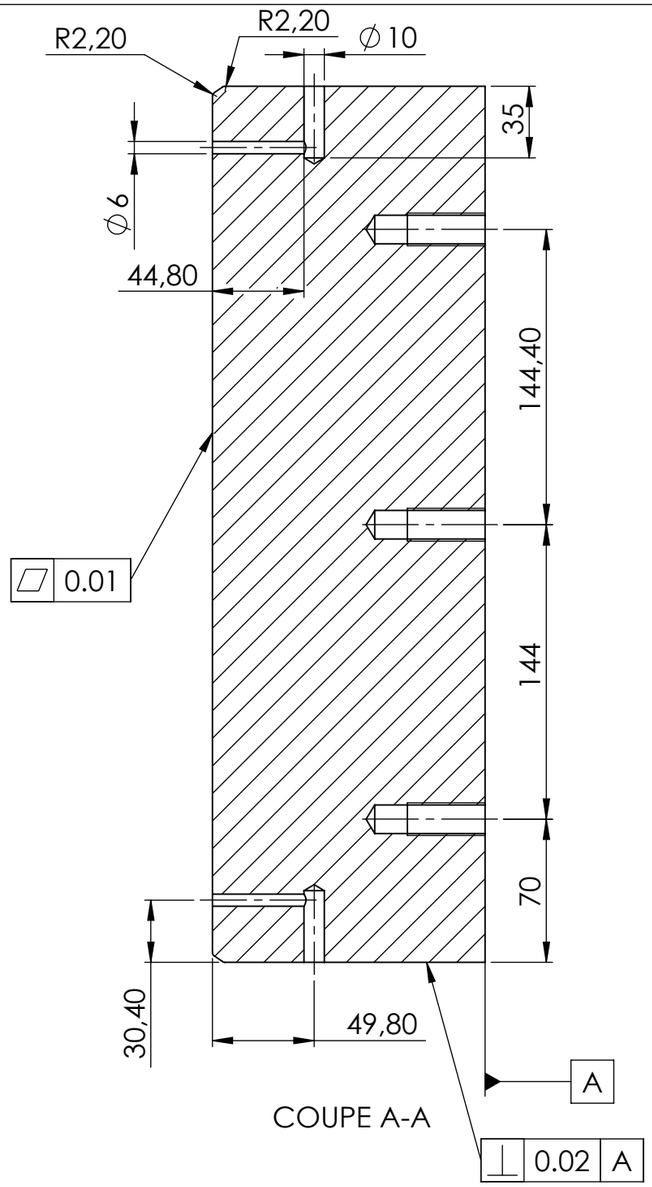
| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1:2 | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | FMP Master |







COUPE B-B



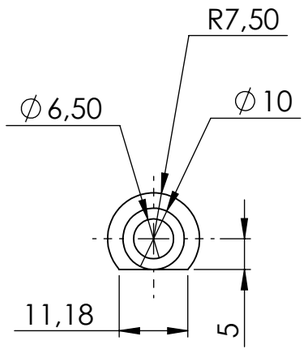

COUPE A-A

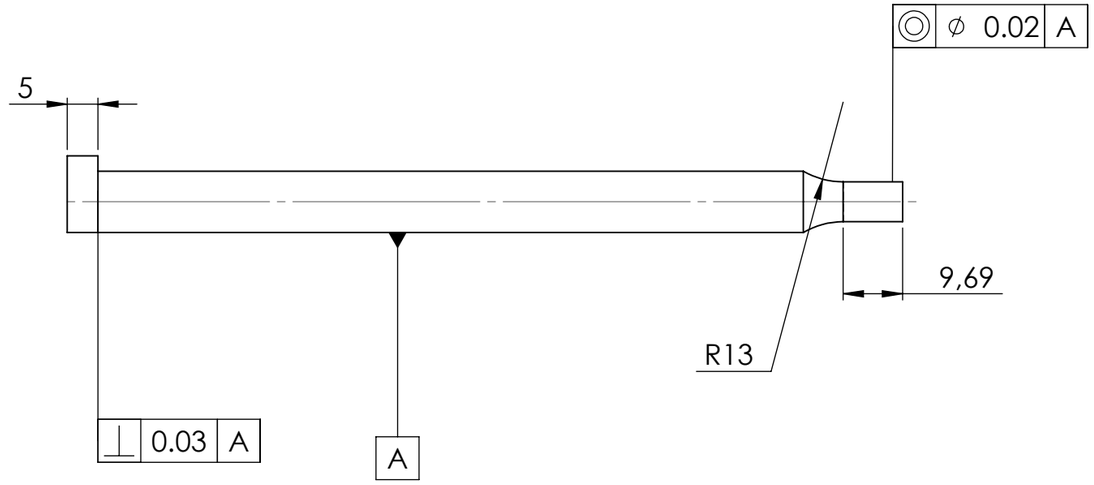
**IT = 0.2**

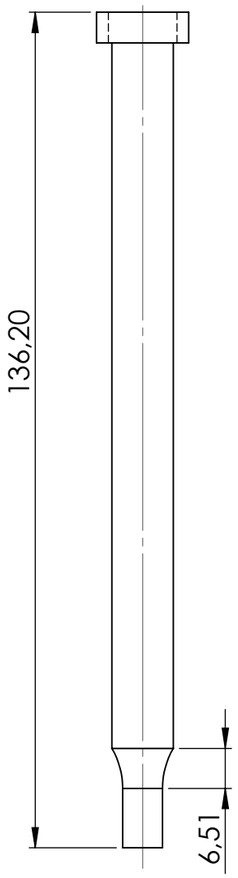
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 24 | 01 | Poinçon 4 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



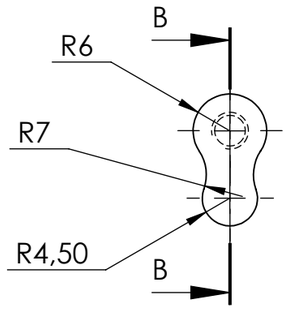



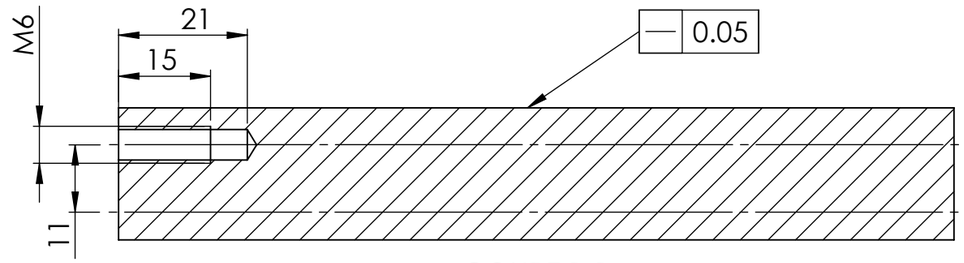

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

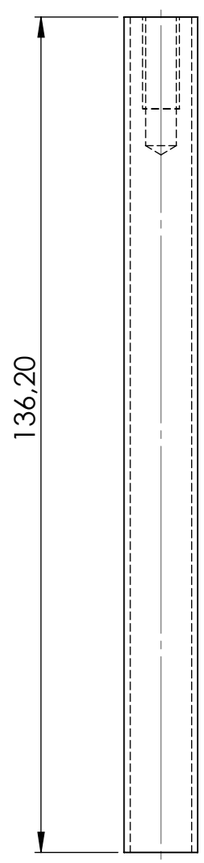
**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 17 | 04 | Poinçon 5 | Z160 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE B-B



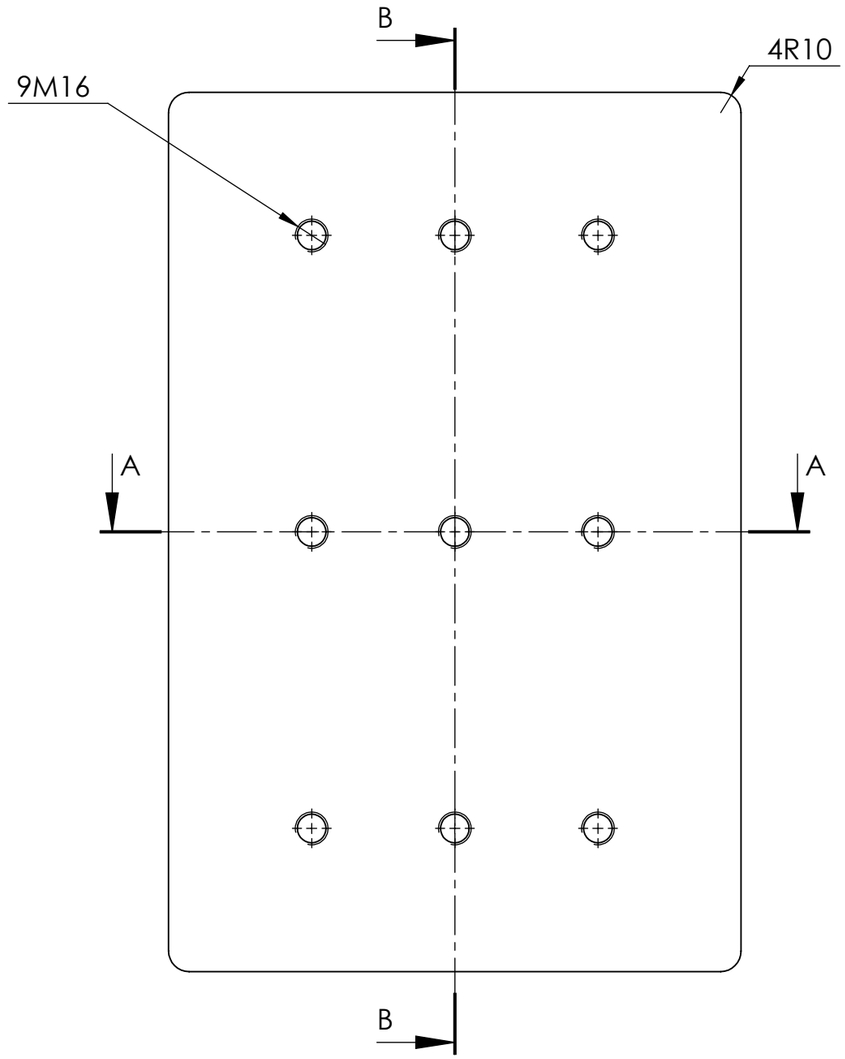

**IT = 0.1**

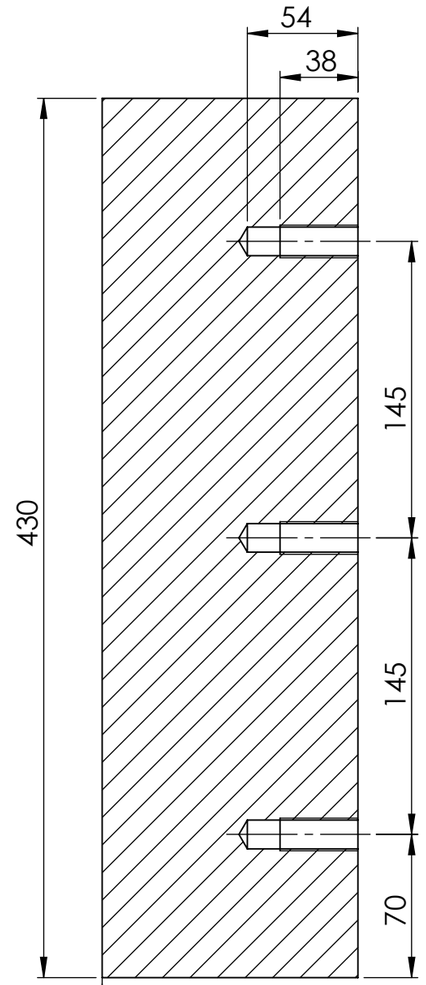
**Ra = 3.2**

**Sauf indications**

| Rep | Nbr | Désignation | Matière | Observations |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 04 | Poinçon 6 | Z160 | Trempé |

| | | |
|---|---|---|
| Echelle: 1: 1 | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | FMP Master |



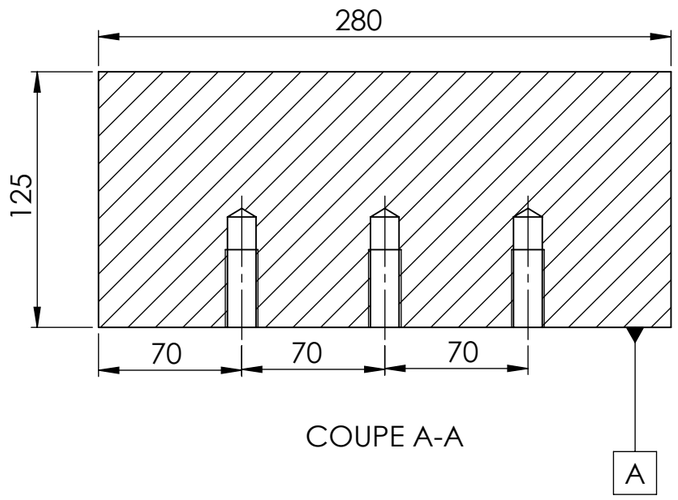

COUPE B-B

| // | 0.02 | A |
|---|---|---|

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

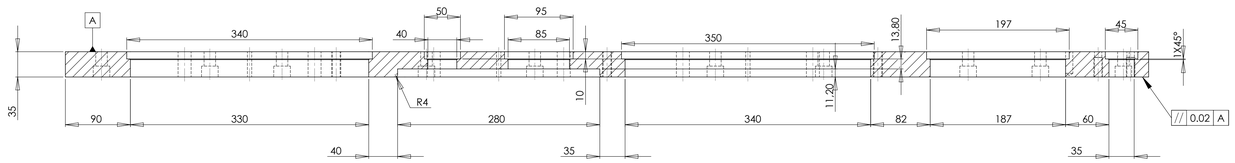



COUPE A-A

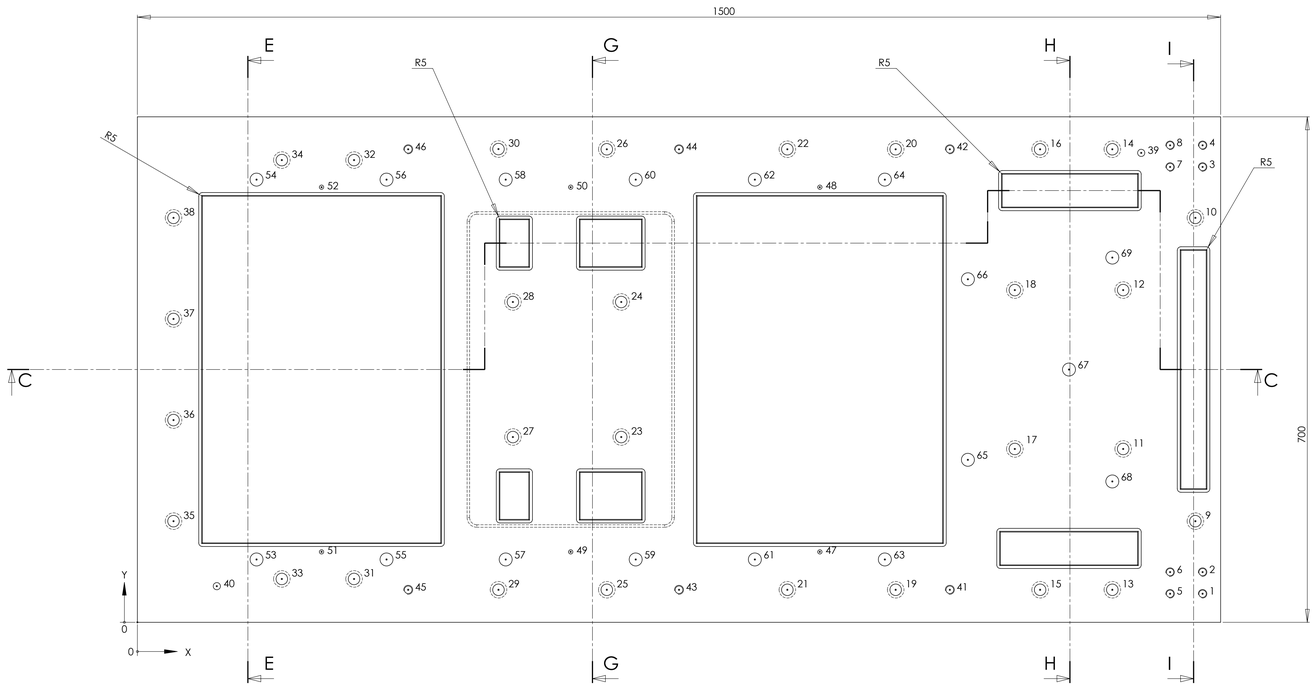
| 10 | 01 | Poinçon 7 | Z160 | Trempé |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A3 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

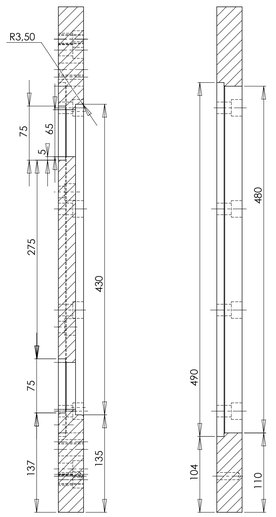
| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1475 | 39.50 | | | ⌀10.25 A travers tout<br>M12.00x1.75↧27.00 AR | GENERIC M12x45-LH | | |
| 2 | 1475 | 69.50 | | | | | | |
| 3 | 1475 | 630.50 | | | | | | |
| 4 | 1475 | 660.50 | | | | | | |
| 5 | 1430 | 39.50 | | | | | | |
| 6 | 1430 | 69.50 | | | | | | |
| 7 | 1430 | 630.50 | | | | | | |
| 8 | 1430 | 660.50 | | | | | | |
| 9 | 1465 | 140 | | | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧15.00 AR | GENERIC M14x45-SH | | |
| 10 | 1465 | 560 | | | | | | |
| 11 | 1365 | 240 | | | | | | |
| 12 | 1365 | 460 | | | | | | |
| 13 | 1350 | 45 | | | | | | |
| 14 | 1350 | 655 | | | | | | |
| 15 | 1250 | 45 | | | | | | |
| 16 | 1250 | 655 | | | | | | |
| 17 | 1215 | 240 | | | | | | |
| 18 | 1215 | 460 | | | | | | |
| 19 | 1050 | 45 | | | | | | |
| 20 | 1050 | 655 | | | | | | |
| 21 | 900 | 45 | | | | | | |
| 22 | 900 | 655 | | | | | | |
| 23 | 670 | 256.50 | 11.2 | -11.2 | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧26.20 AR | GENERIC M14x35-SH | | |
| 24 | 670 | 443.50 | 11.2 | -11.2 | | | | |
| 25 | 650 | 45 | | | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧15.00 AR | GENERIC M14x45-SH | | |
| 26 | 650 | 655 | | | | | | |
| 27 | 520 | 256.50 | 11.2 | -11.2 | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧26.20 AR | GENERIC M14x35-SH | | |
| 28 | 520 | 443.50 | 11.2 | -11.2 | | | | |
| 29 | 500 | 45 | | | ⌀16.00 A travers tout<br>⌴ ⌀23.00↧15.00 AR | GENERIC M14x45-SH | | |
| 30 | 500 | 655.27 | | | | | | |
| 31 | 300 | 60 | | | | | | |
| 32 | 300 | 640 | | | | | | |
| 33 | 200 | 60 | | | | | | |
| 34 | 200 | 640 | | | | | | |
| 35 | 50 | 140 | | | | | | |
| 36 | 50 | 280 | | | | | | |
| 37 | 50 | 420 | | | | | | |
| 38 | 50 | 560 | | | | | | |
| 39 | 1390 | 650 | | | ⌀10.00↧30.00 | GENERIC 10x40 | | |
| 40 | 110 | 50 | | | | | | |
| 41 | 1125 | 45 | | | ⌀10.72 A travers tout<br>M12.70x1.98↧35.00 AR | GENERIC INCH 1.50 DIA<br>STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 42 | 1125 | 655 | | | | | | |
| 43 | 750 | 45 | | | | | | |
| 44 | 750 | 655 | | | | | | |
| 45 | 375 | 45 | | | | | | |
| 46 | 375 | 655 | | | | | | |
| 47 | 945 | 97.50 | | | ⌀6.00 A travers tout | FIBRO<br>2261.6F3.5%(d1*100)04.0f | | |
| 48 | 945 | 602.50 | | | | | | |
| 49 | 600 | 97.50 | | | | | | |
| 50 | 600 | 602.50 | | | | | | |
| 51 | 255 | 97.50 | | | | | | |
| 52 | 255 | 602.50 | | | | | | |
| 53 | 165 | 87 | | | ⌀18.00 A travers tout | DANLY METRIC 0620 18 71 | | |
| 54 | 165 | 613 | | | | | | |
| 55 | 345 | 87 | | | | | | |
| 56 | 345 | 613 | | | | | | |
| 57 | 510 | 87 | | | | | | |
| 58 | 510 | 613 | | | | | | |
| 59 | 690 | 87 | | | | | | |
| 60 | 690 | 613 | | | | | | |
| 61 | 855 | 87 | | | | | | |
| 62 | 855 | 613 | | | | | | |
| 63 | 1035 | 87 | | | | | | |
| 64 | 1035 | 613 | | | | | | |
| 65 | 1150 | 225 | | | | | | |
| 66 | 1150 | 475 | | | | | | |
| 67 | 1290 | 350 | | | | | | |
| 68 | 1350 | 195 | | | | | | |
| 69 | 1350 | 505 | | | | | | |

COUPE C-C
ECHELLE 1 : 3




IT = 0.1
Ra = 0.4
Sauf indications

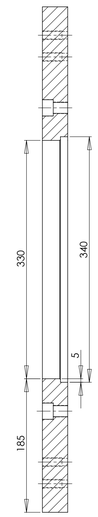


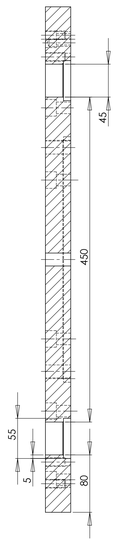

COUPE G-G




COUPE E-E




COUPE I-I

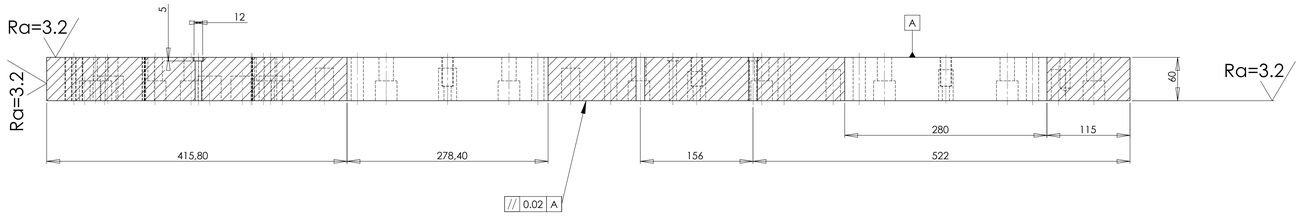


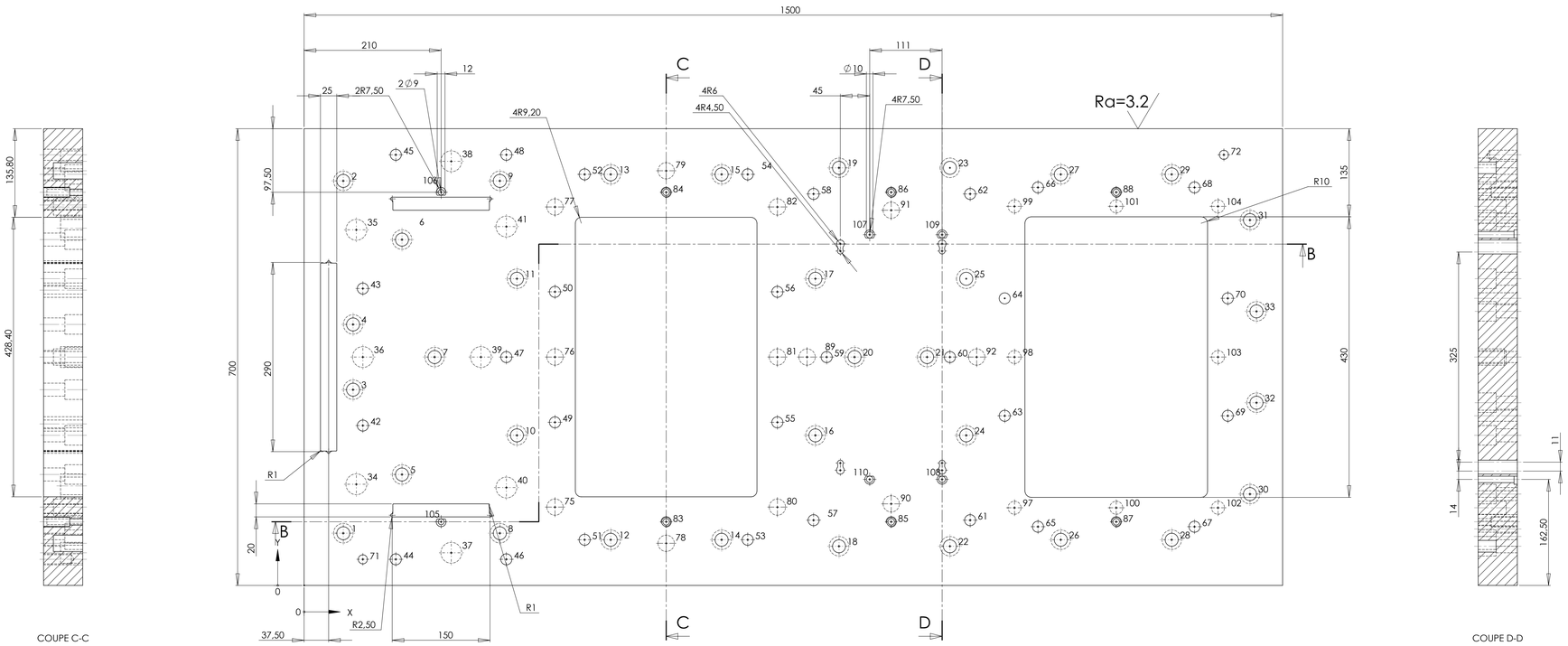

COUPE H-H

| 06 | 01 | Porte matrices | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud<br>Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 80 | | | ⌀20.00 A travers tout<br>⌴ ⌀30.00↧27.40 | GENERIC M18x80-SH | | |
| 2 | 60 | 620 | | | | | | |
| 3 | 75 | 300 | | | | | | |
| 4 | 75 | 400 | | | | | | |
| 5 | 150 | 170 | | | | | | |
| 6 | 150 | 530 | | | | | | |
| 7 | 200 | 320 | | | | | | |
| 8 | 200 | 380 | | | | | | |
| 9 | 200 | 620 | | | | | | |
| 10 | 322.20 | 230 | | | | | | |
| 11 | 322.20 | 470 | | | | | | |
| 12 | 420 | 70 | | | | | | |
| 13 | 470 | 630 | | | | | | |
| 14 | 640 | 70 | | | | | | |
| 15 | 640 | 630 | | | | | | |
| 16 | 783.80 | 230 | | | | | | |
| 17 | 783.80 | 470 | | | | | | |
| 18 | 820 | 60 | | | | | | |
| 19 | 820 | 640 | | | | | | |
| 20 | 843.80 | 350 | | | | | | |
| 21 | 950 | 320 | | | | | | |
| 22 | 950 | 380 | | | | | | |
| 23 | 950 | 640 | | | | | | |
| 24 | 1015 | 230 | | | | | | |
| 25 | 1015 | 470 | | | | | | |
| 26 | 1160 | 70 | | | | | | |
| 27 | 1160 | 630 | | | | | | |
| 28 | 1330 | 70 | | | | | | |
| 29 | 1330 | 630 | | | | | | |
| 30 | 1450 | 140 | | | | | | |
| 31 | 1450 | 560 | | | | | | |
| 32 | 1460 | 280 | | | | | | |
| 33 | 1460 | 420 | | | | | | |
| 34 | 80 | 155 | | | | | | |
| 35 | 80 | 545 | | | | | | |
| 36 | 120 | 350 | | | | | | |
| 37 | 225.50 | 50 | | | ⌴ ⌀32.00↧34.00 | DANLY METRIC 9-2016-26 | | |
| 38 | 225.50 | 650 | | | | | | |
| 39 | 271 | 350 | | | | | | |
| 40 | 510 | 110 | | | | | | |
| 41 | 510 | 590 | | | | | | |
| 42 | 90 | 245 | | | | | | |
| 43 | 90 | 455 | | | | | | |
| 44 | 140.50 | 40 | | | | | | |
| 45 | 140.50 | 660 | | | | | | |
| 46 | 310 | 40 | | | | | | |
| 47 | 310 | 350 | | | | | | |
| 48 | 310 | 660 | | | | | | |
| 49 | 384.50 | 250 | | | | | | |
| 50 | 384.50 | 450 | | | | | | |
| 51 | 330 | 70 | | | | | | |
| 52 | 330 | 630 | | | | | | |
| 53 | 280 | 70 | | | | | | |
| 54 | 280 | 630 | | | | | | |
| 55 | 725.50 | 250 | | | | | | |
| 56 | 725.50 | 450 | | | | | | |
| 57 | 281 | 100 | | | | | | |
| 58 | 281 | 600 | | | | | | |
| 59 | 901 | 350 | | | | | | |
| 60 | 950 | 350 | | | | | | |
| 61 | 1021 | 100 | | | | | | |
| 62 | 1021 | 600 | | | | | | |
| 63 | 1074.02 | 250 | | | | | | |
| 64 | 1074.02 | 450 | | | | | | |
| 65 | 1122 | 70 | | | | | | |
| 66 | 1122 | 610 | | | | | | |
| 67 | 1223 | 70 | | | | | | |
| 68 | 1223 | 610 | | | | | | |
| 69 | 1415.98 | 260 | | | | | | |
| 70 | 1415.98 | 440 | | | | | | |
| 71 | 90 | 40 | | | | | | |
| 72 | 1410 | 660 | | | ⌀14.00↧42.50 | GENERIC 14x80 | | |
| 75 | 384.50 | 120 | | | | | | |
| 76 | 384.50 | 350 | | | | | | |
| 77 | 384.50 | 580 | | | | | | |
| 78 | 555 | 44.50 | | | ⌴ ⌀25.00↧45.00 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 79 | 555 | 655.50 | | | | | | |
| 80 | 725.50 | 120 | | | | | | |
| 81 | 725.50 | 350 | | | | | | |
| 82 | 725.50 | 580 | | | | | | |
| 83 | 555 | 97.50 | | | | | | |
| 84 | 555 | 602.50 | | | | | | |
| 85 | 900 | 97.50 | | | ⌀10.00 A travers tout<br>⌴ ⌀14.00↧40.00<br>M16.00x2.00↧40.00 | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f<br>HASCO Z35-16x30 | | |
| 86 | 1225 | 97.50 | | | | | | |
| 87 | 1225 | 602.50 | | | | | | |
| 89 | 771 | 350 | | | | | | |
| 90 | 900 | 125 | | | ⌴ ⌀25.00↧40.30 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 91 | 900 | 575 | | | | | | |
| 92 | 1031 | 350 | | | | | | |
| 97 | 1089.02 | 119.02 | | | | | | |
| 98 | 1089.02 | 350 | | | | | | |
| 99 | 1089.02 | 580.98 | | | | | | |
| 100 | 1245 | 119.02 | | | ⌴ ⌀20.00↧42.90 | DANLY METRIC 9-1218-26 | | |
| 101 | 1245 | 580.98 | | | | | | |
| 102 | 1400.98 | 119.02 | | | | | | |
| 103 | 1400.98 | 350 | | | | | | |
| 104 | 1400.98 | 580.98 | | | | | | |
| 105 | 210.00 | -252.50 | | | ⌀9.00 A travers tout<br>⌴ ⌀15.00↧5.00 | | | |
| 106 | 210.00 | 252.50 | | | | | | |
| 107 | 867.00 | 187.50 | | | ⌀10.00 A travers tout<br>⌴ ⌀15.00↧5.00 | | | |
| 108 | 278.00 | 187.50 | | | | | | |
| 109 | 278.00 | 187.50 | | | | | | |
| 110 | 867.00 | 187.50 | | | | | | |

COUPE B-B




COUPE C-C



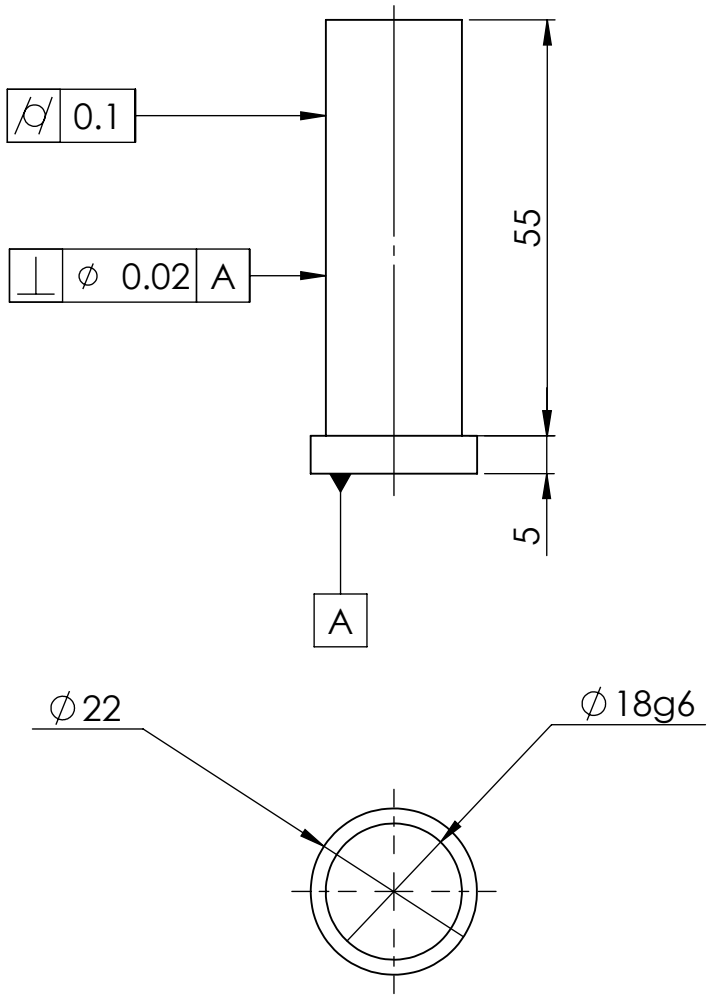

COUPE D-D

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| 02 | 01 | Porte poinçons | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:3 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

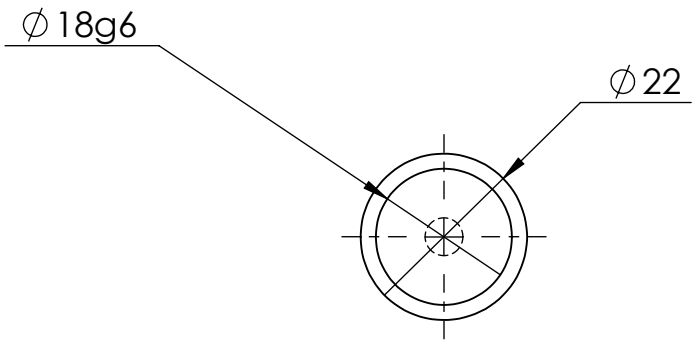


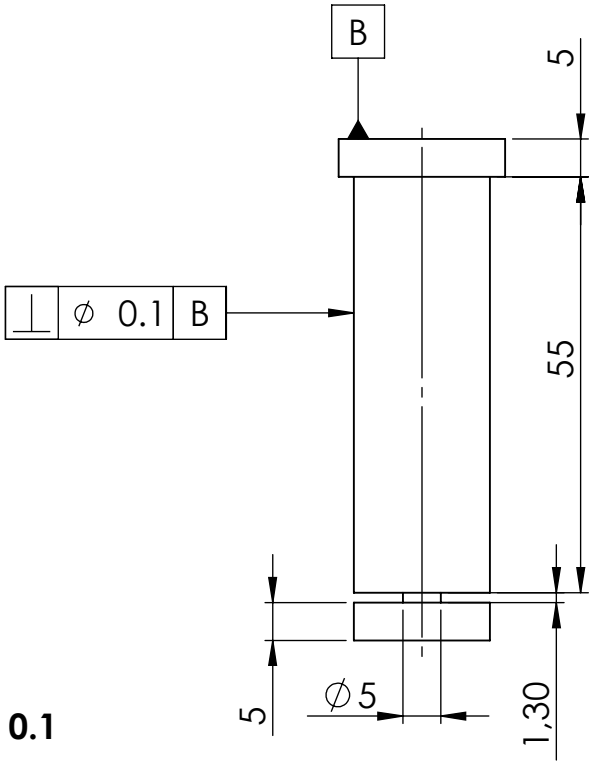

**IT = 0.1**

**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27 | 06 | Releve bande 1 | Acier allié | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1:1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |



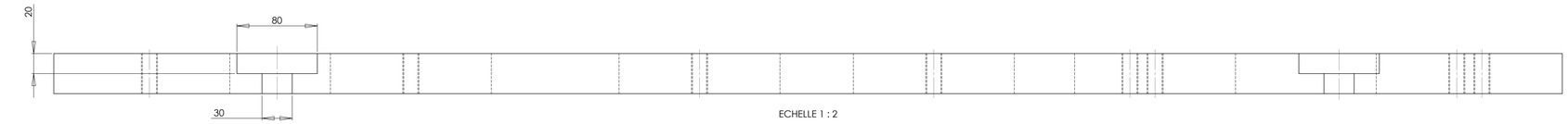




**IT = 0.1**

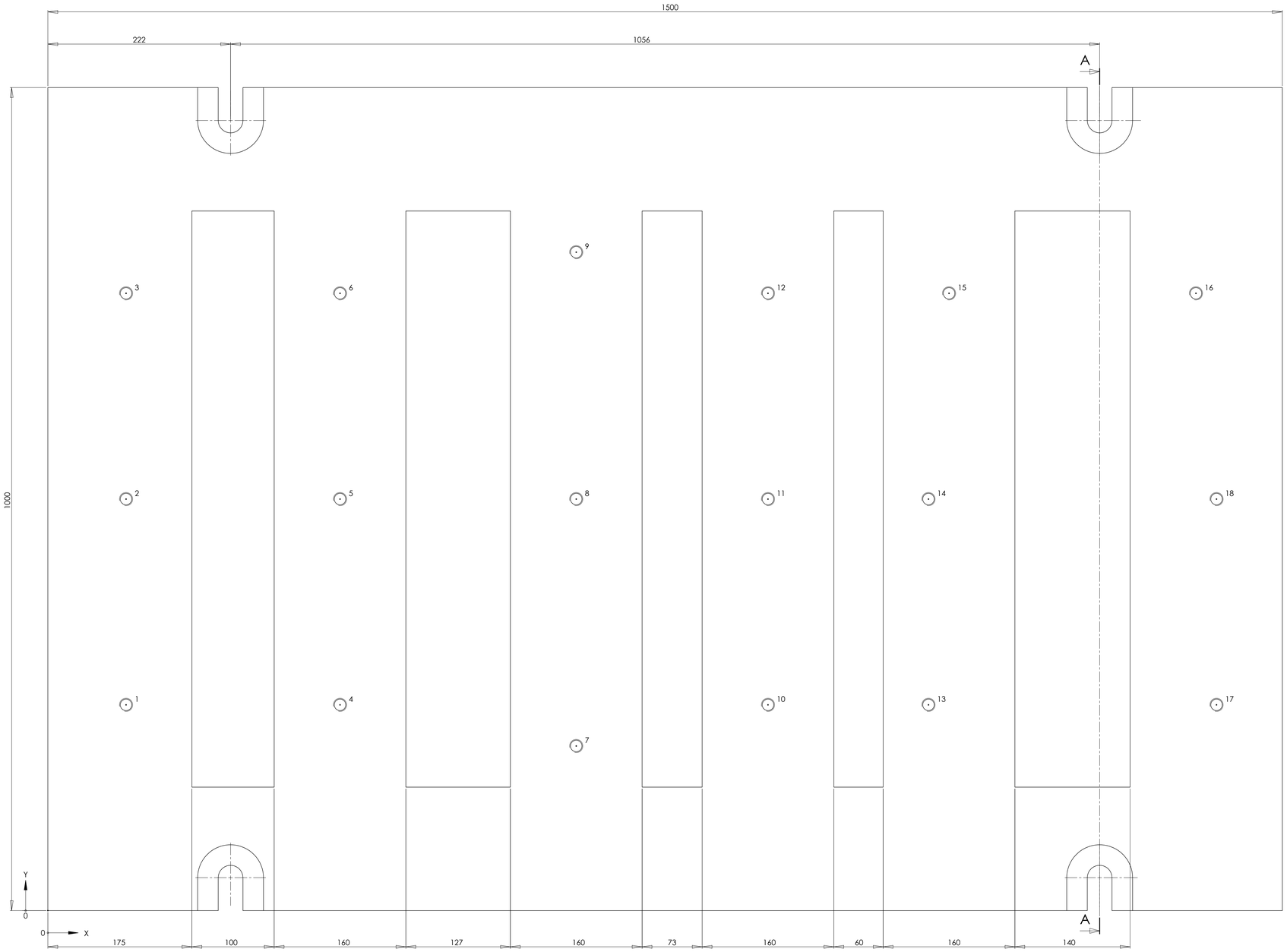
**Ra = 0.4**

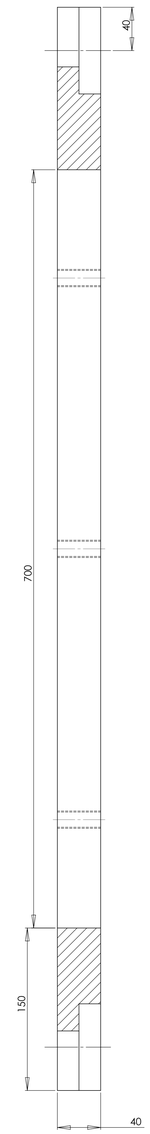
**Sauf indications**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 28 | 12 | Rleve bande 2 | Acier allié | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Designation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A4 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




ECHELLE 1 : 2




COUPE A-A

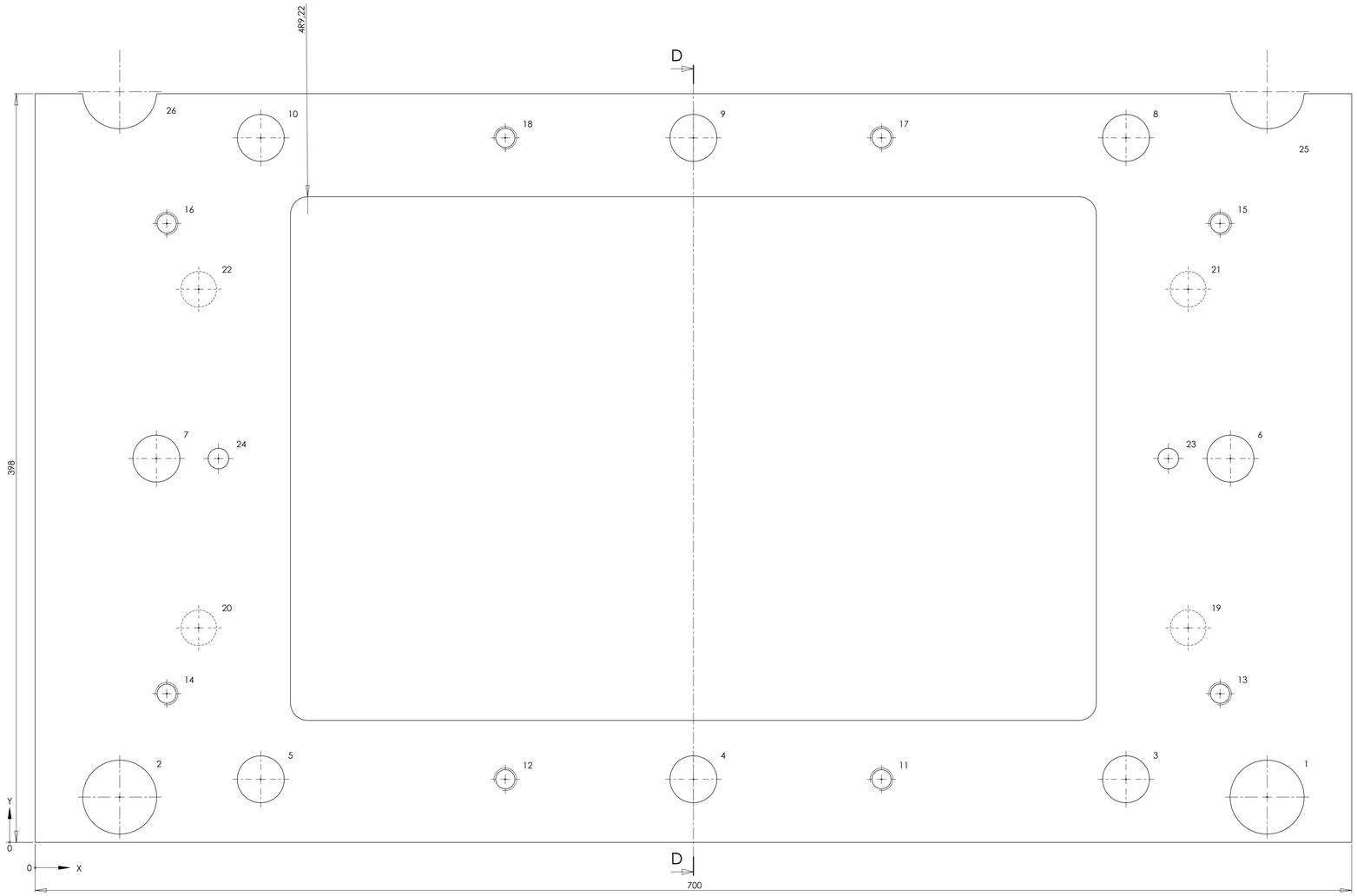
**IT = 0.5**

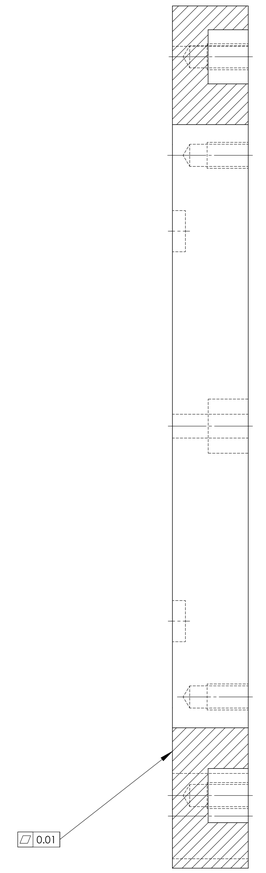
**Ra = 3.2**

**Sauf indications**

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 95 | 250 | | | ∅ 14.00 A travers tout<br>M16.00x2.00 A travers tout | GENERIC M16x200-SH | | |
| 2 | 95 | 500 | | | | | | |
| 3 | 95 | 750 | | | | | | |
| 4 | 355 | 250 | | | | | | |
| 5 | 355 | 500 | | | | | | |
| 6 | 355 | 750 | | | | | | |
| 7 | 642 | 200 | | | | | | |
| 8 | 642 | 500 | | | | | | |
| 9 | 642 | 800 | | | | | | |
| 10 | 875 | 250 | | | | | | |
| 11 | 875 | 500 | | | | | | |
| 12 | 875 | 750 | | | | | | |
| 13 | 1070 | 250 | | | | | | |
| 14 | 1070 | 500 | | | | | | |
| 15 | 1095 | 750 | | | | | | |
| 16 | 1395 | 750 | | | | | | |
| 17 | 1420 | 250 | | | | | | |
| 18 | 1420 | 500 | | | | | | |

| 09 | 01 | Semelle inferieure | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisiniere ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |




COUPE D-D

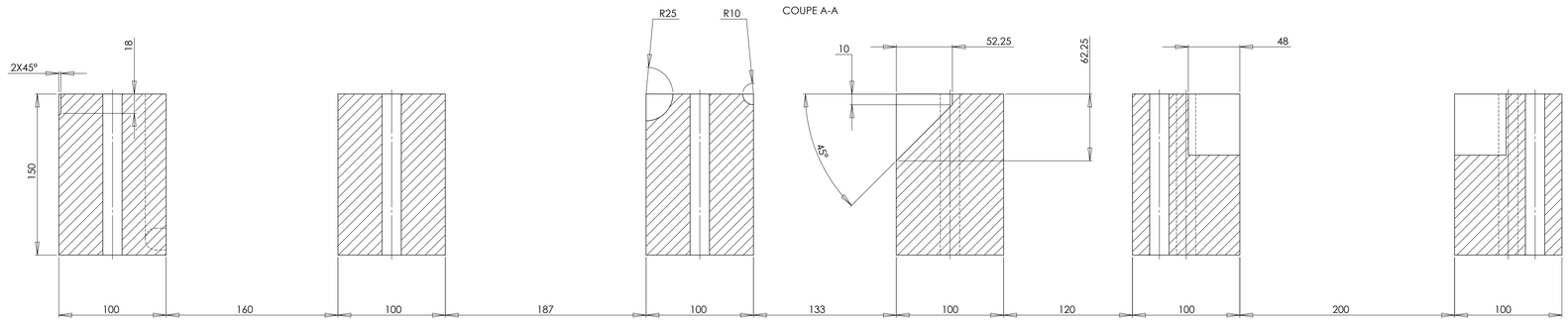
| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 655 | 24 | | | ⌀39.37 A travers tout | GENERIC INCH 1.50 DIA STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 2 | 45 | 24 | | | | | | |
| 3 | 580 | 33.50 | | | ⌴ ⌀25.00↧18.50 | DANLY METRIC 9-1618-26 | | |
| 4 | 350 | 33.50 | | | | | | |
| 5 | 120 | 33.50 | | | | | | |
| 6 | 635.50 | 204 | | | | | | |
| 7 | 64.50 | 204 | | | | | | |
| 8 | 580 | 374.50 | | | | | | |
| 9 | 350 | 374.50 | | | | | | |
| 10 | 120 | 374.50 | | | | | | |
| 11 | 450 | 33.50 | | | ⌀ 10.25↧27.00 M12.00x1.75↧19.00 | HASCO Z38-16x120 | | |
| 12 | 250 | 33.50 | | | | | | |
| 13 | 630 | 79 | | | | | | |
| 14 | 70 | 79 | | | | | | |
| 15 | 630 | 329 | | | | | | |
| 16 | 70 | 329 | | | | | | |
| 17 | 450 | 374.50 | | | | | | |
| 18 | 250 | 374.50 | | | | | | |
| 19 | 613 | 114 | | | ⌴ ⌀19.00↧6.00 | | | |
| 20 | 87 | 114 | | | | | | |
| 21 | 613 | 294 | | | | | | |
| 22 | 87 | 294 | | | | | | |
| 23 | 602.50 | 204 | | | ⌀11.00 A travers tout | FIBRO 2261.6F3.%(d1*100)04.0f | | |
| 24 | 97.50 | 204 | | | | | | |
| 25 | 399.00 | -305.00 | | | ⌀39.37 A travers tout | GENERIC INCH 1.50 DIA STOP BLOCK (.50-13) | | |
| 26 | 399.00 | 305.00 | | | | | | |

**IT = 0.1**

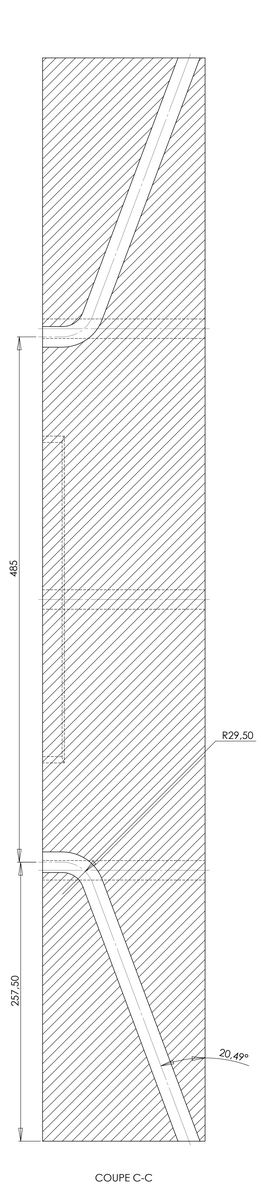
**Ra = 0.4**

**Sauf indications**

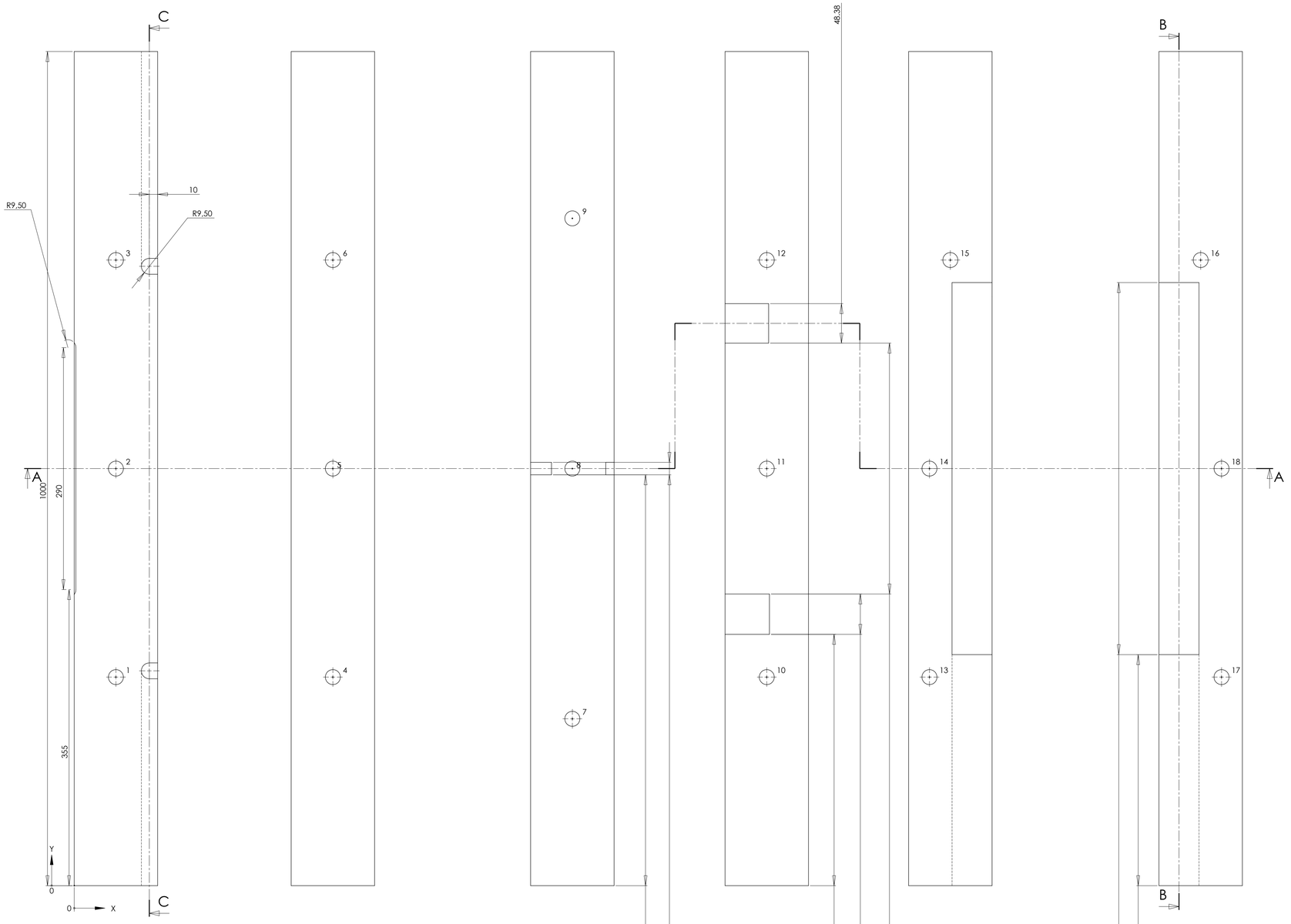
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 22 | 01 | Serre-flan | XC 48 | Trempé |
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 1 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

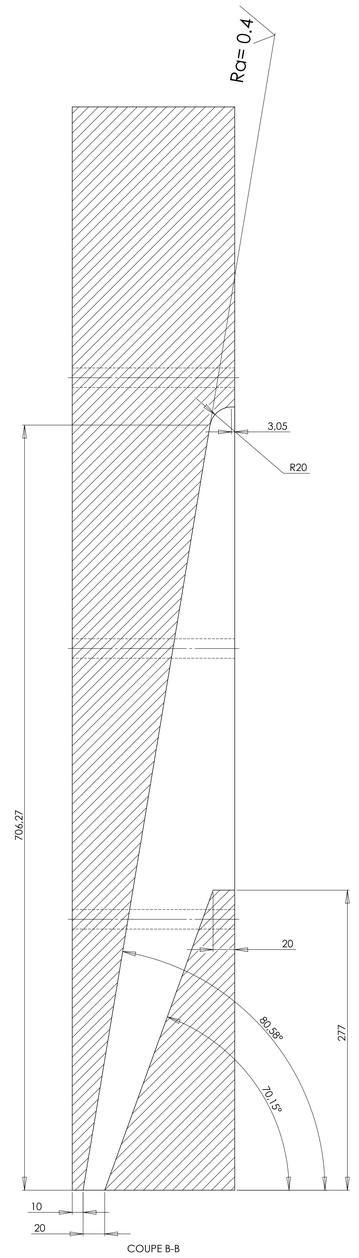



**IT = 0.1**
**Ra = 3.2**
**Sauf indications**




COUPE C-C




COUPE B-B

| Repère | X | Y | Creusure Avant | Creusure Arrière | Désignation | Éléments standards | Description trou | Description axe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 250 | | | ∅18.00 A travers tout | GENERIC M16x200-SH | | |
| 2 | 50 | 500 | | | | | | |
| 3 | 50 | 750 | | | | | | |
| 4 | 310 | 250 | | | | | | |
| 5 | 310 | 500 | | | | | | |
| 6 | 310 | 750 | | | | | | |
| 7 | 597 | 200 | | | | | | |
| 8 | 597 | 500 | | | | | | |
| 9 | 597 | 800 | | | | | | |
| 10 | 830 | 250 | | | | | | |
| 11 | 830 | 500 | | | | | | |
| 12 | 830 | 750 | | | | | | |
| 13 | 1025 | 250 | | | | | | |
| 14 | 1025 | 500 | | | | | | |
| 15 | 1050 | 750 | | | | | | |
| 16 | 1350 | 750 | | | | | | |
| 17 | 1375 | 250 | | | | | | |
| 18 | 1375 | 500 | | | | | | |

| 08 | 06 | Tasseaux | XC 48 | |
|---|---|---|---|---|
| **Rep** | **Nbr** | **Désignation** | **Matière** | **Observations** |
| Echelle: 1: 2 | | Etude et Conception d'un Outil à suivre pour la Fabrication d'un Panneau Latéral Autonettoyant d'une Cuisinière ENIEM | | HAMADI Mohammed<br>KHERROUB Mouloud |
| | | | | Projet de fin d'études 2013/2014 |
| A0 | | **Université de Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou** | | FMP Master |

# CONCLUSION

Ce mémoire est pour nous l'occasion d'aborder un des domaines d'actualité qui est la conception d'outillage assistée par ordinateur (CAO) et la simulation informatique des phénomènes physiques se produisant lors de la mise en forme des métaux en feuilles.

Dans un premier temps, nous avons présenté une étude bibliographique pour décrire les travaux des métaux en feuilles (emboutissage, découpage, poinçonnage) et les situer parmi l'ensemble des procédés de mise en forme existants. Puis, nous avons défini le procédé d'emboutissage et montré son importance sur le plan économique : (les essais de caractérisation, les paramètres du procédé, les défauts rencontrés dans ce procédé…), nous avons aussi décrit le principe de découpage ainsi que les différents éléments constituant un outil de découpe et désigné leurs opérations. Ensuite nous avons énuméré les étapes de poinçonnage.

Les connaissances acquises lors de l'étude de l'architecture des outils de presse et les différents matériaux utilisés pour leurs réalisations nous ont servis de base pour la conception de notre outil.

L'utilisation d'un logiciel spécialisé dans le domaine de la mise en forme par déformation plastique des métaux en feuilles tel que Logopress3 nous a offert la possibilité de simuler au plus près du réel l'opération d'emboutissage, et de détecter les différents zones fragilisées comme la variation de l'épaisseur, la localisation des déformations et le déplacement des points.

Tous les résultats ainsi rassemblés nous donnent un aperçu de la pièce finie et des différents paramètres à prendre en compte lors de la conception. Toutes les parties actives de l'outil (matrice, poinçon) sont surdimensionnées et leurs matériaux sont rigoureusement choisis afin d'optimiser la qualité et la fiabilité, Les matrice sont en pièces rapportés ainsi en cas de dommage, seule la matrice défectueuse est remplacée.

En choisissant ce thème, nous avons pu explorer une bonne partie de logopresss3. Nous aurions aimé approfondir le sujet, configurer bien plus d'avantage de paramètres, comme le retour élastique par exemple.

En conclusion, nous souhaitons que ce thème, malgré les contraintes temporelles et matérielles soit enrichi et approfondi à l'avenir.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**[1] :** É. Felder, *Procédés de mise forme : Introduction*, Techniques de l'ingénieur, M 3000, 2000.

**[2] :** Alain-col, 2010, *Emboutissage des tôles : importance des déformations,* BM 7510

**[3] :** D. François, 1993, *Essais mécaniques des métaux,* Ph.D, Technique de l'ingénieur, Doc M120

**[4] :** P. Poloukhine, V. Tiourine, P. Davidkov, D. Vitanov, *Traitement des métaux par déformation.* Mir Moscou. 1987.

**[5] :** Col A., *Emboutissage des tôle*s : *Aspects mécanique*, Techniques de l'ingénieur, M3 181, 2002.

**[6] :** Pierre Jean, *Propriétés, résistance à la corrosion,* Technique de l'ing2nieur

**[7] :** B. Wassilieff, *Emboutissage. Règles principales, calculs, exemples*. Edition Dunod, Paris, 1970.

**[8] :** Col A., *Emboutissage des tôles* : *Importance des modes de déformation*, Techniques de l'ingénieur, BM 7 510,2002.

**[9] :** B.Kamal, R.Karima, 2008, *Etude comparative à l'emboutissage des tôles en aciers inoxydable austénitique et ferritique.*

**[10] :** Mohamed Azzaouzi, 2007, *Modélisation et optimisation numérique de l'emboutissage de pièces de précision en tôlerie fine,* Institut National Polytechnique, lorane-INPL Nancy 2 avenue de la forêt de Haye 54516, France.

**[11] :** Technique de l'ingénieur, *Mise en forme des métaux en feuille.* SNDL

**[12] :** LINHER JEROME Documentation lycée jules Haag, France.

**[13] :** L.GIRARDOT, Technologie Professionnelle pour L'outilleur, *Découpage, cambrage, Emboutissage,* FOUCHIER, France.

**[14] :** *Déformation plastique des tôles.* À l'usage des techniciens en génie mécanique. Par R.QUATREMER. Edition DELAGRAVE. 1962

**[15] :** Presses mécaniques pour le travail à froid des métaux amélioration de la sécurité sur les presses. Institut national de recherche et de sécurité (inrs) deuxième Edition 2004 (Edition INRS ED 782)

**[16] :** Logopress3.com

**[17] :** Documentation ENIEM, *composant de construction mécanique,* RABOURDIN