

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

\*\*\*\*\*



Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

\*\*\*\*\*

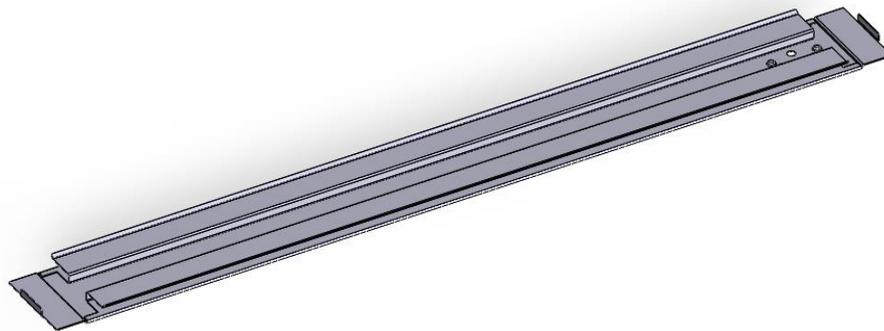


Département de Génie Mécanique

\*\*\*\*\*

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Génie Mécanique,  
Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique.



## THEME :

Etude et Conception d'un outil de poinçonnage de tôle frontale  
d'un réfrigérateur ENIEM FB2

**Proposé par :** M<sup>r</sup> HADID Aghiles, Unité Froid, ENIEM Tizi-Ouzou.

**Encadré par :** M<sup>r</sup> BELAID Kamel, Professeur ; Département de génie  
mécanique Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

**Réalisé par :** M<sup>r</sup> TOUAT Idir, Master 2, Fabrication mécanique et  
Productique, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

Promotion 2018

## Remerciement :

Par ces quelques lignes, je tiens à montrer ma reconnaissance envers tous ceux qui m'ont accompagné et aidé, de près ou de loin, au cours de mes années d'études depuis mon intégration au système LMD.

Je tiens à adresser en premier lieu mes remerciements à mon Promoteur, M<sup>r</sup> BELAIDE Kamel, pour avoir dirigé cette thèse et m'avoir permis de la réaliser dans les meilleures conditions. Ses immenses connaissances dans le domaine qui m'ont permis de mener à bien cette recherche. Je tiens particulièrement à le remercier de sa confiance et de la liberté qu'il m'a laissé pendant ces mois de préparation de cette thèse.

Je souhaite exprimer mes remerciements à M<sup>r</sup> HADID Aghiles d'avoir accepté d'être l'encadreur de ce travail en milieu professionnel. Il a contribué par ces nombreuses remarques et suggestions à améliorer la qualité de ce mémoire, et je suis très reconnaissant. J'exprime également d'avance ma profonde gratitude aux membres de jury qui vont me faire honneur d'accepter de présider mon jury de thèse et j'aimerais les remercier énormément pour leurs précieux conseils et remarques qui seront sans doute constructifs.

Mes remerciements s'adressent ensuite à tous mes professeurs à l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou que j'ai eu la chance d'être leurs étudiant et ce depuis l'année 2005, pour leurs disponibilités et leurs foies qui se traduit par l'amour au noble métier qu'ils exercent, pour leurs échanges quotidiens sympathiques tant sur le plan scientifique qu'amical.

Un merci tout particulier à tous mes amis et à toute ma grande famille et ma petite famille (mes deux enfants ZAKARIA et ELINE) , sans leurs soutiens ce travail n'aurait sans doute pas pu voir le jour. J'aimerais adresser des remerciements chaleureux au département de Génie Mécanique de l'UMMTO, en particulier l'équipe technique et administrative du département, pour leurs hospitalité et de m'avoir accueilli avec tant de chaleur pendant toutes mes années d'études.

*Cordialement ; M<sub>2</sub> TOUAT IDIR.*

## Sommaire :

Introduction Générale.....	1
1. Présentation de l'entreprise.....	2
2. Situation géographique.....	2
3. Historique de l'entreprise.....	3
4. Organisation de l'entreprise.....	4
5. Principales missions et activités des différents services de l'entreprise.....	5
5.1 Direction générale.....	5
5.2 Unité froid.....	5
5.3 Unité cuisson.....	5
5.4 Unité climatisation.....	5
5.5 Unité sanitaire.....	6
5.6 Filiale "Filamp".....	6
6. Politique de l'entreprise.....	6
6.1. Politique qualité.....	6
6.2. Politique environnementale.....	7
7. Objectifs de l'entreprise.....	7
Conclusion.....	7
<b>Chapitre I : Généralités sur les presses.</b>	
I.1 Introduction.....	8
I.2. Définition d'une presse.....	8
I.3. Classification type de presse.....	8
I.3.1. Selon le mode de transmission d'énergie.....	8
I.3.1.1. Les presses mécaniques.....	8
I.3.1.2. Les presses hydrauliques.....	9
I.3.2. Selon la forme du bâti.....	10
I.3.2.1. Presses à col de cygne.....	10
I.3.2.2. Presses à arcade.....	11
I.3.2.3. Presses à montants droits.....	11
I.3.2.4. Presses à colonnes.....	12

I.3.2.5. Presses à table mobile et bigorne.....	13
I.3.3. Selon le nombre de coulisseau.....	13
I.3.3.1. Presse à simple effet.....	13
I.3.3.2. Presse à double effets.....	14
I.3.3.3. Presse à triple effets.....	14
I.4. Exigence de choix d'une presse.....	15
I.5. Parties constituant une presse.....	15
I.6. Conclusion.....	15

## Chapitre II : Généralités sur les outils de presses.

II.1. Introduction.....	16
II.2. Le poinçon.....	16
II.3. La matrice.....	17
II.4. Quelques types d'outils de presse.....	18
II.4.1. Outil simple découvert.....	18
II.4.2. Outil à contre plaque à engrenage.....	18
II.4.3. Outil à contre plaque à suivre.....	19
II.4.4. Outil à couteau.....	20
II.4.5. Outil à presse bande.....	20
II.4.6. Outil dit Suisse.....	21
II.4.7. Outil à pilote.....	22
II.4.8. Outil de reprise.....	22
II.4.9. Outil de détournage.....	23
II.4.10. Outil à cames.....	23
II.4.11. Outil de cambrage en "V".....	24
II.4.12. Outil de cambrage en "U".....	24
II.4.13. Outil de pliage en équerre.....	25
II.4.14. Outil d'emboutissage.....	25
II.4.15. Outil de découpage à longueur.....	26
II.5. Usure des poinçons et des matrices.....	26
II.6. Affûtage de la matrice.....	27

II.7. Les matériaux utilisés pour les outils de presse.....	28
II.8. Conclusion.....	29
<b>Chapitre III : Les procédés de mise en forme des métaux en feuilles.</b>	
III.1. Introduction .....	30
III.2. Définition d'une tôle.....	30
III.2.1. Provenance.....	30
III.2.2. Caractéristiques mécaniques d'une tôle.....	30
III.3. Le procédé du découpage.....	31
III.3.1. Définition.....	31
III.3.2. Principe.....	31
III.4. Procédés de mise en forme des métaux en feuilles.....	32
III.4.1. Cisailage.....	32
III.4.2. Encochage.....	32
III.4.3. Crevage.....	33
III.4.4. Ajourage.....	33
III.4.5. Détourage.....	34
III.4.6. Soyage.....	34
III.4.7. Pliage.....	35
III.4.8. Matage.....	35
III.4.9. Emboutissage.....	36
III.4.10. Poinçonnage.....	36
III.5. Phases de poinçonnage.....	37
III.5.1. Effort de poinçonnage.....	38
III.5.2. Effort d'extraction.....	38
III.5.3. Le jeu de découpage.....	39
III.6. Le pliage.....	40
III.6.1. Les modes de pliage.....	40
III.6.1.1. Le pliage en l'air.....	40
III.6.1.2. Pliage en frappe.....	41
III.6.2. Les forme des plis.....	42

III.6.2.1. Le pli en "V" .....	42
III.6.2.2. Le pli en "U" .....	42
III.6.2.3. Le pli en L.....	42
III.6.3. Les paramètres du pliage.....	43
III.6.3.1. Le rayon de pliage.....	43
III.6.3.2. Position de la fibre neutre.....	44
III.6.3.3. Le jeu de pliage.....	45
III.6.3.4. Le retour élastique.....	46
III.6.3.5. Développement des pièces pliées.....	47
III.6.3.6. Ouverture du V <sub>é</sub> .....	47
III.6.4. Effort de pliage.....	48
III.7. L'emboutissage.....	48
III.7.1. Phase d'emboutissage.....	49
III.7.2. Effort d'emboutissage.....	50
III.7.3. Effort sur le serre flan.....	51
III.8. Le matage.....	52
III.8.1. Type de matage.....	52
III.8.1.1. Matage accidentel.....	52
III.8.1.2. Matage provoqué.....	52
III.8.2. Effort de matage.....	53
III.9. Conclusion.....	53
<b>Chapitre IV : Procédés d'obtention de la pièce et calcul des efforts.</b>	
IV.1. Introduction.....	54
IV.2. Présentation de la pièce .....	54
IV.3. Produit fini avant modification .....	55
IV.4. Fonction de la pièce .....	56
IV.5. Position de la pièce.....	56
IV.6. Problématique .....	57
IV.7. Modifications apportées .....	57
IV.8. Choix du matériau .....	58
IV.9. Développement du flan de la pièce.....	58

IV.9.1. Rayon de la fibre neutre.....	58
IV.9.2. Développement de l'arc des plis .....	59
IV.9.3. Calcul de la longueur du flan .....	59
IV.9.3.1. Flan transversal .....	59
IV.9.3.2. Flan longitudinal .....	60
IV.10. Jeu de découpage .....	60
IV.11. Calcul des efforts .....	61
IV.11.1. Effort de poinçonnage .....	61
IV.11.2. Effort d'extraction des poinçons .....	61
IV.11.3. Effort de pliage .....	62
IV.11.4. Effort de l'emboutissage .....	62
IV.11.5. Effort sur le serre-flan .....	63
IV.12. Effort total nécessaire à l'obtention de la pièce .....	63
IV.13. Effort à fournir par la presse .....	64
IV.14. Longueur admissible au flambement des poinçons.....	64
IV.15. Calcul des barycentres .....	65
IV.16. Spécifications des éléments standards .....	67
IV.16.1. Ressort à charge extra légère .....	67
IV.16.2. Goupille cylindrique .....	68
IV.16.4. Vis CHC épaulée à six pans creux .....	69
IV.16.5. Vis CHC à six pans creux .....	70
IV.17 : Description de l'outil conçu .....	71
IV.17.1 : Poinçon de pliage (1) .....	72
IV.17.2 : Poinçon de pliage (2) .....	72
IV.17.3 : Poinçon de poinçonnage .....	73
IV.17.4 : Poinçon de l'emboutissage .....	72
IV.18 : Conclusion .....	74
Conclusion Générale.....	75

## Liste des Figures :

Figure 01 : Situation géographique.....	2
Figure 02 : Organigramme générale de l'entreprise.....	4
Figure I.01 : Presse mécanique.....	9
Figure I.02: Presse hydraulique.....	10
Figure I.03 : Presse à col de cygne.....	10
Figure I.04 : Presse à arcade.....	11
Figure I.05: Presse à montant droit.....	12
Figure I.06 : Presse à colonne.....	12
Figure I.07 : Presse à table mobile et bigorne.....	13
Figure I.08 : Presse a simple effet.....	13
Figure I.09 : Presse à double effet.....	14
Figure I.10 : Presse à triple effet.....	14
Figure I.11 : Effets agissant sur un flan.....	15
Figure II.01 : Poinçon et matrice en perspective.....	16
Figure II.02 : Constitution d'un poinçon.....	16
Figure II.03 : Constitution d'une matrice.....	17
Figure II.04 : Outil simple découvert.....	18
Figure II.05 : Outil à contre plaque à engrenage.....	19
Figure II.06 : Outil à contre plaque à suivre.....	19
Figure II.07 : Outil à couteau.....	20
Figure II.08 : Outil à presse bande.....	21
Figure II.09 : Outil dit Suisse.....	21
Figure II.10 : Outil à pilote.....	22
Figure II.11 : Outil de reprise.....	22
Figure II.12 : Outil de détourage.....	23
Figure II.13 : Outil à cames.....	23
Figure II.14 : Outil de cambrage en "V" .....	24
Figure II.15 : Outil de cambrage " U " .....	24
Figure II.16 : Outil de pliage en équerre.....	25

Figure II.17 : Outil d'emboutissage.....	25
Figure II.18 : Usure des poinçons.....	26
Figure II.19 Affûtage de la matrice.....	27
Figure III.01 : Principe du découpage.....	31
Figure III.02 : Cisailage.....	32
Figure III.03 : Encochage.....	32
Figure III.04 : Crevage.....	33
Figure III.05 : Ajourage.....	33
Figure III.06 : Détourage.....	34
Figure III.07 : Soyage.....	34
Figure III.08: Pliage.....	35
Figure III.09 Matage.....	35
Figure III.10 : Emboutissage.....	35
Figure III.11 : Poinçonnage.....	36
Figure III.12 : Mécanisme du poinçonnage.....	37
Figure III.13: 1 <sup>ere</sup> phase.....	37
Figure III.14: 2 <sup>eme</sup> phase.....	37
Figure III.15 : 3 <sup>eme</sup> phase.....	38
Figure III.16 : Jeu de découpage.....	39
Figure III.17 : Principe du pliage.....	40
Figure III.18 : Pliage en l'air.....	41
Figure III.19 : Pliage en frappe.....	41
Figure III.20 : Pli en "V" .....	42
Figure III.21 : Pli en "U" .....	42
Figure III.22 : Pli en "L" .....	42
Figure III.23 : Rayon de pliage.....	43
Figure III.24 : Zone de déformation du pli.....	44
Figure III.25 : Position de la fibre neutre.....	44
Figure III.26: Le jeu de pliage.....	45
Figure III.27 : Phénomène du retour élastique.....	46

Figure III.28 : Pièce développée.....	47
Figure III.29 : Ouverture du Vé.....	48
Figure III.30 : Principe de l'emboutissage.....	49
Figure III.31 : 1 <sup>ère</sup> Phase.....	49
Figure III.32: 2 <sup>ème</sup> Phase.....	49
Figure III.33: 3 <sup>ème</sup> Phase.....	50
Figure III.34 : 4 <sup>ème</sup> Phase.....	50
Figure IV.01 : Cloison de porte frontale.....	54
Figure IV.02 : Réfrigérateur ENIEM FB 2.....	55
Figure IV.03 : Fonction de la pièce.....	56
Figure IV.04: Position de la pièce.....	56
Figure IV.05 : Operations rajoutées.....	57
Figure IV.06 : Rayon de la fibre neutre.....	58
Figure IV.07 : Flan à développer.....	59
Figure IV.08 : Jeu de découpage.....	60
Figure IV.09 : Périmètres à poinçonner.....	61
Figure IV.10 : Somme des longueurs des plis.....	62
Figure IV.11 : Forme à emboutir.....	62
Figure IV.12 : Outil en perspective.....	71
Figure IV.13: Emplacement des ponçons.....	71
Figure IV.14 : 1 <sup>er</sup> Poinçon de pliage en perspective.....	72
Figure IV.15: 2 <sup>ème</sup> Poinçon de pliage en perspective.....	72
Figure IV.16 : Poinçon de poinçonnage en perspective.....	73
Figure IV.17 : Poinçon de l'emboutissage en perspective.....	73

## Liste des tableaux :

Tableau II.01: Désignations normalisées des matériaux .....	29
Tableau III.01 : Rayon minimum en fonction de A%.....	44
Tableau III.02 : La variation de la distance "a" suivant Ri/e.....	45
Tableau III.03 : valeurs indicatives du coefficient $k$ .....	51
Tableau III.04 : Valeurs de la pression spécifique sur le serre flan.....	52
Tableau IV.01: caractéristiques techniques et dimensionnelles de la pièce.....	54
Tableau IV.02: Caractéristiques du matériau.....	58
Tableau IV.03 : Caractéristiques de la presse.....	64
Tableau IV.04 : Cordonnées des centres d'inerties des poinçons.....	66
Tableau IV.05 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles du ressort.....	67
Tableau IV.06 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la goupille.....	68
Tableau IV.07 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis épaulée.....	69
Tableau IV.08 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis CHC.....	70

# Introduction Générale.

## Introduction Générale :

Améliorer la fonctionnalité, le coût, le service, les méthodes de fabrication ; faciliter les déclinaisons de gamme et l'usage, donner une identité au produit, sont des exemples d'interventions du design sur la compétitivité et la qualité d'un produit, ces mêmes préoccupations sont au cœur du processus de création de nouveaux produits ceux-là nous mène à la diversification croissante de l'offre et de la demande, exigent une perception de plus en plus fine des marchés et des utilisateurs.

Pour faciliter les déclinaisons de gamme et d'usage, en améliorant principalement, la fonctionnalité, le coût et les méthodes de fabrication, et assurer ainsi une certaine durée de vie. Le concepteur ne peut pas modéliser ce qu'il ignore, il doit connaître les lois, et les normes pour élaborer les modèles ; Il a besoin d'évaluer rapidement, les grandeurs principales pour apprécier les résultats des calculs automatiques; Il doit savoir sur quels paramètres agir afin d'améliorer une solution, et il doit surtout traduire dans le concret, l'abstraction des modèles à l'aide des moyens informatiques modernes, et les logiciels dits de conception assistée par ordinateur (CAO), constituent des moyens puissants de calculs, d'analyse des structures mécaniques, dans divers secteurs. C'est le cas du secteur de l'industrie électroménagère, qui a connu un énorme développement, notamment des évolutions dans la conception, et les moyens de production.

Grâce à l'intervention du design dans la conception de produits, on est arrivé à créer des produits compétitifs de haute qualité, et à fort rendement énergétique, tout en respectant les facteurs essentiels, entrant dans la production, en particulier l'environnement.

En parlant du secteur de l'électroménager, l'Entreprise Nationale des Industries Électroménagères, toutes ses unités ont adopté ces moyens techniques modernes de conception, et de fabrication, qui a pour objectifs l'amélioration de la fonctionnalité, la réduction du coût de production tout en respectant les normes légales exigées.

Le département technique de l'unité froid m'a confié de faire soigneusement une étude et conception d'un outil afin d'améliorer la qualité du réfrigérateur ENIEM FB2.

Vue la forme de la pièce à réaliser, nous avons opté pour un outil sur lequel seront réalisés les opérations suivantes : poinçonnage, emboutissage et pliage, cette outil doit être conçu d'une manière à satisfaire les exigences de l'entreprise en terme de délais, prix de revient.

Présentation de l'entreprise.

## 1. Présentation de l'entreprise:

[1]

L'E.N.I.E.M est une Entreprise Publique Économique de droit Algérien constituée le 02 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'Entreprise SONELEC.

ENIEM est entrée en production à partir de janvier 1977 dont l'activité principale est la fabrication et la commercialisation d'appareils électroménagers.

## 2. Situation géographique:

[2]

Son siège social se situe au chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Les unités de production sont implantées à la zone industrielle "Aissat Idir" de Oued-Aissi, distante de 7 km du chef-lieu de wilaya.



Figure 01: Situation géographique. (Source: Google earth)

Sa direction générale est située à la sortie sud-ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Le champ d'activité de l'entreprise ENIEM consiste en la conception, la fabrication et la commercialisation des produits électroménagers, ainsi que la prise en charge du service après-vente.

L'entreprise ENIEM aujourd'hui a une importante gamme de produits, nous citons :

- Les réfrigérateurs petit ; moyen et grand modèle.
- Les congélateurs.
- Les plaques chauffantes.
- Cuisinières à 04 et à 05 bruleurs.
- Climatiseurs split et à armoire.

### 3. Historique de l'entreprise: [3]

La naissance de l'entreprise nationale des industries électroménagères: E.N.I.E.M, est due à la restriction organique de la SONELEC le 02 janvier 1983, dont celle-ci était un projet datant du 21 août 1971. Le complexe est rentré en production réelle que le 16 juin 1977 avec un effectif de 572 travailleurs.

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

Connu aujourd'hui comme le leader de l'électroménager en Algérie et cela dans divers domaines tels que :

- La climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à Oued Aissi.
- Sanitaire à Meliana.
- Filiale lampe à Mohammedia.

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

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

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

Elle assure également la commercialisation et la fonction du service après-vente de ses produits.

#### 4. Organisation de l'entreprise : [2]

A partir de janvier 1998, l'Entreprise s'est réorganisée en centre d'activités stratégiques qui s'articulent autour de la restructuration du complexe d'appareils ménagers créant plusieurs unités de production et de soutien.

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de plusieurs sous directions, unités et services présidés par la Direction générale, on peut citer l'unité de prestation technique qui nous a proposé le thème de ce travail.

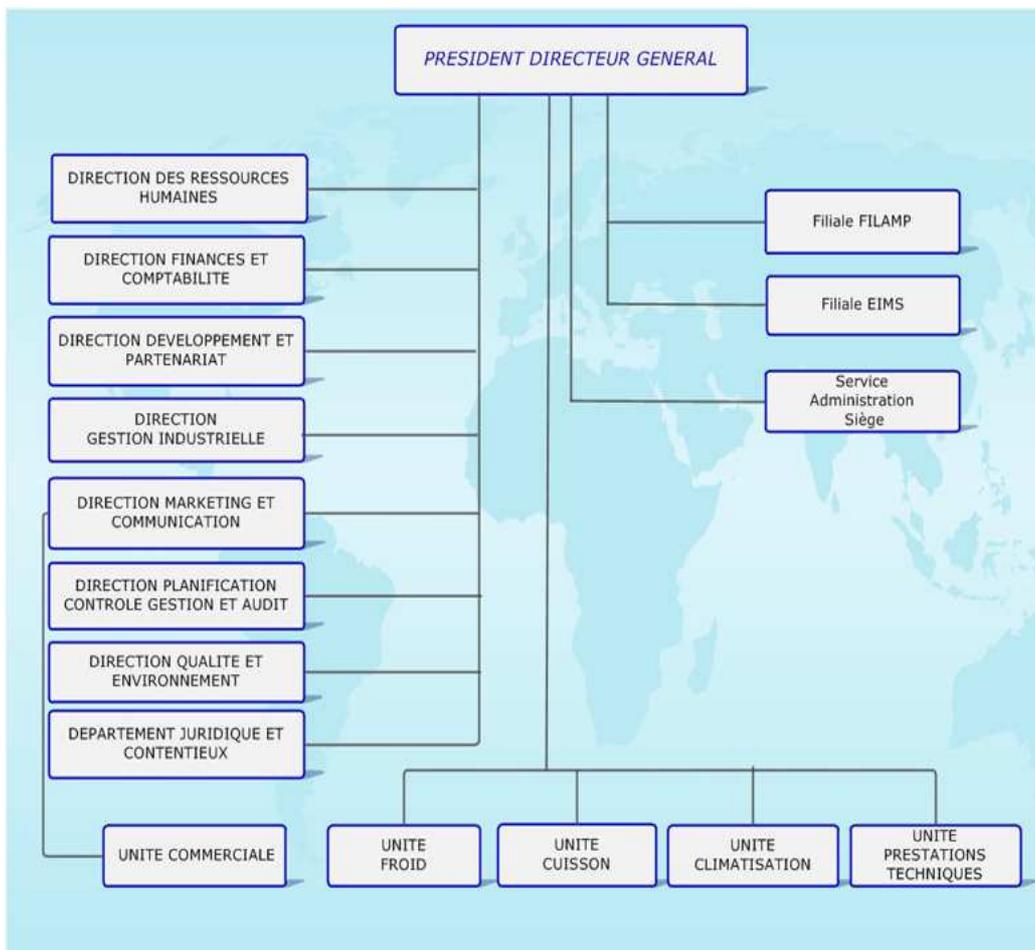


Figure 02: Organigramme générale de l'entreprise. [2]

## 5. Principales missions et activités des différents services de l'entreprise: [3]

### 5.1 Direction générale:

La direction générale est responsable de la stratégie et du développement de l'entreprise. Elle exerce son autorité hiérarchique et fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unités.

### 5.2 Unité froid:

La mission globale de l'unité Froid est de produire et développer les produits froids domestiques. Ses activités sont:

- Transformation des tôles.
- Traitement et revêtement de surface (émailage, peinture, plastification).
- Fabrication des pièces par injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces métalliques.
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage.

### 5.3 Unité cuisson:

La mission principale de l'unité cuisson est de produire et développer la cuisson à gaz à l'électricité ou mixte et tout produit de technologie similaire.

Ses activités sont :

- Transformation de la tôle.
- Traitement et revêtement de surface (Zingage, Chromage).
- Assemblage.

### 5.4 Unité climatisation:

La mission globale de l'unité climatisation est de développer les produits de climatisation, ses activités sont:

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

### **5.5 Unité sanitaire:**

L'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM en l'an 2000.

Elle n'entre pas dans le champ de certification de l'entreprise.

La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits sanitaires (baignoires, lavabos ...).

### **5.6 Filiale Filamp:**

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

## **6. Politique de l'entreprise:**

[4]

### **6.1. Politique qualité:**

L'ENIEM a mis en œuvre un système de management de la qualité conformément à la norme internationale ISO 9001/2008.

Cette politique qualité basée sur l'amélioration continue des processus se manifeste par la volonté de la Direction Générale à savoir:

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

## 6.2. Politique environnementale :

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

Pour y parvenir, l'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des ressources, la sensibilisation et la formation, la responsabilité et l'implication de son personnel.

Pour cela, l'ENIEM a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue en mettant en place un système de management environnemental selon le référentiel ISO 14001/2004. La direction générale met à disposition les moyens nécessaires à la réussite de ce projet.

## 7. Objectifs de l'entreprise :

[4]

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

- Accroître la satisfaction des clients.
- Améliorer les compétences du personnel.
- Réduire les rebuts.
- Augmenter la valeur de la production.
- Améliorer le chiffre d'affaire.
- Se conformer aux exigences légales et réglementaires en vigueur.
- Appliquer et respecter les dispositions et procédures établies.

### Conclusion :

Après la présentation de l'entreprise et une analyse d'une meilleure répartition des opérations, le premier chapitre comprendra une étude théorique sur les presses et leurs différents équipements utilisés dans l'industrie pour la production des pièces mécaniques.

# Chapitre I :

Généralités sur les presses.

### **I.1. Introduction :**

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

### **I.2. Définition d'une presse: [5]**

La presse est une machine constituée d'un ensemble d'organes conçus pour fournir une force de compression démultipliée et un déplacement, servant à écraser ou à déformer un objet, souvent utilisée pour la réalisation des pièces à partir des matériaux en feuille.

### **I.3. Classification type de presse :**

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres, nous préférons de les classer comme suit :

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

#### **I.3.1. Selon le mode de transmission d'énergie :**

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

##### **I.3.1.1. Les presses mécaniques :**

Dans cette catégorie, l'énergie fournie par le moteur est emmagasinée dans un volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en un mouvement de translation.

Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement et généralement d'un prix moindre que celui des presses hydrauliques équivalentes, elles sont plus répandues car elles permettent d'atteindre des cadences élevées.



Figure I.01: Presse mécanique. [6]

### I.3.1.2. Les presses hydrauliques :

Ses structures sont comparables à celles des presses mécaniques, ce qui diffère c'est le mode d'action du coulisseau. Elles sont actionnées par la pression d'un liquide (huile) qui entraîne le coulisseau par l'intermédiaire d'un vérin.

Comme toutes les machines hydrauliques, elles offrent par rapport aux machines mécaniques l'avantage d'une plus grande souplesse qui est due aux possibilités de :

- Modifier la course du coulisseau.
- Avoir de très longues courses.
- Régler la pression exercée sur le coulisseau.
- Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente du coulisseau.



Figure I.02: Presse hydraulique. [6]

### I.3.2. Selon la forme du bâti:

#### I.3.2.1. Presses à col de cygne:

Ce type est employé pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petites pièces et des grandes séries. La forme de col de cygne d'un bâti permet de dégager latéralement le plateau de la presse. Elles sont utilisées généralement lorsque le travail nécessite le passage latéral de la bande et l'inclinaison vers l'arrière jusqu'à 20° du bâti pour faciliter l'évacuation des pièces par gravité.



Figure I. 03: Presse à col de cygne. [6]

### I.3.2.2. Presses à arcade :

Ces presses ont un bâti monobloc coulé ou parfois soudé, ce qui leur permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être à simple ou à double effets.



Figure I. 04 : Presse à arcade. [6]

### I.3.2.3. Presses à montants droits :

Ce type est presque le même que le type précédent. Le bâti est assemblé, c'est-à-dire que la table, les montants et le chapiteau sont reliés par quatre forts tirants en acier serrés à chaud.

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

Ces presses sont très robustes et peuvent atteindre de très grandes dimensions.



Figure I.05 : Presse à montant droit. [6]

#### I.3.2.4. Presses à colonnes:

Ces presses sont employées pour le forgeage et le matriçage. Elles sont équipées de quatre colonnes cylindriques liant la partie supérieure et la partie inférieure (table) et d'un coulisseau guidé par les colonnes.



Figure I.06 : Presse à colonnes. [6]

### I.3.2.5. Presses à table mobile et bigorne :

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



Figure I.07 : Presse à table mobile et bigorne. [6]

### I.3.3. Selon le nombre de coulisseau :

#### I.3.3.1. Presse à simple effet :

Les presses dans ce type comportent un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs vérins.



Figure I.08 : Presse a simple effet. [6]

Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inférieur logé sous la table qui est destiné à assurer l'effet du serre-flan.

### I.3.3.2. Presse à double effets :

Dans ce type, la presse comporte deux coulisseaux indépendants l'un de l'autre, l'un central porte le poinçon et l'autre extérieur porte le serre-flan. Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail du poinçonnage.

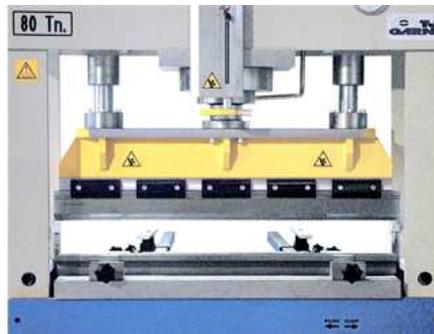


Figure I.09: Presse à double effet. [6]

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

### I.3.3.3. Presse à triple effets :

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



Figure I.10 : Presse à triple effet. [6]

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

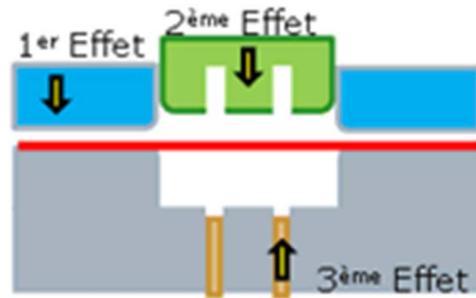


Figure I.11: Effets agissant sur un flan. [5]

#### I.4. Exigence de choix d'une presse: [4]

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

- Type de travail à envisager.
- L'effort nécessaire, (nature de transmission du mouvement).
- Dimension de l'outil et de la pièce, (section de coupe).
- Longueur de course des coulisseaux.
- Cadence nominale de fonctionnement, (coups / mn).

#### I.5. Parties constituant une presse:

Quel que soit le type, la presse est constitué généralement de :

- Une partie fixe appelée: bâti qui porte la matrice.
- Une partie mobile appelée: coulisseaux qui est un mécanisme de travail qui anime un ou plusieurs coulisseaux de mouvements rectilignes alternatifs perpendiculaires à la table et solidaire au bâti.

#### I.6. Conclusion:

Après avoir cité les différentes presses, nous pouvons dire que les constructeurs des machines-outils ne cessent de développer et de fournir l'industrie des presses de nouvelle génération.

## Chapitre II :

# Généralités sur les outils de presses.

## II.1.Introduction :

Les travaux de mise en forme des métaux en feuilles nécessitent des outils de presses qui sont composés au minimum de deux éléments : une ou plusieurs matrices et un ou plusieurs poinçons.



Figure II.01 : Poinçon et matrice en perspective. [7]

## II.2. Le poinçon :

[8]

C'est un élément plein dont sa base a la forme de la pièce à découper, il prend son appellation à partir du type de travail à réaliser, il est constitué généralement de :

- 1. Dispositif de retenue : servant à le maintenir en sa position.
- 2. Corps : usiné avec la tolérance "m6".
- 3. Tête : elle contient soit un arrondi ou un chanfrein.
- 4. Partie active : section constante d'une hauteur de 08 à 10 mm afin d'éviter son flambement.

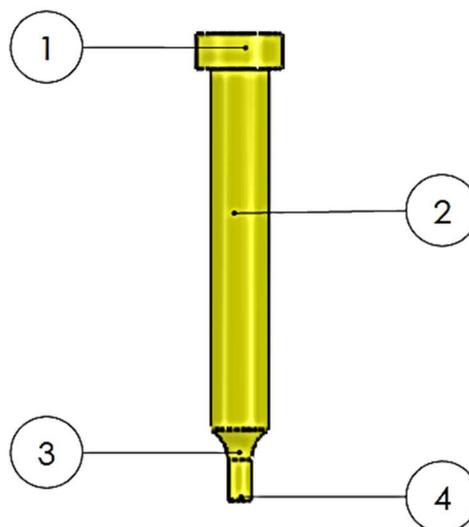


Figure II.02 : Constitution d'un poinçon.

On peut les classer suivant les opérations auxquelles sont destinés : découpage; poinçonnage; emboutissage; pliage; etc.

Les pionçons sont fabriqués en acier fortement allié ( X 6 Cr Mo Ti 17-12 ), cémentés par la suite afin de minimiser l'usure et augmenter leur dureté et leur durée de vie.

### II.3. La matrice:

Une matrice est une pièce usinée d'une façon à ce que le poinçon s'ajuste dans l'ouverture avec un jeu déterminé, servant à reproduire la forme désirée, elle comporte une dépouille pour éviter le laminage des flans et réduire l'effort fourni par la presse.

Elle est constituée généralement de:

- 1. Partie active: section constante d'une hauteur de 04 à 05 mm permettant son affutage.
- 2. Dépouille: d'environ 3° afin d'éviter le tassement de débouchure.
- 3. Dispositif de maintien: sert à éviter son extraction.

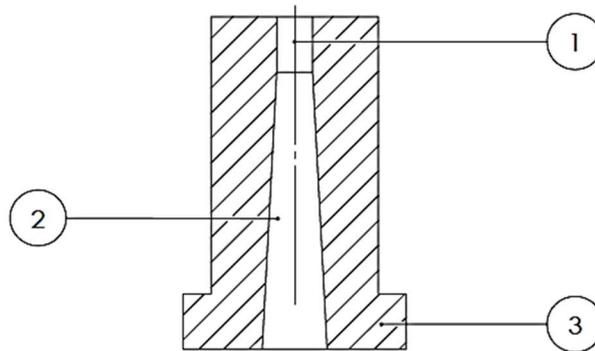


Figure II.03 : Constitution d'une matrice.

Les matrices rapportées permettent l'affutage ou le changement immédiat en cas d'usure ou de cassure de la partie active.

Tel que les pionçons, les matrices sont fabriquées avec un acier fortement allié: (X 6 Cr Mo Ti 17-12), cémentées par la suite.

En plus de la matrice et du poinçon, l'outil est équipé d'autres éléments tels que: le porte poinçon; les semelles; les serres flans; les éjecteurs; etc.....

## II.4. Quelques types d'outils de presse: [5]

### II.4.1. Outil simple découvert :

Il est constitué d'un poinçon et d'une matrice. Il est utilisé dans la production unitaire du fait du soulèvement de la bande avec le poinçon, la bande est déplacée dans la matrice après chaque coup, ce qui produit des manipulations délicates pour l'opérateur, le centrage du poinçon est insuffisant car il est assuré par un seul coulisseau.

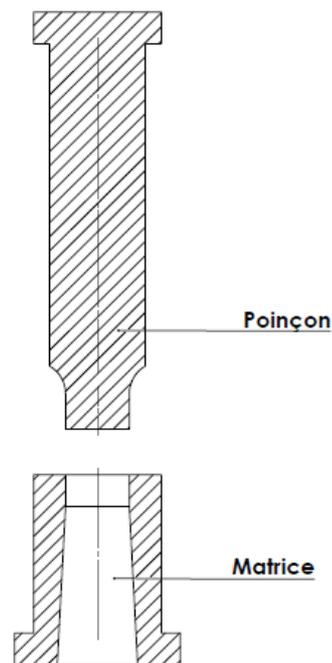


Figure II.04: Outil simple découvert.

### II.4.2. Outil à contre plaque à engrenage:

Il est dit outil couvert, il est équipé de deux semelles servant d'appuis pour la matrice et offre la possibilité d'extraction des déchets dans un plateau de presse non ajouré, le guidage de la bande est assuré par deux éléments appelés: guide, ainsi le poinçon est guidé par une contre plaque pour lui assurer un bon centrage.

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

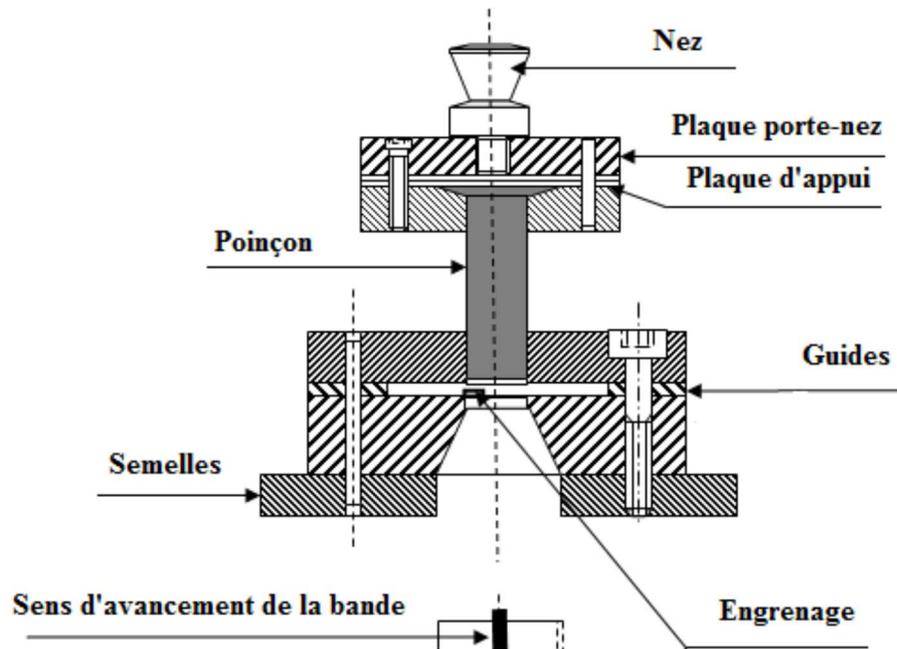


Figure II.05: Outil à contre plaque à engrenage.

#### II.4.3. Outil à contre plaque à suivre :

Deux ou plusieurs poinçons sont montés dans ces outils, la presse travaille coup à coup et l'avance de la tôle est guidée par des butées de départ. Dans l'exemple ci-dessous, le trou est poinçonné d'abord puis le découpage rectangulaire après l'avance de la pièce d'un pas avec l'autre poinçon.

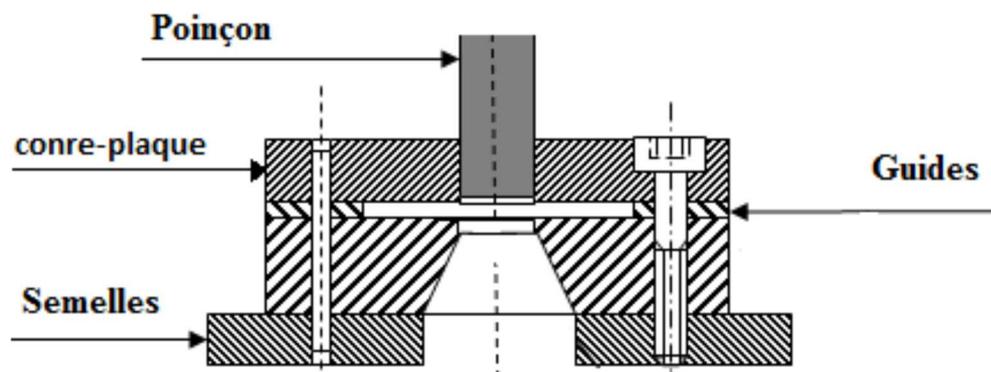


Figure II.06: Outil à contre plaque à suivre.

#### II.4.4. Outil à couteau:

De même conception que les outils précédents, il est équipé d'un couteau à la place de l'engrenage pour le contrôle de l'avance de la tôle, le couteau est un poinçon latéral qui coupe sur une largeur de 3mm environ.

Dans le cas de manipulation de bandes larges, deux couteaux de chaque côté assurent une butée.

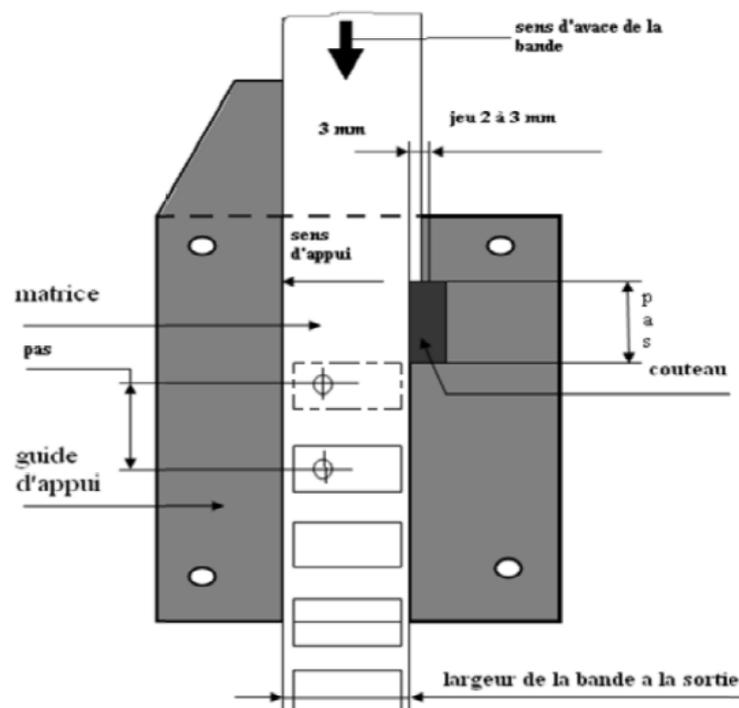


Figure II.07: Outil à couteau.

#### II.4.5. Outil à presse bande:

C'est un outil dont lequel la contre plaque des outils précédemment cités est remplacée par une autre analogue, montée sur ressorts appelés : presse-bande, cette dernière est utilisée pour le maintien des tôles minces lors du découpage du poinçon, deux à quatre colonnes assurent le guidage de l'ensemble poinçon matrice.

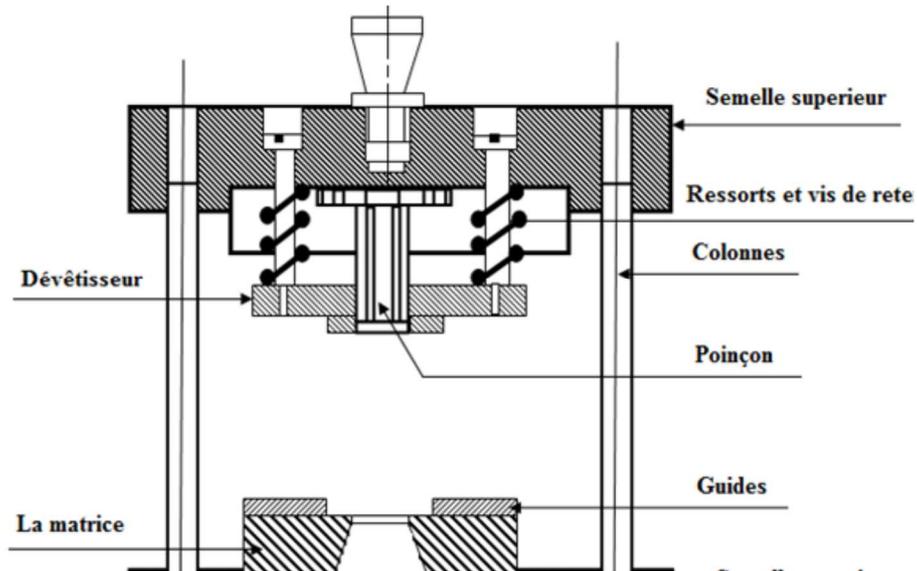


Figure II.08: Outil à presse bande.

#### II.4.6. Outil dit Suisse :

Appelé aussi outil bloc, puisqu'il poinçonne et découpe en même temps en coup de matrice, la précision des pièces découpées ne dépend pas du système de guidage (engrenage couteau...etc.), mais de la précision de l'outil, on ne peut donc l'utiliser que pour le découpage des tôles minces.

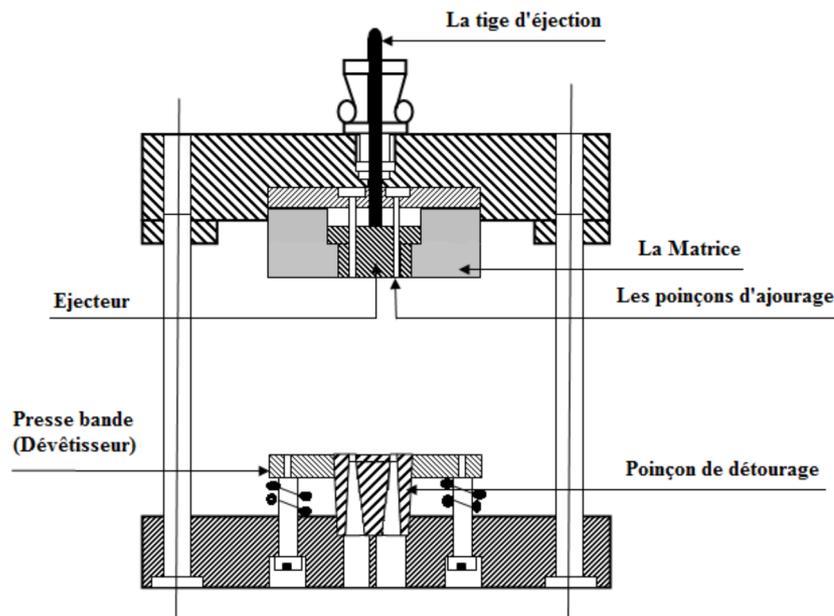


Figure II.09: Outil dit Suisse.

### II.4.7. Outil à pilote:

C'est un outil à presse bande, dépourvu d'engrenage ou de couteau, les pilotes s'introduisent dans des trous préalablement percés hors de la pièce définitive et assurent le bon fonctionnement de la bande avant que le presse bande à fixer, la matrice de l'outil est un assemblage de plusieurs pièces appelées: pavés.

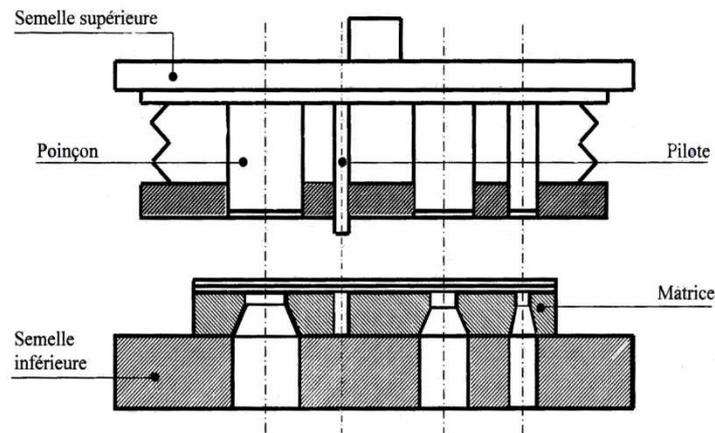


Figure II.10 : Outil à pilote.

### II.4.8. Outil de reprise:

On distingue deux types, outil à contre plaque et outil à serre flan. Ils sont utilisés pour le poinçonnage des pièces découpées préalablement, la pièce est munie d'un détrompeur qui assure sa position lors du poinçonnage pour les pièces dissymétriques.

L'évacuation des pièces se fait à l'aide d'un éjecteur ou en usinant des parties de dégagement dans la contre- plaque par exemple.

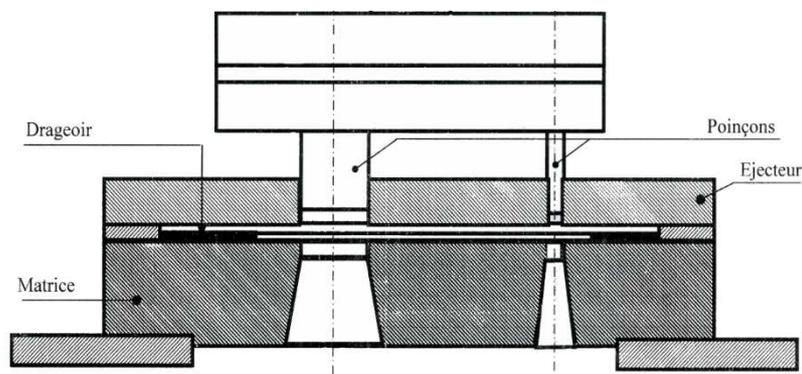


Figure II.11: Outil de reprise.

#### II.4.9. Outil de détourage:

Utilisé généralement pour la finition des pièces embouties, enlèvement des bords irréguliers, on distingue les outils de détourage à rase dont lesquels les bords irréguliers sont enlevés à rase de la pièce, et les outils de détourage- poinçonnage en même temps.

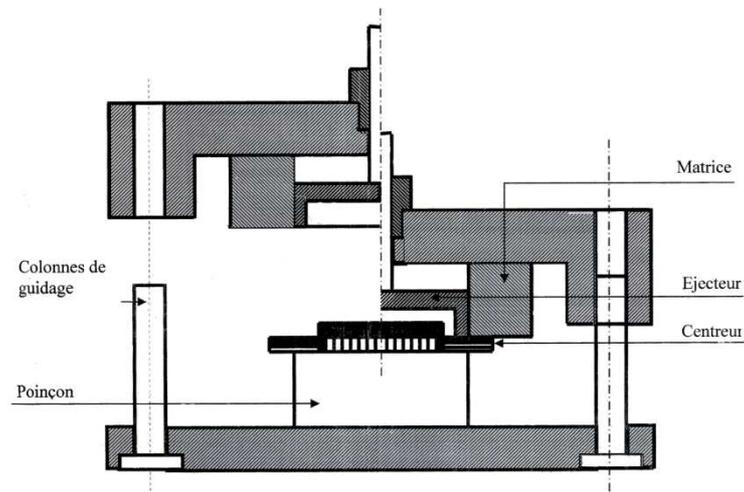


Figure II.12: Outil de détourage.

#### II.4.10. Outil à cames:

La came est utilisée pour transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal ou oblique, elles sont utilisées dans les outils de découpage pour le poinçonnage latéral, lorsque plusieurs opérations simultanées sont réalisées dans le flan.

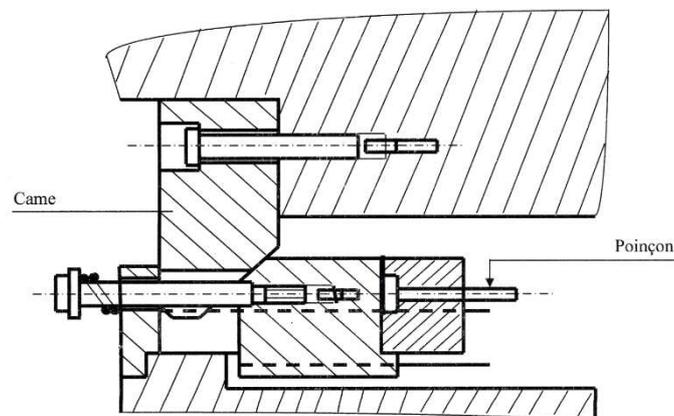


Figure II.13: Outil à cames.

## II.4.II. Outil de cambrage en "V" :

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

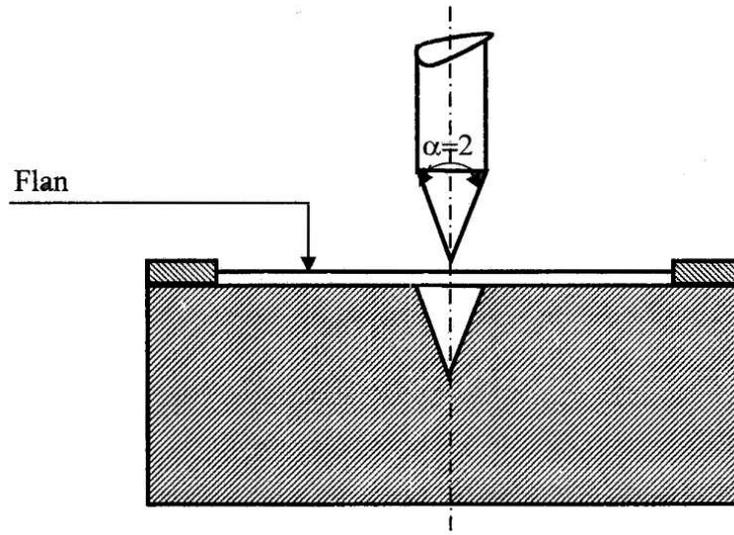


Figure II.14 : Outil de cambrage en "V"

## II.4.I2. Outil de cambrage en "U" :

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

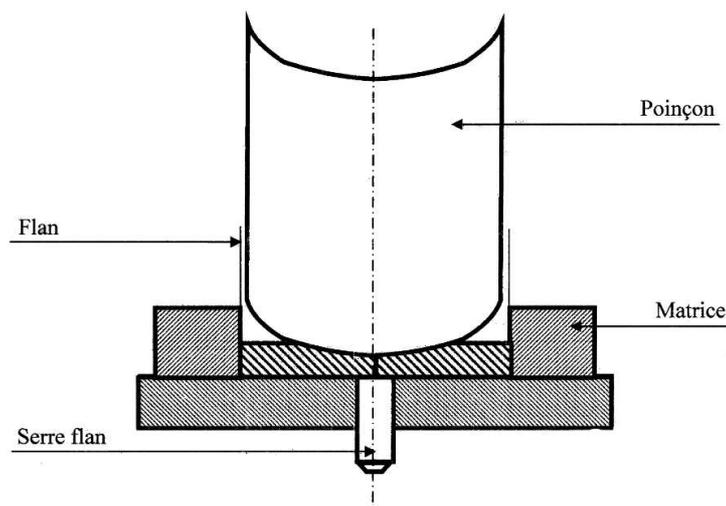


Figure II.15: Outil de cambrage "U".

### II.4.13. Outil de pliage en équerre :

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

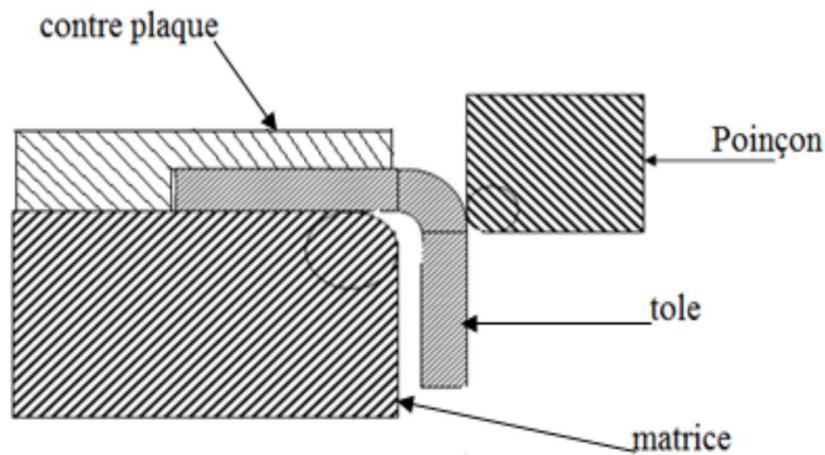


Figure II.16 : Outil de pliage en équerre.

### II.4.14. Outil d'emboutissage :

Le plus simple se compose d'un poinçon et d'une matrice, il est également appelé outil d'emboutissage par passe à travers.

Le poinçon entraîne la pièce formée à travers la matrice, au cours de l'opération l'épaisseur des parois de l'embouti diminuent légèrement, à la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.

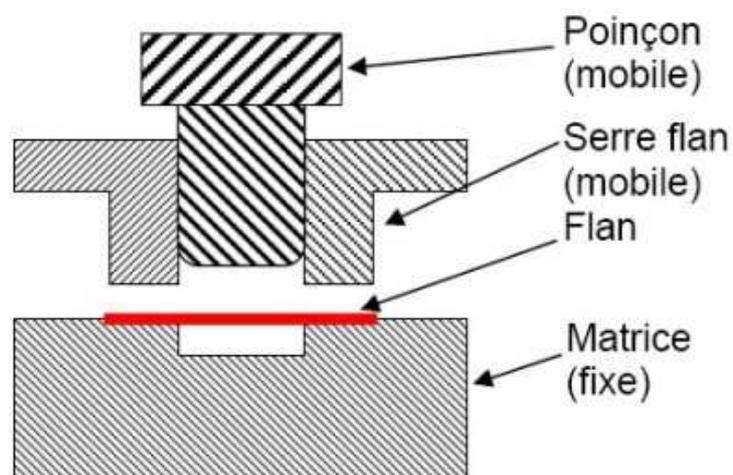


Figure II.17 : Outil d'emboutissage. [9]

#### II.4.15. Outil de découpage à longueur :

Ce sont des outils employés pour le découpage de feuille à faible longueur ou de barres laminées, il existe des outils à cisailer sans perte, et des outils de coupe en longueur avec perte pour des pièces à extrémités arrondies, ils sont équipés de butée réglable, pour les pièces de longueur variable, ainsi que de contre bande pour le bon positionnement de poinçon, il sont de même conception que les outils précédemment cités.

#### II.5. Usure des poinçons est des matrices : [4]

D'après l'étude faite dans le chapitre suivant, on a vu que pendant la phase de la pénétration, le relâchement brutal de l'effort dans la pièce à travailler engendre des vibrations dans cette dernière comme dans les flans, et cause un resserrement de la matrice sur la surface libre du poinçon.

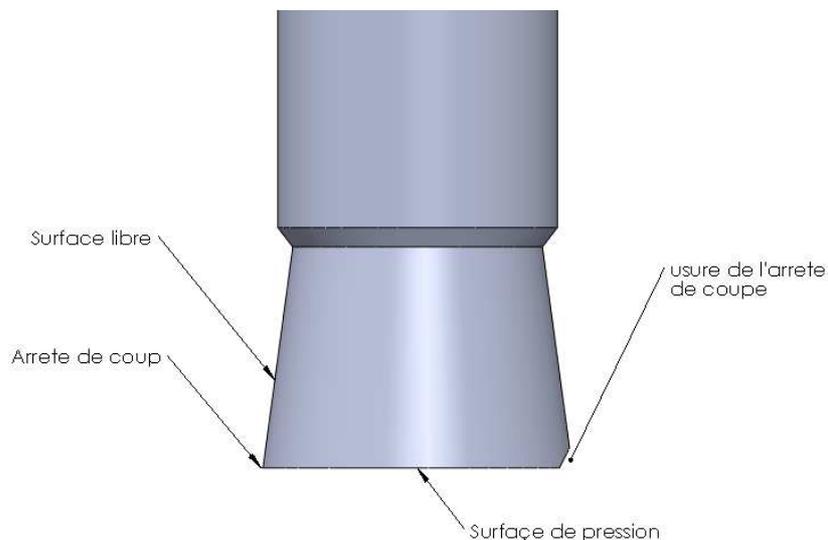


Figure II.18: Usure des poinçons.

Pendant le retrait du poinçon le resserrement cause environ 2 / 3 de l'usure de celui-ci; il y-a aussi l'action du choc pendant l'impact, et le mouvement relatif de l'outil et de la pièce à travailler, qui occasionnent une usure inévitable de l'outil de coupe.

Ce qu'il faut retenir concernant l'usure des poinçons et des matrices pour un bon

rendement des outils de coupe :

- L'usure se manifeste sur la surface de pression et aussi sur la surface libre et provoque par la suite un arrondi sur les arrêtes de coupe.
- Un contrôle doit être fait régulièrement afin de déterminer l'usure des poinçons et matrices, c'est-à-dire, des surfaces qui travaillent pendant le cisaillement.
- Dans le cas où il y aura usure, on procède à un affûtage par rectification plane ou bien d'un changement du poinçon ou de la matrice.
- L'utilisation des parties rapportées permet le changement immédiat.

### II.6. Affûtage de la matrice :

Après découpage d'un certain nombre de pièces, les arrêtes coupantes des parties actives s'émousent et s'arrondissent, après démontage de l'outil, le poinçon et la matrice sont affûtés par rectification plane.

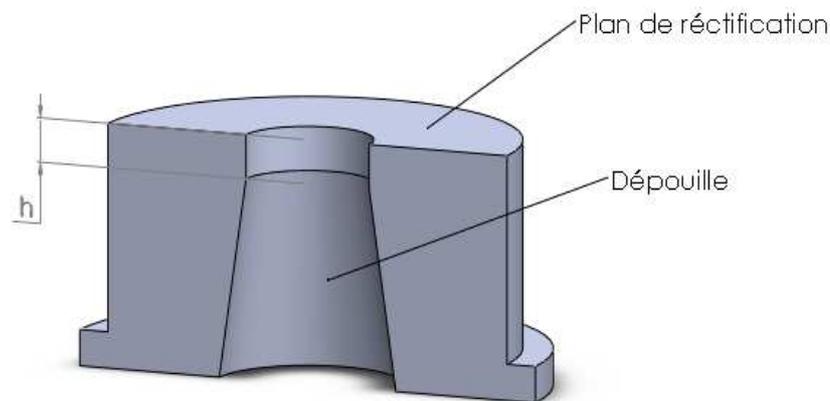


Figure II.19: Affûtage de la matrice.

- La partie nommée: "h" étant une entrée constante, de hauteur de l'affûtage de 4 à 5 mm.
- La dépouille réduit le nombre de débouchure coincées et empilées et limite aussi l'effort du poinçon.

- L'affûtage diminue "h" de 0,2 mm à 0,5 mm, ce qui réduit systématiquement la hauteur totale de la matrice, cette valeur est à prendre en considération lors de la conception des matrices.

## II.7. Les matériaux utilisés pour les outils de presse: [7]

L'outil de découpage doit être conçu à partir d'un matériau dont les caractéristiques donnent un rendement optimal, surtout aux parties actives de ce dernier, une résistance à l'usure, une résistance aux contraintes de traction, de compression et aux chocs, ainsi que le matériau mis en œuvre implique une bonne usinabilité et l'aptitude de subir des traitements thermiques.

Pour la conception de l'outil nous choisissons quelques aciers de la famille des aciers à outils qui sont employés pour la fabrication d'outils dont HRC = 60, ont une résistance à l'usure et une forte résistance mécanique.

Le tableau suivant nous donne les désignations normalisées suivant la norme: NF-EN 10027-1, pour les matériaux utilisés dans la fabrication des organes d'outils de presse.

(Voir le tableau pour définir le choix de la matière. Tableau II.01 page 29)

Nuance		Traitement de référence	
Ancienne	Nouvelle	Rr min Mpa	Re min Mpa
38 C 2	30 Cr 2	800	650
34 C 4	34 Cr 4	880	660
55 C 3	55 Cr 3	1100	900
100 C 6	100 Cr 6	HRC = 62	
25 CD 4	25 Cr Mo 4	880	700
42 CD 4	42 Cr Mo 4	1080	850
16 NC 6	16 Ni Cr 6	800	650
17 NCD 6	17 Ni Cr Mo 6	1130	880
51 CV 4	51 Cr V 4	1180	1080
20 MC 5	20 Mn Cr 5	1230	980
36 NCD 16	36 Ni Cr Mo 16	1710	1275
51 S 7	51 Si 7	1000	830
60 SC 7	60 Si Cr 7	1130	930
Z 8 CD 17	X 4 Cr Mo S 18	HRC = 51	
Z 5 CN 18-10	X 5 Cr Ni 18-10	510	195
Z 2 CND 17-12	X 2 Cr Ni Mo 17-12	510	205
Z 6 CNT 18-11	X 6 Cr Ni Ti 18-10	490	195
Z 6 CNDT 17-12	X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12	5450	215

Tableau II.01: Désignations normalisées des matériaux. (Source: NF EN 10027-1)

### II.8. Conclusion :

La connaissance des outils de presse doit permettre de développer une réflexion constructive pour répondre aux problèmes qui pourraient se poser au cours d'un projet afin de permettre d'atteindre les objectifs de production.

## Chapitre III :

Les procédés de mise en  
forme des métaux en feuilles.

### III.1. Introduction

L'objectif de la mise en forme des métaux en feuilles par déformation plastique est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérance donnée. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des divers procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût. Parmi ces procédés, nous citerons : le découpage, le poinçonnage, le pliage et l'emboutissage.

### III.2. Définition d'une tôle: [3]

On trouve dans " le petit Robert" la définition suivante: Tôle: feuille de fer ou feuille d'acier obtenue par laminage.

Les tôles donc sont des feuilles en métal, comme sa forme de feuille n'est pas trouver à l'état naturel, on considère que la tôle est un produit semi-fini obtenue après plusieurs opérations de sidérurgie dont la mise en forme finale est réalisée par laminage.

#### III.2.1. Provenance des tôles :

Les tôles ont deux provenances :

Les lingots d'acier.

La coulée en continue (brames).

#### III.2.2. Caractéristiques mécaniques d'une tôle :

Ce qu'il faut retenir en général:

$E$ : module de Young en Mpa.

$R_e$ : limite élastique en Mpa.

$A\%$ : l'allongement.

$r$ : paramètre d'anisotropie.

$n$ : coefficient d'écroutissage.

La connaissance de ces caractéristiques est importante pour la maîtrise des procédés de mise en forme des métaux en feuilles.

Le découpage constitue le procédé le moins coûteux et plus rapide pour obtenir un profil donné dans un produit plat en grande, moyenne, voir petite séries.

### III.3. Le procédé du découpage: [4]

#### III.3.1. Définition :

C'est un procédé d'obtention des pièces par cisaillement sur un contour quelconque dont il peut être ouvert ou fermé.

#### III.3.2. Principe :

Une différence est faite sur les termes. Il consiste à détacher un profil donné d'un produit plat : une tôle, l'opération s'effectue sur une presse par l'intermédiaire d'un outil dont les parties travaillantes sont les poinçons et les matrices, l'élément de tôle détaché est appelé le flan.

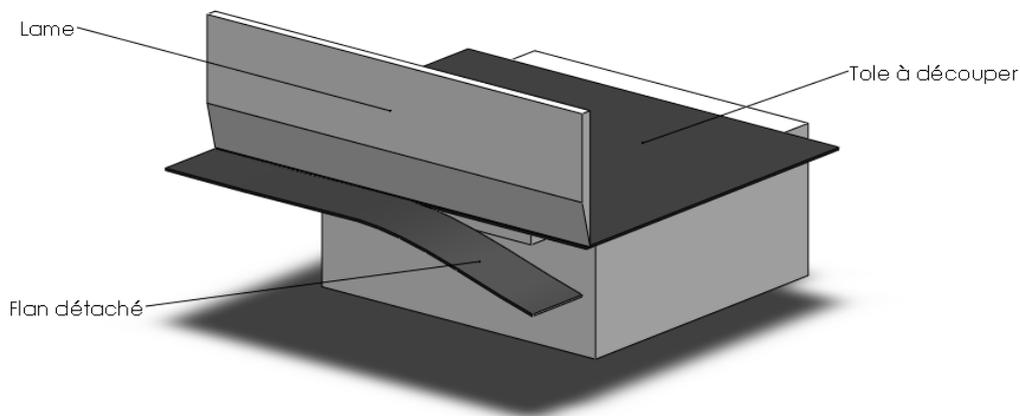


Figure III.01: Principe du découpage.

Le flan s'obtient par séparation suivant une ligne ouverte ou fermée dans une bande ou une feuille.

Après récupération de la pièce découpée, il subsiste un déchet. Le flan est rarement un produit final, il subit d'autres opérations de formage : (emboutissage, pliage, etc...), soit sur le même outil : (outil composé), soit lors de passes ultérieures.

## III.4. Procédés de mise en forme des métaux en feuilles :

[4]

## III.4.1. Cisailage:

Le cisailage est une technique de découpage sans création de déchet. Il consiste à séparer un flan suivant un contour non fermé qui affecte toute la largeur de la bande.

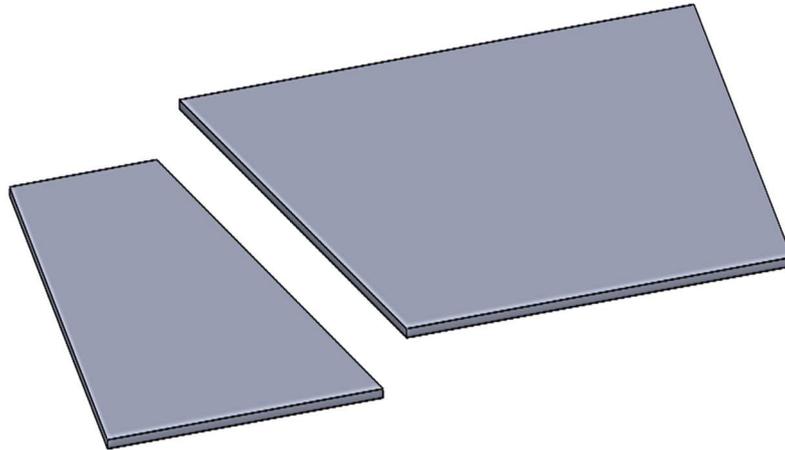


Figure III.02: Cisailage.

## III.4.2. Encochage:

Il consiste à découper une zone partielle débouchante à l'extérieur du métal sur le bord d'un flan ou d'une bande.

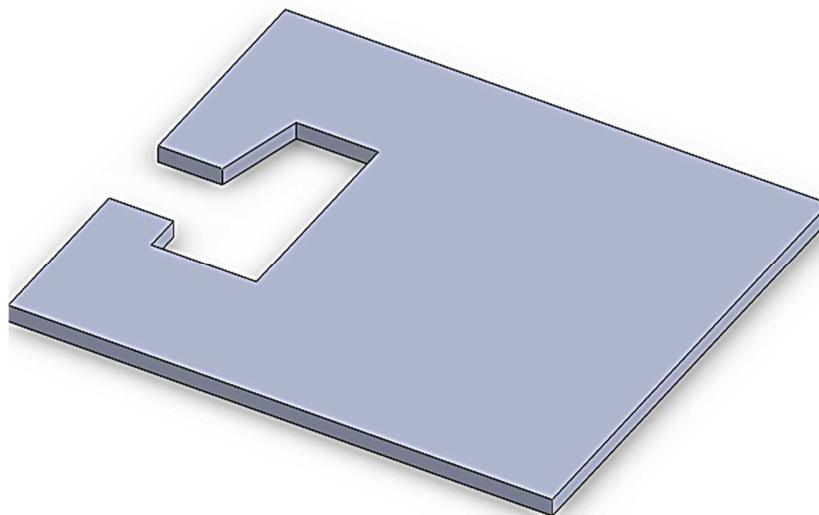


Figure III.03: Encochage.

### III.4.3. Crevage:

C'est un découpage partiel, suivant une ligne non fermée sans enlèvement de matière. Généralement il est fait sur des tôles épaisses.

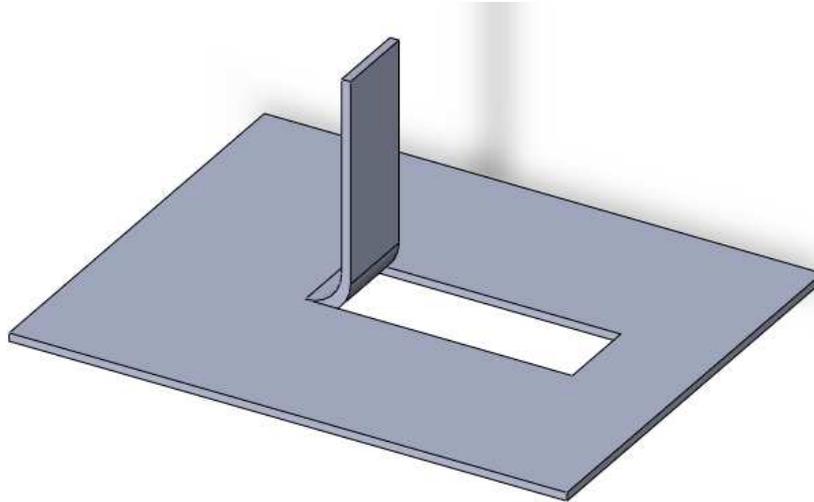


Figure III.04: Crevage.

### III.4.4. Ajourage:

L'ajourage est une technique de découpage qui consiste à réaliser des trous de grand diamètre et des formes dans la bande ou dans un flan avant d'engager d'autres opérations de pliage ou d'emboutissage.

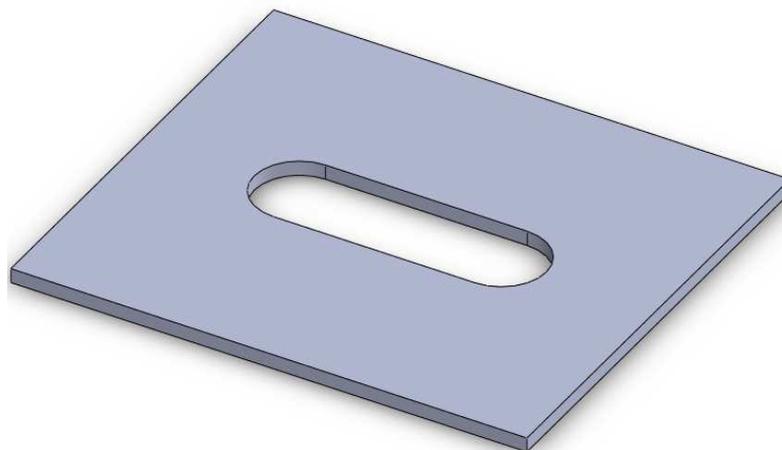


Figure III.05: Ajourage.

### III.4.5. Détourage:

C'est une opération de découpage consistant à supprimer les surfaces excédentaires autour d'une pièce préalablement formée pour obtenir la pièce finale.

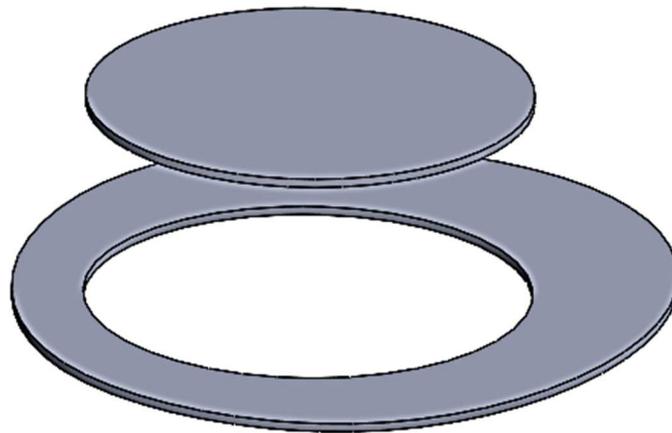


Figure III.06: Détourage.

### III.4.6. Soyage:

Consiste à former un collet: (relevage des bords d'un trou) soit par un perçage de la tôle par un poinçon de forme pointue, soit par un profil déjà formé.

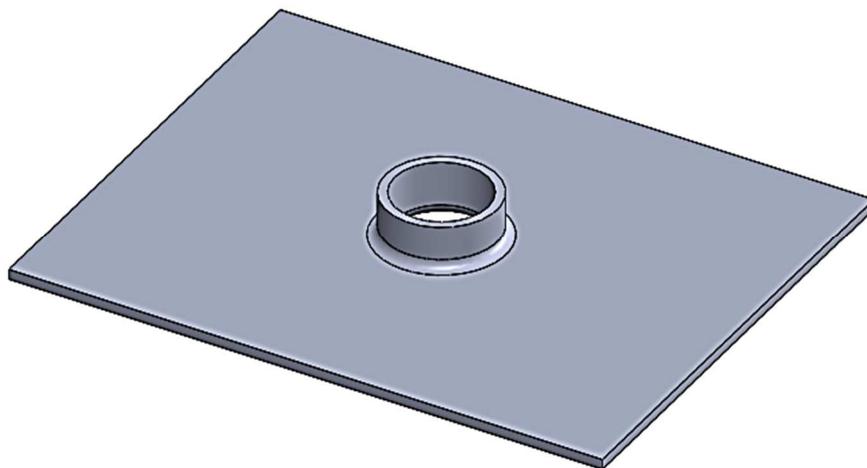


Figure III.07: Soyage.

### III.4.7. Pliage:

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

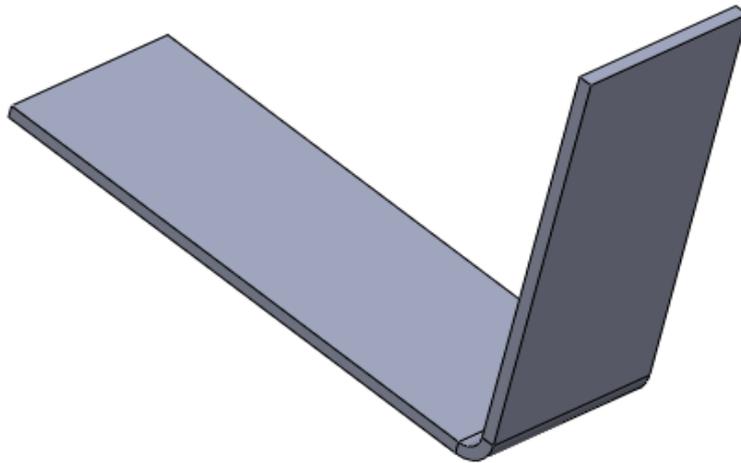


Figure III.08: Pliage.

### III.4.8. Matage:

C'est une opération de déformation qui consiste à imprimer une forme quelconque sur un flan d'où le matériau est malléable sous l'effet d'un choc ou d'une pression élevée.



Figure III.09: Matage.

### III.4.9. Emboutissage:

C'est une opération qui consiste à effectuer des formes avec des profondeurs telles que des creux ronds ou oblongs.

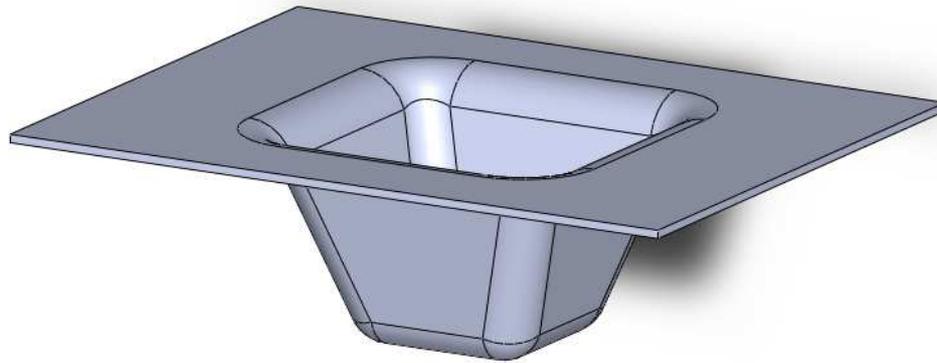


Figure III.10: Emboutissage.

### III.4.10. Poinçonnage:

C'est une opération semblable au découpage, mais l'on conserve la partie extérieure, le déchet étant la débouchure, le terme perforation désigne plus particulièrement des opérations de poinçonnage de petits diamètres sur un flan ou en pleine tôle.

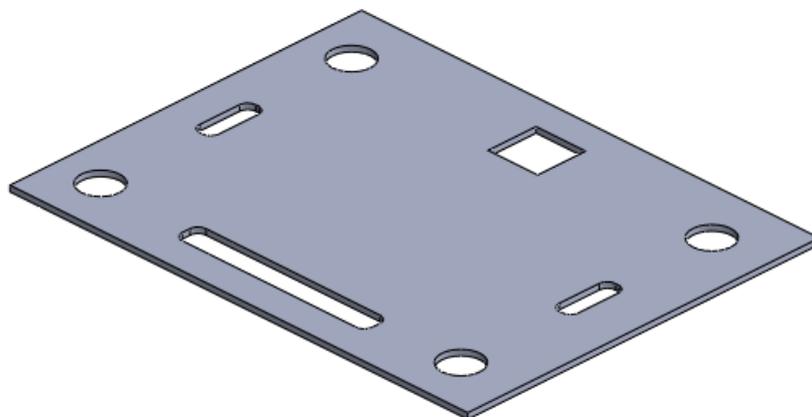


Figure III.11: Poinçonnage.

## III.5. Phases de poinçonnage: [5]

Comme nous venons de le présenter, le poinçonnage à la presse suit un mécanisme identique au procédé de découpage, ce qui engage un cisaillement de la tôle.

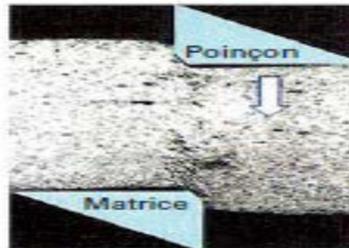


Figure III.12: Mécanisme du poinçonnage.

Ce cisaillement est provoqué par l'action de deux lames de découpage dont l'une agit en opposition au mouvement de l'autre.

On distingue habituellement trois phases dans l'opération de poinçonnage :

- Phase 1 : Indentation du poinçon dans la tôle: [4]

Le poinçon, qui commence à pénétrer dans la tôle d'une légère compression, crée un bombé à l'entrée du bord découpé.

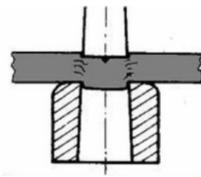


Figure III.13: 1<sup>ère</sup> phase.

- Phase 2 : Cisaillement plastique:

Les fibres superficielles sont découpées alors que les fibres intérieures sont en tension. Le poinçon crée une surface sur le bord découpé, parallèle au flanc du poinçon. Cette surface est d'aspect lisse.

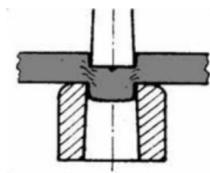


Figure III.14 : 2<sup>ème</sup> phase.

- Phase 3 : Rupture :

Avant que le poinçon n'ait traversé complètement l'épaisseur de la tôle, une fissure s'initie au niveau des arêtes de coupe de l'outil, provoquée par le dépassement de la limite élastique de la tôle. Ces fissures se rejoignent rapidement pour créer la rupture.

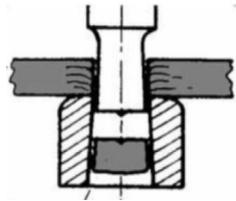


Figure III.15: 3<sup>ème</sup> phase.

### III.5.1. Effort de poinçonnage :

[1]

L'effort du poinçonnage est calculé par la relation suivante :

$$F_p = R_m \times e \times p \dots \dots \dots (III.1)$$

Avec :

$F_p$ : effort nécessaire au poinçonnage en daN.

$R_m$ : résistance maximale daN/mm<sup>2</sup>.

$e$ : épaisseur de la tôle en mm.

$p$ : périmètre du flan à poinçonner en mm.

### III.5.2. Effort d'extraction :

[1]

La pénétration du poinçon dans le flan de la tôle nécessite un effort d'extraction, ce dernier est ajouté à l'effort total de poinçonnage, il est estimé entre 2% à 7% de l'effort total de découpage, il est calculé par la relation suivante :

$$F_{ext} = F_p \times 0,07 \dots \dots \dots (III.2)$$

Avec :

$F_{ext}$  : effort nécessaire à l'extraction des poinçons en daN.

$F_p$  : effort nécessaire au poinçonnage en daN.

### III.5.3. Le jeu de découpage: [4]

Le jeu de découpage est parmi les paramètres importants de l'opération, ce jeu occupe une place majeure, bien qu'il soit défini habituellement comme étant l'écart entre les arêtes de coupe du poinçon et de la matrice, mais il influe sur les bords de la pièce obtenue (bavure).

Il dépend très particulièrement des facteurs suivants :

- L'épaisseur de la tôle à travailler.
- La résistance au cisaillement de cette dernière.
- La tolérance de la pièce à obtenir.

Pour un détournage, le jeu est à prendre sur le poinçon, ce qui fait que :

$$d = D - j \dots \dots \dots (III.3)$$

Pour le poinçonnage, le jeu est à prendre sur la matrice, ce qui fait que :

$$D = d + j \dots \dots \dots (III.4)$$

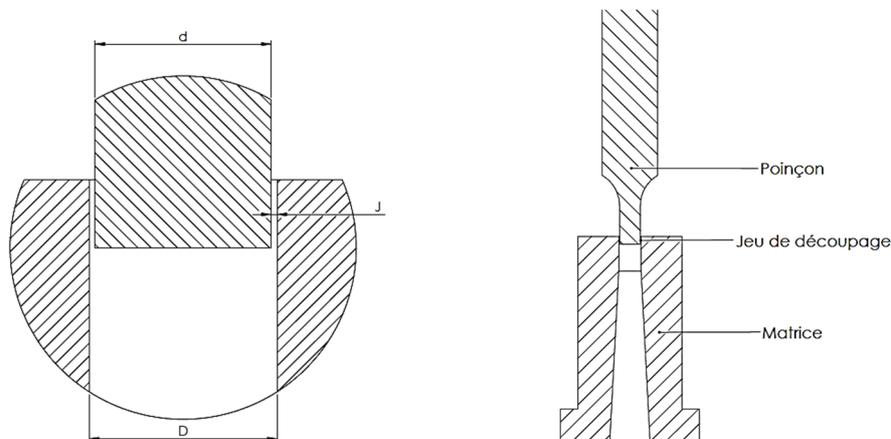


Figure III.16: Jeu de découpage.

Lors du découpage à la presse, le poinçon soumet les fibres du métal à une contrainte de traction qui atteint la résistance à la rupture de la tôle, ce qui provoque les fissures à ce niveau et l'arrachement de la partie découpée.

Le jeu varie selon la nature et l'épaisseur du matériau à découper, à savoir : [5]

- $J = 1/20$  de "e" pour laiton et acier doux.
- $J = 1/15$  de "e" pour l'acier dur.
- $J = 1/10$  de "e" pour l'aluminium.

III.6. Le pliage : [4]

Le pliage est une opération de mise en forme d'une tôle à froid qui consiste à déformer cette dernière de façon à y réaliser un ou plusieurs plis permettant d'atteindre le profil voulu.

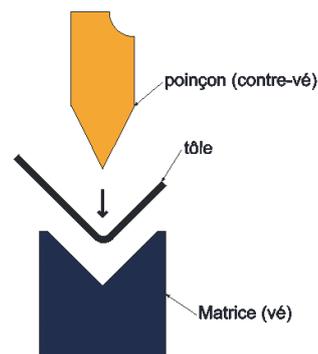


Figure III.17 : Principe du pliage.

Cette opération est réalisée suivant deux étapes : la conformation puis le retrait des outils. La conformation est utilisée pour atteindre des déformations irréversibles en vue de donner à la pièce les spécificités attendues.

III.6.1. Les modes de pliage : [3]

Suivant la géométrie des poinçons et matrices, on distingue :

III.6.1.1. Le pliage en l'air :

L'effort de pliage cesse quand la tôle arrive en fin de V. L'angle terminal est celui de la forme du vé + le retour élastique de la tôle est à environ (3°).

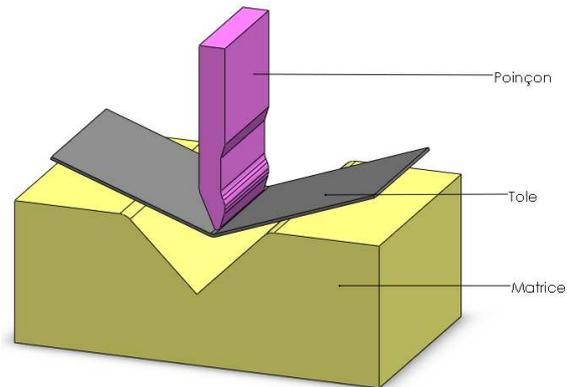


Figure III.18: Pliage en l'air.

Avec le pliage en l'air, suivant la position du poinçon en fin de course, différents angles peuvent être obtenus avec le même outillage. La tôle s'appuyant sur deux génératrices le long des bords du vé, puis est déformée par la pression exercée par le poinçon, un seul jeu d'outils poinçon-matrice permet d'exécuter des plis différents, l'angle recherché s'obtient en laissant revenir la tôle par élasticité, ce type s'applique aux tôles d'épaisseur moyenne: "2 à 10 mm", voire forte: "jusqu'à 15 mm".

### III.6.1.2. Pliage en frappe:

Cette opération de pliage s'effectue en deux temps. Tout d'abord, un pliage en l'air est effectué jusqu'à l'angle désiré. Ensuite, le poinçon descend rapidement, va frapper et marquer la tôle jusqu'à réduire voire éliminer totalement le retour élastique. L'angle du poinçon et de la matrice sont égaux à l'angle à obtenir.

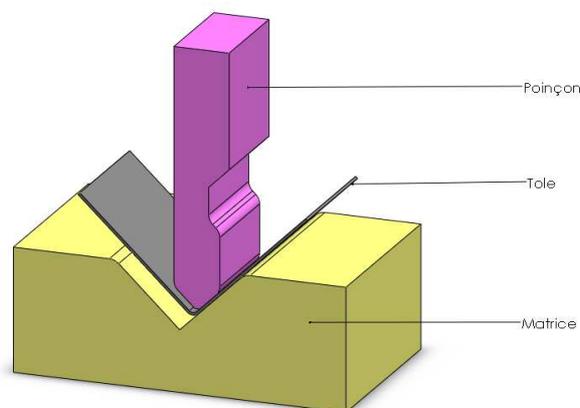


Figure III.19: Pliage en frappe.

Cette méthode est réservée à des tôles d'épaisseurs inférieures à 2 mm.

## III.6.2. Les formes des plis:

[8]

## III.6.2.1. Le pli en "V":

Dans le cas du pliage en "V", le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du Vé du poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle.

Selon la course imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe, l'angle du pli peut être aigu ou obtus.

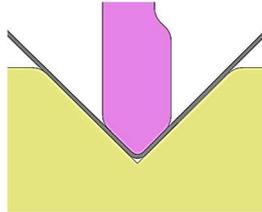


Figure III.20 : Pli en "V".

## III.6.2.2. Le pli en "U":

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

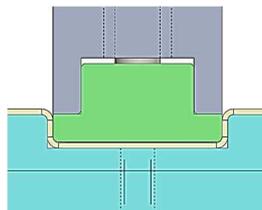


Figure III.21 : Pli en "U".

## III.6.2.3. Le pli en L:

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

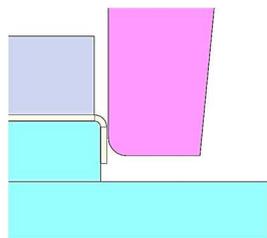


Figure III.22 : Pli en "L".

### III.6.3. Les paramètres du pliage: [7]

#### III.6.3.1. Le rayon de pliage:

Sur une pièce cambrée on constate des déformations sur la zone pliée, les fibres intérieures sont comprimées alors que celles extérieures subissent un étirement, ce qui provoque des fissurations sur la partie extérieure du pli.



Figure III.23 : Rayon de pliage.

Le rayon de pliage est défini selon la machine employée et les contraintes du dessin de la pièce. La plupart du temps, le dessin n'impose pas de rayon, c'est la machine utilisée qui définira à ce moment sa valeur, plus le rayon est petit, plus les déformations constatées sont grandes, de ce fait le cambrage sur un angle vif est à rejeter, le rayon minimal sera donc choisi assez suffisant afin d'éviter les fissurations et les déformations sur l'extérieur du pli.

L'équation donnant le rayon minimum est: [3]

$$R_{min} = \frac{e}{\left(\frac{A\% - 4}{100 - Z}\right) \times \left(\frac{A\% - 4}{100 - Z} + 2\right)} \dots\dots (III.5)$$

Avec:

$R_{min}$ : rayon minimal du pli en mm.

$e$ : épaisseur de la tôle en mm.

$A\%$ : l'allongement.

$Z$ : coefficient de striction.

Ce rayon dépend de:

[8]

- la nature du métal: (acier, aluminium, cuivre...).
- l'épaisseur à plier.
- l'état de malléabilité: (recuit, trempe, écroui).
- l'orientation des fibres linaires: (sens de laminage).

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

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

Tableau III.01: Rayon minimum en fonction de A%.

### III.6.3.2. Position de la fibre neutre:

[5]

Entre les deux zones de déformations, seule la fibre neutre qui ne subit aucune modification de forme, celle-ci sera la base de calcul de la longueur développée.

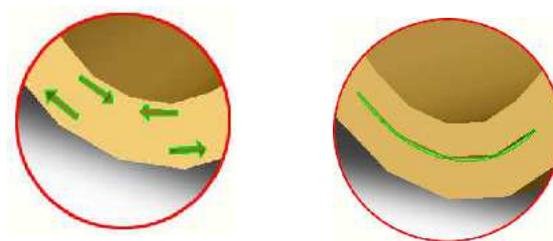


Figure III.24 : Zone de déformation du pli.

En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage.

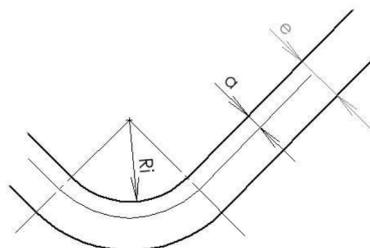


Figure III.25: Position de la fibre neutre.

Elle se situe à la distance "a" du bord intérieur du pli, suivant le rapport:  $Ri/e$ ,  
 "a" vari comme suit:

<b><math>Ri / e</math></b>	Environs: 1	Environs: 2	Environs: 3
<b>a</b>	$e/3$	$2e/5$	$e/2$

Tableau III.02: La variation de la distance "a" suivant  $Ri/e$ .

• Exemple:

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

$$Ri/e = 2/1 = 2 \quad \Rightarrow \quad a = 2e/5 = 0,4 mm.$$

Rayon de la fibre neutre égale à:  $Ri + a = 2,4 mm$ .

III.6.3.3. Le jeu de pliage:

[1]

Le jeu de pliage est un paramètre essentiel pour former un pli en "L", tel qu'il est montré sur la figure suivante, c'est la distance séparant entre le poinçon de pliage et la matrice.

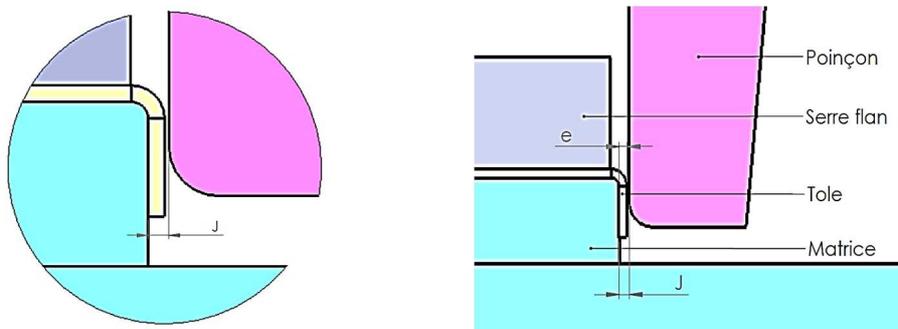


Figure III.26: Le jeu de pliage.

Le jeu de pliage donc est égal à:

$$J = e + IT \max \dots \dots \dots (III. 6)$$

Avec :

$J$  : jeu de pliage en mm.

$e$  : épaisseur de la tôle en mm.

$IT$  : tolérance maximale de la tôle.

#### III.6.3.4. Le retour élastique:

[3]

Lors du pliage d'une pièce à un angle imposé par l'outillage (angle du vé), il y a un retour élastique lors du retrait du poinçon.

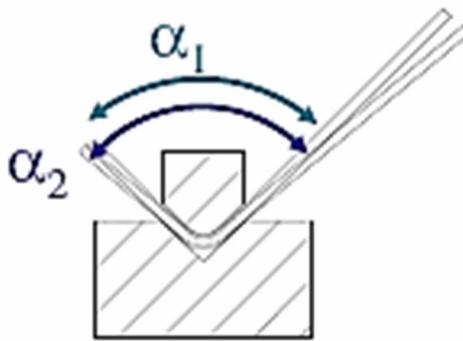


Figure III.27: Phénomène du retour élastique.

L'angle final  $\alpha_2$  obtenu diffère de celui imposé par l'outillage  $\alpha_1$  de la valeur correspondant à ce retour élastique. Plus la limite élastique de l'alliage est grande plus le retour élastique sera grand, on peut vouloir estimer ce retour élastique qui dépend aussi du rayon de pliage et de l'épaisseur de la tôle.

NB:

Le phénomène de retour élastique est presque inexistant lors du pliage en frappe, la précision peut atteindre  $\pm 0,5^\circ$ , car on imprime avec force le poinçon dans la pièce pour dépasser sa limite d'élasticité.

III.6.3.5. Développement des pièces pliées: [5]

Pour trouver le flan de départ. La position de la fibre neutre varie en fonction du métal à travailler d'où l'influence de la tolérance sur l'épaisseur. Dans un grand nombre de cas, elle se situe à la face intérieure du pliage.

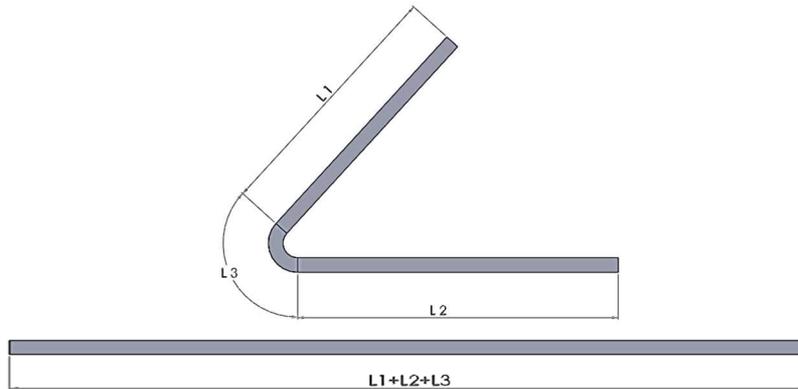


Figure III.28: Pièce développée.

Les pièces pliées sont par définition développables, il suffit donc, théoriquement de développer la fibre neutre.

La longueur développée du flan est égale à: [5]

$$LD = \Sigma Rx + \Sigma Lx \dots \dots \dots (III.7)$$

Avec :

LD: longueur du flan développé.

$\Sigma Rx$ : somme des développements des arcs de la fibre neutre.

$\Sigma Lx$ : somme des longueurs non pliés.

III.6.3.6. Ouverture du Vé:

Il s'agira toujours de la largeur en millimètre du Vé quel que soit sa forme: (Vé à 88°, Vé à 30°), ou même une matrice rectangulaire.

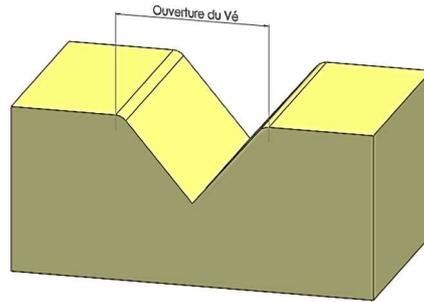


Figure III.29: Ouverture du Vé.

Le choix de l'ouverture du Vé est déterminée, en général on utilisant les relations suivante :

$$Vé = 6 \text{ à } 8 \times e \quad \text{si: } e \leq 4 \text{ mm.}$$

$$Vé = 10 \text{ à } 12 \times e \quad \text{si: } e > 4 \text{ mm.}$$

#### III.6.4. Effort de pliage: [1]

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

$$F_{pl} = R_m \times e \times l / 10 \dots \dots \dots (III.8)$$

Avec:

$F_{pl}$ : effort nécessaire au pliage en daN.

$R_m$ : résistance maximale en daN/mm<sup>2</sup>.

$e$ : épaisseur de la tôle en mm.

$l$ : longueur du pli en mm.

#### III.7. L'emboutissage:

[8]

C'est une opération qui consiste à déformer une tôle plastiquement à chaud ou à froid afin d'obtenir des pièces de formes complexes non développables.

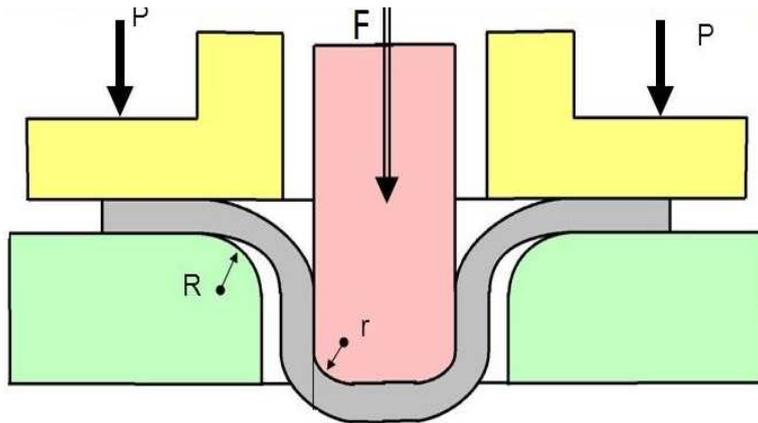
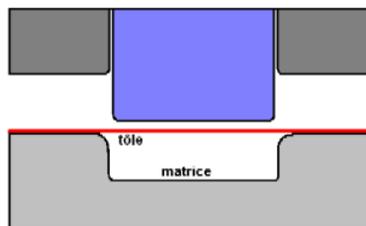


Figure III.30: Principe de l'emboutissage.

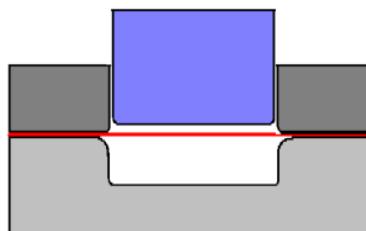
L'emboutissage permet de réaliser tous types de pièces : cuves, capots, façades, carters, fonds...etc. Il peut être considéré comme économiquement avantageux, et peut même être envisagé comme alternative à d'autres technologies de production.

### III.7.1. Phase d'emboutissage :

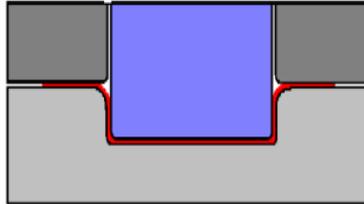
- Phase 1: poinçon et serre-flan sont relevés. La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice.

Figure III.31: 1<sup>ère</sup> Phase.

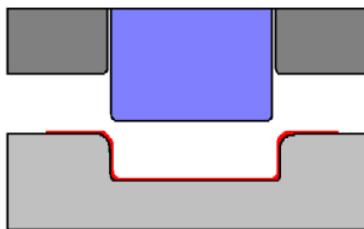
- Phase 2: le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de glisser.

Figure III.32: 2<sup>ème</sup> Phase.

- Phase 3: le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.

Figure III.33: 3<sup>ème</sup> Phase.

- Phase 4: le poinçon et le serre-flan se relèvent: la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée).

Figure III.34: 4<sup>ème</sup> Phase.

Ensuite on peut procéder au détournage de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles, essentiellement celles saisies par le serre-flan.

### III.7.2. Effort d'emboutissage: [3]

Trop de facteurs rentrent en jeu pour qu'il soit possible de déterminer avec exactitude l'effort à exercer sur le poinçon pour obtenir un embouti, en effet, pour qu'un embouti se forme, il faut que le fond de ce dernier résiste à la pression du poinçon, donc c'est la résistance à l'arrachement du fond, sa valeur correspond à la valeur de la résistance de la rupture par traction de la section étirée du métal.

L'effort d'emboutissage peut être calculé par la relation suivante :

$$F_{emb} = \pi \times d \times e \times R_m \times k \dots \dots (III.9)$$

Avec:

$F_{emb}$  : effort nécessaire à l'emboutissage en daN.

$d$  : diamètre du poinçon en mm.

$e$  : épaisseur de la tôle en mm.

$R_m$  : résistance maximale en daN/mm<sup>2</sup>.

$k$  : coefficient de réduction en fonction du rapport  $d/D$ , à savoir :

$$k = \left( \frac{d}{D} \right) = \left( \frac{P_p}{P_f} \right) \dots \dots \dots (III. 10)$$

Avec :

$D$  : diamètre du flan à emboutir en mm.

$d$  : diamètre du poinçon d'emboutissage en mm.

$P_p$  : périmètre du poinçon en mm.

$P_f$  : périmètre du flan à emboutir en mm.

Des valeurs indicatives du coefficient  $k$  sont données par le tableau ci-dessous :

$d/D$	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
$k$	1	0,86	0,72	0,6	0,5	0,4

Tableau III.03: valeurs indicatives du coefficient  $k$ .

### III.7.3. Effort sur le serre flan :

Lorsque l'emboutissage est fait avec un serre flan, l'effort sur ce dernier est ajouté à l'effort total de l'emboutissage, à savoir :

$$F_s = (D^2 - d^2) \times P \dots \dots \dots (III. 11)$$

Avec :

$F_s$ : effort sur le serre flan en daN.

$d$ : diamètre du poinçon en mm.

$D$ : diamètre du flan à emboutir en mm.

$P$ : pression spécifique sur le serre flan en Mpa.

Le tableau ci-dessous nous donne les valeurs de cette pression en fonction du matériau à emboutir :

Matériau à emboutir	Pression spécifique en Mpa.
Acier doux	2,5
Acier inoxydable	2
Aluminium	1,2
Duralumin	1,6
Laiton	2

Tableau III.04: Valeurs de la pression spécifique sur le serre flan.

### III.8. Le matage: [8]

Le terme "matage" en mécanique désigne une déformation permanente localisée dans la matière sous l'effet de chocs répétés ou d'une pression élevée dépassant la limite d'élasticité de la matière.

Dans notre cas, le matage consiste à imprimé une forme sur le flan d'une tôle servant à indiquer la position de fixation des fils de masse.

#### III.8.1. Type de matage:

En mécanique, on peut distinguer deux types de matage :

**III.8.1.1. Matage accidentel:** cas de matage entre les faces de contact d'une clavette et sa rainure.

**III.8.1.2. Matage provoqué:** écrasement d'un matériau malléable avec un autre matériau plus dure afin d'imprimer sa forme sur sa face par repoussage du métal.

## III.8.2. Effort de matage: [8]

Le cas échéant, l'effort de matage peut être calculé par la relation suivante:

$$F_{mat} = R_m \times S \times p \dots \dots \dots (III. 12)$$

Avec:

$F_{mat}$ : effort nécessaire au matage en daN.

$R_m$ : résistance maximale en daN/mm<sup>2</sup>.

$S$ : aire de la section à matir en mm<sup>2</sup>.

$P$ : profondeur du matage en mm.

## III.9. Conclusion:

Les procédés de mise en forme des métaux en feuilles ont pour objectif de donner une forme déterminée à la pièce.

Après avoir effectué une étude théorique générale de ces procédés, nous passons aux calculs des efforts afin d'obtenir la pièce en question, cette dernière qui fera l'objet d'un cas très particulier et qui nécessite plusieurs opérations successives et simultanés.

## Chapitre IV :

Procédés d'obtention de la  
pièce et calcul des efforts.

#### IV.1.Introduction

Pour obtenir la pièce en question, il faut procéder à l'exécution des opérations suivantes:

- Découpage du flan par la préparation de la pièce aux dimensions du brut.
- Exécution des opérations de poinçonnage sur la pièce.
- Formation des plis.
- Exécution de l'emboutissage.

#### IV.2. Présentation de la pièce:

La pièce ci-dessous est une cloison de porte frontale du réfrigérateur ENIEM FB2.  
(Voir dessin de définition ci-joint).

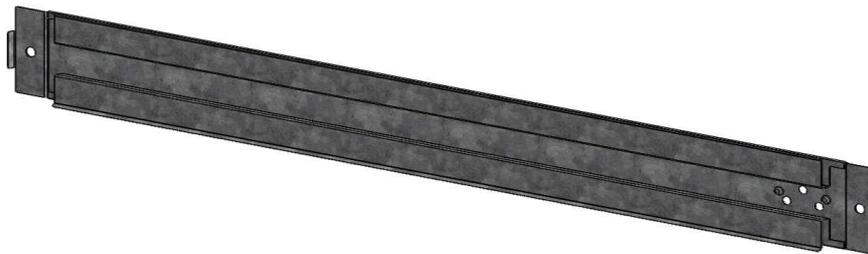


Figure IV.01 : Cloison de porte frontale.

Cette pièce présente les caractéristiques techniques et dimensionnelles suivantes:

Encombrement (mm)	587×65 × 9
Dimensions au brut (mm)	595 × 153 × 0,6
Poids (g)	330
Volume (L)	0,41

Tableau IV.01: caractéristiques techniques et dimensionnelles de la pièce.

IV.3. Produit fini avant modification:

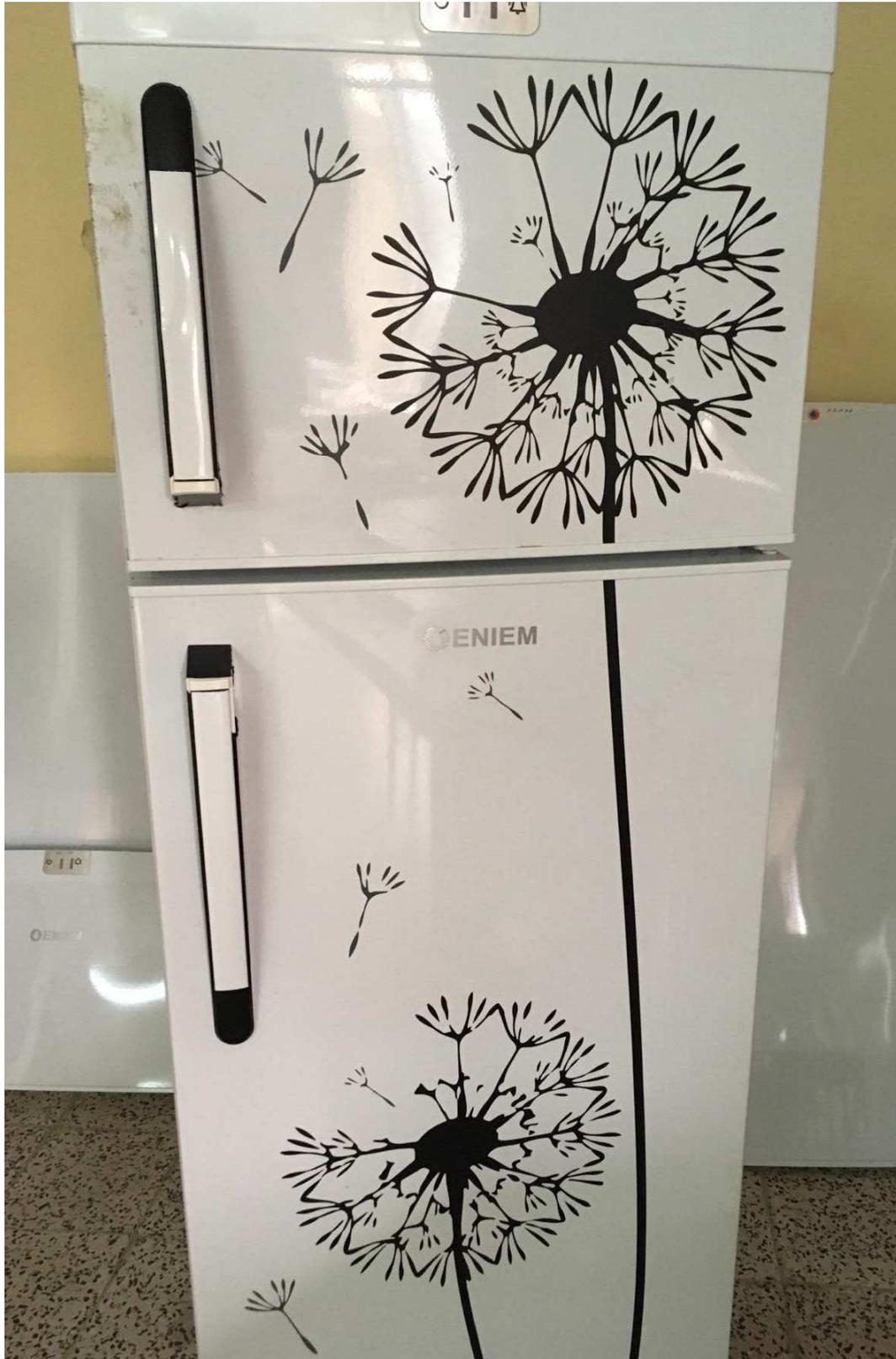


Figure IV.02 : Réfrigérateur ENIEM FB 2.

#### IV.4. Fonction de la pièce:

La pièce a pour rôle de séparer entre la partie supérieure du réfrigérateur et la partie inférieure, elle sert aussi comme élément de support de la charnière inférieure de la porte du congélateur comme nous le montre la figure ci-dessous:



Figure IV.03 : Fonction de la pièce.

#### IV.5. Position de la pièce:

La figure ci-dessous nous montre la position de la pièce par rapport au réfrigérateur.



Figure IV.04 : Position de la pièce.

#### IV.6. Problématique:

La cloison de porte frontale du réfrigérateur ENIEM FB2 présentait un problème de décollage causé par la manipulation de la porte du congélateur, ce qui nous implique à modifier son système de fixation avec le corps du réfrigérateur, cependant, elle nous permet de renforcer et à supporter le poids de la charnière et de la porte du congélateur.

#### IV.7. Modifications apportées :

Le choix qui est pris avec la collaboration de l'unité Froid est de rajouter deux pliages et un poinçonnage à chaque extrémité de la pièce, et deux emboutissages à l'endroit même de la fixation de la charnière de la porte du congélateur, comme nous le montre la figure suivante :

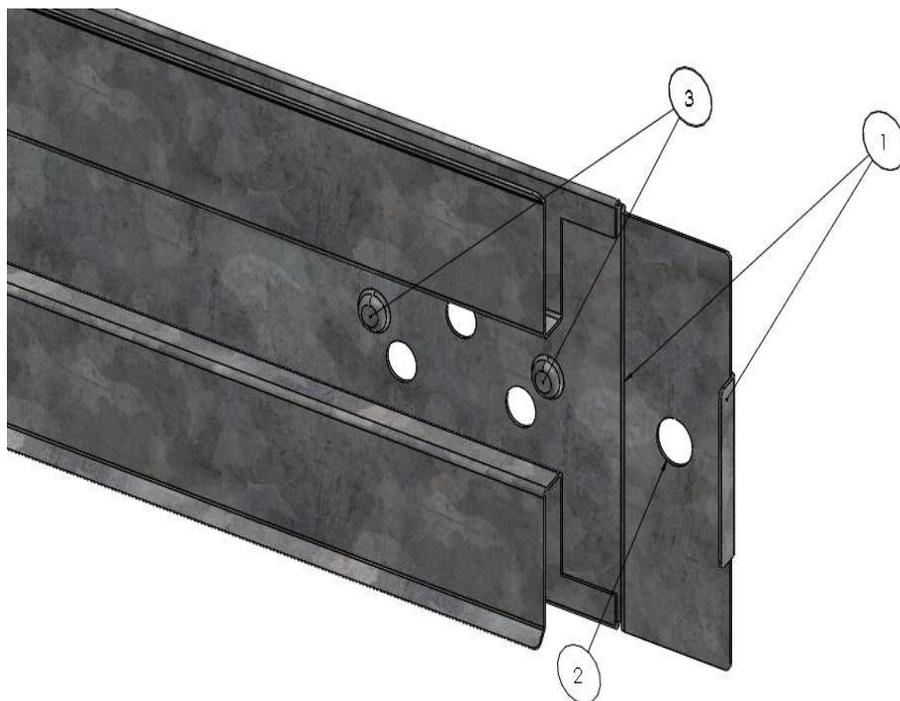


Figure IV.05 : Operations rajoutées.

1. Pliage.
2. Poinçonnage.
3. Emboutissage.

## IV.8. Choix du matériau:

[2]

La pièce sera fabriquée avec une tôle en acier galvanisé ayant les caractéristiques suivantes:

Mode d'élaboration	Laminé à froid
Epaisseur	0,6 mm
$R_m$	370 N/mm <sup>2</sup>
$R_e$	240 N/mm <sup>2</sup>
Allongement	38 %

Tableau IV.02 : Caractéristiques du matériau. [2]

Pour pouvoir découper la pièce suivant les dimensions nécessaires au brut, on doit développer le flan de la pièce en question.

## IV.9. Développement du flan de la pièce:

## IV.9.1. Rayon de la fibre neutre:

$$e = 0,6\text{mm}, \quad \text{et} \quad R_i = 0,5\text{mm}.$$

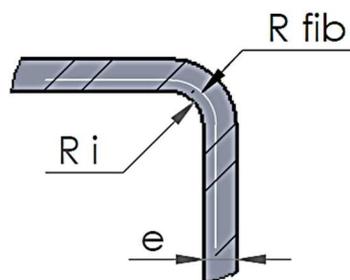


Figure IV.06 : Rayon de la fibre neutre.

A.N:

$$R_{fib} = e/3 + R_i \rightarrow 0,6/3 + 0,5 = 0,7\text{mm}.$$

IV.9.2. Développement de l'arc des plis:

$R_{fib} = 0.7 \text{ mm}$ . angle de pli :  $\theta_1 = 180^\circ$ ,  $\theta_2 = 90^\circ$ ,  $\theta_3 = 45^\circ$ .

$$arc \text{ pli} = \frac{2\pi \times R_{fib} \theta}{360} \dots\dots\dots(IV.1)$$

A.N:

$arc \text{ pli } 1 = 2,198 \text{ mm}$ ,  $arc \text{ pli } 2 = 1,099 \text{ mm}$ ,  $arc \text{ pli } 3 = 0,549 \text{ mm}$ .

IV.9.3. Calcul de la longueur du flan:

IV.9.3.1. Flan transversal:

Nous avons:  $L_x: A, B, C \text{ et } D$ , Avec:

$A = 58,5 \text{ mm}$ ,  $B = 17,75 \text{ mm}$ ,  $C = 4 \text{ mm}$ ,  $D = 18,09 \text{ mm}$ ,

$E = 2,59 \text{ mm}$ ,  $I = 543 \text{ mm}$ ,  $J = K = M = 1,099 \text{ mm}$ ,  $L = 18,5 \text{ mm}$ ,

$N = 4 \text{ mm}$ . (Mesure directe par SW).

Nous avons aussi:  $R_x : E = 2,09 \text{ mm}$ .

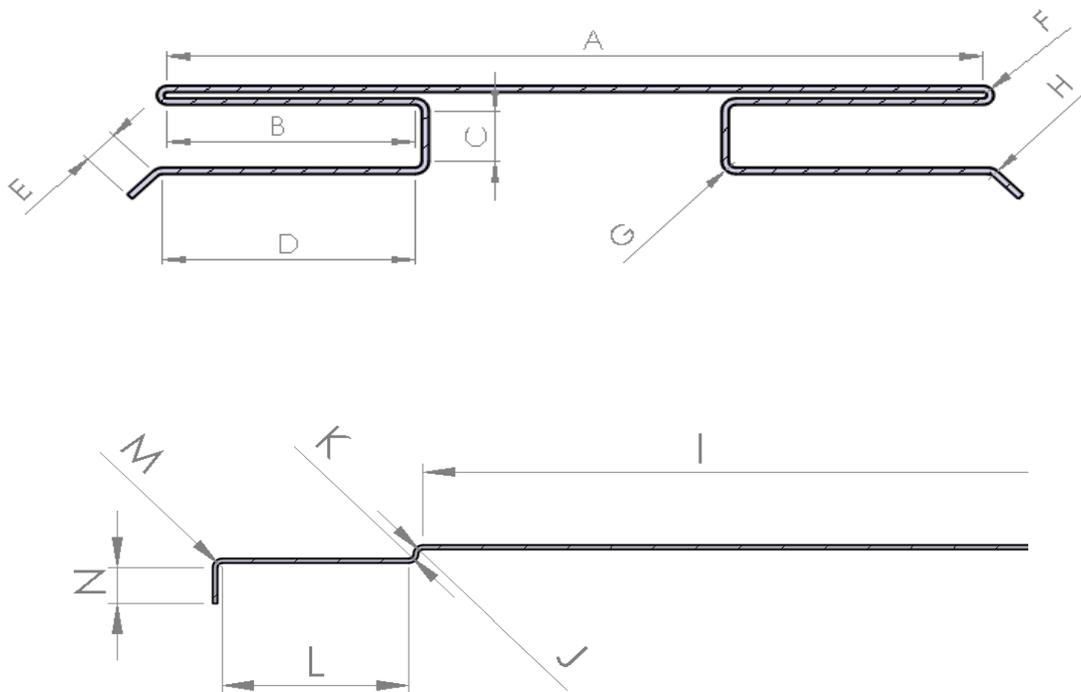


Figure IV.07 : Flan à développer.

$LD = \Sigma Rx + \Sigma Lx$  , selon la géométrie de la pièce en question ;

$$LD = A + [(B + C + D + E + F + H) \times 2] + [(G \times 4)] \dots \dots (IV.2)$$

A.N:

$$LD = 58,5 + [(17,75 + 4 + 18,09 + 2,59 + 2,198 + 0,549) \times 2] + [(1,099 \times 4)]$$

$$LD = 153,07 \text{ mm.}$$

IV.9.3.2. Flan longitudinal:

$$LD = I + (I \times 6) + (L + N) \times 2 \dots \dots (IV.3)$$

A.N:

$$LD = 543 + (1,099 \times 6) + (18,5 + 4) \times 2$$

$$LD = 594,594 \text{ mm.}$$

IV.9.3.3. Dimensions du flan a découpé:

D'après les calculs trouvés, on prend les dimensions suivantes :

$$595 \text{ mm} \times 153 \text{ mm} \times 0,6 \text{ mm.}$$

IV.10. Jeu de découpage:

Dans notre cas, la tôle est en acier doux avec une épaisseur:  $e = 0,6 \text{ mm}$ .

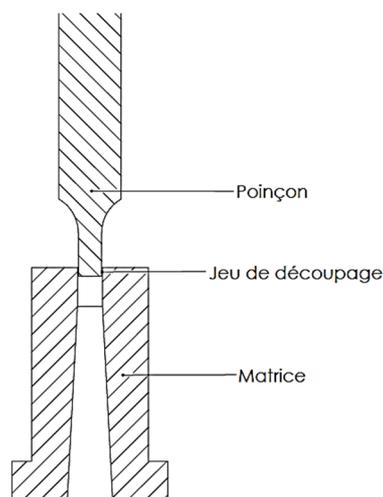


Figure IV.08 : Jeu de découpage.

Le jeu de découpage,  $JC = 0,6/20$  de l'épaisseur de la tôle.

A.N:

$$JC = 0.6/20 = 0,03mm.....(IV.4)$$

IV.II. Calcul des efforts:

IV.II.1. Effort de poinçonnage:

On donne la valeur du périmètre à poinçonner d'une seule extrémité :

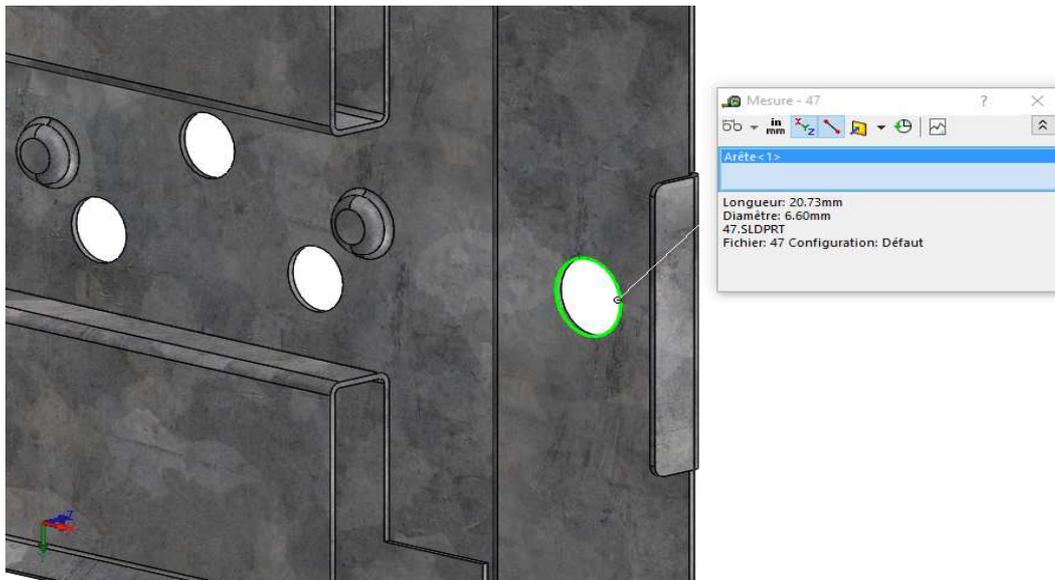


Figure IV.09 : Périmètres à poinçonner.

A l'aide de la fonction "mesure", la longueur est de: 20,73 mm.

Nous avons:

$$Fp = Rm \times e \times p \dots \dots (IV.5) \quad \text{Avec : } Rm = 37 \text{ daN/mm}^2, e = 0,6 \text{ mm}, p = 20,73 \text{ mm.}$$

A.N:

$$Fp = 37 \times 0,6 \times 20,73 \times 2 = 920,41 \text{ daN.}$$

IV.II.2. Effort d'extraction des poinçons:

$$F \text{ ext} = Fp \times 0,07 \dots \dots (IV.6)$$

A.N:

$$F \text{ ext} = 920,412 \times 0,07 = 64,42 \text{ daN.}$$

## IV.11.3. Effort de pliage:

On donne la somme des longueurs des plis d'une seule extrémité :

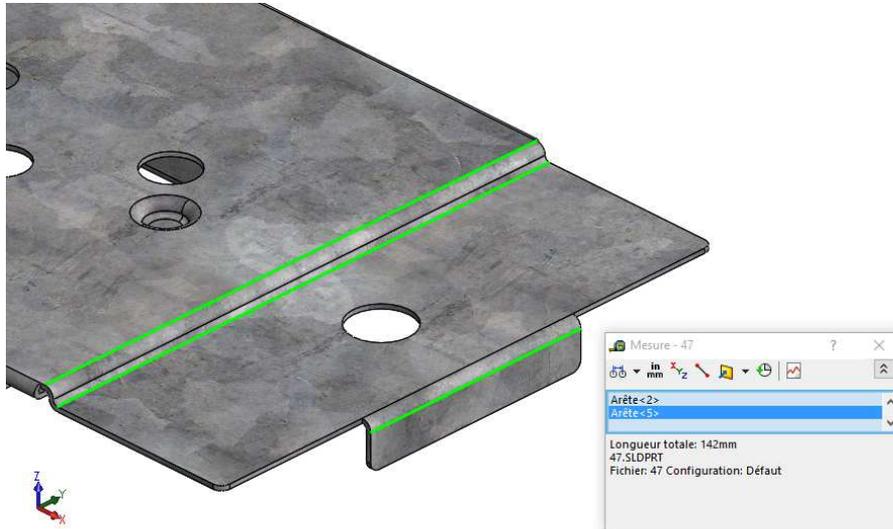


Figure IV.10 : Somme des longueurs des plis.

A l'aide de la fonction "mesure", nous avons une longueur totale de: 142 mm.

$$F_{pl} = 2 \times R_m \times e \times l / 10 \dots\dots(IV.7) \quad \text{Avec :}$$

$$R_m = 37 \text{ daN/mm}^2, e = 0,6 \text{ mm}, l = 142 \text{ mm}.$$

A.N:

$$F_{pl} = 2 \times 37 \times 0,6 \times 142 / 10 = 630,48 \text{ daN}.$$

## IV.11.4. Effort de l'emboutissage:

Notre pièce contient deux formes à emboutir :

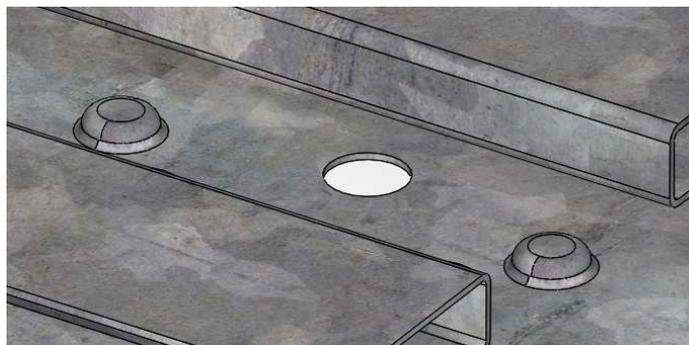


Figure IV.11: Forme à emboutir.

Nous avons le diamètre du flan  $d = 3\text{mm}$ , et le diamètre du poinçon  $D = 6\text{mm}$ .

D'après le tableau III.3, le facteur  $k$  est égal à la valeur correspondante au rapport  $d/D$

$$3/6 = 0,5; \quad \text{Ce qui fait que : } k = 1 ;$$

$$\text{Nous avons:} \quad F_{emb} = \pi \times d \times e \times R_m \times k \quad \dots\dots(\text{IV.8}) \quad \text{Avec:}$$

$$R_m = 37 \text{ daN/mm}^2, \quad e = 0,6 \text{ mm}, \quad d = 3 \text{ mm} .$$

A.N:

$$F_{emb} = 2 \times 3,14 \times 3 \times 0,6 \times 37 \times 1 = 418,24 \text{ daN}.$$

IV.11.5. Effort sur le serre-flan :

$$F_s = (D^2 - d^2) \times P. \quad \dots(\text{IV.9}) \quad \text{Avec: } P = 2,5 \text{ Mpa}.$$

A.N:

$$F_s = (6^2 - 3^2) \times 0,25 = 33,75 \text{ daN}$$

IV.12. Effort total nécessaire à l'obtention de la pièce :

L'effort total nécessaire à l'obtention de la pièce, noté par  $F_t$  ; égal à la somme de tous les efforts nécessaires à l'exécution des travaux comprenant la pièce en question, tels qu'ils sont notés dans les formules précédentes :

$$F_t = F_p + F_{ext} + F_{pl} + F_{emb} + F_s \quad \dots\dots\dots(\text{IV.10})$$

Avec:

$$F_p = 920,41 \text{ daN}; \quad F_{ext} = 64,42 \text{ daN}; \quad F_{pl} = 630,48 \text{ daN};$$

$$F_{emb} = 418 \text{ daN}; \quad F_s = 33,75 \text{ daN};$$

A.N:

$$F_t = 920,41 + 64,42 + 630,48 + 418,24 + 33,75$$

$$F_t = 2067,3 \text{ daN}.$$

Notons que:  $1 \text{ daN} = 1,02 \times 10^{-3} \text{ Tf}$  Ce qui nous donne :  $Ft = 2,1 \text{ Tf}$ .

#### IV.13. Effort à fournir par la presse:

Les dimensions de l'outil et son poids ainsi que l'importance de l'effort total nécessaire à l'obtention de la pièce nous conduisent à choisir une presse qui nous fournira un effort plus important que le nécessaire; notons:

$$Fps > Ft$$

Avec:

$Fps$ : effort à fournir par la presse.

$Ft$ : efforts total nécessaires à l'obtention de la pièce.

Selon le parc machine de l'entreprise, ceci nous mène à opter pour une presse mécanique ayant une capacité fournie de 40 Tonnes-Force, avec les caractéristique suivants:

Capacité	40 Tf
Course du coulisseau	250 mm
Dimensions du coulisseau	1800 mm × 1200 mm
Coups par minute	80
Hauteur de l'outil	350 mm
Superficie de la table	1800 mm 1200 mm
Puissance du moteur	9 Kw

Tableau IV.03: Caractéristiques de la presse. [2]

#### IV.14. Longueur admissible au flambement des poinçons: [3]

Le flambement est une déformation due à la sollicitation du corps à deux charges extérieures d'intensités égales dans le sens de la fibre moyenne.

On dit aussi que le flambement est une combinaison d'une flexion et d'une compression, il se produit généralement lorsque la longueur est très grande par rapport à la section de base du poinçon, donc le flambement est un phénomène d'instabilité de

forme.

La formule de "EULER BERNOULI" nous montre: [4]

$$F_p = \pi^2 \times \frac{E \times I}{L} \dots\dots (IV.11)$$

Ce qui implique:

$$L \leq \pi \times \sqrt{\frac{E \times I}{F_p}} \dots\dots (IV.12)$$

Avec:

$F_p$ : effort nécessaire au poinçonnage en daN.

$I$ : moment d'inertie de la section de base du poinçon  $mm^4$ .

$L$ : longueur admissible libre du poinçon en mm.

$E$ : module d'élasticité du matériau en  $daN/mm^2$ .

(20 000  $daN/mm^2$  pour les aciers et de 8000 à 12000  $daN/mm^2$  pour les fontes).

A.N:

$$L \leq \pi \times \sqrt{\frac{E \times I}{F_p}} ; \quad \text{Notons que: } I = \frac{\pi \times D^4}{64} = 93,09 ; \quad \text{Avec:}$$

$$D = 6,6 \text{ mm}, \quad E = 20\,000 \text{ daN/mm}^2, \quad F_p = 460,2 \text{ daN.}$$

$$L \leq \pi \times \sqrt{\frac{20\,000 \times 93,09}{460,2}} = 199,72 \text{ mm.}$$

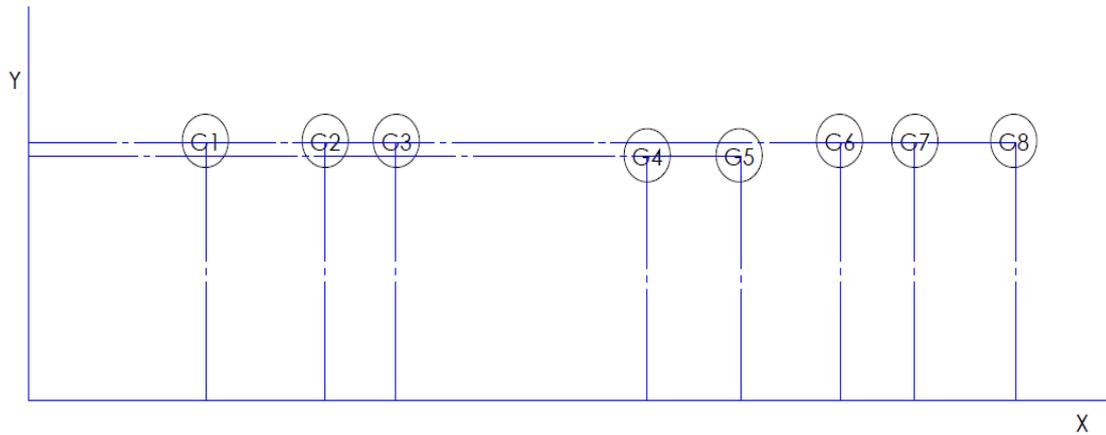
La condition est vérifiée ce qui fait que notre conception est bonne.

IV.15. Calcul des barycentres: [4]

Le barycentre est une méthode de calcul qui permet de connaître le centre de gravité entre plusieurs points. Cette méthode scientifique est largement utilisée en logistique pour calculer la localisation idéale dans un repère orthonormé d'un entrepôt logistique ou d'un centre de distribution.

Dans notre cas, et pour que la presse travaille d'une façon plus favorable, on doit positionner l'outil sur la table de façon à ce que la résultante de tous les efforts sollicités pendant le travail: (centre d'inertie) passe par l'axe vertical du coulisseau de la presse.

Le tableau suivant résume les coordonnées des centres d'inertie des poinçons, respectivement:  $G_1; G_2; G_3; \dots G_8$ , ainsi que les efforts agissants en ligne de coupe.



$G_i$	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$
$x_i$	134,5	157,5	168	676	708	732	743,5	765,5
$y_i$	100	100	100	98,5	98,5	100	100	100
$f_i$	105,08	210,16	460,2	209,12	209,12	460,2	210,16	105,08

Tableau IV.04: Cordonnées des centres d'inerties des poinçons.

A.N:

$$\sum_{i=1}^{28} x_i \cdot F_i = 987528.24 \text{ daN.mm.}$$

$$\sum_{i=1}^8 y_i \cdot F_i = 196284.64 \text{ daN.mm}$$

$$\sum_{i=1}^8 F_i = 1969.12 \text{ daN.}$$

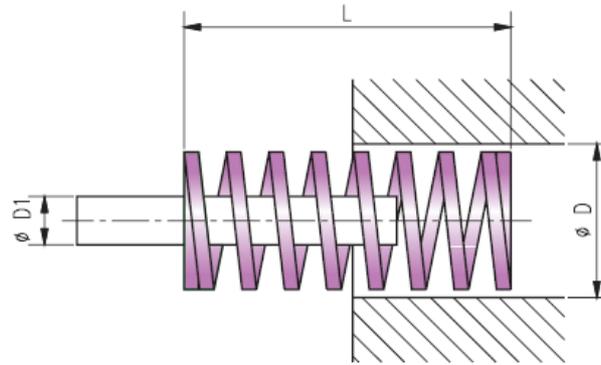
$$x = \frac{\sum_{i=1}^8 xi \cdot Fi}{\sum_{i=1}^8 Fi} = 501.51 \text{ mm.}$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^8 yi \cdot Fi}{\sum_{i=1}^8 Fi} = 99.68 \text{ mm.}$$

IV.16. Spécifications des éléments standards: [09]

Prenons compte de la géométrie de l'outil et de son encombrement ; nous choisissons les éléments standards suivants :

IV.16.1. Ressort à charge extra légère :



GAMME DISPONIBLE										
D	D1	L	K	A 35 %		B 50 %		C Approximatif		REF. 324
mm	mm	mm	N/mm	N	mm	N	mm	N	mm	
20	10	25	32,1	280,875	8,75	401,25	12,5	449,4	14	
		32	24,7	276,64	11,2	395,2	16	442,624	17,92	
		38	20,7	275,31	13,3	393,3	19	440,496	21,28	
		44	17,8	274,12	15,4	391,6	22	438,592	24,64	
		51	15,3	273,105	17,85	390,15	25,5	436,968	28,56	
		64	12,1	271,04	22,4	387,2	32	433,664	35,84	
		76	10,2	271,32	26,6	387,6	38	434,112	42,56	
		89	8,6	267,89	31,15	382,7	44,5	428,624	49,84	
		102	7,5	267,75	35,7	382,5	51	428,4	57,12	
		115	6,7	269,675	40,25	385,25	57,5	431,48	64,4	
		127	6,1	271,145	44,45	387,35	63,5	433,832	71,12	
		139	5,5	267,575	48,65	382,25	69,5	428,12	77,84	
		152	5,1	271,32	53,2	387,6	76	434,112	85,12	
305	2,5	266,875	106,75	381,25	152,5	427	170,8			
25	12,5	25	52,7	461,125	8,75	658,75	12,5	737,8	14	
		32	40	448	11,2	640	16	716,8	17,92	
		38	33,3	442,89	13,3	632,7	19	708,624	21,28	
		44	28,6	440,44	15,4	629,2	22	704,704	24,64	
		51	24,7	440,895	17,85	629,85	25,5	705,432	28,56	
		64	19,4	434,56	22,4	620,8	32	695,296	35,84	
		76	16,3	433,58	26,6	619,4	38	693,728	42,56	
		89	13,9	432,985	31,15	618,55	44,5	692,776	49,84	
		102	12,1	431,97	35,7	617,1	51	691,152	57,12	
		115	10,8	434,7	40,25	621	57,5	695,52	64,4	
		127	9,8	435,61	44,45	622,3	63,5	696,976	71,12	
		139	8,9	432,985	48,65	618,55	69,5	692,776	77,84	
		152	8,1	430,92	53,2	615,6	76	689,472	85,12	
		178	6,9	429,87	62,3	614,1	89	687,792	99,68	
		203	6,1	433,405	71,05	619,15	101,5	693,448	113,68	
305	4	427	106,75	610	152,5	683,2	170,8			

Tableau IV.05: Caractéristiques techniques et dimensionnelles du ressort. [09]

IV.16.2. Goupille cylindrique :

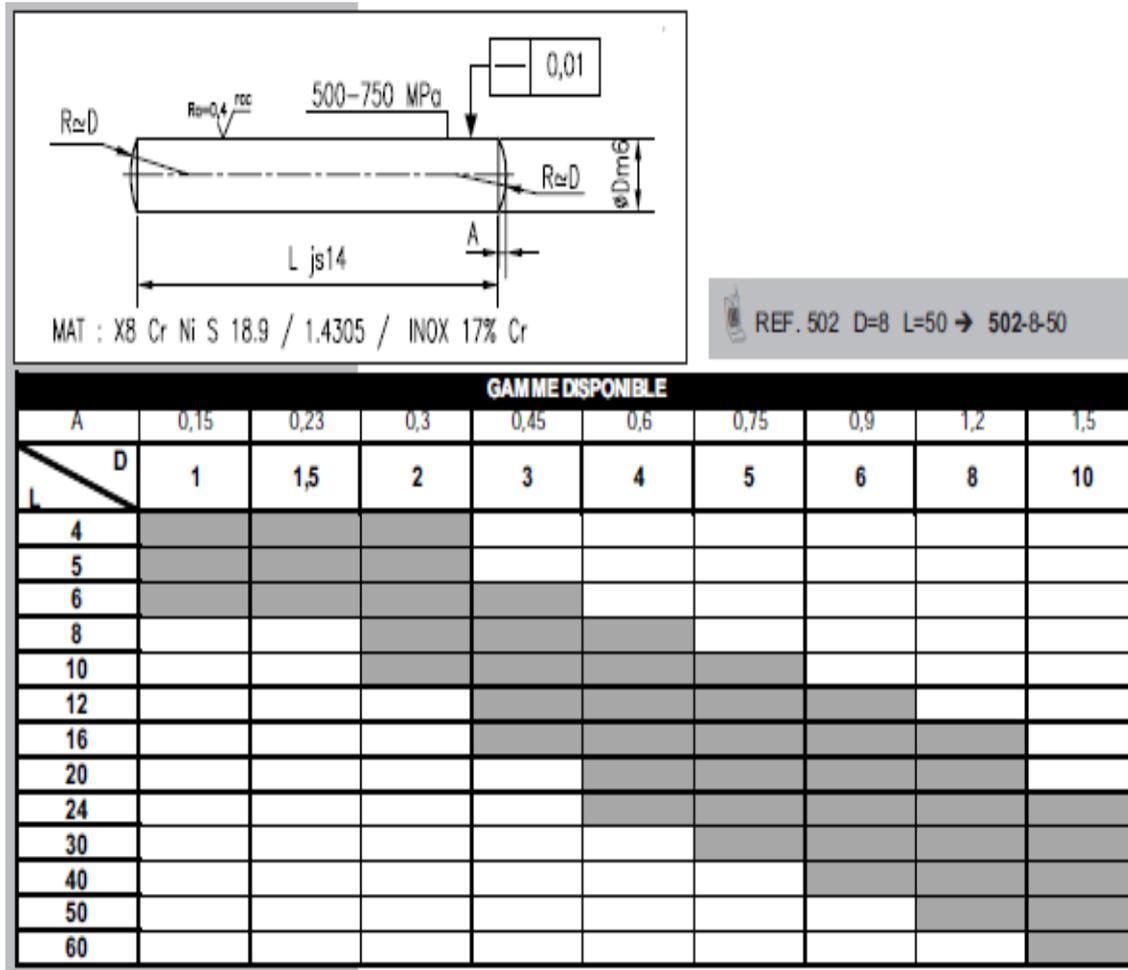


Tableau IV.06: Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la goupille. [09]

IV.16.4. Vis CHC épaulée à six pans creux:

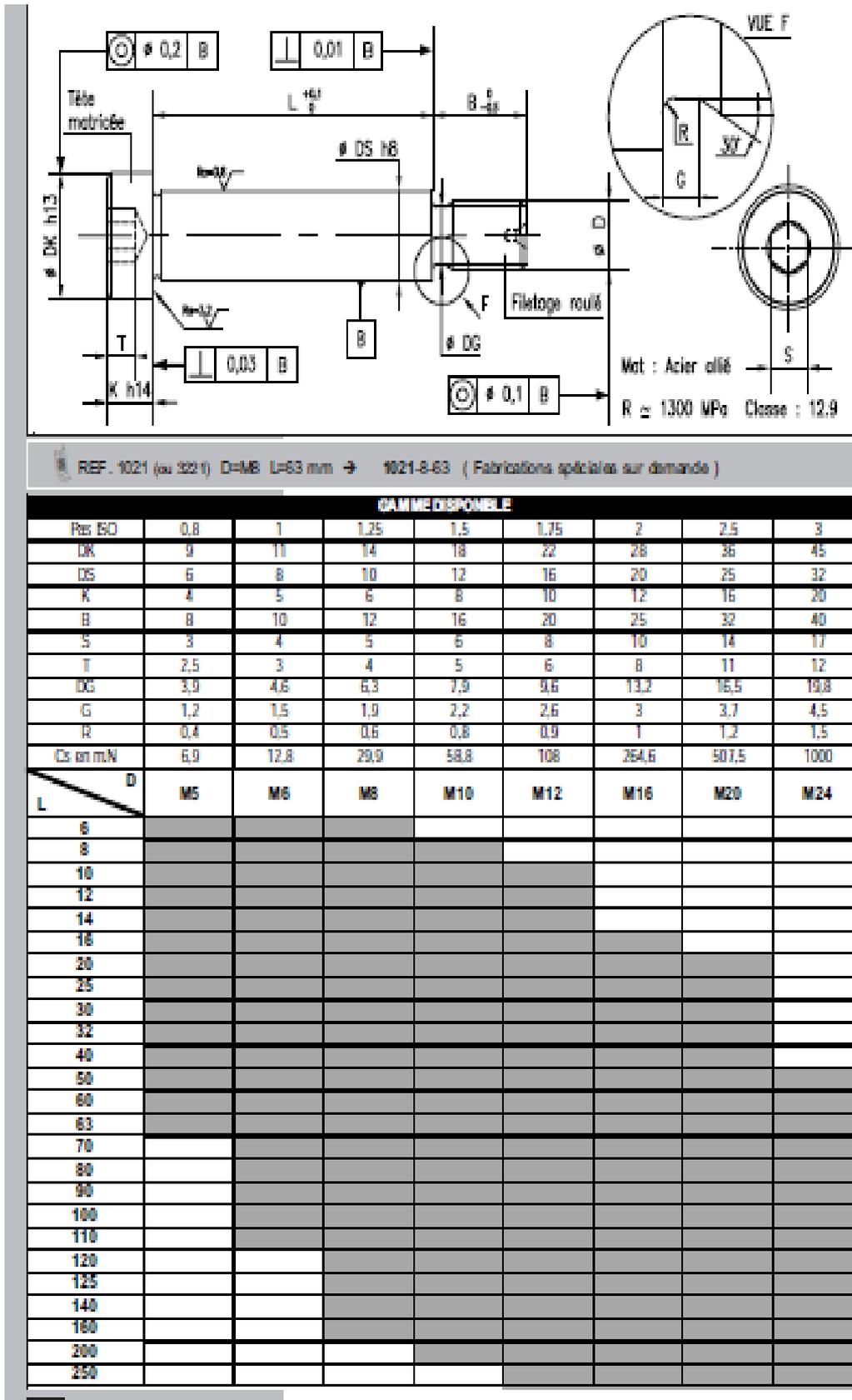
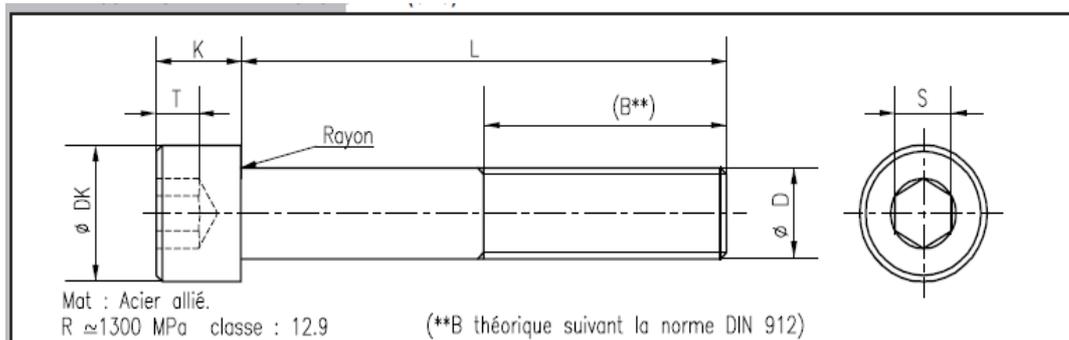


Tableau IV.07: Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis épaulée. [09]

IV.16.5. Vis CHC à six pans creux :



GAMME DISPONIBLE														
D	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24	M27	M30
B**	(18)	(20)	(22)	(24)	(28)	(32)	(36)	(40)	(44)	(48)	(52)	(60)	95	95
T	1,3	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13,5	15,5
K	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	27	30
DK	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27	30	36	40	45
S	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14	17	19	19	22
Pas iso	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5
L \ D	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24	M27	M30
6														
8														
10														
12														
14														
16														
18														
20														
22														
25														
30														
35														
40														
45														
50														
55														
60														
65														
70														
75														
80														

Tableau IV.08: Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis CHC. [09]

## IV.17: Description de l'outil conçu :

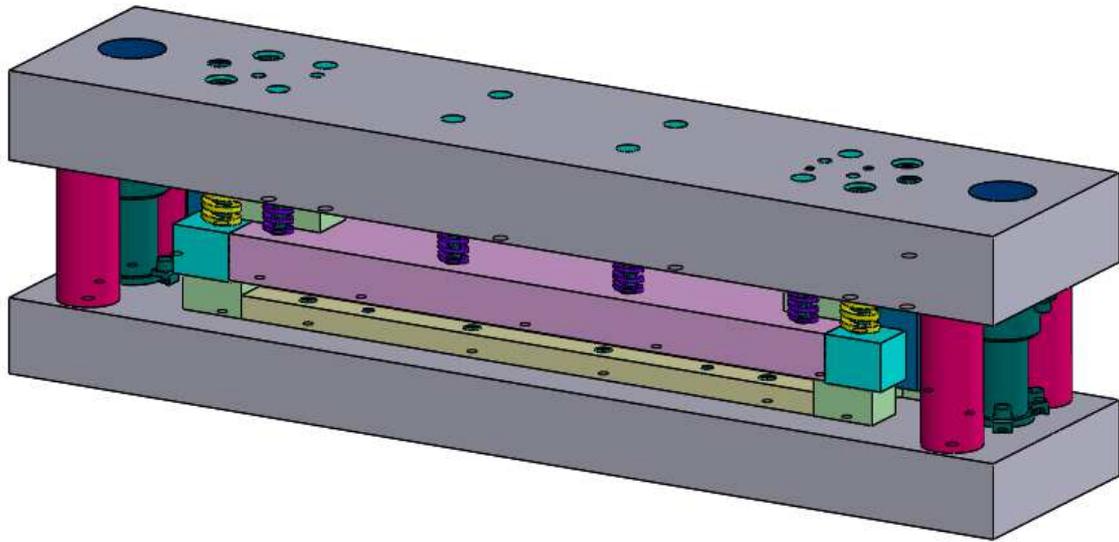


Figure IV.12: Outil en perspective.

Désignation : Outil de production de cloison de porte frontale du réfrigérateur ENIEM FB2.

Encombrement : 900 x 200 x 250.

Volume: 39.6 L.

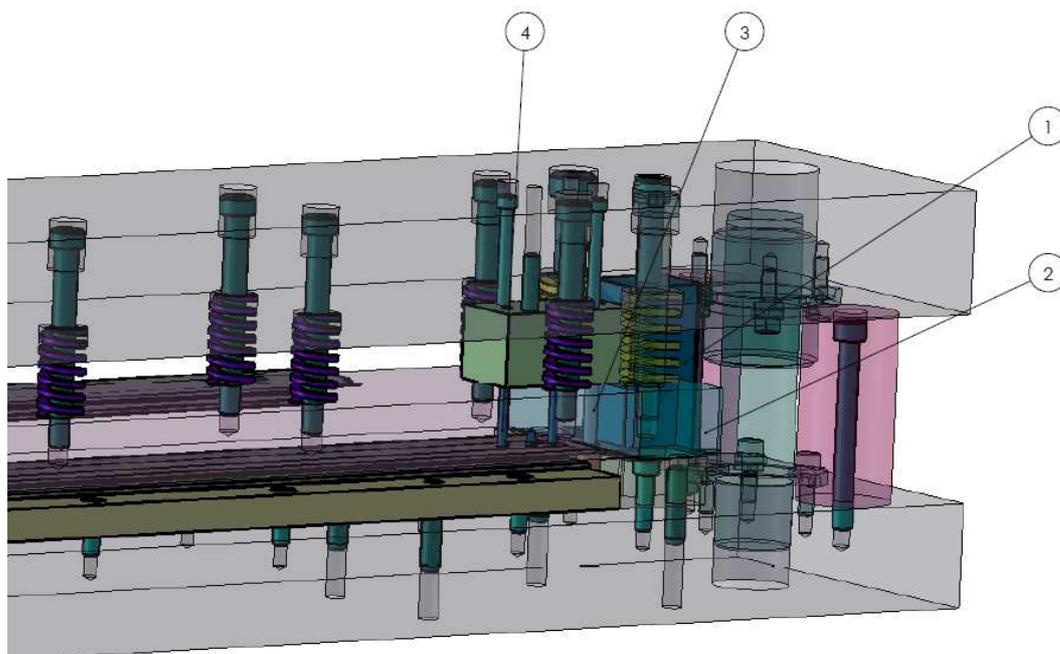


Figure IV.13: Emplacement des ponçons.

IV.17.1: Poinçon de pliage (1):

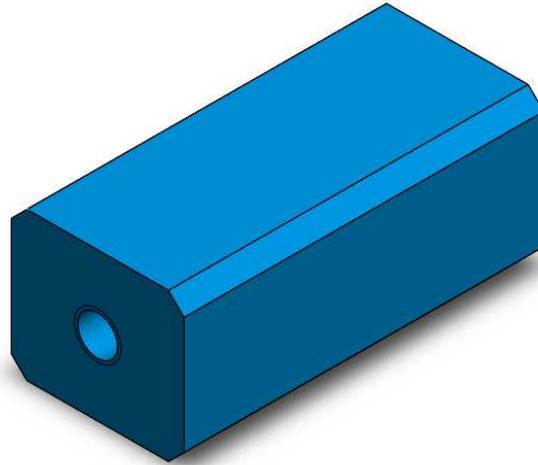


Figure IV.14: 1<sup>er</sup> Poinçon de pliage en perspective.

Repère:06

Nombre: 02.

Matière: Z200 C12.

IV.17.2: Poinçon de pliage (2):

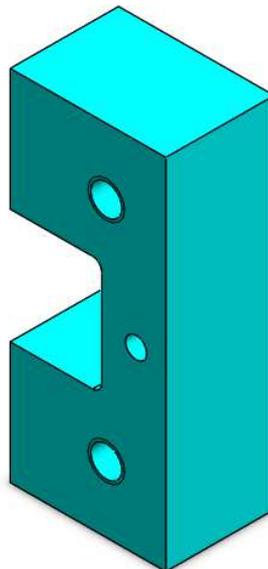


Figure IV.15: 2<sup>eme</sup> Poinçon de pliage en perspective.

Repère:05

Nombre: 02.

Matière: Z200 C12.

IV.17.3: Poinçon de poinçonnage:



Figure IV.16: Poinçon de poinçonnage en perspective.

Repère:07

Nombre: 02.

Matière: Z200 C12.

IV.17.4: Poinçon de l'emboutissage:

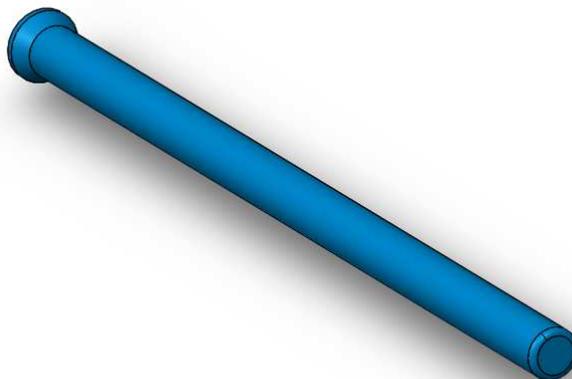


Figure IV.17: Poinçon de l'emboutissage en perspective.

Repère:08

Nombre: 02.

Matière: Z200 C12.

**IV.18: Conclusion:**

Après avoir choisi les presses en fonction des efforts pour réaliser les différentes opérations de pliage, poinçonnage, et emboutissage, on a calculé les barycentres des poinçons pour éviter leurs fléchissements.

Suite à l'aboutissement de ce travail, une étude économique doit être réalisée qu'après l'analyse du processus de fabrication de l'outil, ceci dépend du bureau des méthodes, afin d'estimer la valeur du prix de revient de la pièce et de l'outil.

Sachant que parfois le prix de revient de l'outil dépasse de loin le prix de la presse elle-même, ceci est jugé tout à fait acceptable pour être rentable et compétitif et d'amortir les frais de cette.

# Conclusion Générale.

## Conclusion Générale :

Le travail sur le thème de ce mémoire, nous a permis d'avoir une excellente maîtrise de l'outil informatique, notamment les outils de conception (CAO). Participer à un projet d'une grande entreprise nationale du secteur industriel. Suivre les procédés de fabrication des diverses formes de pièces mécaniques, m'ont permis d'apprendre des techniques, et des méthodes de conception. C'est une occasion pour nous d'aborder un des domaines essentiels de l'ingénierie, afin d'accéder à la vie professionnelle.

De nos jours, les procédés de mise en forme des pièces, à partir d'une tôle d'acier, sont très connus dans l'industrie moderne, en utilisant des machines spéciales à fonctions multiples. Ce qui permet l'obtention, des produits en grandes séries, à moindre coût.

La partie essentielle de ce travail est la conception de l'outil qui va servir, à la réalisation de la cloison de porte frontale pour les réfrigérateurs FB2 de l'ENIEM. Ce travail est réalisé en utilisant le logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO - Solidworks), qui a permis la détermination des caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents éléments de l'outil.

La solution que nous avons proposé pour cette conception devait répondre au cahier des charges, faciliter la réalisation du produit, en tenant compte de la qualité et de minimiser le coût.

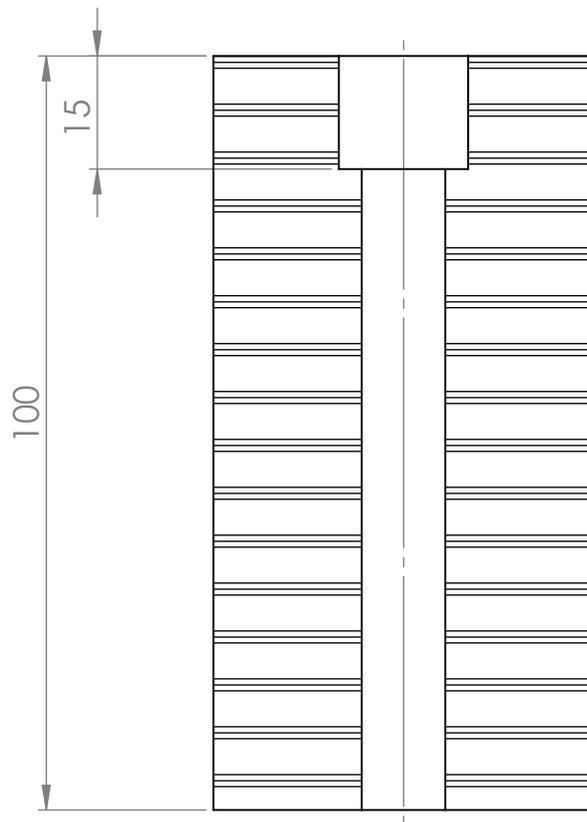
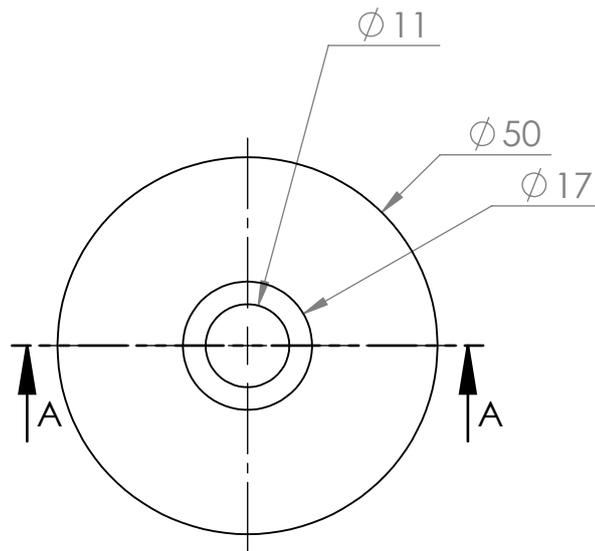
Nous avons réussi à concevoir cet outil, nous avons pris les dimensions exactes des éléments essentiels, selon les normes exigées. Notre travail a été réalisé avec un immense plaisir, il reste ouvert aux critiques, ainsi qu'aux propositions allant dans un sens positif, de son éventuel amélioration.

Au cours de ce projet, j'ai eu la chance d'être en contact avec l'équipe d'ingénieurs, et de techniciens travaillant au service de l'unité Froid. De ce fait, je suis très reconnaissant pour l'aide, qui m'a été apporté par le personnel de l'entreprise.

**Perspectives:** Aucun travail d'expertise ou de recherche n'est jamais terminer. On est très content d'avoir travaillé à l'échelle industrielle, et d'avoir trouvé une solution à un problème de l'entreprise ENIEM. Donc, j'espère que notre travail servira à d'autres étudiants qui vont essayer de réaliser d'autres outils pour réaliser d'autres pièces des différents appareils électroménagers. Vu la crise économique, c'est très important d'étudier un problème des côtés: qualité et coût.

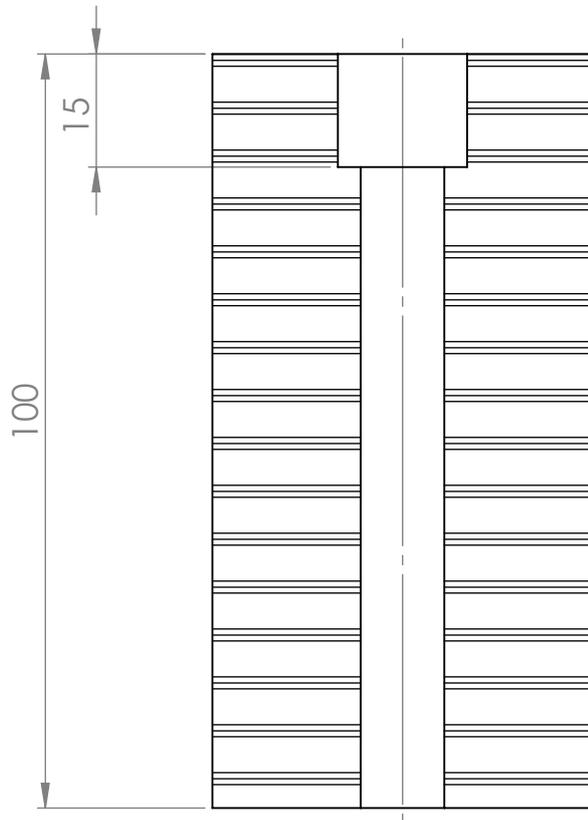
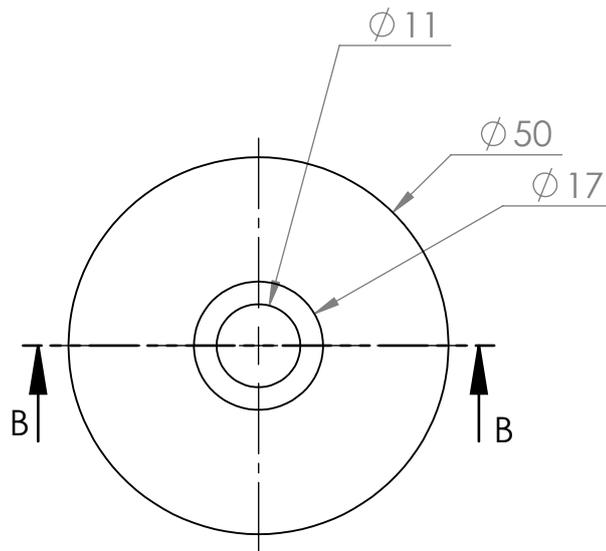
## Références Bibliographiques :

- [1]. “Étude et conception d’un outil pour le renfort de la charnière du châssis d’un congélateur horizontal PM350L” ; Par : M.ABARSI ; M.MEZIANE ; R.ALLIK, Mémoire de fin d’études de D.E.U.A ; promotion 1998 ; N° cote : 119 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [2]. “Base de documentation E.N.I.E.M” ; Z.I ; AISSAT Idir ; Oued Aissi ; Tizi-Ouzou ; Tél : +213.26.41.32.14; Fax : +213.26.20.04.24.
- [3]. “Étude et conception d’une porte métallique inférieure d’un réfrigérateur ENIEM 300 D” ; Par : BELAICHE Arezki ; AKILI Mourad, Mémoire de fin d’études d’ingénieur ; promotion 2010 ; N° cote : 231 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [4]. “Étude et conception de deux outils pour la réalisation de la charnière supérieure du réfrigérateur GM” ; Par : M.ZERROUKI ; H.SIKADIR ; Mémoire de fin d’études de D.E.U.A ; promotion 2004 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [5]. “Étude et conception de deux outils de découpage-poinçonnage et pliage pour clapet air-brûleur” ; Par : M.HADDADOU ; M.AICHOUNE ; Mémoire de fin d’études de MASTER en génie mécanique ; promotion 2013 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [6]. <http://www.machine-outil.com/fraiseuses/>
- [7]. “Guide du calcul en mécanique : maîtriser la performance des systèmes industriels” ; édition : 2003-2004 ; Par : SPENLÉ, D ; GOURHANT, R ; Hachette technique ; Paris ; ISBN : 2-01-16-8835-3.
- [8]. “Étude sur l’application de l’hydroformage” ; Par : Louis LAMONTAGNE ; Mémoire de maîtrise en génie mécanique, promotion 2010 Bibliothèque de l’université de LAVAL ; CANADA ; HALId : pastel-00808411 ; <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00808411>.
- [09]. “Composants standard pour moules et outillages” Par : Rabourdin Industrie Groupe ; Parc Gustave Eiffel ; 04 avenue Gutenberg ; BP50 ; Bussy-Saint-Georges ; 77607 ; Marne-la-vallée ; Cedex 3 ; France ; e-mail : industrie@rabourdin.fr



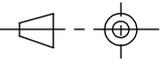
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1

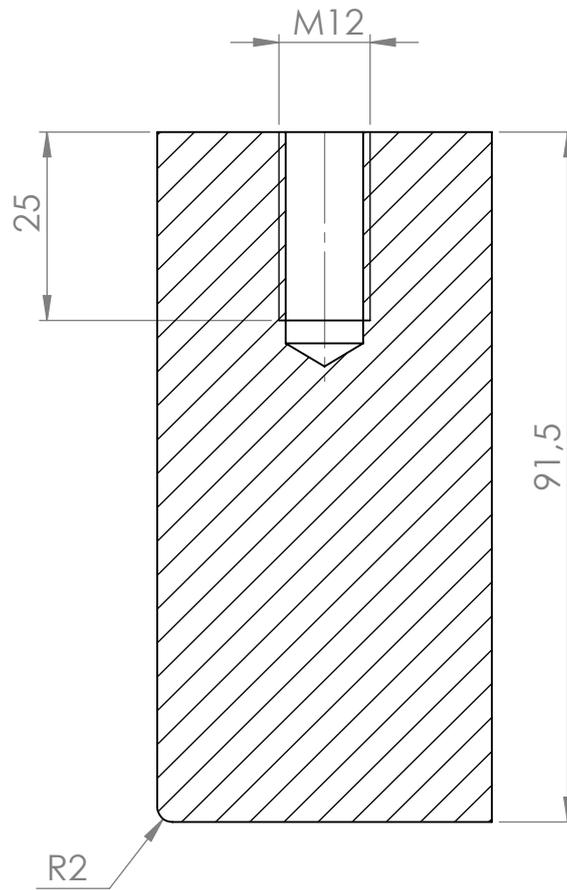
32	04	SILENTBLOC		
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :				
				2018/2019
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP		Master 2



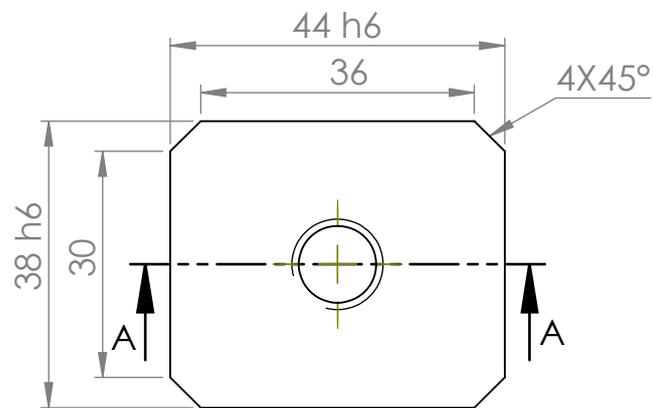
COUPE B-B  
ECHELLE 1 : 1

IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

32	04	SILENTBLOC	Plastique	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :1/1		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	

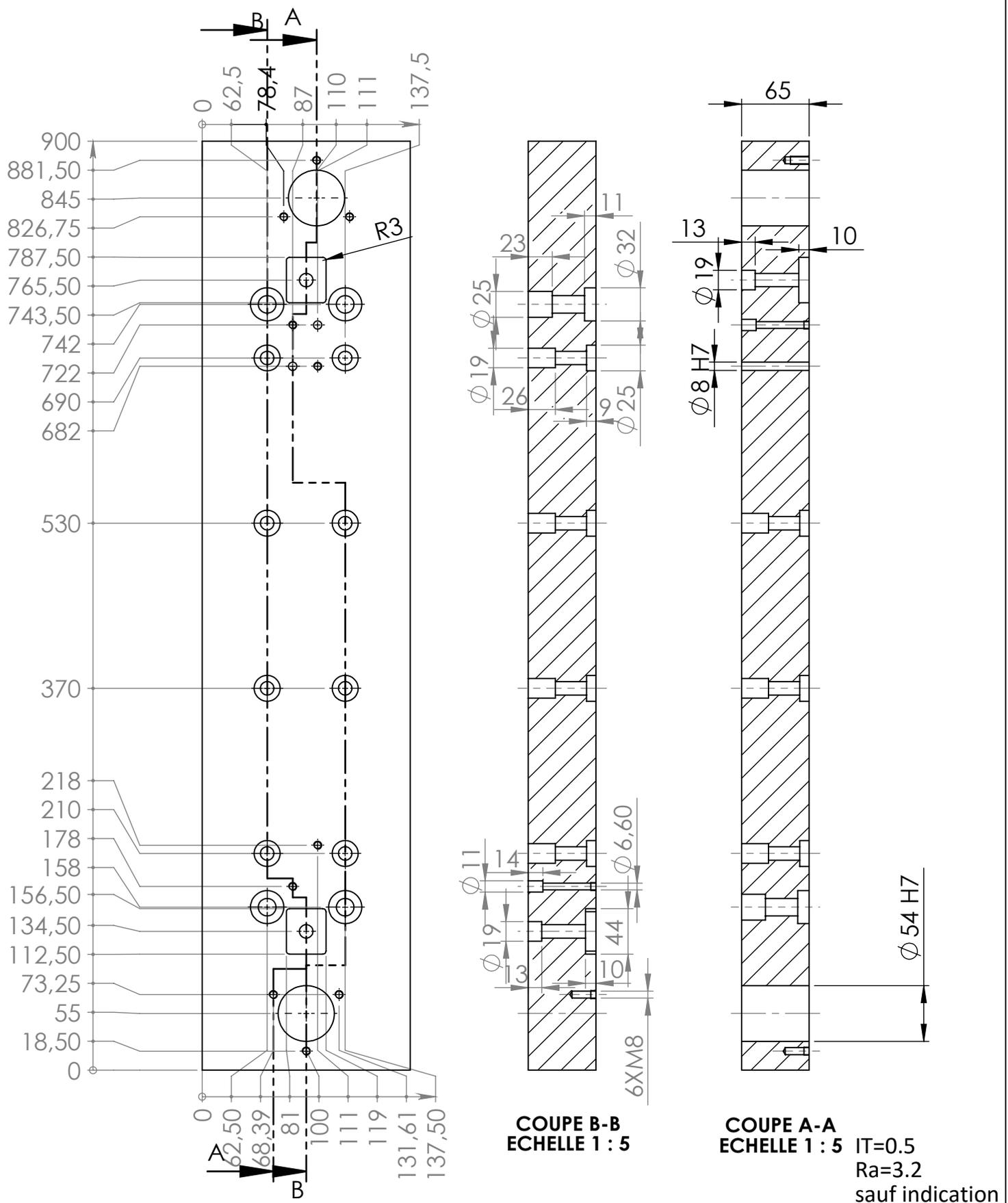


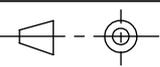
**COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1**

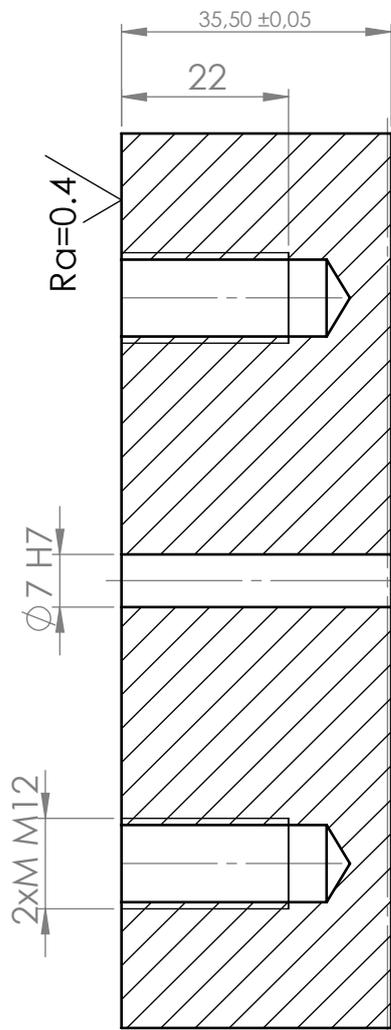
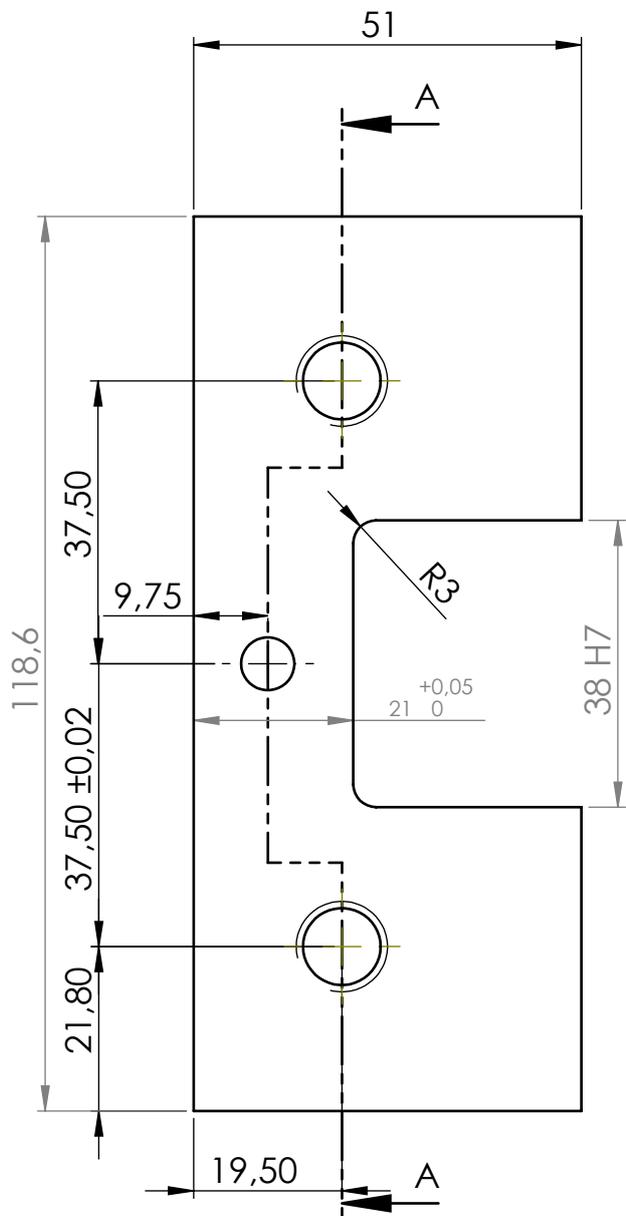


IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

37	02	Poinçon de pliage	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech 1:1		Outil de poinçonnage et de pliage		TOUAT IDIR
				2018/2019
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	

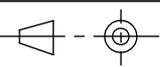


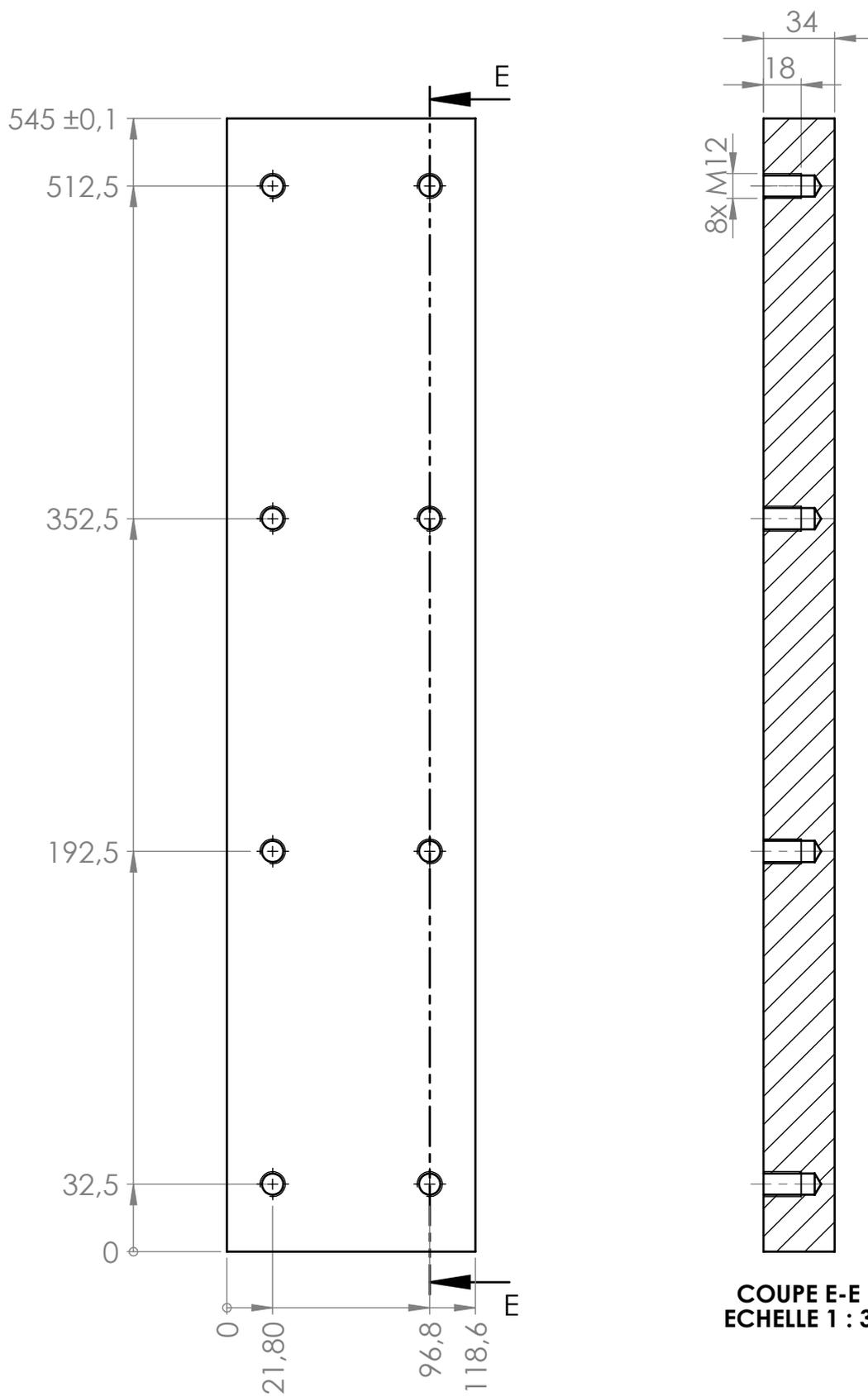
38	01	Semelle supérieure	E24	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



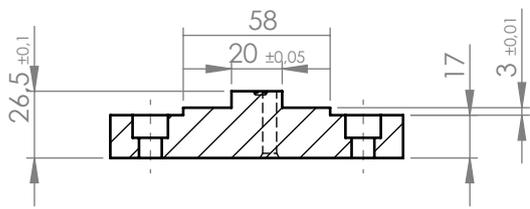
**COUPE A-A**

IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

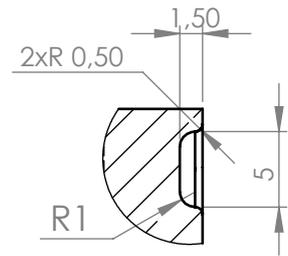
39	02	Poinçon de pliage	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :1/1		Outil de poinçonnage et de pliage		TOUAT IDIR
				2018/2019
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



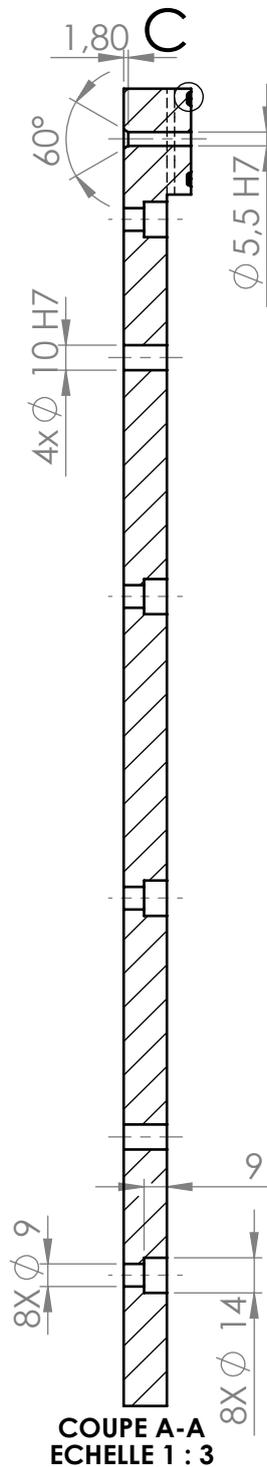
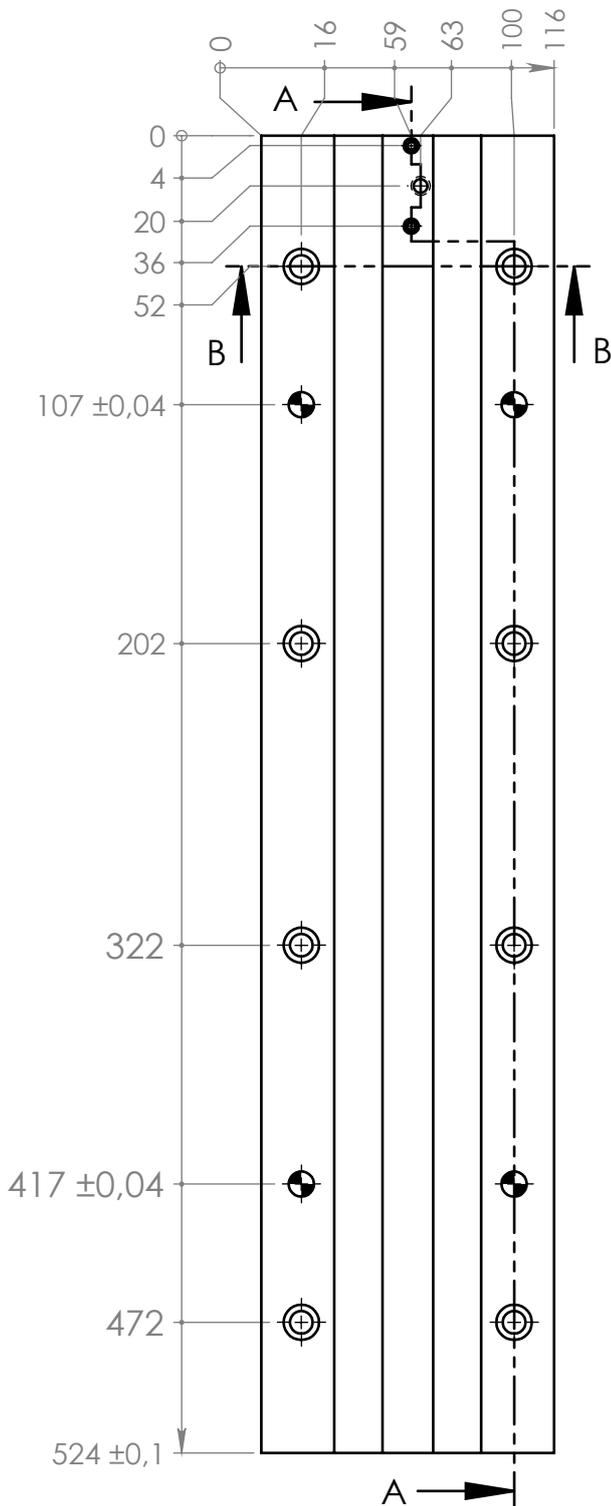
42	01	serre flan	XC48	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech : 1/3		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



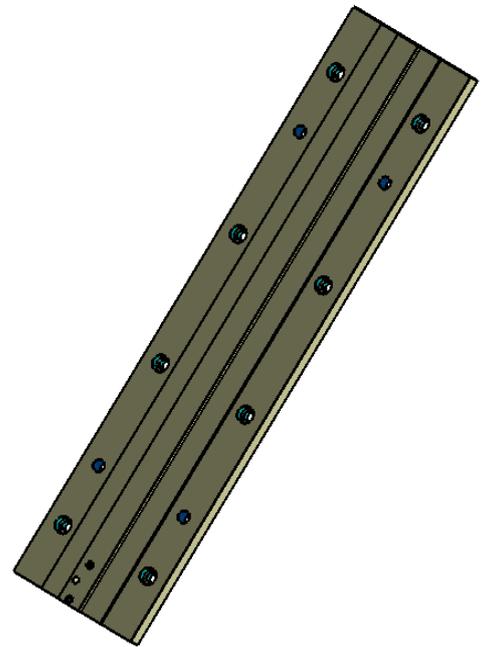
**COUPE B-B**  
**ECHELLE 1 : 3**



**DÉTAIL C**  
**ECHELLE 2 : 1**

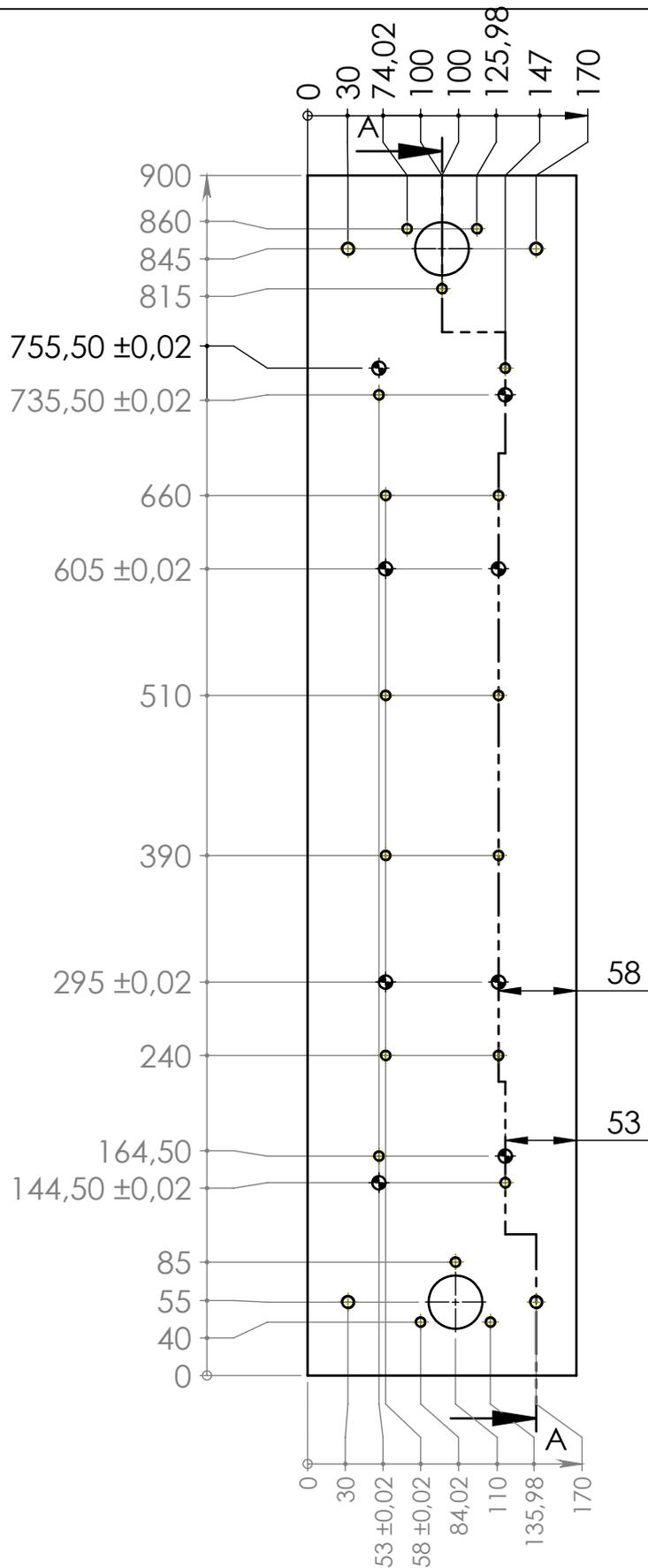


**COUPE A-A**  
**ECHELLE 1 : 3**



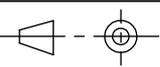
IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

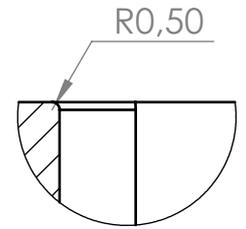
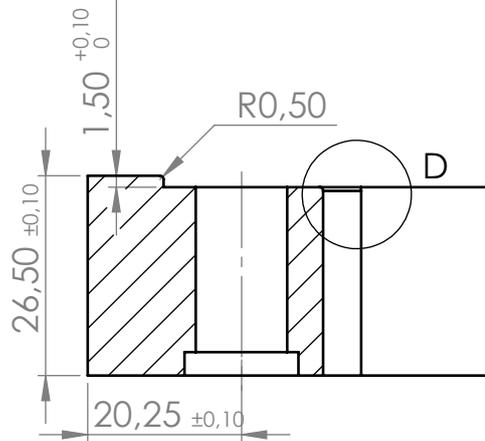
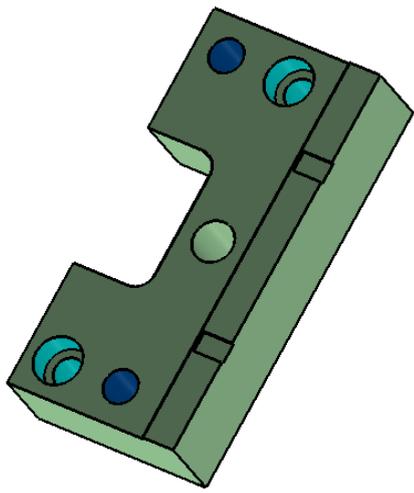
43	01	<b>Matrice</b>	<b>Z200C12</b>	
<b>Ref</b>	<b>Nb</b>	<b>Designation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observation</b>
<b>Ech :1/3</b>		<b>Outil de poinçonnage et de pliage</b>	<b>TOUAT IDIR</b>	
			<b>2018/2019</b>	
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-GM-FMP</b>	<b>Master 2</b>	



**COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 5**

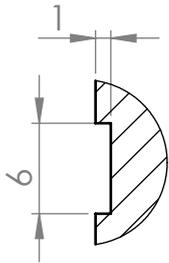
IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

<b>44</b>	<b>01</b>	<b>Semelle inférieure</b>	<b>E24</b>	
<b>Ref</b>	<b>Nb</b>	<b>Designation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observation</b>
<b>Ech :1/5</b>		<b>Outil de poinçonnage et de pliage</b>	<b>TOUAT IDIR</b>	
			<b>2018/2019</b>	
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-GM-FMP</b>	<b>Master 2</b>	

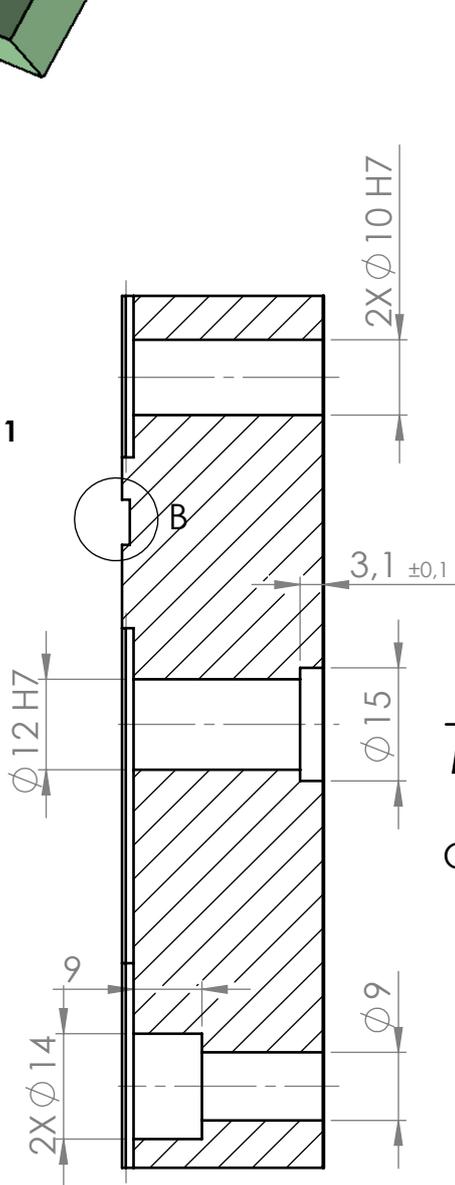


DÉTAIL D  
ECHELLE 2 : 1

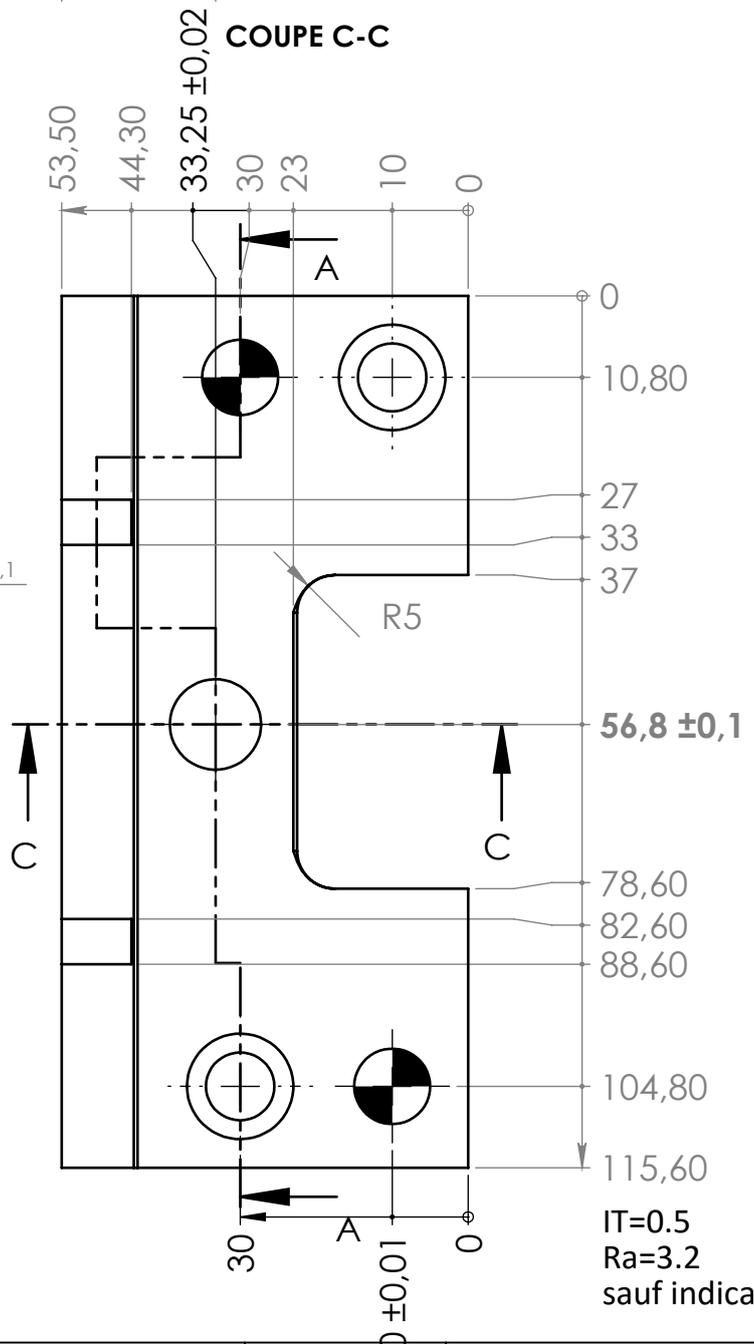
COUPE C-C



DÉTAIL B  
ECHELLE 2 : 1

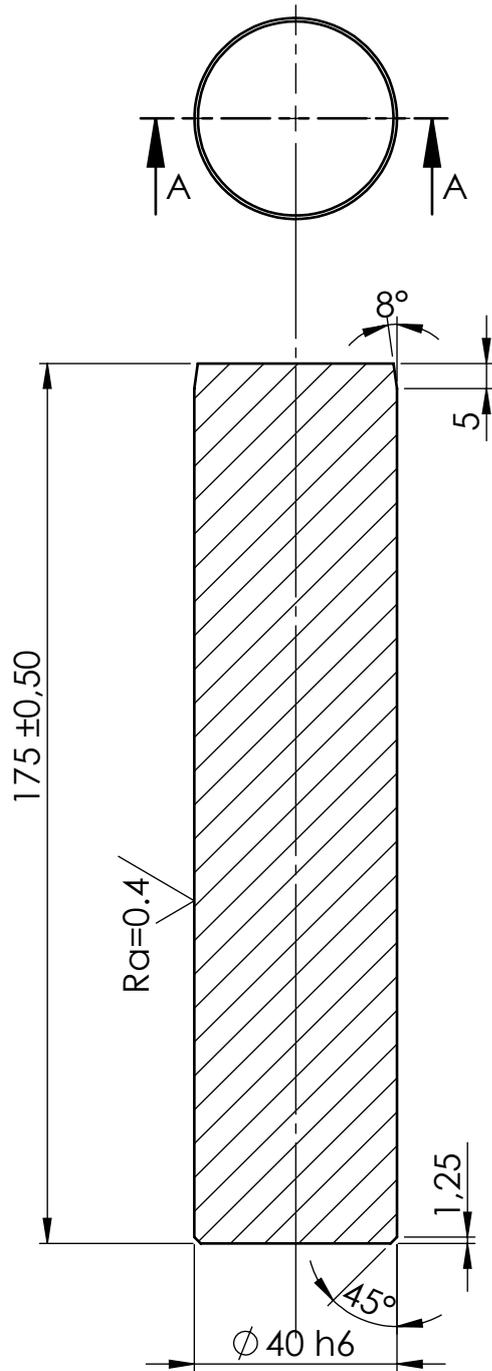


COUPE A-A



IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

45	02	Matrice de pliage	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :1/1		Outil de poinçonnage et de pliage		TOUAT IDIR
				2018/2019
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP		Master 2

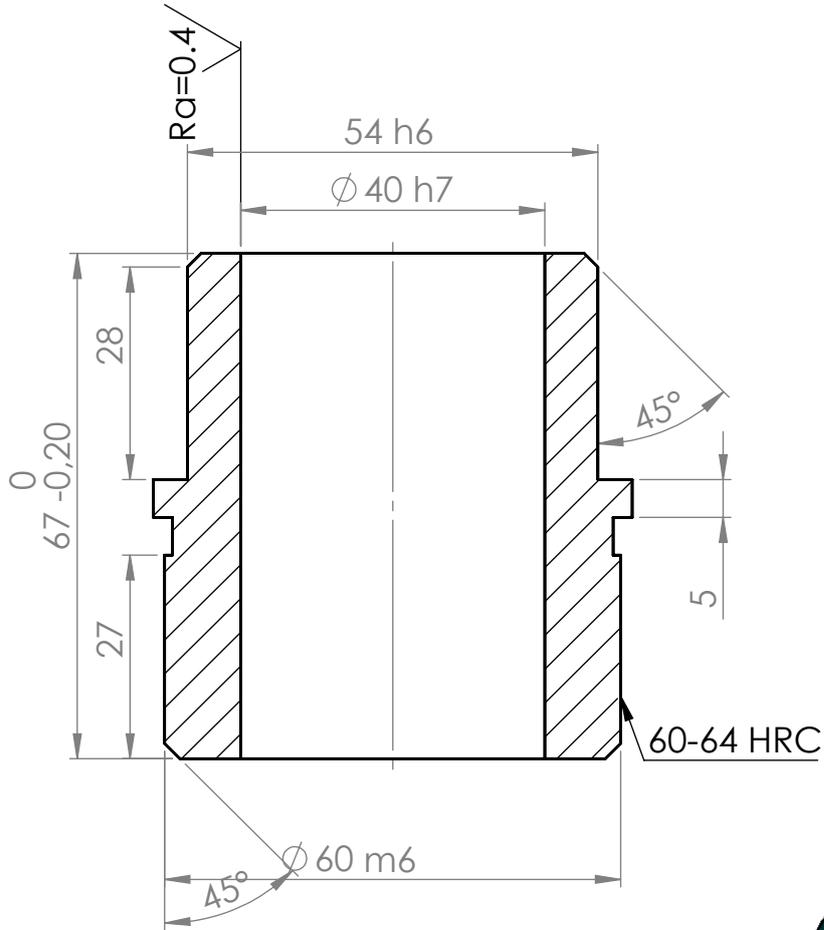
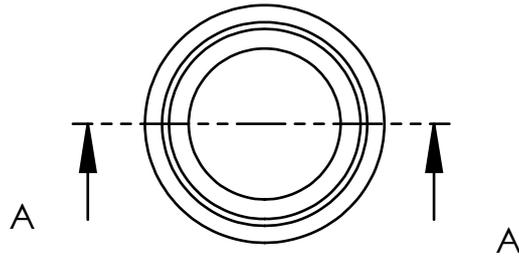


COUPE A-A  
ECHELLE 2 : 3

IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

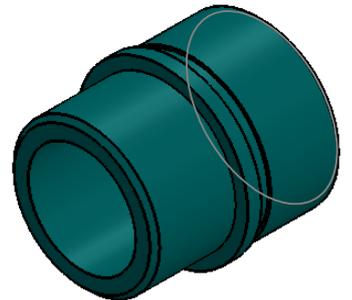


48	02	Bague de guidage	XC65	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :2/3		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	

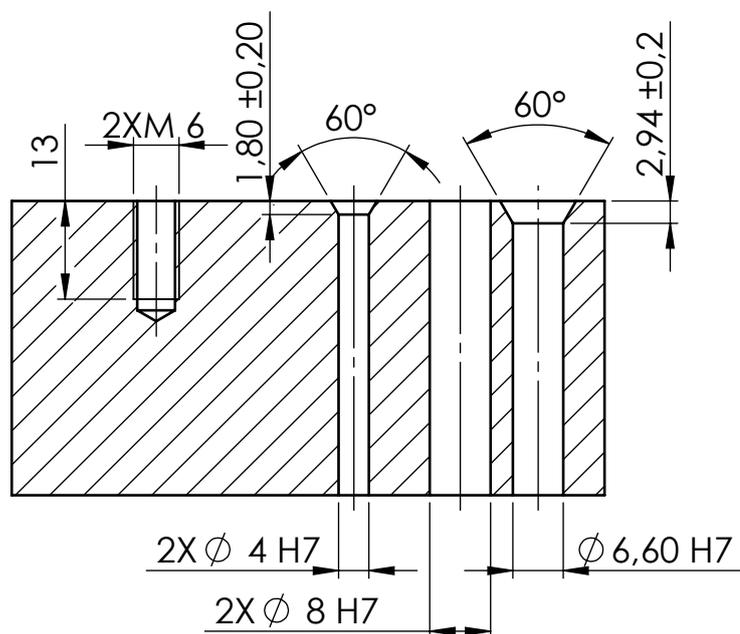
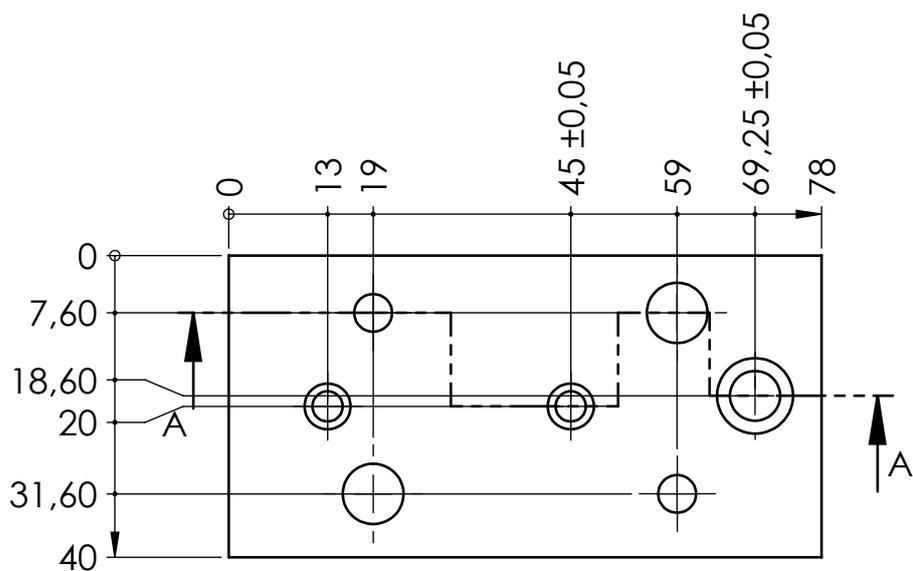


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1

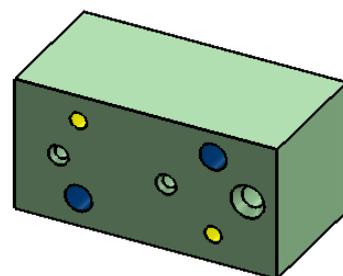
IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication



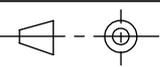
49	02	Bague de guidage	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :1/1		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	

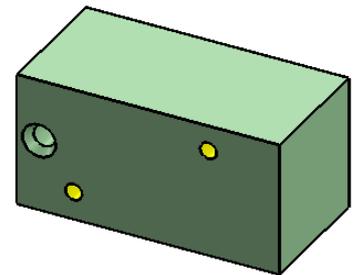
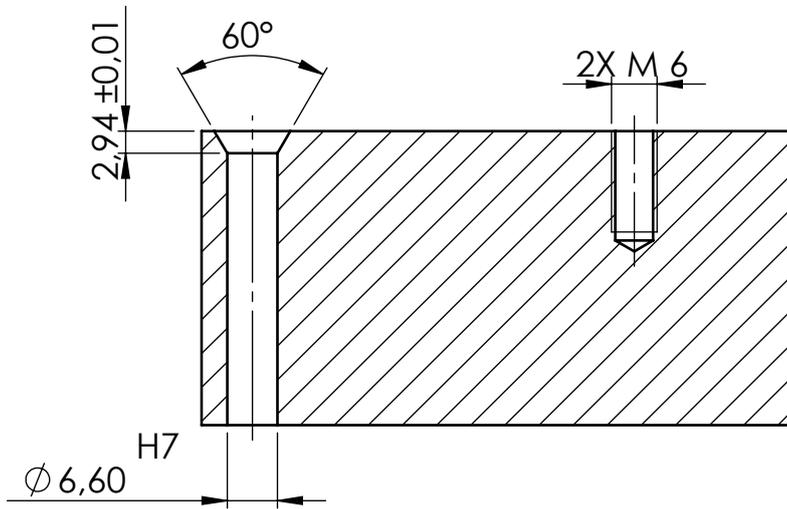
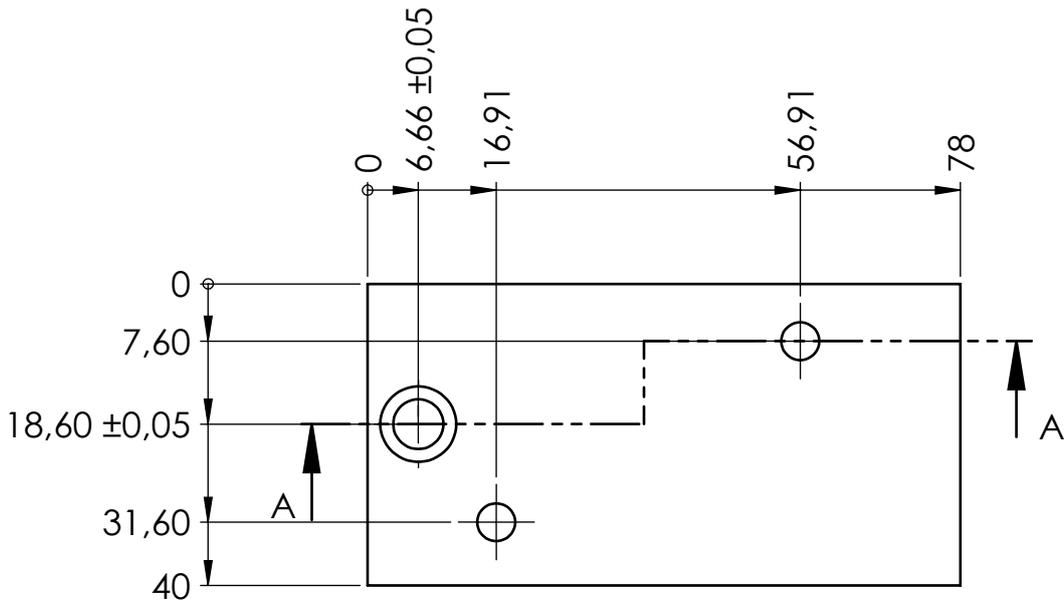


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 1



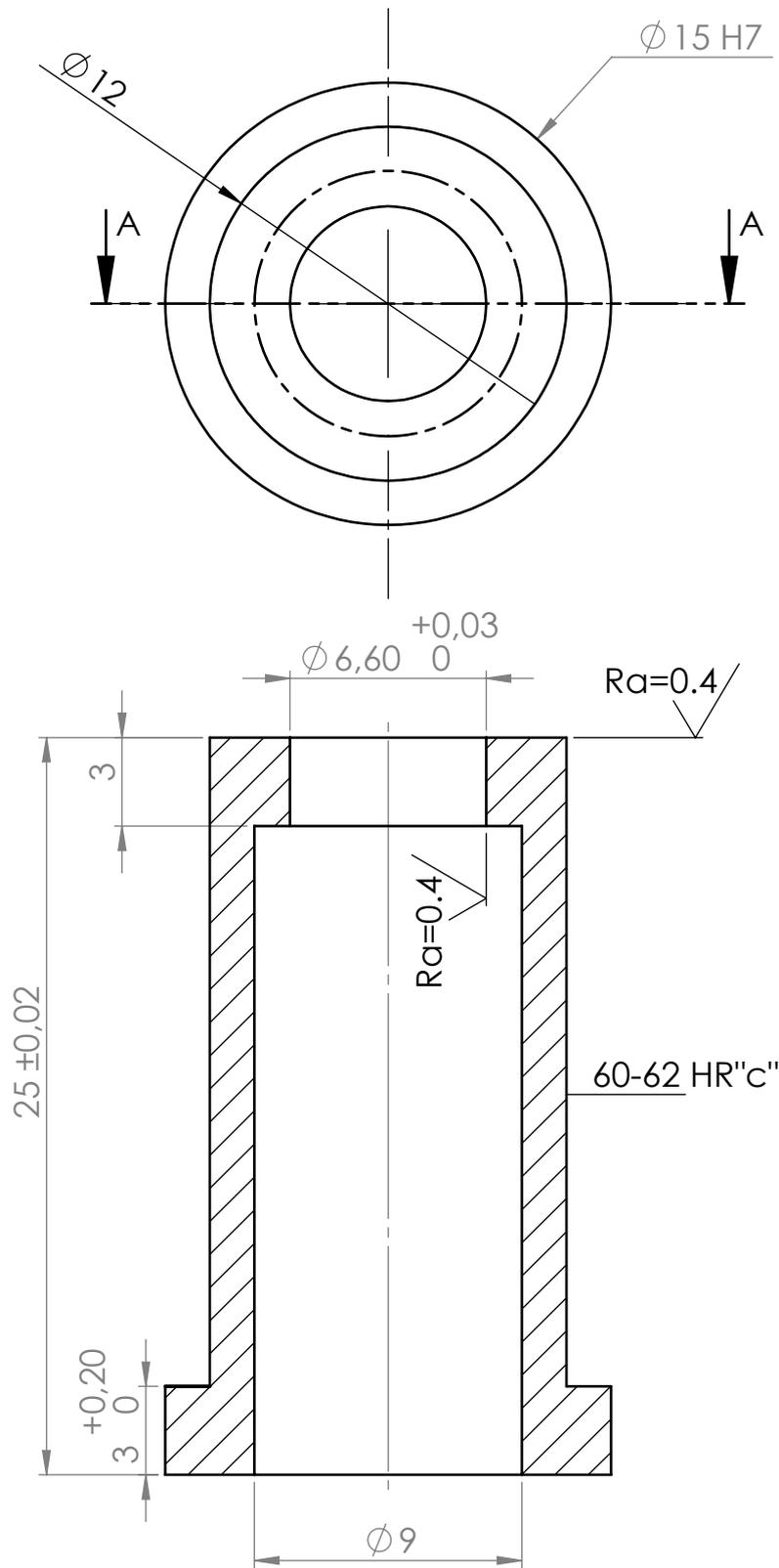
IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

54	01	Porte poinçon 01	XC42	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :1/1		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

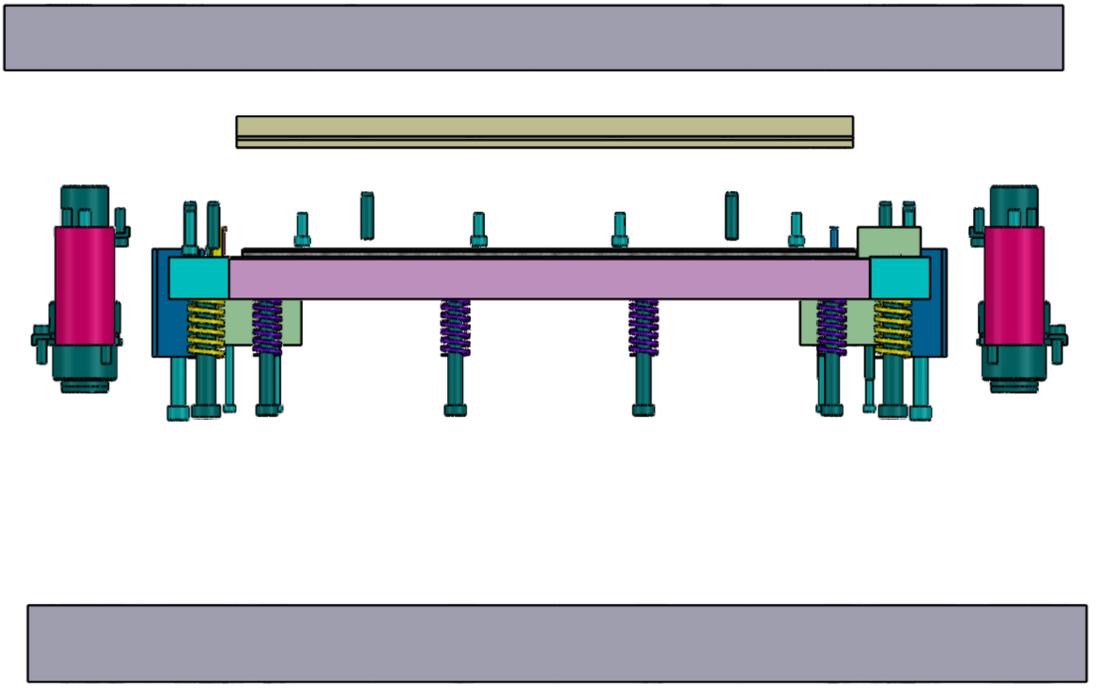
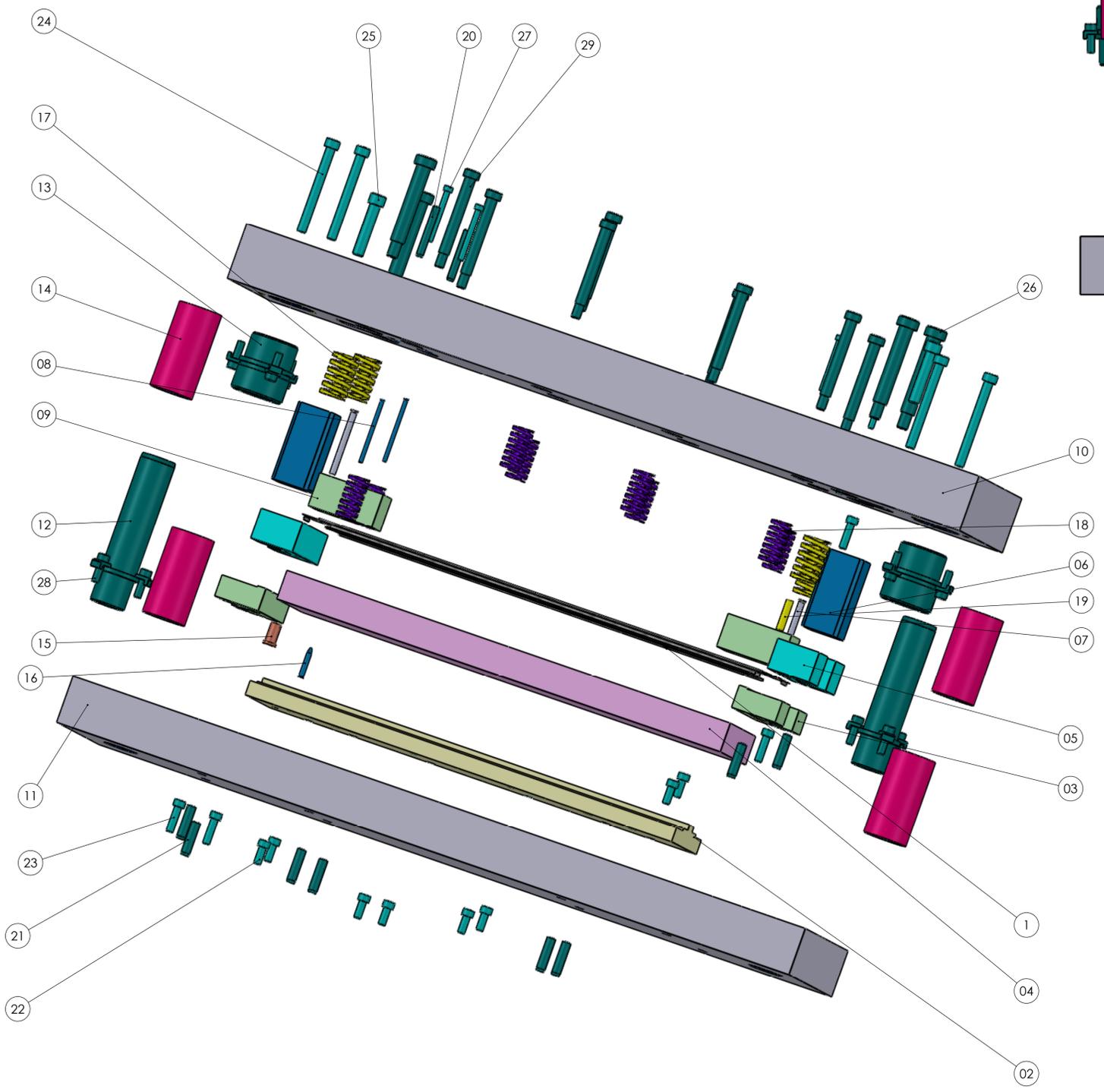
79	01	Porte poinçon A	XC42	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :1/1		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



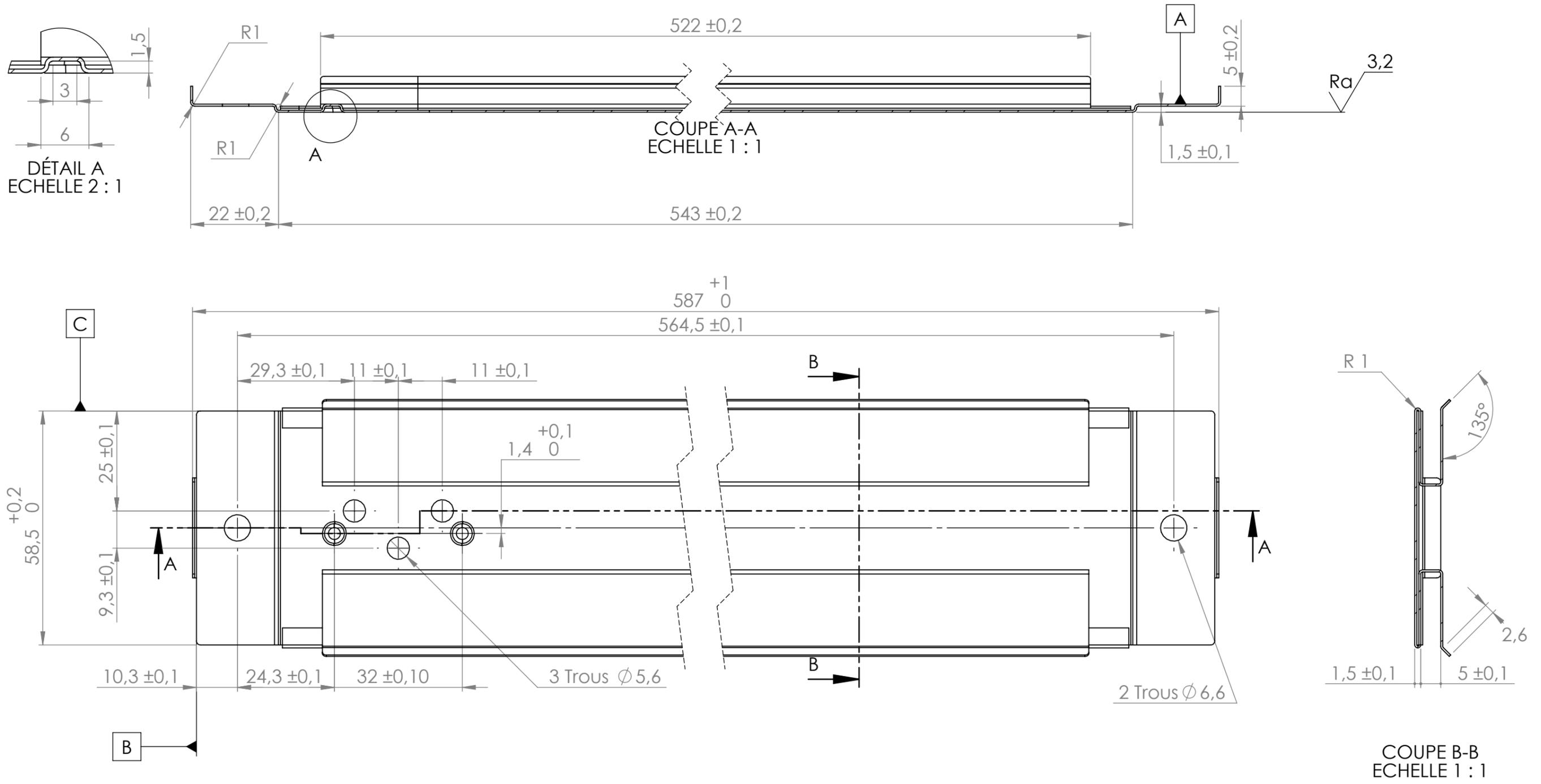
IT=0.5  
Ra=3.2  
sauf indication

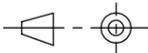
COUPE A-A  
ECHELLE 4 : 1

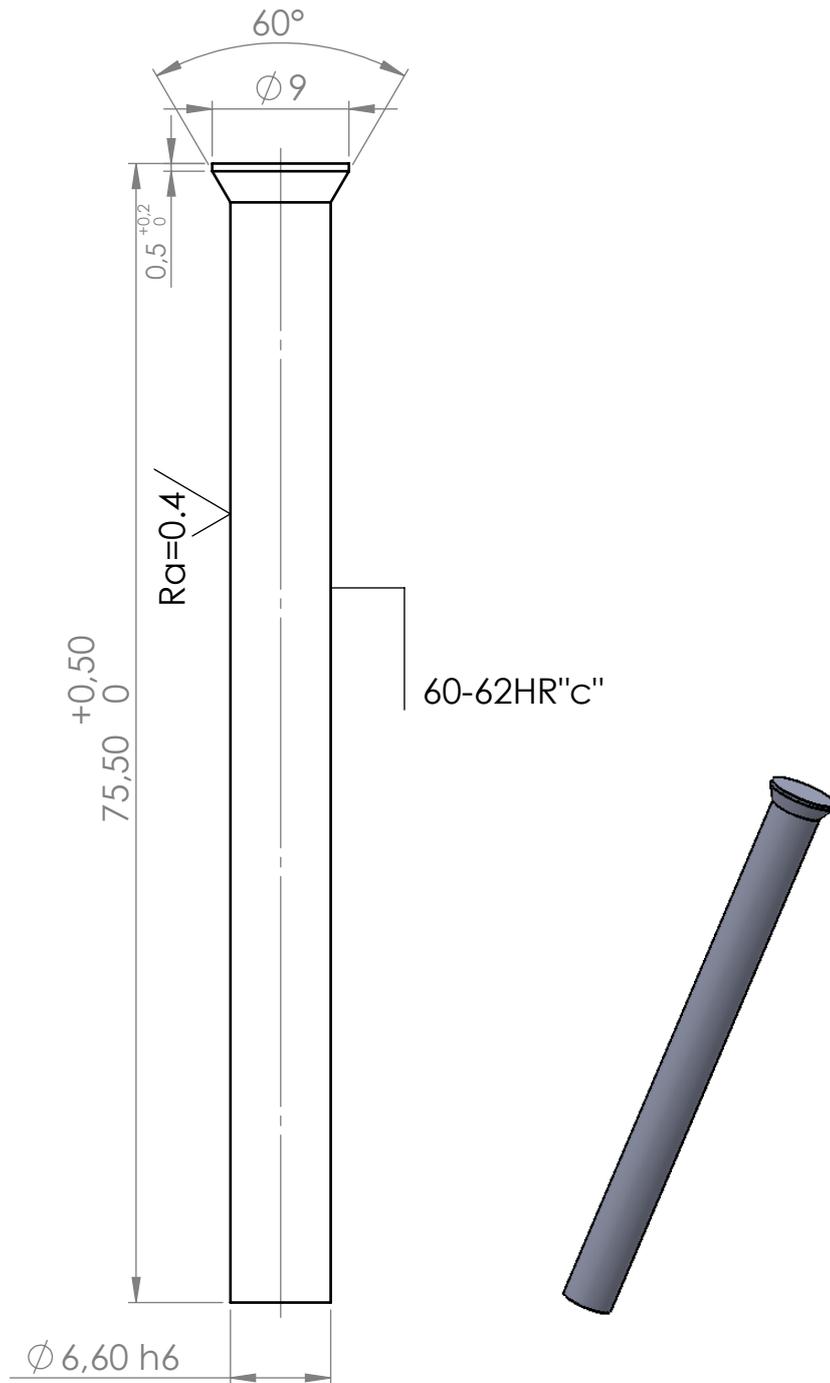
84	02	Canon	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :4/1		Outil de poinçonnage et de pliage		TOUAT IDIR
				2018/2019
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



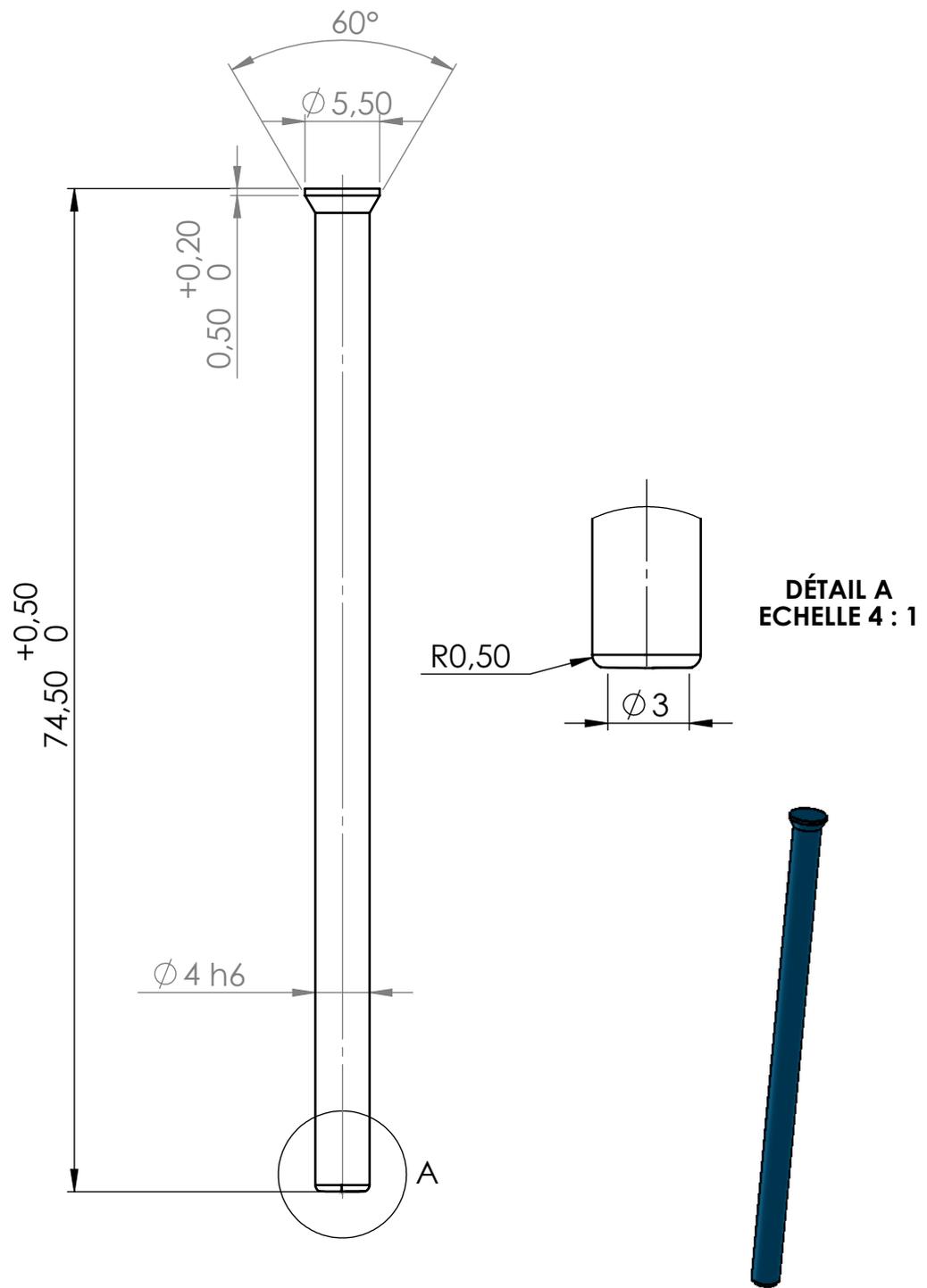
29	04	Vis d'ecartement M10X106	/	Elements standars
28	12	Vis CHC M8X25	/	Elements standars
27	04	Vis CHC M6X60	/	Elements standars
26	04	Vis d'ecartement M12X108	/	Elements standars
25	02	Vis CHC M12X60	/	Elements standars
24	04	Vis CHC M10X100	/	Elements standars
23	04	Vis CHC M8X30	/	Elements standars
22	08	Vis CHC M8X20	/	Elements standars
21	08	Goupille $\varnothing$ 10x40	/	Elements standars
20	02	Goupille $\varnothing$ 8x60	/	Elements standars
19	01	Goupille $\varnothing$ 8x35	/	Elements standars
18	08	Ressort violet $\varnothing$ 24x48	/	Elements standars
17	04	Ressort jaune $\varnothing$ 31x50	/	Elements standars
16	01	Butée(Poinçon pilote)	XC38	
15	02	Canon	Z200C12	60-62 HR"c"
14	04	Silenbloc	/	
13	02	Bague de guidage	XC65	Cimenté
12	02	Colone de guidage	XC65	Cimenté
11	01	Semelle inferieure	E24	
10	01	Semelle superieure	E24	
09	02	Porte poinçon	XC42	
08	02	Poinçon d'emboutissage	Z200C12	60-62 HR"c"
07	02	Poinçon	Z200C12	60-62 HR"c"
06	02	poinçon de pliage02	Z200C12	60-62 HR"c"
05	02	Poinçon de pliage01	Z200C12	60-62 HR"c"
04	01	Serre flan	XC48	
03	02	Matrice de pliage	Z200C12	60-62 HR"c"
02	01	Matrice	Z200C12	60-62 HR"c"
01	01	Flan	X8 Cr17	
<b>Ref</b>	<b>Nb</b>	<b>Dessin d'ensemble</b>	<b>Matière</b>	<b>Observation</b>
Ech : 1/3		<b>Outil de poinçonnage et de pliage</b>		<b>TOUAT IDIR</b>
				<b>2018/2019</b>
<b>A1</b>		<b>UMMTO-FGC-GM-FMP</b>		<b>Master 2</b>



47	1	Cloison de porte frontale	Tole Galva	LAF
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech:1/1		Refrigerateur ENIEM FB2	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A3		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



83	02	Poinçon	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :2/1		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	



52	02	Poinçon d'emboutissage	Z200C12	
Ref	Nb	Designation	Matière	Observation
Ech :2/1		Outil de poinçonnage et de pliage	TOUAT IDIR	
			2018/2019	
A4		UMMTO-FGC-GM-FMP	Master 2	