

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté de génie de la construction

Département de Génie Mécanique



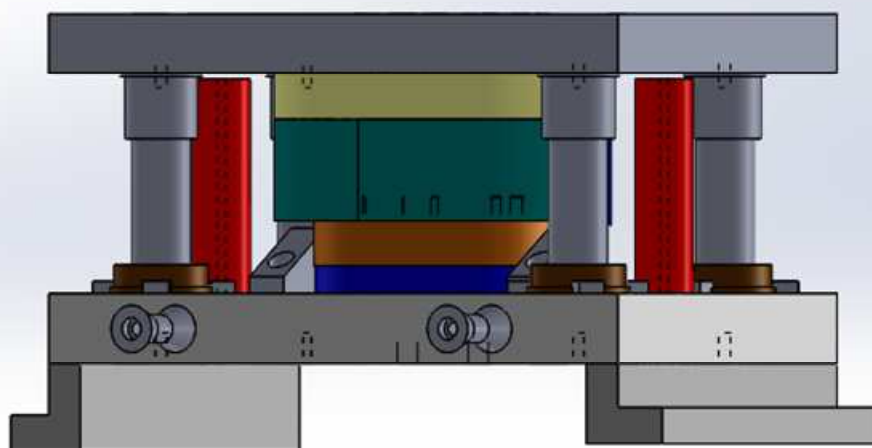
Mémoire de fin d'étude

OPTION : Génie Mécanique

SPECIALITE : Fabrication Mécanique et Productique.

Thème:

***Etude et conception d'un outil de découpage et
poinçonnage d'un support grille bruleur***



Présenté par:

Dahmane Hamza

Eldjama Nadia

Encadré et orienté par:

Mr:Bahtani amar

Proposé par:

Chaalal mourad

promotion 2020/2021

REMERCEMENT

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

Le projet de fin d'étude présenté dans ce manuscrit a été réalisé en collaboration avec l'Entreprise ENIEM

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

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

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

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

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

Dédicaces

- ❖ Je dédie ce modeste travail à La mémoire de mes Grand-mères

Et mon cher frère tous ceux que J'aurais aimé être là.

- ❖ A mes chers parents que nulle dédicace Ne puisse Exprimer mes sentiments pour leurs patience Illimitée leurs encouragements continue leurs aides en témoignage de mon profond respect et gratitude pour leurs grands sacrifices
- ❖ A Mes chères frères Bilal Ahmed et Rabah Pour leurs soutient sans limite que je salue avec grand habitude
- ❖ A Mes chers amis (es) massi. Rafik. Rachid. Mourad rouji. Aissa. Fateh. omar .karim . Kamel. Brahim. Mahrez. Abderrahmane. Et Célia que sans eux ce travail n'aurait jamais vu le jour
- ❖ A tout les enseignants et professeurs qui m'ont instruit depuis mon premier pas a l'école jusqu'à aujourd'hui

DAHMANE HAMZA

Dédicaces

- ❖ Je dédie ce modeste travail à mes chers parents que nulle dédicace Ne puisse Exprimer mes sentiments pour leurs patience Illimitée leurs encouragements continue leurs aides en témoignage de mon profond respect et gratitude pour leurs grands sacrifices
- ❖ A Mes chères frères Madjid; Ramadan ; Mouhend ; Younes et le petit Aghilas Pour leurs soutient sans limite que je salue avec grand habitude
- ❖ A Mes chère sœurs Hayet et ça petite famille ; Lyza Pour leurs soutient sans limite que je salue avec grand habitude
 - ❖ A Mes chers amis Celina et Célia
 - ❖ À tout nous camarades de la promo
- ❖ A tous les enseignants et professeurs qui m'ont instruit depuis mon premier pas a l'école jusqu'à aujourd'hui

ELDJAMA NADIA

Table des matières

Introduction générale	1
La Présentation	2
1. Introduction :	3
2. Situation géographique :	3
3. Objet social et champ d'activité « 1 » :	4
4. Capital social et chiffre d'affaires « 1 » :	4
5. Organisation de l'entreprise « 6 »:	4
6. Mission et objectifs de l'ENIEM [6]:	6
6.1. Mission de L'ENIEM :	6
6.2. Mission des unités :	6
6.3. Objectif de L'ENIEM :	7
7. Politique environnemental :	7
Chapitre I: généralité sur les matériaux	
1. Introduction :	8
2. Les tôles :	8
3. Principaux aciers au carbone[12] :	9
4. Critères du choix des métaux[13] :	10
5. Généralités sur les aciers à outils :	11
6. Classification des aciers a outil [13]:	11
7. LES PROPRIÉTÉS D'EMPLOI DES ACIERS À OUTILS [14] :	13

8. Traitement thermique [12]:.....	14
9. Matériaux utilisés dans la conception d l'outil [1]:	15
10. Les bronzes[14] :	16
10.1. Utilisation du bronze[12] :.....	16
10.2. Les différentes nuances de bronze :.....	16
11. Conclusion :	17
Chapitre II: les procedes de mise en forme des toles	
1. Introduction :	19
2. Classification de Quelques Procédés par déformation plastique [7]:	20
3. Procédés de mise en forme :	21
3.1. Poinçonnage[2] :.....	22
3.2. Méthodes de poinçonnage :	22
3.3. Force de poinçonnage :.....	22
3.4. Précision en poinçonnage :	23
3.5. Matrice et poinçon[3] :	23
3.6. Jeu entre matrice et poinçon[5] :	24
3.7. Effort de poinçonnage :	25
3.8. Calcul des poinçons à la résistance[2] :.....	26
3.9. Avantages et inconvénients du poinçonnage :.....	27
4. Le Détourage[6] :.....	27
4.1. Principe de détourage :	27

4.2. Effort de détournage :	29
5. Effort d'extraction[2] :	30
6. Effort d'éjection :	30
7. Jeux de détournage :	30
8. Différentes type de détournage	31
9. Influence des paramètres de l'opération de découpage[2] :	33
10. La géométrie de l'outil[8] :	33
11. L'épaisseur et la nature du matériau de la tôle :	34
12. Le coefficient de frottement :	34
13. La vitesse du poinçon :	34
14. Qualité de la découpe[2] :	35
15. L'angle tranchant :	35
16. Conclusion :	36
 Chapitre III généralité sur les outils et les presses	
1. Introduction :	37
2. Définition des outils de presses[10] :	37
3. Les composants principaux d'un outil de presse :	37
3.1. Poinçon[8]:	38
3.2. Matrice :	38
3.3. La Dépouille [9]:	38
3.4. L'Affûtage [6]:	39

4. Différents Types d'Outils de Presse[4] :	39
4.1. Outils de découpage :	39
4.2. Outil découvert à butées [3]:	40
4.3. Outil à Contre-plaque :	40
4.4. Outils suisse (outil bloc)[6]:	42
4.5. Outil de détournage :	43
4.6. Outils de Reprise [8]:	44
4.7. Outil à Came [9]:	45
4.8. Outil d'emboutissage[3] :	46
4.9. Outils à serre-flan :	46
4.10. Outil de pliage[6] :	47
5. Montage des Outils sur les Presses[3] :	49
5.1. Petite Presse :	49
5.2. Grosse Presse :	50
6. Définition des presses[8] :	50
7. Classification des presses :	50
7.1. En fonction de la nature de transmission d'énergie [7]:	51
7.1.1. Presses mécaniques :	51
7.1.2. Mécanismes de commandes :	51
7.1.3. Embrayage[5] :	53
7.1.4. Avantages et inconvénients :	55

7.2. Presses hydrauliques[4] :	55
7.2.1. Mécanisme de commande[10] :	56
7.2.3. Avantages et inconvénients :	57
7.3. En fonction du nombre de coulisseaux [8]:	57
7.4. En fonction de la forme de leur bâti[6] :	59
8. Caractéristique d'une presse [2]:	61
9. Exigence de choix d'une presse [8]:	62
10. Alimentation des presses :	62
11. Sécurités sur les presses[2] :	63
12. Conclusion :	63
Chapitre IV étude et conception de l'outil	31
1. Introduction :	65
2. Cahier des charges[1] :	65
2.1. Caractéristiques :	65
3. Aptitude au revêtement de surface :	66
4. Livraison :	66
5. Mode de livraison :	66
6. Le travail demandé :	66
7. Emplacement de la pièce :	66
Partie 1 : calcul	68

1. Calcule des efforts :	68
1.1. Effort de détournage :	68
1.2. Effort de poinçonnage :	69
1.3. Calcul de l'effort total :	72
2. Effort de dévêtissage ($F_{dév}$) :	72
3. Calcul de l'effort d'éjection :	72
4. Jeu de découpage[2] :	73
5. Calcul de l'effort fourni par la presse F_{pr} :	73
6. Choix de ressort[7] :	73
6.1. Calcul de la raideur de ressort	75
7. Calcul de poids de la pièce :	76
8. Le choix de la presse à utiliser[1] :	76
9. Calcul des poinçons à la résistance[5] :	77
Partie 2 : conception	80
1. Conception de l'outil :	80
2. Conclusion :	86
3. La mise en plans :	86
Conclusion générale	87

Liste des figure

chapitre I

Figure I. 1: bobine de tôle Matériaux de base	8
Figure I. 2: Bague de guidage bronze	16

CHAPITRE II

Figure II. 1: le poinçonnage	22
Figure II. 2: matrice et poinçon	23
Figure II. 3: Jeu entre matrice et poinçon.....	24
Figure II. 4: jeu entre poinçon et matrice	25
Figure II. 5:Effort de poinçonnage	25
Figure II. 6: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L	26
Figure II. 7:contrainte sur poinçon lors des phases du découpage.....	28
Figure II. 8: phase de déformation élastique.	28
Figure II. 9:Effort de cisaillement	29
Figure II. 10: détournage normal.....	32
Figure II. 11: détournage à ras	32
Figure II. 12: détournage-poinçonnage	32
Figure II. 13: caractérisation du profil d'une pièce découpée.....	35
Figure II. 14: L'angle tranchant des lames.....	36

CHAPITRE III

Figure III. 1: Illustration poinçon et matrice	38
Figure III. 2: Dimensions d'une Dépouille.	39
Figure III. 3:Schéma d'une affuteuse	39
Figure III. 4:outil simple découvert.....	40
Figure III. 5:Outil découvert à butées	40
Figure III. 6:Outil à engrenage	41
Figure III. 7: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par couteau.	41
Figure III. 8:outil à presse-bande	42
Figure III. 9: outils suisse	43
Figure III. 10:Outil de détournage normal	43

Figure III. 11:Outil de détournage à ras [8].....	44
Figure III. 12: Outil de détournage-poinçonnage [3].	44
Figure III. 13:Guidage du flan sur un Outil de reprise par diverses façons	45
Figure III. 14: Outil à came	45
Figure III. 15: Outil d'emboutissage sans serre-flan.....	46
Figure III. 16: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet	47
Figure III. 17: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets	47
Figure III. 18: Outil de pliage en V é	48
Figure III. 19: pliage en U	48
Figure III. 20:Exemple d'Outil de pliage en Équerre.....	48
Figure III. 21:Plateau de presse.....	49
Figure III. 22:Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.....	49
Figure III. 23:Organigramme de classification des presses	50
Figure III. 24: Presse Mécanique	51
Figure III. 25: Système bielle manivelle.	52
Figure III. 26: Système excentrique.	52
Figure III. 27: Système a genouillère.	53
Figure III. 28: Système à came.....	53
Figure III. 29: Schéma d'un système à embrayage par friction.	54
Figure III. 30:Embrayage par clavette pivotante.....	55
Figure III. 31: La presse hydraulique.	56
Figure III. 32: presse à simple effet.....	58
Figure III. 33: presse à double effets.....	58
Figure III. 34: Presses à triple effet.....	59
Figure III. 35: Presse à col de cygne.	59
Figure III. 36: Presse à arcade.	60
Figure III. 37: Presse à montant	60
Figure III. 38:presse à quatre colonnes	61
Figure III. 39:presse à table mobile et bigorne.....	61
Figure III. 40:Ligne automatique d'alimentation.	63

CHAPITRE IV

Figure IV. 1: Emplacement de la pièce	67
---------------------------------------------	----

Figure IV. 2: la pièce à réaliser.....	67
Figure IV. 3: Dessin de définition de la pièce.....	67
Figure IV. 4: la fore des poinçonne.....	69
Figure IV. 5: représentation du ressort.....	74
Figure IV. 6: Flambement d'une poutre soumise à un effort axial.	77
Figure IV. 7: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L	78

Liste des tableaux

Tableau I. 1: Principaux aciers au carbone Caractéristiques du matériau de l'outil	10
Tableau I. 2:Matériaux utilisés dans la conception d l'outil	15
Tableau II. 1:Procédés de déformation plastique	21
Tableau II. 2:Résistance au cisaillement Rc de quelques matériaux.....	30
Tableau II. 3: Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper.....	31
Tableau IV. 1:Composition chimique du matériau (DC04 selon la norme)	65
Tableau IV. 2:Caractéristiques mécaniques du matériau	65

Liste des symboles

E = module d'élasticité en (N/mm²)

I = moment quadratique de la section en (mm⁴)

F = effort de découpage en (N)

F_p = effort de poinçonnage (daN)

P = périmètre du poinçon (mm)

e = épaisseur de tôle (mm)

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

R_m = les rayons de matrice

R_p = le rayon du poinçon

e₀ = l'épaisseur initiale de la tôle.

F_d : Effort de détournage

e: Épaisseur de la tôle

D = diamètre de la pièce

F_{tp} = effort total de poinçonnage

F_{td} : l'effort total de découpage

F_{dév} : Effort de dévêtissage

F_{éj} = Calcul de l'effort d'éjection

J = Jeu de découpage

F_{pr} = l'effort fourni par la presse

K = La raideur du ressort.

X = La longueur du ressort.

D = Diamètre extérieure du ressort.

D₁ = Diamètre intérieure du ressort.

A = course de ressort comprimée

F ressort = La charge du ressort.

Fcr : charge critique

I =moment d'inertie.

L = longueur réelle.

I =La longueur libre de flambage

Introduction générale

Introduction générale

La transformation des tôles mécaniques en produits finis à une importance considérable dans de nombreuses industries telles que la construction mécanique, vu leur diversité d'utilisation dans le domaine électronique, électrique, construction marine, automobile et aéronautique, cela oblige les industries mécaniques à optimiser les procédés de fabrications des pièces. Une grande recherche a été faite au niveau des bureaux d'études afin d'assurer une bonne qualité et un minimum de défauts au cours de leur durée de vie.

Parmi les principaux procédés apparus récemment afin d'assurer la production en grande série, se trouve le formage. Ce procédé regroupe plusieurs techniques dont on peut citer (le poinçonnage, crevage, encochage, ajourage, détournage...).

Dans le domaine d'industrie mécanique, les produits plats sont très utilisés pour la réalisation des pièces (les pièces carrosseries automobiles, les appareils électroménagers)

Le découpage est Parmi les techniques les plus utilisé dans l'industrie et la fabrication des pièces à partir des tôles métalliques. Donc cette dernière nécessite la mise au point d'un outillage approprié qui permet une production en série de qualité constante, et les intérêts économiques et technologiques de découpage sont indéniables : grandes cadences de production, qualité géométrique et mécanique des pièces a des cadences très élevée.

Le bureau d'études de l'entreprise ENIEM nous a chargés de concevoir un outil qui va servir à fabriquer une pièce pour une cuisinière avec une géométrie bien déterminée basant sur les opérations détournage et poinçonnage. L'étude de cet outil est de manière à satisfaire certaines exigences comme la résistance de cet outil à l'effort de l'opération,

Notamment une longue durée de vie, bas prix de revient, un montage et un démontage facile.

Notre travail se devise en cinq chapitres comme suit :

- Après une introduction générale on trouve dans le premier chapitre une présentation de l'entreprise nationale de l'industrie électroménagère ENIEM.
- Le deuxième chapitre traite les procédés de mise en forme (poinçonnage et détournage).
- Le troisième chapitre abordera des généralités sur les outils des presses.

Introduction générale

- Dans le quatrième chapitre on trouve une définition, une représentation et classification des presses utilisés dans l'industrie des pièces mécanique.
- Le dernier chapitre est réservé à l'étude et la conception de l'outil et les résultats des efforts de détourage et de poinçonnage pour calculer l'effort total que doit fournir la presse pour la réalisation de notre pièce.
- Nous terminons notre mémoire par une conclusion générale.

La Présentation de l'entreprise

1. Introduction :

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

L'ENIEM est le leader de l'industrie électronique en ALGERIE avec un capitale 295750000000 DA.



Figure 1:Siège de l'Entreprise Nationale des industries électroménagères

2. Situation géographique :

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

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

Présentation de l'entreprise

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

3. Objet social et champ d'activité « 1 » :

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

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

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

4. Capital social et chiffre d'affaires « 1 » :

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

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

Et un effectif de 2885 travailleurs.

5. Organisation de l'entreprise « 6 »:

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

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

Présentation de l'entreprise

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

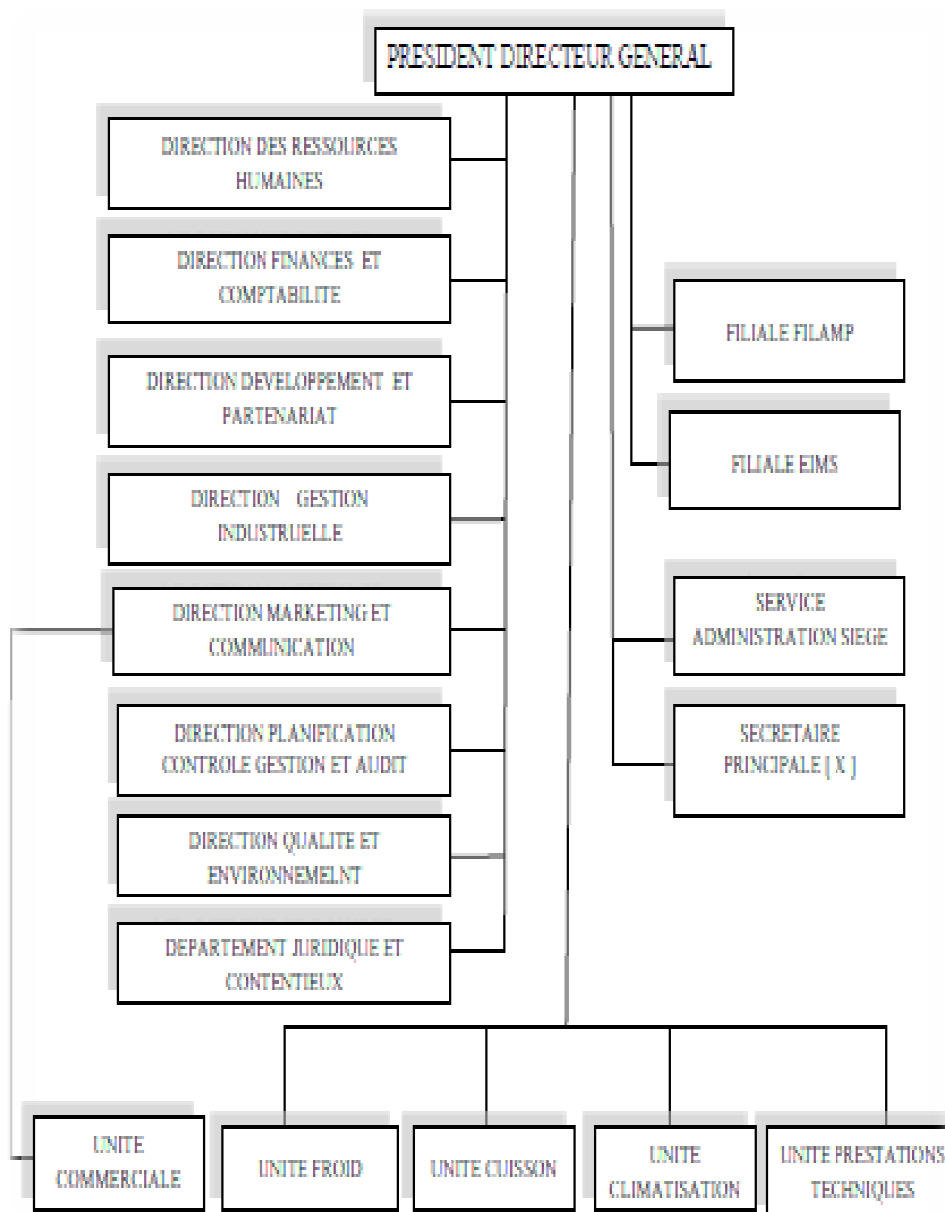


Figure 2: Organigramme de l'entreprise « 7 »

6. Mission et objectifs de l'ENIEM [6]:

6.1. Mission de L'ENIEM :

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

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

6.2. Mission des unités :

- *Unité Froid* : Elle est chargée de la production des équipements, produits et composants relevant du domaine du froid (réfrigérateur).
- *Unité Cuisson* : Elle s'occupe de la production des équipements produits et composants relevant du domaine de la cuisson (cuisinière).
- *Unité Climatisation* : Elle assure la production des équipements, produits et composants relevant du domaine De la climatisation (climatiseurs et petit appareils ménagers).
- *Unité Prestation Technique* : Elle réalise des travaux ou prestations techniques et services pour le compte des autres unités ou pour des clients externes.
- *Unité Commerciale* : Elle est chargée de la commercialisation des produits fabriqués par les unités de production.
- *Unité sanitaire* : L'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM en l'an 2000. Elle n'entre pas dans le champ de certification de l'entreprise. La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits sanitaires (baignoires, lavabos ...).

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

6.3. Objectif de L'ENIEM :

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

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

7. Politique environnemental :

La politique environnementale de l'ENIEM s'inscrit dans le développement durable en intégrant un management proactif dans le domaine de la protection de l'environnement. Pour y parvenir, l'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des ressources, la sensibilisation et la formation, la responsabilité et l'implication de son personnel. Pour cela, l'ENIEM a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue en mettant en place un système de management environnemental selon le référentiel ISO 9001/2008 QUALITE et ISO 14001/2004 ENVIRONNEMENT La direction générale met à disposition les moyens nécessaires à la réussite de ce projet.

Chapitre I: Généralités sur les matériaux

1. Introduction :

Sur le plan technologique, les aciers et les alliages à base de fer sont toujours d'une importance capitale, puisqu'on les trouve, sous une forme ou sous une autre, dans presque tous les domaines : de l'électroménager aux ouvrages d'art, en passant par l'automobile, l'aérospatiale, la quincaillerie et la chirurgie orthopédique. Les aciers et les fontes constituent, en masse, environ 90% de la production mondiale de matériaux métalliques. L'histoire de l'évolution technologique de civilisations est d'ailleurs étroitement liée au développement des alliages à base de fer. Cette importance technologique repose sur plusieurs facteurs : les alliages ferreux se prêtent facilement à une production de masse, ils sont bon marché et, surtout, on peut leur faire acquérir des propriétés très variées notamment en recourant aux traitements thermiques et à l'addition d'éléments d'alliage, ce qui permet de les adapter aux exigences de fabrication et d'utilisation les plus diverses.

2. Les tôles :

La tôle est un matériel plat ayant des épaisseurs différentes. Sa principale caractéristique est la combinaison d'une très faible épaisseur avec une hauteur et une largeur de grandes dimensions. Les pièces réalisées à partir de la feuille, sont des matériaux tels que l'acier au carbone, l'aluminium, des aciers inoxydables, et d'autres matériaux tels que le cuivre ou le titane. Ces pièces sont destinées à un usage industriel de l'automobile, de l'emballage ou les appareils de traitement. Sa surface présente des finitions de haute qualité.



Figure I. 1: bobine de tôle Matériaux de base

Dans le domaine des matériaux, nous avons deux types, les matériaux non ferreux et les matériaux ferreux.

Les matériaux non ferreux sont des alliages à base d'éléments non ferreux tels que : Aluminium, Cuivre, Zinc, Magnésium, Phosphore, etc. Cependant, dans l'industrie en particulier, la construction mécanique demande des matériaux qui présentent des caractéristiques plus efficaces pour supporter toutes les charges.

Dans ce cas, nous avons les matériaux ferreux qui sont à base de fer et d'autres éléments tels que : le carbone, le silicium, le cobalt, le vanadium, le magnésium, etc

3. Principaux aciers au carbone[12] :

Selon les familles des aciers on distingue six (06) classes :

- Classe des aciers extra-doux ; ce sont des aciers qui contiennent de la ferrite et un peu de cémentite. Leur teneur en carbone n'excède pas 0.1% C.
- Classe des aciers mi- doux ; sa teneur en carbone varie entre 0.25 et 0.4%C.
- Classe des aciers doux ; sa teneur en carbone varie entre 0.1 et 0.25% C. sa structure ferritique avec un pourcentage en perlite inférieur à 50%.
- Classe des aciers extra-durs ; dont la teneur en carbone varie de 0.77 à 2.11%C.
- Classe des aciers mi-durs ; dont la teneur en carbone varie de 0.4 à 0.6%C.
- Classe des aciers durs ; dont la teneur en carbone varie de 0.6 à 0.77%C.

Nuance	HB	C%	δ_r (MPa)	Désignation		Emplois principale
				Classe A	Classe XC	
Extra-doux	98	0.05	340	A35	XC 5	Très malléable. Tôle : Chaudronnerie. Tubes et fils
	à 126	à 0.1	à 450	A45	XC 20	
Doux	126	0.1	450	Adx	XC 5	Profiles pour charpentes

	à 154	à 0.25	à 550	A45 A55	XC 20	Métalliques, tôles pour serrurier
Demi dur	154 à 154	0.1 à 0.25	450 à 550	Adx A45 A55	XC30 XC40	Moteur et machines-outils ; outils agricoles
Dur	183 à 210	0.4 à 0.6	550 à 750	A55 A75	XC40 XC50	Outils de coupe, burines, Bédanes, Coutelleries (pour une grande dureté)
Extra dur	210 à 280	0.77 à 2.11	750 à 1000	A75 A100	XC 50 XC85 (ou CC)	Outils de coupe, Coutelleries (pour une grande dureté)

Tableau I. 1: Principaux aciers au carbone Caractéristiques du matériau de l’outil

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

1. Bonnes propriétés liées à la tenue en service :
 - Résistance à l’usure
 - Résistance aux chocs
 - Ténacité
2. Bonnes propriétés liées à la mise en œuvre :
 - L’usinabilité
 - Absence de déformation et de rupture aux traitements thermiques

4. Critères du choix des métaux[13] :

On choisit le matériau d’un outil selon son fonctionnement dont il a été conçu cela dit l’importance des caractéristiques prend effet quand a l’importance de la série et des données sur la pièce les critères de choix sont basés sur ces principaux paramètre :

- L'importance de la série : dans le cas d'une série importante ou les machines travaillant à haute cadence tout le temps d'immobilisation de l'outil prend une importance considérable dans le prix de la pièce et de ce fait les matériaux doivent avoir une bonne résistance à l'usure pour limiter le plus possible les affutages ces critères sont utilisés pour les très grandes séries.
- La nature de matériau à travailler : l'usure de l'outil doit être en fonction de la dureté de matériau et de son état structural (intérêt de découper de feuillards d'aciers à l'état globulaire par exemple).
- Précision des pièces (tolérance dimensionnelles) : la tolérance est directement liée à la résistance à l'usure des parties actives et à la ténacité (car une tolérance serrée étant obtenue par un faible jeu. Il y a risque de contact entre arrêtes coupante, poinçon et matrice).

5. Généralités sur les aciers à outils :

Les aciers à outils, sont des aciers utilisés pour la fabrication d'outils mécaniques tels que les mèches, dés de matriçage, outils de coupe, cisailles, marteaux et burins. Ces aciers se caractérisent par de bonnes propriétés mécaniques générales à des duretés élevées (HRC supérieur à 55).

6. Classification des aciers à outil [13]:

La norme précédente, la NF A35590 distinguait les nuances en fonction de caractéristiques principales (résistance à l'usure, résistance aux chocs) ou de composition/structures (aciers au carbone fin, extra-fins). Elle a été remplacée par la norme NF EN ISO 4957 qui ne retient que quatre classes, les deux premières étant destinées aux applications dans lesquelles la température de surface est généralement inférieure à 200 °C et on distingue :

- **Aciers alliés** : On appelle acier allié un acier contenant, en plus du fer et du carbone, un ou plusieurs éléments d'addition en proportions suffisantes pour modifier sensiblement au moins l'une des propriétés de l'acier ordinaire contenant la même teneur de carbone. On distingue les aciers faiblement alliés des aciers fortement alliés. Les aciers fortement alliés ont un élément d'addition ayant une teneur supérieure à 5%

➤ **Aciers non alliés** : la respectue des différents éléments d'alliage reste inférieure à une limite spécifique conformément à la norme DIN 10 020 ils sont tous définie par une teneur en carbone comprise entre 0.40 _ 1.40% après un traitement thermique précis ils se caractérisent par une grande dureté de surface une haute résistance à l'usure et une bonne capacité de coupe avec un cœur ductile ils sont utilisés pour des outils simple soumis à des contrainte plutôt faibles une fois soumis à un traitement thermique ils peuvent être utilisés à des températures de travail allant jusqu'à 200°C

➤ **Aciers pour travail à froid** : Ces aciers sont destinés à la réalisation d'outils pour le travail à froid à des températures inférieures à 250°. Ils sont utilisés notamment dans les outils de découpe pour 1/3 de leur destination, couteaux et lames industrielles, outils de découpe du métal (poinçons, matrices), marteaux, burins Les matières à découper peuvent être dures ou molles, collantes, abrasives...

Ces couteaux et lames industrielles sont souvent montés sur des machines automatiques de production pour découper de la laine de verre, des films plastiques, du textile, le papier carton dans le secteur de l'emballage Les qualités recherchées sont une forte dureté et une grande résistance à l'usure, l'homogénéité du métal, la stabilité dimensionnelle à la trempe, et une forte résistance aux chocs (résilience) pour réaliser des outils soumis aux chocs avec la durée de vie la plus longue.

➤ **Aciers pour travail à chaud** : c'est sur la base d'aciers alliés pour travail à chaud que l'on fabrique des outils qui conviennent certes pour le travail à froid jusqu'à 200°C (forge laminage à chaud ou cisailles à chaud) ces aciers présentent une haute ténacité et une haute résistance à la chaleur et à l'usure aux variation thermiques ainsi qu'une haute résistance au revenu les éléments d'alliage essentiels sont en plus de ceux présents dans les aciers de travail froid le nickel le molybdène et le cobalt

➤ **Aciers rapides** : ils sont avant tout utilisés pour les outils devant fournir de très hautes vitesses de coupe (fraise) ils sont fortement alliés avec des éléments générateurs de carbures comme le chrome le molybdène le tungstène et le vanadium ou le cobalt pour des contraintes thermiques particulières et contrairement aux aciers faiblement alliés permettent d'obtenir une vitesse de coupe pouvant être jusqu'à dix fois plus élevées car ils

présentent une très haute résistance à la chaleur à l'usure et une remarquable stabilité au revenu ainsi qu' une haute dureté

7. LES PROPRIÉTÉS D'EMPLOI DES ACIERS À OUTILS [14] :

On distinguera les caractéristiques à la température ambiante et les caractéristiques à chaud. 5 principaux critères sont retenus :

- **La ténacité** : résistance à l'amorçage et à la propagation des fissures.
- **La dureté** : résistance du matériau à la pénétration. Pour les aciers à outils pour travail à chaud, on s'intéresse également à l'évolution de la dureté en fonction de la température de revenu.
- **La résistance à la fatigue thermique** : résistance aux effets de chauffages et refroidissements successifs qui peuvent générer des fissures. Cette caractéristique est influencée par la cinétique d'oxydation, les propriétés physiques et mécaniques (notamment diffusivité thermique qui influence le gradient thermique, module d'Young et coefficient de dilatation linéaire) et par la microstructure.
- **La résistance à l'usure** : caractérisée par la faculté, pour la surface de l'outil, de conserver son état initial le plus longtemps possible sans endommagement lors de son utilisation. Sans rentrer dans les différents aspects de ce sujet, on peut dire qu'entrent en compte la taille des grains, le taux d'austénite résiduelle, la surface utile (quantité, répartition, géométrie...) et la dureté des carbures primaires. L'indication du tungstène équivalent permet une estimation de la résistance à l'usure liée à la composition chimique.
- **La tenue à la corrosion** : Ce sujet qui est fonction du milieu ambiant n'est pas développé ici, nous retiendrons simplement l'usage de chrome dans la composition chimique.

Au-delà de ces propriétés d'emploi, il faut prendre en compte les conditions de mise en œuvre lors de la fabrication de l'outil, notamment l'élaboration, l'usinage, le traitement thermique, le traitement de surface, la rectification et l'obtention d'une texture superficielle. L'acier doit par exemple présenter une bonne trempabilité pour que la structure soit homogène sur de très grandes épaisseurs après le traitement thermique.

8. Traitement thermique [12]:

Le traitement thermique d'une pièce consiste à lui faire subir des transformations de structure grâce à des cycles prédéterminés de chauffage et de refroidissement afin d'améliorer les caractéristiques mécaniques : dureté, ductilité, limite d'élasticité, ...Ce procédé est souvent couplé avec l'emploi d'une atmosphère contrôlée lors de la mise en température de la pièce, soit pour éviter son oxydation, soit pour effectuer un apport moléculaire à sa surface

➤ **La trempe (727+50et plus)** :est une opération métallurgique qui fait partie des traitements thermiques. Elle consiste à chauffer un métal à une température dite de changement de phase ou bien de mise en solution de composés chimiques, selon l'objet de la trempe, pendant le temps nécessaire à la transformation de toute la masse chauffée puis à refroidir toute cette masse à une vitesse suffisante pour emprisonner des éléments chimiques qui ont pu se diffuser dans le solide cristallin à haute température lors de la transformation inverse. Les éléments chimiques se retrouvant prisonniers dans la phase de température basse créent alors des tensions dans les mailles cristallines qui contribuent à l'augmentation de certaines caractéristiques mécaniques de la pièce trempée Aujourd'hui, la trempe conserve le même intérêt en ce qui concerne les aciers mais est aussi utilisée sur d'autres matériaux pour restaurer des propriétés mécaniques perdues pendant certaines phases de travail, comme la malléabilité du duralumin perdue lors d'un écrouissage. Dans ce cas précis, le duralumin présent, lors d'une déformation plastique, des réactions néfastes de précipitation aux joints de grains

➤ **Le revenu (entre 180 et ac1)** : Le revenu est un processus de traitement thermique à basse température (inférieure à A1), normalement effectué après le durcissement sous atmosphère neutre, la double trempe, la cémentation atmosphérique, la carbonituration ou le durcissement par induction, afin de parvenir au rapport dureté / solidité souhaité. Le revenu peut être divisé en trois groupes principaux :Le revenu à basse température (160-300 °C), appliqué aux composants de cémentation et les aciers d'outillage pour le travail à froid. L'exigence de dureté est généralement d'environ 60 HRC. Le revenu des aciers à ressorts (300-500 °C), appliqué aux aciers à ressorts ou des applications similaires. L'exigence de dureté est généralement d'environ 45 HRC. Le revenu à température élevée (500 °C ou plus), appliqué aux aciers trempés et revenus, aux aciers d'outillage pour le

travail à chaud et à l'acier rapide. La dureté varie entre 300HB et 65HRC ; en fonction du matériau.

➤ **La cémentation(920a950°C) :** est un traitement thermochimique qui consiste à faire pénétrer superficiellement du carbone dans un acier dont le pourcentage de carbone est insuffisant pour prendre de la trempe, afin de le transformer en surface en un acier fortement carburé susceptible d'être trempé. La cémentation désigne deux procédés métallurgiques historiquement, c'est un procédé de fabrication de l'acier par réaction de fer avec du monoxyde de carbone(cémentation à cœur pour obtenir de l'acière) ; acception moderne : procédé de métallurgie servant à durcir les aciers par ajout superficiel de carbone, avant une trempe superficielle(cémentation superficielle pour obtenir de l'acier cémenté). Le mécanisme est le même dans les deux cas, mais dans le procédé historique, on attend « suffisamment longtemps » pour que le carbone pénètre à cœur.

➤ **Nitruration (500a570°C) :**La nitruration est un traitement de surface qui consiste à incorporer de l'azote dans la couche superficielle d'un acier, pour en modifier les propriétés mécaniques.

➤ **Cyanuration et carbonitruration (730a830°C) :** c'est une saturation simultanée de la surface de l'acier en carbone et en azote ce traitement prévoit surtout l'augmentation de la dureté et de la tenue à l'usure

9. Matériaux utilisés dans la conception d l'outil [1]:

Pièces	Matière	Traitement Thermique
Semelles inférieure et supérieure	ft30_c15	Non traitée
Porte poinçon	xc 38	Non traitée
Les poinçons les lames les couteaux et la matrice	z200c12	Trempe + revenue 58 à 60 HRC
Les colonnes et goujon de guidage les goupilles	z200c12	Trempe au cœur
Le serre flan	xc48	cimentation
Porte matrice Butée fin de course	xc38	Non traitée
Les bagues de guidage	Le bronze	Non traitée

Tableau I. 2:Matériaux utilisés dans la conception d l'outil

10. Les bronzes[14] :

Le bronze est un alliage métallique non ferreux. Les bronzes sont normalement composés de plus de 60 % de cuivre et d'une proportion variable d'étain, et ils contiennent en outre des proportions variables d'aluminium, plomb, béryllium, manganèse et tungstène, accessoirement du silicium et du phosphore, mais pas de zinc en quantité notable (ne pas confondre avec le laiton, dont le terme anglais brass est souvent traduit par bronze). Les principales caractéristiques du bronze sont :

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

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



Figure I. 2: Bague de guidage bronze

10.1. Utilisation du bronze[12] :

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

10.2. Les différentes nuances de bronze :

Parmi les nuances, on trouve fréquemment :

- **CuSn7 et CuSn12** : le chiffre indique le pourcentage d'étain. Le reste est composé essentiellement de cuivre. Plus le pourcentage d'étain augmente, plus la dureté augmente. Le CuSn12 est utilisée pour sa très grande résistance à l'usure aux frottements à grandes vitesses et son usinabilité.
- **CuSn9P-CuSn8 (UE9P)** : ce bronze est un alliage de qualité alimentaire. On l'utilise aussi pour des guides de soupapes dans les moteurs.
- **CuSn10Pb10 (U-Pb10E10)** : cet alliage est un bronze avec du plomb utilisé en cas de risque de rupture de lubrification, lorsque le graissage est insuffisant, en cas de chocs ou d'inversion de rotation et dans les milieux plus hostiles, plus abrasifs... Cet alliage est un bronze « gras » semi-autolubrifiant.
- **CuAl10Fe5Ni5 (UA10N)** : cet alliage est un cupro-aluminium, avec de hautes propriétés mécaniques, ayant une dureté de 160HB (en comparaison, la dureté du CuSn12 est de 100HB) utilisé lorsque l'on recherche une excellente résistance à la corrosion. C'est un bronze "marin" inoxydable à l'eau de mer.
- **CuBe2 (UBE2)** : cet alliage est un bronze au béryllium. Le béryllium apporte une amélioration des qualités mécaniques (dureté très élevée), électriques et thermiques. Il est utilisé dans l'industrie de la connectique, de l'électrotechnique et de l'horlogerie. Hautement toxique lorsqu'il est inhalé pendant plusieurs années et à fortes doses, il est donc faiblement dosé et souvent remplacé par d'autres matériaux.

11. Conclusion :

Ce chapitre est consacré à l'étude des aciers le comportement de ces derniers dépend de leurs microstructures

Les aciers sont des alliages à base du fer et du carbone, ils ont des propriétés mécaniques et chimiques qui les caractérisent par rapport aux autres alliages métalliques et dans le but d'avoir des propriétés souhaitées pour une application donnée, des éléments d'alliage ou d'addition sont ajoutés à cette composition de base (fer carbone) ce qui modifie la microstructure de l'acier ainsi son comportement.

Les types d'aciers sont largement divers, on compte pour les classer sur leur composition chimique, leur teneur en carbone et leurs domaines d'utilisation, et chaque famille d'acier a sa désignation conforme à des normes internationales

Un bon choix de l'acier à utiliser pour une application spécifique, dépend de la microstructure de cet acier, son mode d'élaboration, les traitements thermique et thermomécanique afin d'assurer une bonne fonctionnalité ainsi une longue durée de vie et produit à réaliser

Chapitre II:
Les procédés de mise
en forme des tôles

1. Introduction :

On appelle une tôle, un produit métallique plat, qui peut se présenter sous forme de feuilles ou de bobines. La fabrication des pièces de tôle aux formes demandées, est obtenue par différentes opérations. Le but de cette dernière est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérances données. Les principaux procédés d'obtention des pièces mécaniques sont apparus progressivement.

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

Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont diverses, tel que le cisaillement. Découpage, poinçonnage, pliage et emboutissage détournage...etc.

Ils sont utilisés Selon l'importance des séries de pièces à réaliser :

Petites séries : l'électroérosion au fil est utilisée en général pour réaliser les ajourages dans la bande au cours de la mise au point de l'outil de presse. Elle permet de se passer, à cette étape de développement de l'outil où seuls les postes de formage sont testés, de la réalisation des postes de découpage de la bande. C'est un procédé thermique.

Petites et moyennes séries : l'oxycoupage, les découpages plasma traditionnel ou à jet fin, laser ou au jet d'eau abrasif sont des techniques dites « de tôlerie ». Elles sont utilisées pour débiter les tôles et, pour les trois dernières techniques, afin de réaliser des découpages de précision. L'oxycoupage, les découpages plasma et laser sont des procédés thermiques. Le découpage au jet d'eau abrasif est un procédé abrasif.

Moyennes et grandes séries : le découpage à la presse est le procédé de découpage des tôles le plus ancien et reste encore, et de loin, le plus productif. La plupart des pièces métalliques qui composent une automobile sont découpées selon ce procédé : les pièces visibles, dites d'aspect (capots, ailes, côtés de caisse, haillons...), et plus ou moins cachées de

la structure (longerons, pieds milieu, charnières, colonnes de direction...). Ce procédé est également utilisé dans les secteurs de la quincaillerie (rondelles, mécanismes de portes et fenêtres...), de l'électroménager (tambours de machines à laver, capotages...), du bâtiment (caillebotis, pièces d'échafaudage...), des composants électriques et électroniques (boîtiers d'autoradios, connexions, supports de circuits imprimés...). La plupart du temps, le découpage accompagne une opération de formage comme l'emboutissage ou le pliage. Dans certains cas, c'est la seule ou la principale opération réalisée (cas des rondelles ou des pièces plates de connectique). C'est ce dernier procédé que nous présentons.

2. Classification de Quelques Procédés par déformation plastique [7]:

Matière de base	Sollicitation	Procédé	Série	Exemple
Solid	Pression directe	Forgeage	Pièces unitaire ou petits séries	Pièce de décoration meuble ...
		Laminage		Rails de trains, Poutrelles tôles....
		Estampage	Grande séries	Visseries, leviers, bielle
	Pressions indirect	Filage directe	Grande séries	Visseries, douilles
		Filage indirect	Grande séries	Boite de coca
		Tréfilage	Grande séries	Files de bobines
Feule (tôle)	Cisaillement	Cisailage		Tôlerie
		Poinçonnage et découpage		Tôle perforée
	Flexion	Pilage		Tôlerie
		Roulage et cintrage		Boite de tomate, véroles
	Traction	Emboutissage	Grande sérié	Automobile, électroménagère
	Haute énergie	Formage par explosion	Pièce unitaire ou petites séries	Fondes grande citernes

		Formage par électrohydraulique		
		Formage par électromagnétiques		
Poudre	Pression =haut température	Frittage	Grande sérié	Plaquette de frein

Tableau II. 1:Procédés de déformation plastique

On peut classer les procédés dans quatre familles suivant la méthode de mise en forme:

- **Par enlèvement de matière** ; On part d'un bloc, et on crée les formes de la pièce en enlevant la matière à l'aide d'un outil

Exemple : tournage fraisage

- **Par ajout de matière** ; On part d'un plateau vide, et on ajoute de la matière pour créer la pièce.

Exemple : Dépôt de fil

- **Par transformation (moulage)** : On coule la matière à l'état liquide ou pâteux dans un moule, et on obtient la pièce après solidification.

Exemple : moulage et injection plastique

- **Par déformation** : On part d'un matériau en feuille que l'on déforme à l'aide d'un outillage spécifique.

Exemple : emboutissage poinçonnage détourage

3. Procédés de mise en forme :

Les procédés de mise en forme ayant une incidence directe sur les caractéristiques morphologiques et mécaniques des pièces, il est nécessaire de connaître les principes physiques et technologiques de ceux-ci afin de concevoir efficacement nos produits.

Le choix d'un procédé de mise en forme est fonction du matériau retenu et des caractéristiques produit. En effet, chaque procédé dépend d'une famille de matériaux et impose ses règles de tracé. De la même manière, les caractéristiques pièces peuvent imposer un procédé et nous on s'intéresse au poinçonnage et dévissage

3.1. Poinçonnage[2] :

Le poinçonnage consiste à perforer un matériau par cisailage grâce à un poinçon et une matrice. La tôle est placée entre le poinçon et la matrice. Le poinçon descend dans la matrice en perçant la tôle par compression. Le poinçonnage permet donc d'effectuer des trous de formes complexes, en fonction de la forme de poinçon choisi.

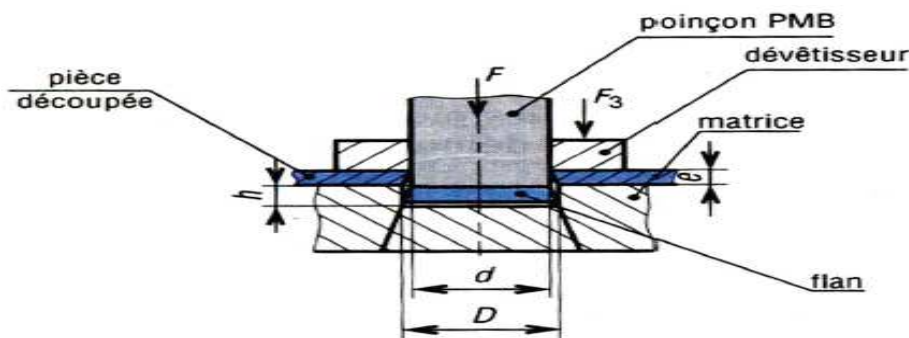


Figure II. 1: le poinçonnage

3.2. Méthodes de poinçonnage :

On distingue trois méthodes de poinçonnage :

- Le poinçonnage classique : enlèvement de matière par réalisation de trous.
- Le grignotage qui consiste à découper un contour par de multiples coups de poinçon.
- Le découpage à la presse découpe de flans en utilisant des outils spéciaux.

3.3. Force de poinçonnage :

L'effort de poinçonnage correspond à la force nécessaire pour pouvoir perforer le matériau. La formule pour le calculer est la suivante : (Diamètre du poinçon en mm x PI x Épaisseur du matériau en mm x Résistance du matériau en kg/mm²) / 1000kg. Le résultat est donné en tonnes. Ainsi, pour un acier d'une résistance de 45kg/mm², un poinçon de 23mm, et une épaisseur de 17mm, il faudra une force de 55.27 tonnes : $(23 \times 3.14 \times 17 \times 45) / 1000$.

3.4. Précision en poinçonnage :

Certains paramètres peuvent altérer la précision du poinçonnage :

- L'usure des éléments de guidage de l'outil
- L'usure de l'outillage
- Le niveau de lubrification, surtout quand le jeu est faible, que la machine produit en grande série et/ou en automatique
- Le jeu entre les outils
- La largeur de chute
- L'angle de coupe, qui produit des risques de bavures
- L'effet élastique de la tôle travaillée.

3.5. Matrice et poinçon[3] :

Les poinçons sont fixes si les matrices sont mobiles. Ils doivent résister à la compression et au flambage. Pour les poinçons cylindriques, on prend à la limite : $d \geq 1.6 e$ pour les aciers doux. Une matrice en acier peut produire environ 50 000 pièces sans être affûtée l'affûtage diminue h de 0.2 à 0.5 mm on peut ainsi définir le minimum de pièces réalisées par l'outil

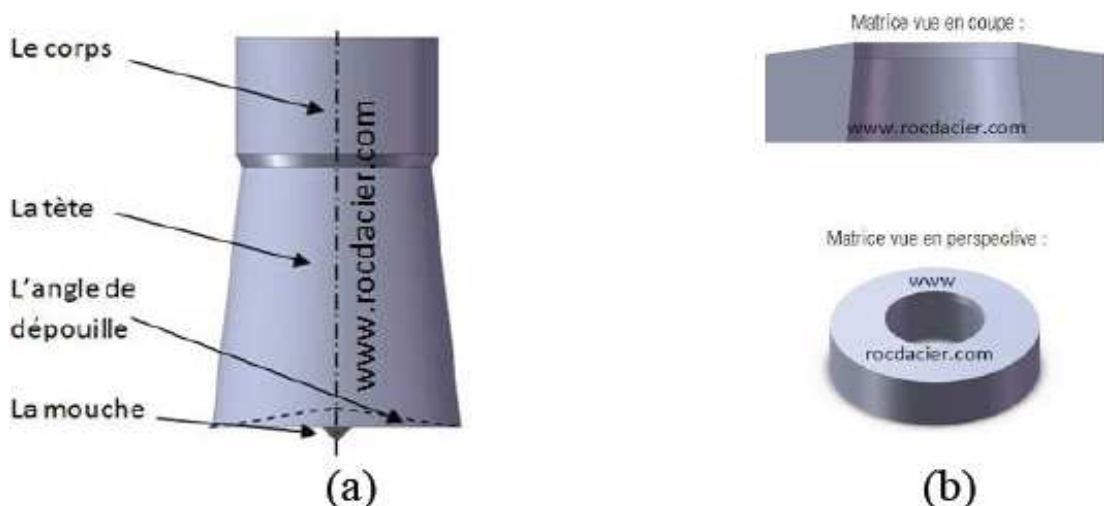


Figure II. 2: matrice et poinçon

Remarque :

Le poinçon de forme quelconque doit résister à la compression et au flambage, sa longueur libre est vérifiée

Par : $L \leq \sqrt{\frac{E \cdot I}{F}}$ avec : **E** : module d'élasticité en (N/mm²)

I: moment quadratique de la section en (mm⁴)

F: effort de découpage en (N)

3.6. Jeu entre matrice et poinçon[5] :

Il existe un jeu entre matrice poinçon qui sert à diminuer l'effort de poinçonnage et l'écroutissage de la zone poinçonnée.

Il faut choisir un jeu convenable entre la matrice et le poinçon : **j = D – d.**

- j= 0,1 e pour l'aluminium
- j= 0,07 e pour l'acier dur
- j= 0,06 e pour l'acier mi – dur
- j= 0,05 e pour l'acier doux, laiton et cuivre

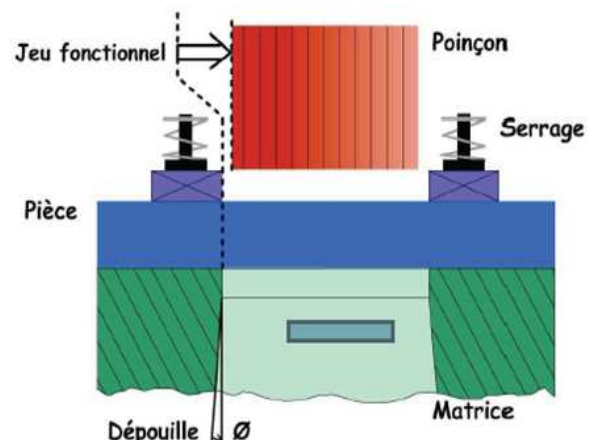


Figure II. 3: Jeu entre matrice et poinçon

Remarque :

➤ Pour parler de métaux en feuille il faut que ces deux conditions doivent être remplies :

$e \leq 10\text{mm}$ et $e \leq \frac{L}{10}$ avec : **e** l'épaisseur de la tôle et **L** la plus grande

Longueur en mm

➤ Du fait de la présence du jeu, l'ajout dans la bande aura une forme conique, Le jeu est pris sur la matrice si l'on désire obtenir un ajout précis, sur le poinçon si le flan doit être précis.

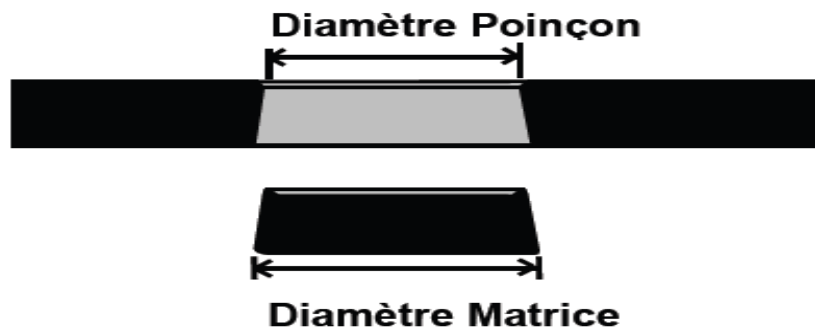


Figure II. 4: jeu entre poinçon et matrice

3.7. Effort de poinçonnage :

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

Voici la formule générale de calcul des efforts de poinçonnage :

$$F = P * e * R_c$$

Tels que :

F = effort de poinçonnage (daN) ;

P = périmètre du poinçon (mm) ;

e = épaisseur de tôle (mm) ;

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

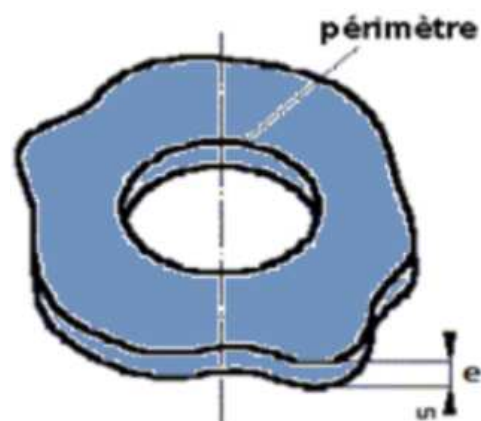


Figure II. 5: Effort de poinçonnage

3.8. Calcul des poinçons à la résistance[2] :

Une poutre longue et droite, soumise à deux forces axiales opposées, subit une déformation par flambement. Ce dernier se produit pour une certaine valeur de charge appelée charge critique si :

- $F < F_{cr}$: la poutre ne subit qu'un faible raccourcissement qui est du à la compression.
- $F > F_{cr}$: la poutre se déforme et la rupture peut intervenir rapidement.
- $F = F_{cr}$: La barre est en équilibre instable, il peut y avoir changement d'état d'équilibre pour atteindre un état d'équilibre stable en flexion.

F : effort de poinçonnage.

F_{cr} : charge critique d'Euler qui se calcul comme suit :

$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / l^2$ Avec :

E : module de Young.

I : moment d'inertie.

l : longueur libre de flambement.

La longueur libre de flambage l est donnée en fonction du type d'appui. Elle est donnée par le tableau (2) :

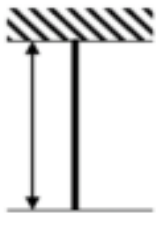
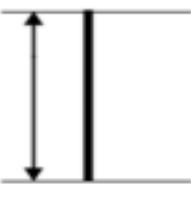
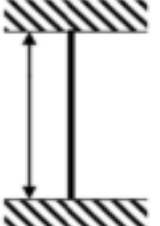

Longueurs libres de flambage				
Type de liaisons	Encastré en A et libre en B	Liaisons pivotantes en A et en B	Encastré en A et en B	Encastré en A et pivots en B
Valeurs de l	 $l = 2L$	 $l = L$	 $l = L/2$	 $l = 0,7L$

Figure II. 6: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L

3.9. Avantages et inconvénients du poinçonnage :

Avantage :

- Économique (peu d'usure des outils, affûtage peu fréquent).
- Rapide.
- Possibilité de former n'importe quelle forme de trous.
- Précision de découpe.

Inconvénients :

- Épaisseur limitée.
- Cette technologie est très bruyante.
- L'achat d'outils ou le développement d'un outillage spécifique est souvent nécessaire.
- Des déformations possibles pour les pièces grands formats

4. Le Détourage[6] :

Le détourage est une opération de finition du contour d'une pièce déjà pliée au cours d'une déformation. Il consiste à enlever par découpage un excédent de métal autour d'une pièce préalablement formée : le détourage est alors la dernière opération de formage. Suivant le type de pièce, on trouve plusieurs techniques [2].

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

- lorsqu'on ne désire pas de collerette, l'arête de l'outil découpe suivant un bord non

Perpendiculaire à la surface de la tôle.

4.1. Principe de détourage :

Un outil de découpage est principalement constitué d'un poinçon et d'une matrice. La tôle à découper étant située entre les deux. Lors du découpage, on distingue 3 phases

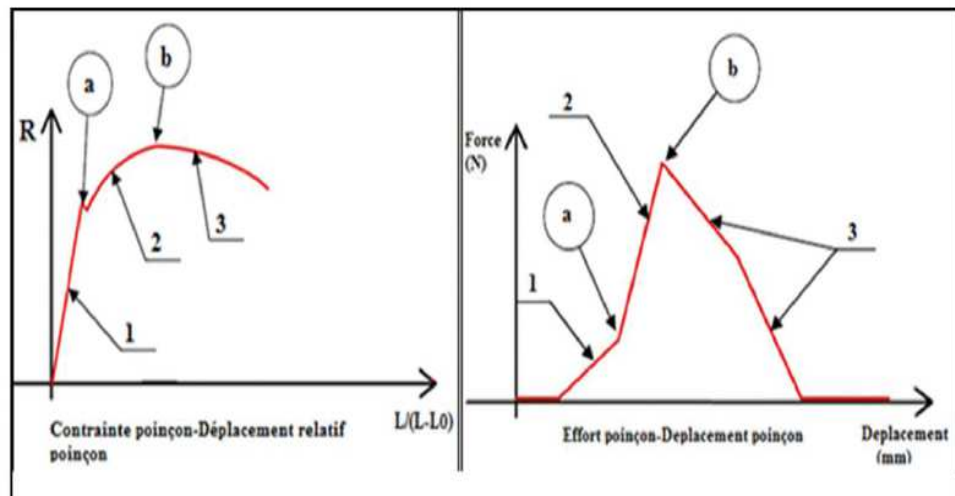


Figure II. 7: contrainte sur poinçon lors des phases du découpage

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

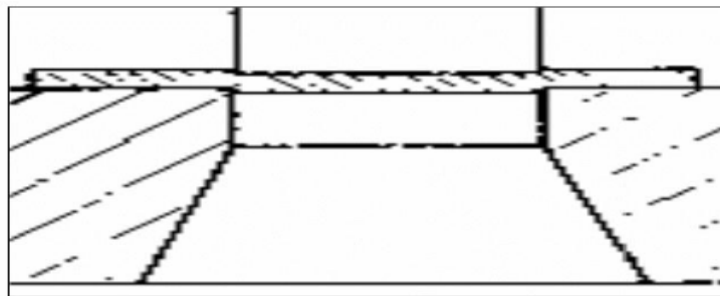


Figure II. 8: phase de déformation élastique.

2. Ensuite, l'effort prend sa valeur maximale (b) c'est l'effort de cisaillement (séparation et Accélération des particules de métal).

Des fissures apparaissent au voisinage des arêtes du côté poinçon et du côté matrice.

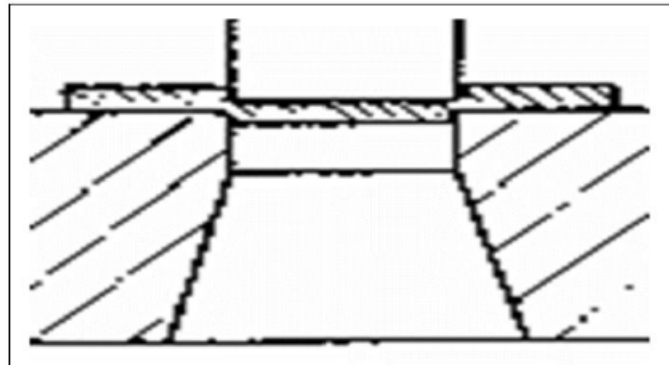


Figure II. 9:Effort de cisaillement

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

4.2. Effort de détournage :

C'est l'effort nécessaire au détournage d'une pièce donnée, il est égal au produit du périmètre **P** de la pièce par son épaisseur **e** et par la résistance **Rc** à la rupture au cisaillement du métal à découpé

Fd = P × e × Rc avec ; **Fd** : effort de découpage (daN)

P: le périmètre de la surface à découper en mm ;

e : épaisseur de la surface à découper en mm ;

Rc: résistance au cisaillement de la tôle à découper (daN/mm²).

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

Matériaux	Rc (daN/mm ²)
Acier dur	70
Acier inoxydable	55
Acier mi-dur	50
Tôle au silicium	50
Acier doux	40
Tôle d'emboutissage	35
Laiton recuit	30
Cuivre recuit	20
Aluminium	10

Tableau II. 2:Résistance au cisaillement Rc de quelques matériaux

5. Effort d'extraction[2] :

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

- 7 % de l'effort de découpage en pleine tôle. (déchets important)
- 2 % si la chute de découpage est faible.(faible déchets)

6. Effort d'éjection :

C'est l'effort nécessaire pour sortir la pièce découpée de la matrice. Cet effort est d'environ 1.3% de l'effort de découpage.

7. Jeux de détournage :

Les fissures sont obliques pour qu'elles se rejoignent, et que la tranche de la pièce découpée soit propre, il est important de prévoir entre la matrice et le poinçon un jeu [4 ait

Slimane]. Pour le découpage le jeu est à prendre sur le poinçon varie selon la nature et l'épaisseur(e) du matériau à découper.

$$j = \frac{R_m - R_p}{e_0} * 100$$

avec:

R_m rayons de matrice,

R_p rayons du poinçon

e₀ L'épaisseur initiale de la tôle

Matériaux	Jeu diamétral
Laiton et Cuivre : 1/20ème de l'épaisseur de la bande	J=1/20*e
Acier demi dur : 1/16ème de l'épaisseur de la bande	J=1/16*e
Acier : 1/14ème de l'épaisseur de la bande	J=1/14*e
Alliage d'aluminium : 1/10ème de l'épaisseur de la bande	J1/10*e

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

8. Différentes type de détournage

Le détournage des pièces obtenues après emboutissage, en enlevant la matière excédentaire (collerettes ou bords irréguliers). Pour cela, on distingue trois (03) types d'outils de détournage :

➤ **Détourage normal :**

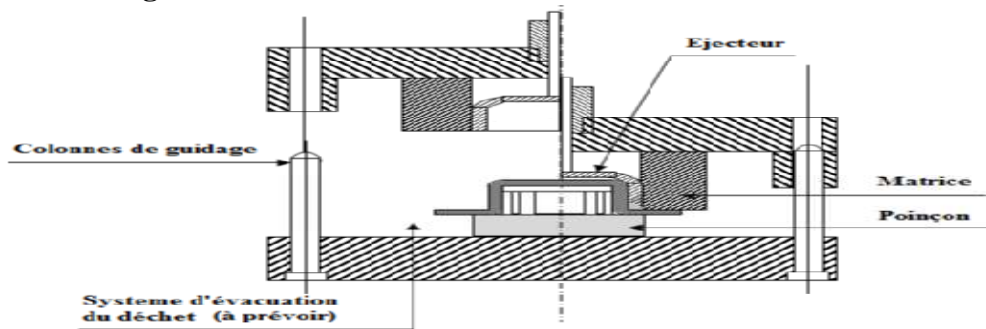


Figure II. 10: détourage normal

➤ **Détourage à ras :** Il est nécessaire d'effectuer une passe de calibrage avant le détourage, afin d'obtenir un rayon minimal à l'endroit de la coupe.

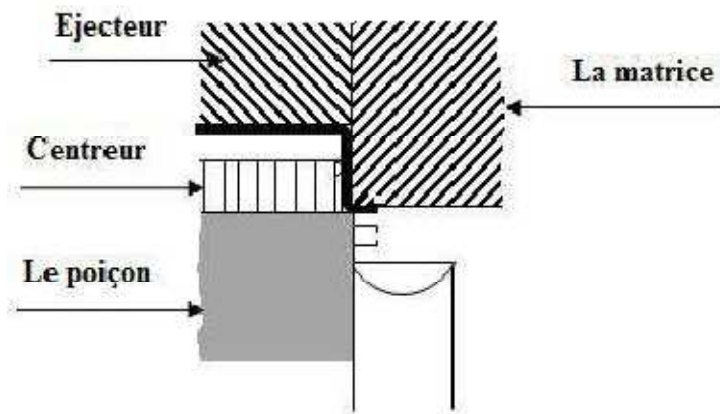


Figure II. 11: détourage à ras

➤ **Détourage-poinçonnage :** Le palonnier est nécessaire, pour que le poinçon soit dans l'axe de la tige d'éjection.

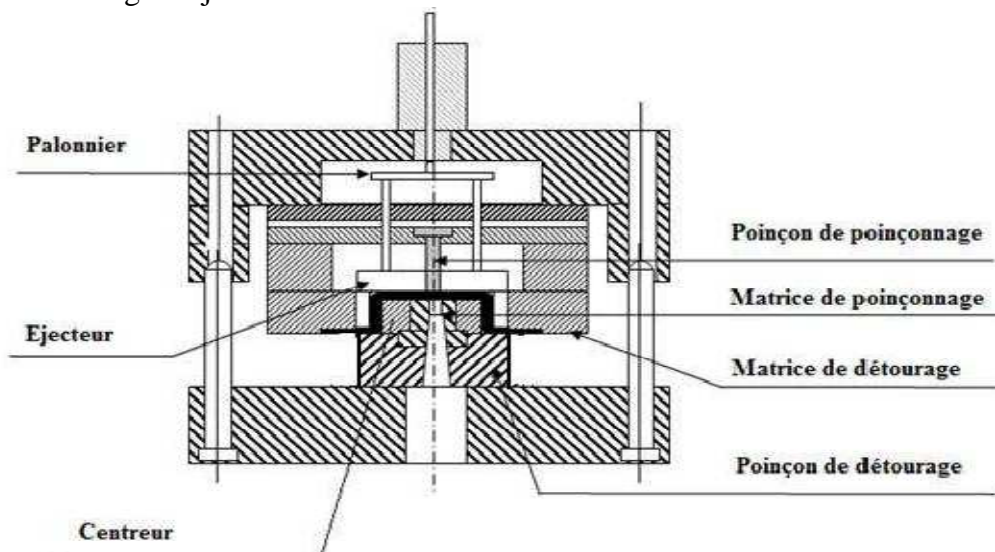


Figure II. 12: détourage-poinçonnage

9. Influence des paramètres de l'opération de découpage[2] :

L'étude des efforts développés au cours de l'opération de découpage a fait l'objet de nombreux travaux. Les différents travaux mettent en évidence l'influence des paramètres du procédé sur les efforts de découpe et la qualité du produit final. Pour le produit final, les travaux de plusieurs auteurs ont permis de recenser les paramètres qui influencent la qualité du profil découpé :

- Le jeu entre le poinçon et la matrice,
- La géométrie de l'outillage,
- L'épaisseur et la nature du matériau de la tôle,
- Le coefficient de frottement,
- La vitesse de découpe.

10. La géométrie de l'outil[8] :

Les rayons d'extrémité du poinçon et de la matrice sont identiques dans la majorité des configurations industrielles. Dans leurs travaux, ont montré l'influence du rayon d'extrémité du poinçon sur la qualité du profil du bord découpé ainsi que sur les efforts de découpe. Il est indiqué que le rayon d'extrémité de poinçon et de matrice peut faire varier l'effort de découpe de plus de 20 % par rapport à sa valeur nominale. Grâce à une étude expérimentale sur le découpage d'un alliage d'aluminium de 1 mm d'épaisseur, il est établie une relation entre la hauteur de bavure et le rayon de courbure du poinçon. En se basant sur une étude micrographique des pièces découpées, ils ont montré que les phénomènes liés à la naissance et à la propagation des fissures, et par conséquent l'aspect du bord découpe dépendent entre autres de la géométrie du bord tranchant du poinçon. En plus du rayon de courbure du poinçon et de la matrice, l'angle de découpe influence également la qualité du produit final et les efforts de découpe. L'influence de l'angle de découpe sur la hauteur de bavure a été traitée par des observations expérimentales. Pour l'alliage d'aluminium, il montre que pour un angle d'inclinaison de 20°, la hauteur de bavure n'est plus sensible à la variation du rayon de courbure du poinçon. Ce qui n'est pas le cas pour une découpe suivant le plan normal au plan moyen de la tôle.

Parmi les conclusions les plus significatives sur l'influence de la géométrie de l'outillage sur le procédé de découpage, on peut retenir deux résultats :

- L'augmentation du rayon de courbure s'accompagne d'une augmentation de la hauteur de bavure, de l'effort de découpe et de la pénétration à rupture.
- L'introduction d'un angle de découpe permet de s'affranchir de la sensibilité de la hauteur de bavure pour une plage de valeurs de jeu donnée.

11. L'épaisseur et la nature du matériau de la tôle :

Les relations analytiques qui permettent d'estimer l'effort de découpe prennent toutes en compte sans exception l'épaisseur et les propriétés mécaniques du matériau (résistance limite à la traction, résistance limite au cisaillement) de la tôle. C'est à dire l'importance de ces paramètres dans le procédé.

12. Le coefficient de frottement :

Il existe peu d'études qui traitent l'influence du coefficient de frottement entre le poinçon et la tôle sur le procédé de découpage (poinçonnage ou cisailage). Ce manque de communications sur le domaine est lié aux difficultés auxquelles les auteurs sont confrontés lorsqu'il s'agit de caractériser expérimentalement le coefficient de frottement. Néanmoins, certains auteurs. Ont montré que l'accroissement du coefficient de frottement se traduit par une augmentation de l'effort exercé par le poinçon sur la tôle au cours de la descente.

13. La vitesse du poinçon :

Au même titre que les paramètres géométriques de l'outillage, la vitesse de descente du poinçon influence les efforts de découpe et la qualité du produit final. Il a été indiqué que l'augmentation de la vitesse de poinçon se traduisait par une amélioration de la qualité du bord découpé. Analysent l'influence de la vitesse du poinçon sur l'effort de découpe. Ont trouvé que pour un acier X30Cr13, l'augmentation de la vitesse de poinçonnage de 0,1 mm/min à 100 mm/min a pour conséquence d'augmenter l'effort maximum de 1000 N.

14. Qualité de la découpe[2] :

Il est possible de relier les différentes zones caractéristiques du profil de découpe au

Diagramme « effort/déplacement », quatre zones principales apparaissent sur le profil de la pièce découpée.

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

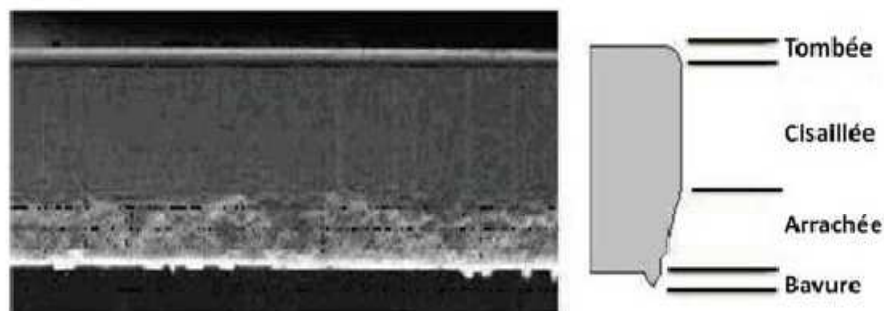


Figure II. 13: caractérisation du profil d'une pièce découpée.

15. L'angle tranchant :

L'angle tranchant des lames, elle permet d'avoir une arrête tranchante, varie de 80° à 90° selon le type de la cisaille

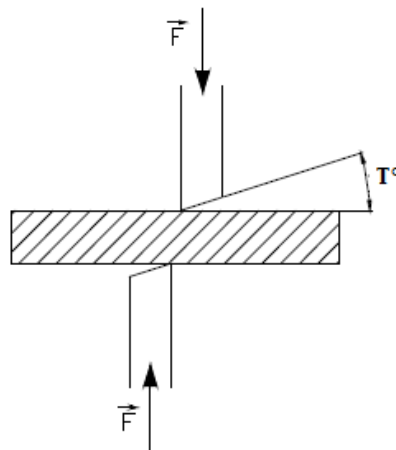


Figure II. 14: L'angle tranchant des lames

16. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents procédés de mise en forme des métaux en feuilles entrant dans la fabrication de notre pièce ; soient le poinçonnage, et le détournage on trouve aussi quelque autre exemple de procédés de mis en forme.

Chapitre III

Généralités sur les outils et les presses

1. Introduction :

Afin de réaliser la conception des produits et pouvoir transformer la tôle à des pièces précises, il faut passer par plusieurs étapes et opérations comme dans le cas de poinçonnage l'emboutissage et le détournage.

Les machines utilisées sont généralement des presses.

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

2. Définition des outils de presses[10] :

L'outil de presse est l'un des équipements essentiels d'une presse, il s'agit d'une construction mécanique de précision, supposé indéformable. Il contient la formalisation de la façon dont la tôle de départ est conçue et permet la réalisation d'une pièce conforme à la sortie de la presse, En général, il est composé d'une partie mobile supérieure bridé sur le coulisseau qui porte le poinçon, et d'une partie inférieure fixe bridé qui porte la matrice sur la table de la presse. Cet ensemble, parfaitement guidé, permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée.

Il doit satisfaire un certain nombre de conditions :

- Séparer la pièce et les déchets ;
- Guider la bande du métal et régler sa position ;
- Assurer la sécurité et une production élevée ;
- Faciliter le changement d'éléments usés et l'affutage.

3. Les composants principaux d'un outil de presse :

Il se compose de 2 parties essentielles

- Partie mobile qui porte le poinçon
- Partie fixe qui porte la matrice

3.1. Poinçon[8]:

Le poinçon est un outil de presse qui permet de laisser une empreinte sur un flan, selon sa forme géométrique. Cette empreinte prise sur le flan est due à la géométrie du poinçon. La vérification du poinçon à la compression, et, au flambement est nécessaire, pour déterminer la longueur idéale pour que le poinçon puisse résister aux efforts de coupe.

3.2. Matrice :

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

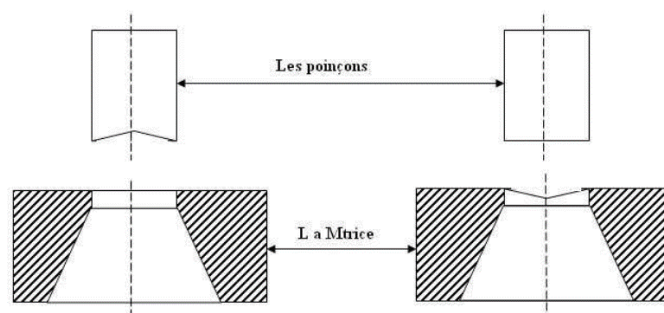


Figure III. 1: Illustration poinçon et matrice

Remarque : Après découpage de nombreuses pièces (de 50 à 200 000 pièces pour les outils en acier) les arrêtes coupantes s'émoussent et s'arrondissent. Après démontage de l'outil, le poinçon et la matrice sont affûtés par rectification plane.

3.3. La Dépouille [9]:

Pour le Poinçon a aucune dépouille sur le poinçon, pour conserver ses dimensions après affûtage, pour Matrice C'est le dégagement au-dessous de la matrice, il permet d'éviter l'entassement des chutes ou de pièces.

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

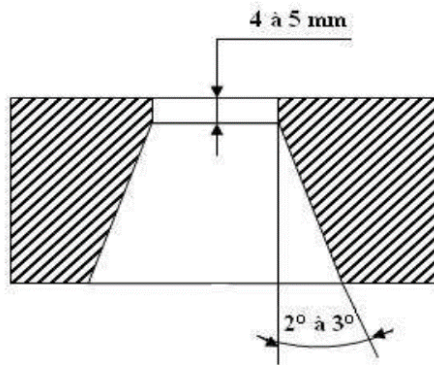


Figure III. 2: Dimensions d'une Dépouille.

3.4. L'Affûtage [6]:

Lorsque les arêtes coupantes d'un outil s'arrondissent et forment des rayons, à l'aide d'une rectifieuse, on affûte les surfaces usées de la matrice et du poinçon par une rectification plane. On élimine ainsi, les rayons formés sur les arêtes coupantes de l'outil, dans le but d'avoir des arêtes vives

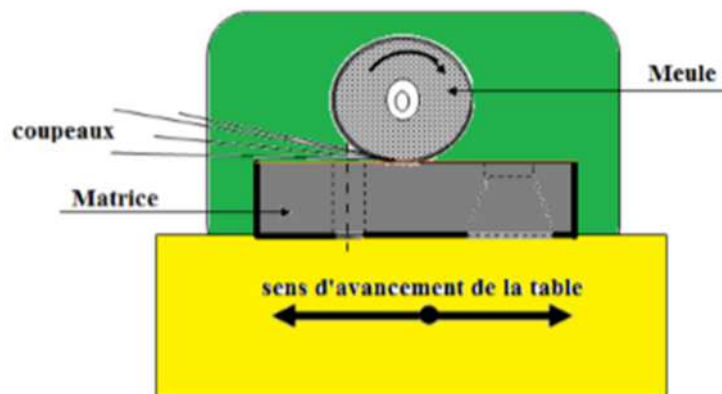


Figure III. 3: Schéma d'une affuteuse

4. Différents Types d'Outils de Presse[4] :

4.1. Outils de découpage :

Il ya plusieurs types des outils de découpage :

➤ **Outil simple découvert** : cet outil porte un seul poinçon et une matrice,

Au retour, le poinçon entraine avec lui le flan ; qui n'est pas guider sur la matrice parce qu'il doit être déplacé après chaque coupe. et il n'est pas destiné pour les travaux de série.

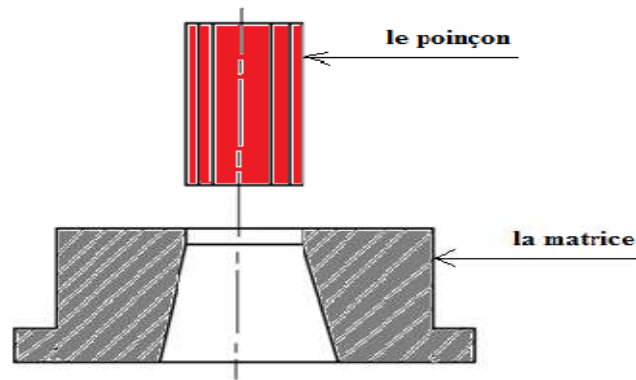


Figure III. 4:outil simple découvert

4.2. Outil découvert à butées [3]:

Outil découvert à butées est utilisé pour les découpes circulaires, il comporte deux butées (1) pour assurer le guidage de la bande est l'autre (2) contrôle l'avance. Cet outil ne se monte que sur les presses avec une grande précision sans aucun jeu ou défaut dans les glissières.

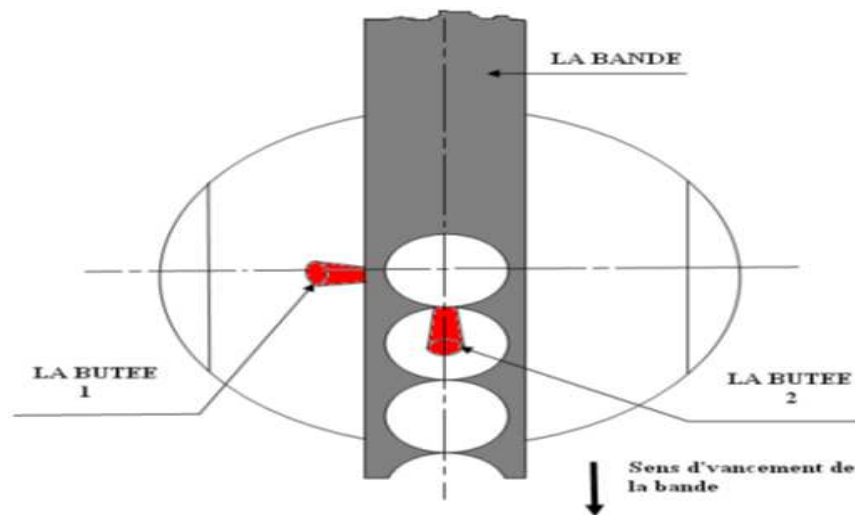


Figure III. 5:Outil découvert à butées

4.3. Outil à Contre-plaque :

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm ; elle excite deux types d'outil à contre-plaque :

- **Outil à Contre-plaque à engrenages** : Employé parfois sur des outils à suivre, le système d'engrenage a pour rôle, de faire avancer le flan par l'intermédiaire d'un engrenage, dont celui-ci tourne en frottant sur la surface du flan, l'entraîne, et, le fait

avancer suivant, sa longueur. À Chaque coup de la presse, la bande est déplacée et accrochée à l'engrenage par l'ajout précédent.

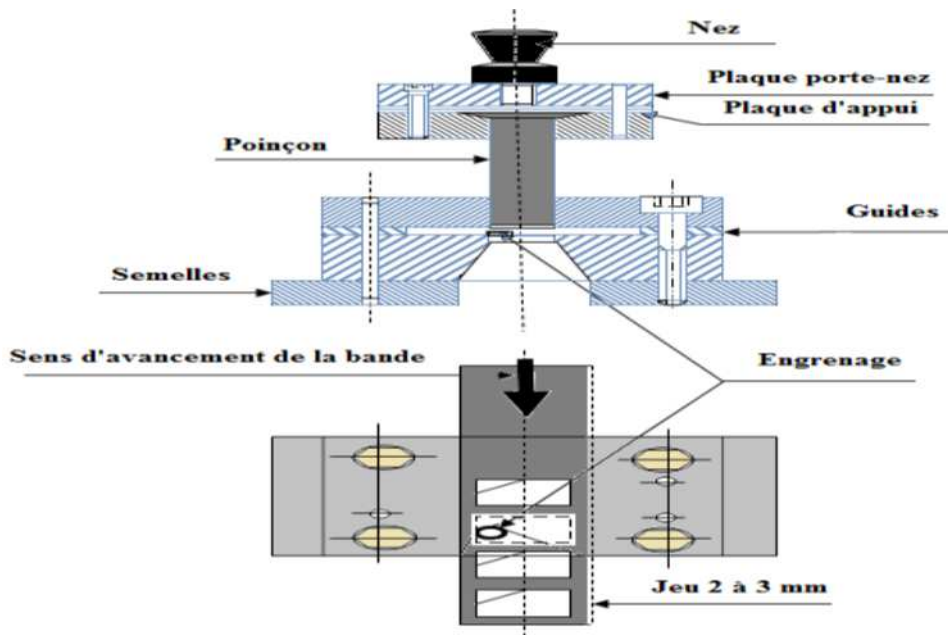


Figure III. 6: Outil à engrenage

- **A couteau :** dans ce cas l'engrenage est remplacé par un poinçon latéral appelé couteau et sa longueur est égale au pas.

Entre deux coups successifs de presse, la bande est poussée ou tirée et vient buter contre le guide. Cette butée assure un contrôle de l'avance plus précis qu'avec l'engrenage.

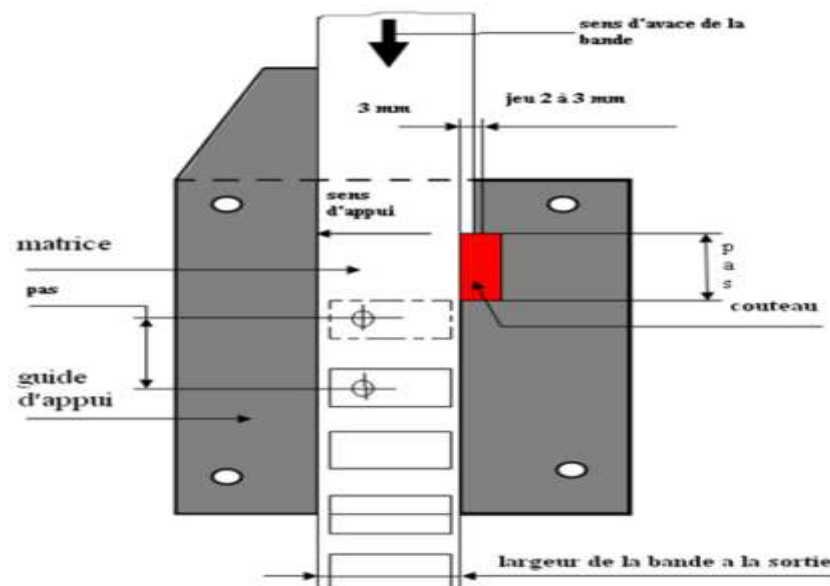


Figure III. 7: Outil à contre-plaque muni d'un avancement du flan par couteau.

➤ À **presse-bande** : ou outil à colonne la contre plaque est remplacée par une pièce analogue montée sur des ressorts, la presse bande (dévêtisseur), cette dernière faite maintenir la bande pendant l'opération afin d'éviter toute déformation. Le guidage de l'ensemble poinçon-matrice est assuré par deux ou quatre colonnes de guidage selon les dimensions de l'outil.

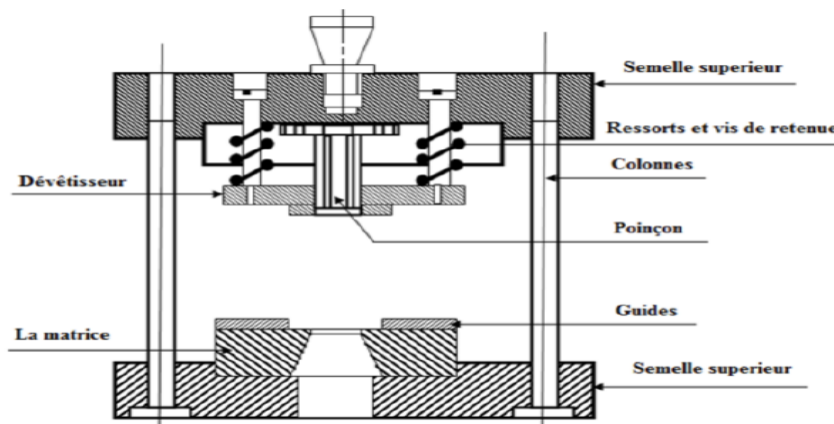


Figure III. 8:outil à presse-bande

4.4. Outils suisse (outil bloc)[6]:

L'outil Suisse est un système combiné de découpe où poinçon et matrice sont inversés; ou en trouve le poinçon est à la partie inférieure, la matrice à la partie supérieure, appelé aussi outil bloc, qui découpe et poinçonne un seul coup de presse. La pièce terminée reste dans la matrice et elle est extraite en haut de course par un éjecteur.

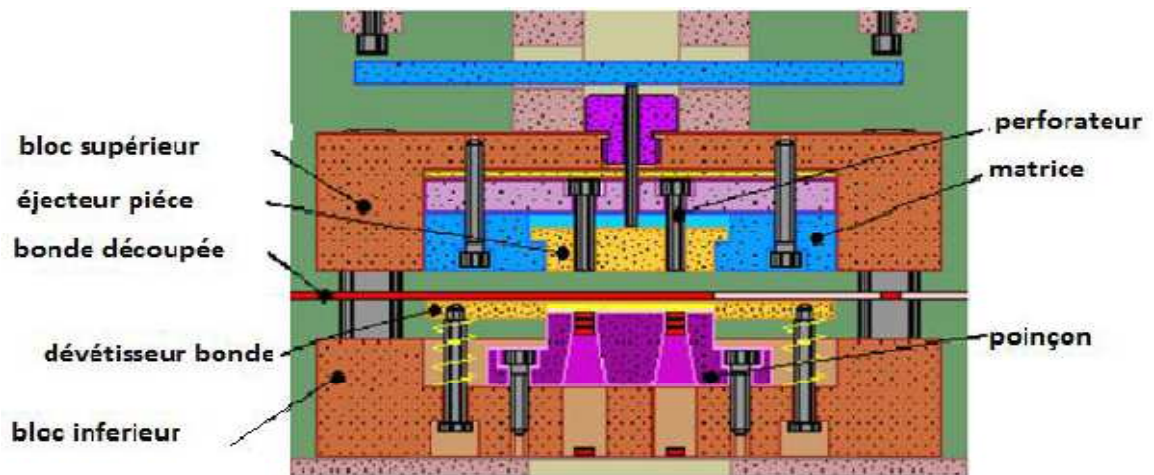


Figure III. 9: outils suisse

4.5. Outil de détourage :

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

On distingue trois types d'outil

➤ Détourage normal

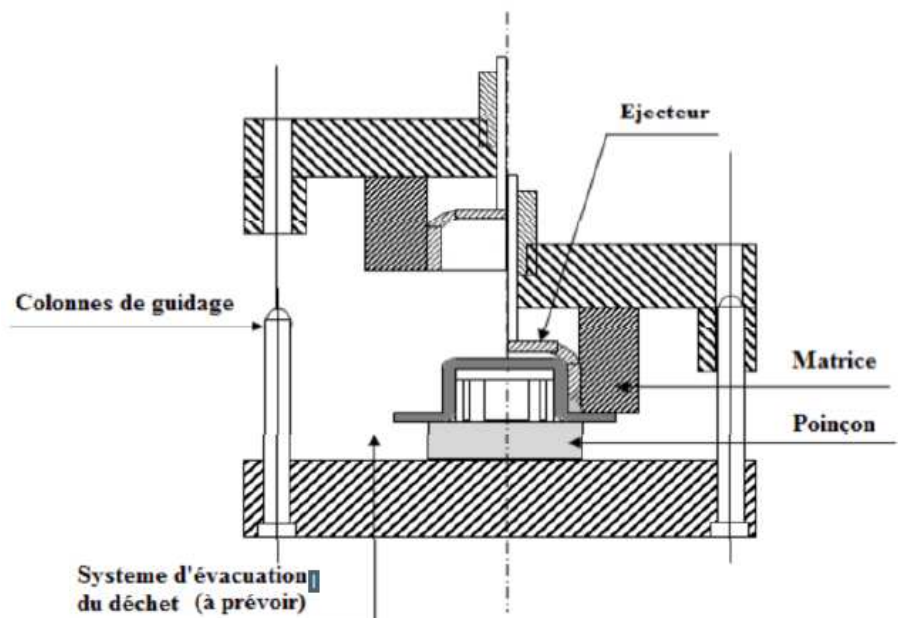


Figure III. 10: Outil de détourage normal

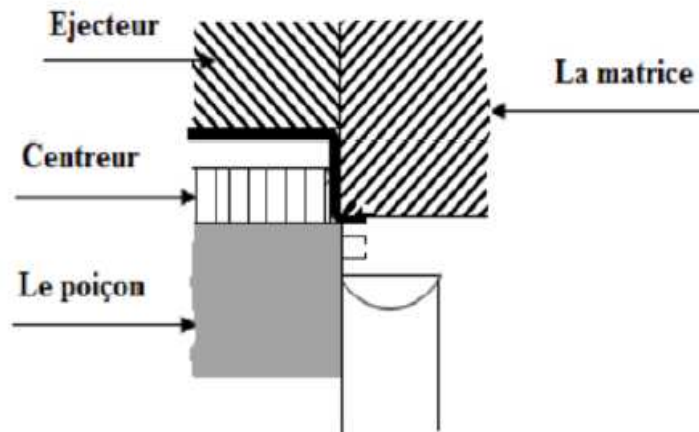
➤ **Détourage à ras**

Figure III. 11: Outil de détourage à ras [8].

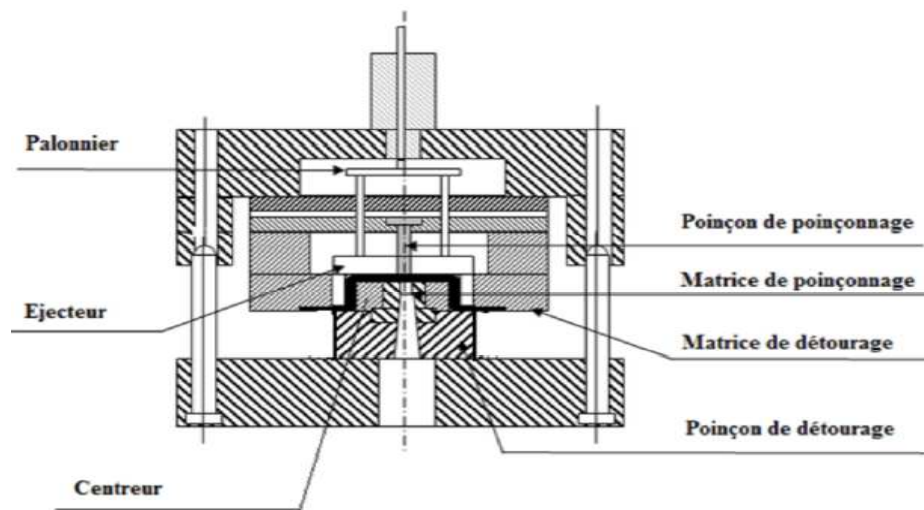
➤ **Détourage-poinçonnage**

Figure III. 12: Outil de détourage-poinçonnage [3].

4.6. Outils de Reprise [8]:

L'outil de reprise fait partie d'un ensemble de plusieurs outils, chacun d'eux, réalise une ébauche de mise en forme de la pièce, à fabriquer. Ces ébauches se succédant une à une, permettent d'obtenir, la pièce finale. On distingue souvent ces outils par les opérations principales réalisées : découpage, cambrage ou pliage, emboutissage, détourage...

Dans chaque opération, l'ébauche de la pièce issue de l'outil précédent est positionnée dans l'outil suivant grâce à différents moyens de centrage (drageoirs, pions de centrage...). Le déplacement et la manutention des flans, ainsi que des ébauches de la pièce sont réalisés par une personne.

Ce type d'outil est principalement utilisé pour les pièces de petite et moyenne série.

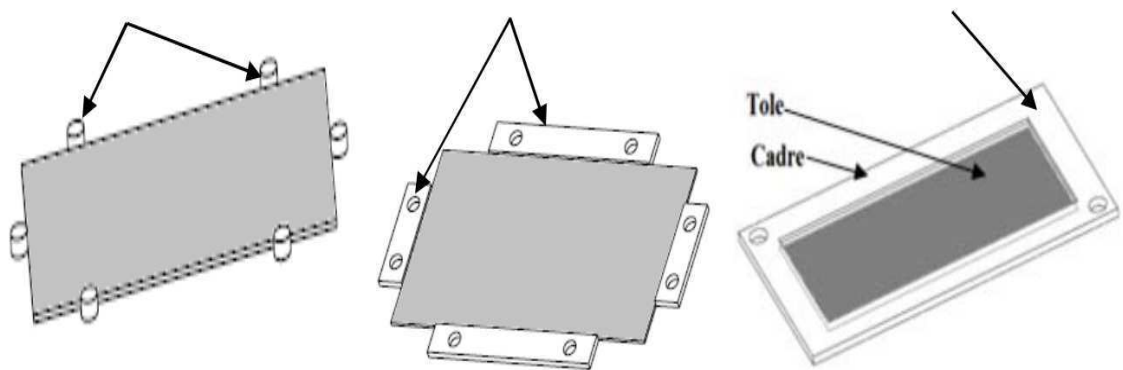


Figure III. 13: Guidage du flan sur un Outil de reprise par diverses façons

4.7. Outil à Came [9]:

Les cames ont pour but de transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou verticale en sens contraire. Elles sont utilisées dans les outils de poinçonnage ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées, et aussi dans les outils combinés à suivre pour cambrer ou poinçonner les pièces liées à la bande

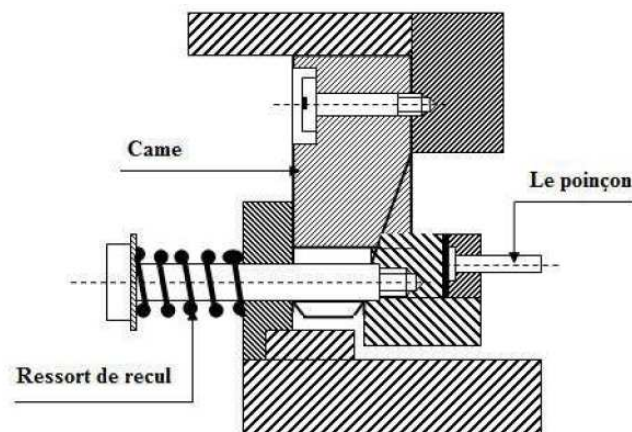


Figure III. 14: Outil à came

4.8. Outil d'emboutissage[3] :

L'outil d'emboutissage nous permet de formé des corps creux par déformation plastique des métaux en feuille. On trouve des outils avec ou sans serre-flan.

➤ **Outil sans serre-flan** : il est également appelé outil d'emboutissage par passe à travers. Se compose d'un poinçon et d'une matrice. Le poinçon entraine la pièce formée à travers la matrice. Au cours de l'opération les parois de l'embouti augmentent légèrement l'épaisseur de la sortie de la matrice. A la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.

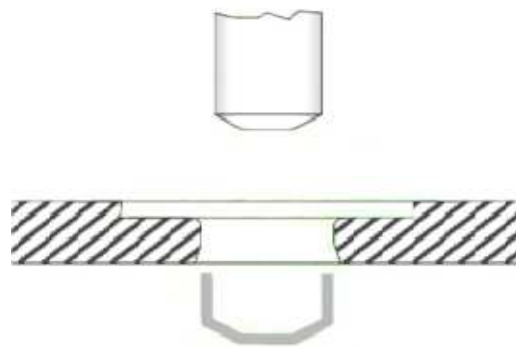


Figure III. 15: Outil d'emboutissage sans serre-flan

4.9. Outils à serre-flan :

On distingue deux (2) types d'outils d'emboutissage à serre-flan :

➤ **Outil monté sur presse à simple effet** : Cet outil se compose simplement d'une matrice, d'un poinçon et d'un serre-flan qui est actionné le plus souvent par des ressorts situés sous le plateau de la presse.

En conséquence, l'outil est inversé au précédent ; le poinçon et le serre-flan constituent la partie inférieure de l'outil tant dis que la matrice occupe la partie supérieure. Les pièces embouties remontent avec la matrice et sont chassées par un éjecteur actionné par la presse en haut de course.

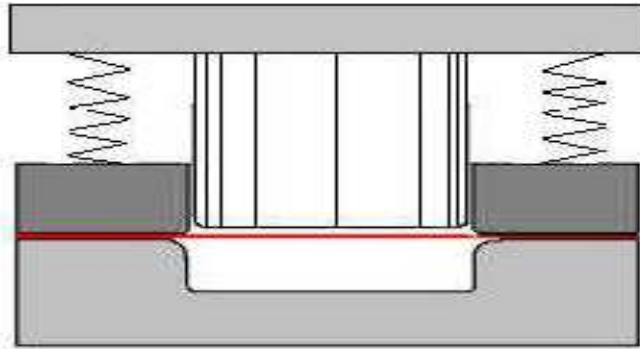


Figure III. 16: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Simple Effet

➤ **Outil monté sur presse à double effets :** Dans les presses à doubles effets, le coulisseau extérieur porte le serre-flan qui maintient la tôle pendant que le poinçon fixé au coulisseau intérieur déforme le métal.

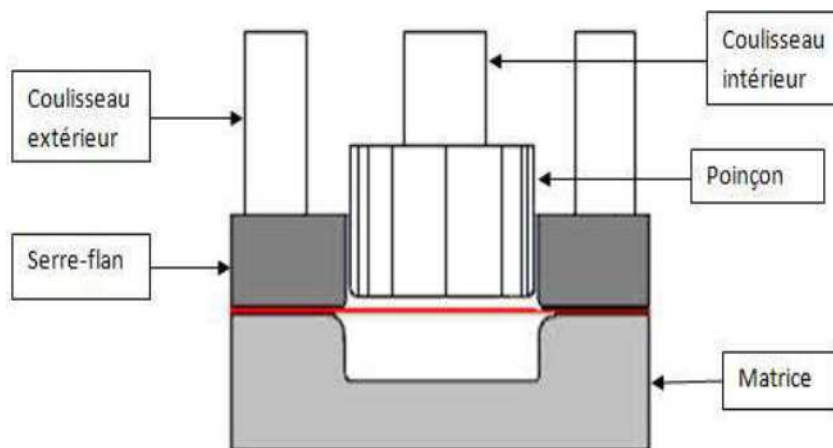


Figure III. 17: Outil d'Emboutissage à Serre-Flan, placé sur une Presse à Double Effets

4.10. Outil de pliage[6] :

Les outils de pliage sont variés à l'infini et sont déterminés par la pièce à produire. On distingue trois de ces derniers :

➤ **Outil de pliage en Vé :** L'outil de pliage en Vé est composé d'un poinçon et d'une matrice, généralement, utilisé, pour obtenir des pièces en forme de cornière, formants l'angle de la pièce à réaliser (le Vé), équipé aussi d'un drageoir. Ce dernier est fixé sur la matrice, qui centre le flan à plier.

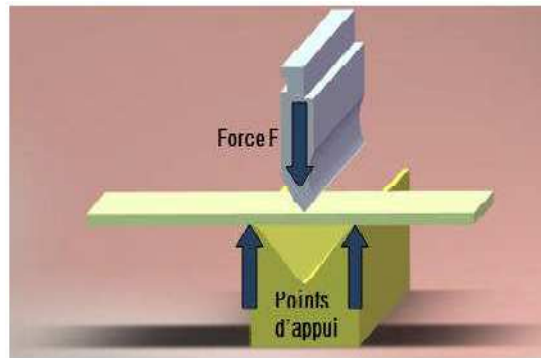


Figure III. 18: Outil de pliage en V

➤ **Outil de pliage en U** : il a le même principe que le pliage en V, ce qui change est la forme de la matrice et se poinçon. Ces outils relèvent simultanément les deux ailes de U et il travaille symétriquement

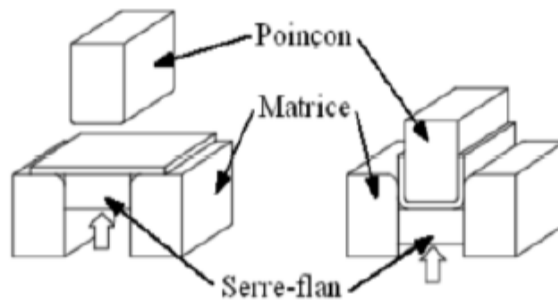


Figure III. 19: pliage en U

➤ **Outil de pliage en équerre** : utilisé pour le pliage à 90° , il se compose d'un poinçon et d'une matrice avec un fond de matrice qui joue le rôle d'un éjecteur.

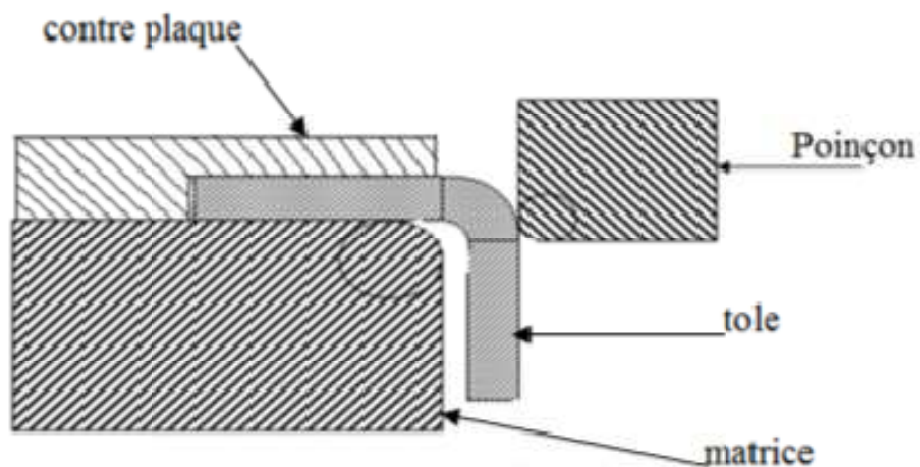


Figure III. 20: Exemple d'Outil de pliage en Équerre

5. Montage des Outils sur les Presses[3] :

5.1. Petite Presse :

➤ Partie inférieure de l'outil :

Le plateau des presses présente des trous taraudés, leurs positions varient selon les constructeurs de presses et des cales de pressions

Les semelles sont fixées sur le plateau par vis ou par bridage

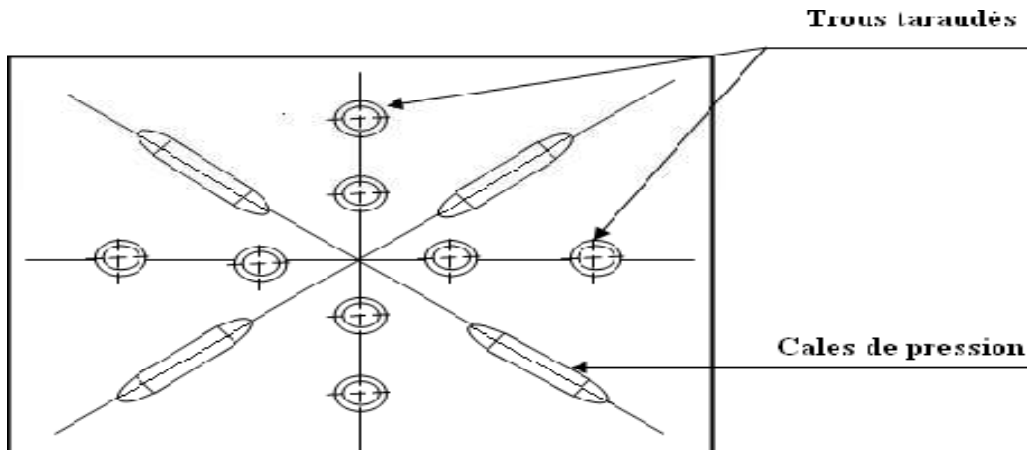


Figure III. 21: Plateau de presse

➤ Partie supérieure de l'outil :

L'outil porte un nez qui est monté dans le trou lisse du coulisseau, il est serré par le chapeau puis bloqué par la vis de pression. (La vis de pression agit sur la partie tronconique du nez).

Les trous des oreilles du coulisseau permettent la fixation des outils longs

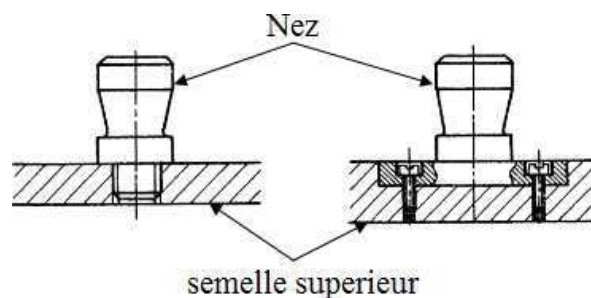


Figure III. 22: Système de fixation de la partie supérieure de l'outil

5.2. Grosse Presse :

La semelle du coulisseau et le plateau de la presse portent des rainures en Té. La semelle supérieure et inférieure de l’outil sont fixées par boulons ou par brides.

6. Définition des presses[8] :

Les presses sont des machines qui permettent de changer la forme d’une pièce en appliquant une pression. Elles sont essentiellement composées de deux plateaux qui peuvent se rapprocher pour comprimer ce qui est placé entre eux, elles ont deux parties, une mobile quand appelle (coulisseau), et qui porte le poinçon, et l’autre c’est la partie fixe qui porte la matrice appelée (bâti). Ainsi un ensemble d’organes mécaniques modelés pour réaliser de différents travaux par déformation plastique de la tôle, elles sont actuellement commandées numériquement.

7. Classification des presses :

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres :

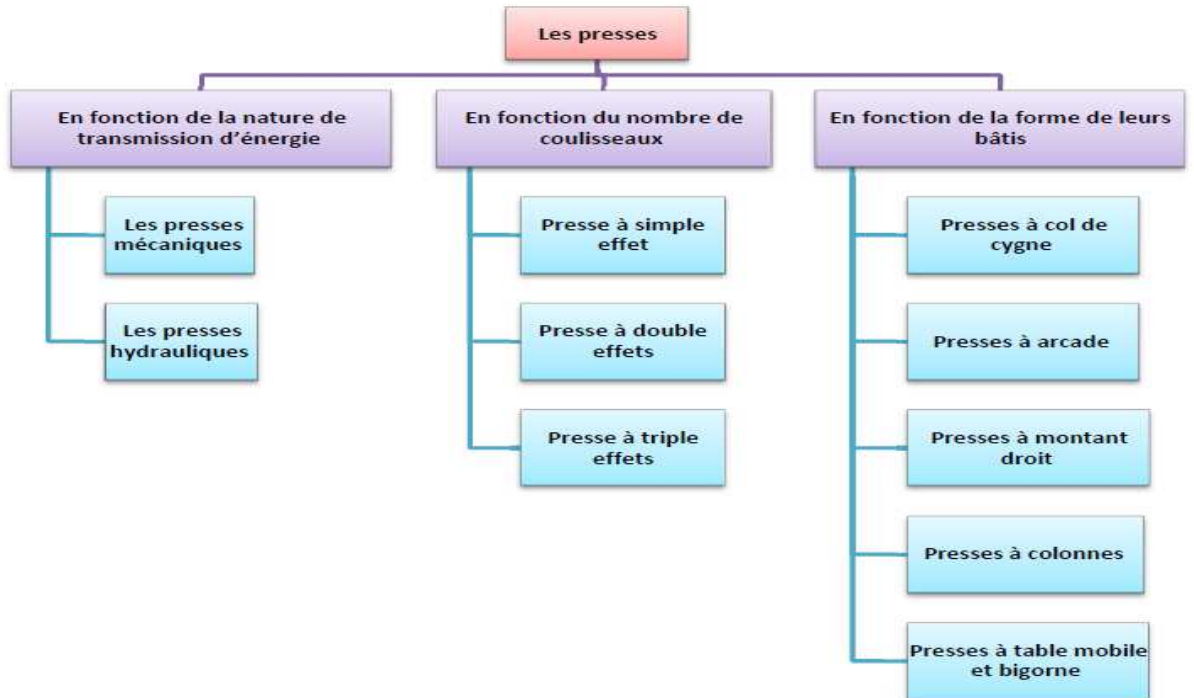


Figure III. 23: Organigramme de classification des presses

7.1. En fonction de la nature de transmission d'énergie [7]:

Selon cette particularité on distingue deux types de presses : les Presses mécaniques et les Presses hydrauliques

7.1.1. Presses mécaniques :

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

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 III. 24: Presse Mécanique

7.1.2. Mécanismes de commandes :

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

➤ **Système bielle-manivelle** : est un modèle de mécanisme qui doit son nom aux deux pièces qui le caractérisent. Le pied de bielle attaque le coulisseau sur une articulation à rotule pour les petites presses ou sur un axe soit directement, soit par l'intermédiaire d'un cylindre glissant dans un fourreau fixé au bâti pour diminuer les réactions sur les glissières du coulisseau.

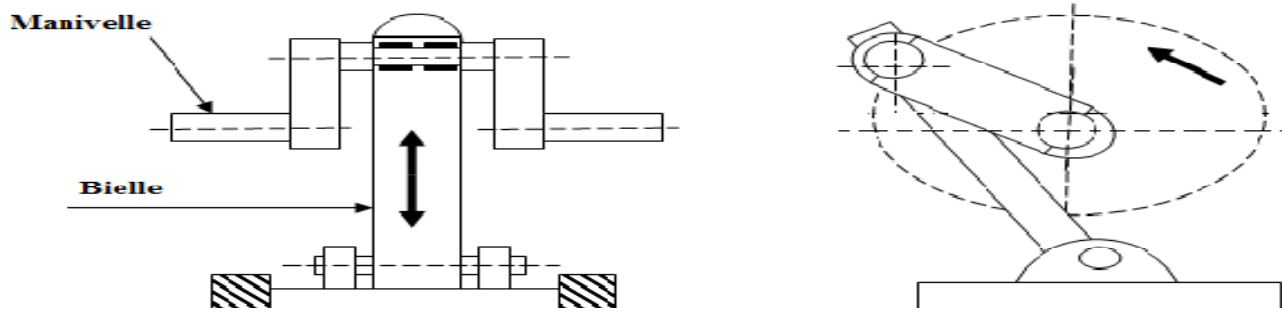


Figure III. 25: Système bielle manivelle.

➤ **Système excentrique** : C'est un mécanisme provoquant un mouvement de rapprochement ou d'éloignement par rapport à l'axe de rotation d'une pièce. Cela permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement d'oscillation. Lors de desserrage de l'écrou, la bague d'immobilisation est repoussée par les ressorts. Lorsque la douille excentrique est entièrement dégagée, on obtient la variation de et par rotation de la douille excentrique.

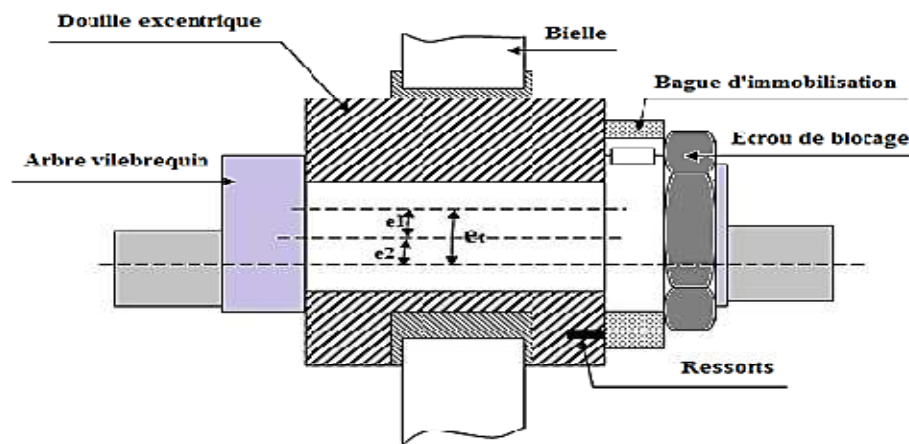


Figure III. 26: Système excentrique.

➤ **Système à genouillère** : Une genouillère est un dispositif mécanique composé d'une bielle et deux genouillères. La bielle est entraînée par un vilebrequin, qui exerce un mouvement de translation sur l'axe d'articulation commun aux deux genouillères qui sont fixées, l'une au bâti et l'autre au coulisseau. Ce mécanisme accroît l'effort de coulisseau.

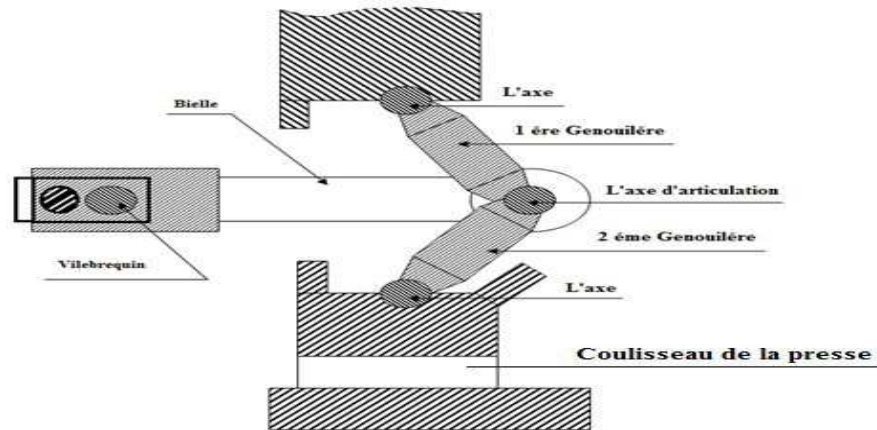


Figure III. 27: Système a genouillère.

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

Il existe plusieurs types de cames : Came à profil extérieur, Came à profil intérieur, Came à rainure, Came à transmission radiale, Came à transmission axiale

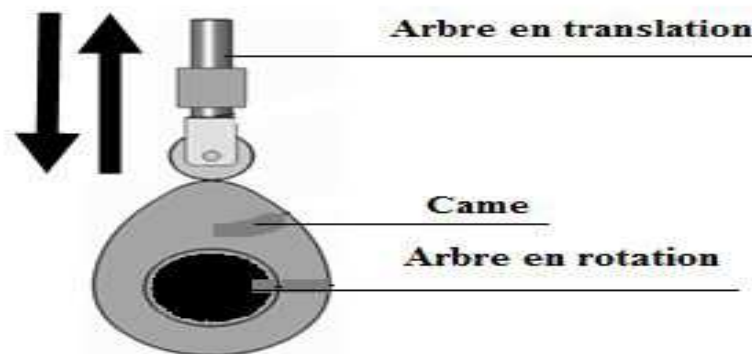


Figure III. 28: Système à came.

7.1.3. Embrayage[5] :

C'est le mécanisme qui assure que le mouvement circulaire du moteur soit toujours transformé en un mouvement rectiligne alternatif du coulisseau, et On distingue trois types d'embrayage :

➤ **Embrayage par friction** : C'est un dispositif d'accouplement temporaire entre un arbre dit moteur et un autre dit récepteur. Du fait de sa transmission par adhérence, il permet une mise en charge progressive de l'accouplement ce qui évite les à-coups qui pourraient provoquer la rupture d'éléments de transmission ou l'arrêt du moteur dans le cas d'une transmission avec un moteur thermique.

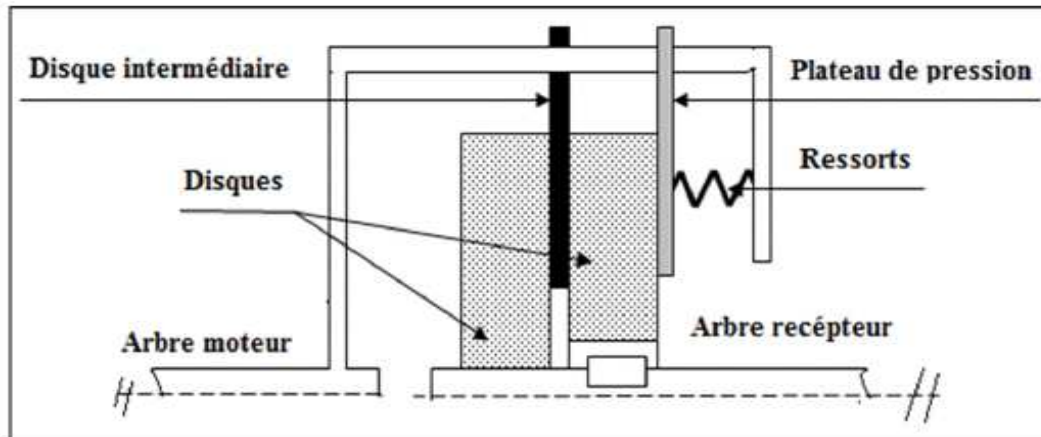


Figure III. 29: Schéma d'un système à embrayage par friction.

➤ **Embrayage par électropneumatique** : Dans cette commande pneumatique, un piston pousse une série de disques de friction, clavetée sur l'arbre, contre le volant, l'embrayage est alors assuré. Lorsque la pression cesse, les ressorts de rappel déplacent les disques dans l'autre sens et commandent le freinage à chaque tour de vilebrequin, par l'intermédiaire d'un système électrique.

➤ **Embrayage par clavette tournante** : C'est un dispositif assez simple, lorsque la bute s'éclipse, la clavette montée sur le vilebrequin est sollicitée par un ressort, elle tourne et s'engage dans une des encoches du volant et provoque l'entraînement vilebrequin. Le débrayage s'obtient lorsque le talon de la clavette entre en contact avec la butée revenue à sa position primitive et ne peut pas avoir lieu avant un tour complet du vilebrequin.

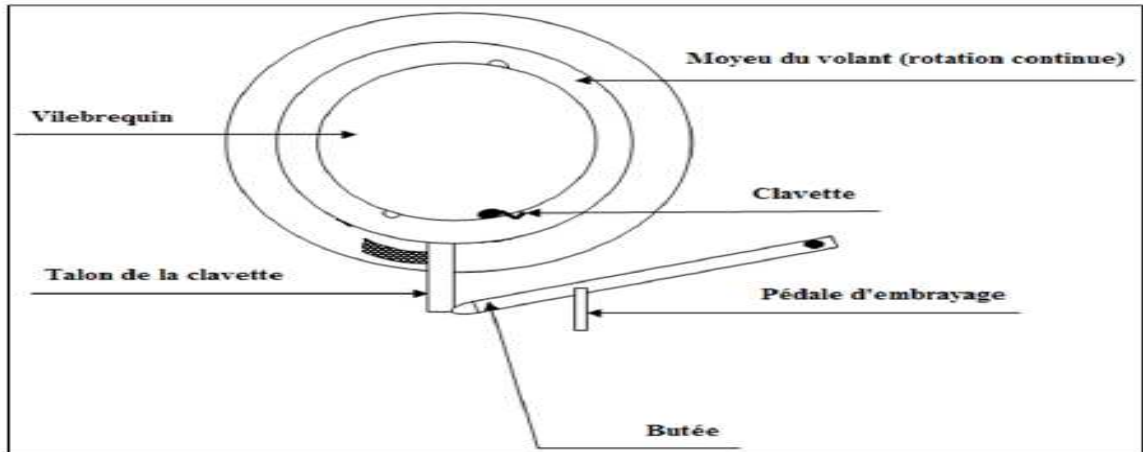


Figure III. 30:Embrayage par clavette pivotante

7.1.4. Avantages et inconvénients :

Avantages :

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

Inconvénients :

- La presse ne peut pas être sur charge car le système est protégé par 2 soupapes de décharge séparément ajusté
- Difficulté d'arrêt de coulisseau en cas de danger
- Difficulté de réglage d'approche de coulisseau

7.2. Presses hydrauliques[4] :

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

Il existe deux types de presse hydraulique :

- Presses à eau.
- Presses à l'huile.

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

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

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

7.2.1. Mécanisme de commande[10] :

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

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



Figure III. 31: La presse hydraulique.

7.2.3. Avantages et inconvénients :

Avantages :

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

Inconvénients :

- La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables
- Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance : risque de panne « joints pompe ...etc. »
- L'huile doit être toujours présente à l'intérieure de la presse
- Lente dans les cadences élevées

7.3. En fonction du nombre de coulisseaux [8]:

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

- **Presses simple effet** : Ce type de presse comporte un seul coulisseau actionné par une ou deux ou quatre bielle. Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise, et pour cette raison sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre-flan. D'une façon générale, ces machines n'acceptent qu'un seul outil ou, au maximum, deux. L'exécution d'une pièce en plusieurs passes nécessite l'utilisation de plusieurs presses.



Figure III. 32: presse à simple effet

➤ **Presses à double effet** : Cette presse possède deux coulisseaux l'un dans l'autre chaque coulisseau est attaché à l'arbre excentrique avec deux jonctions. Les courses des deux coulisseaux sont différentes et temporisées, le coulisseau extérieur porte le flan et le coulisseau intérieur termine l'opération

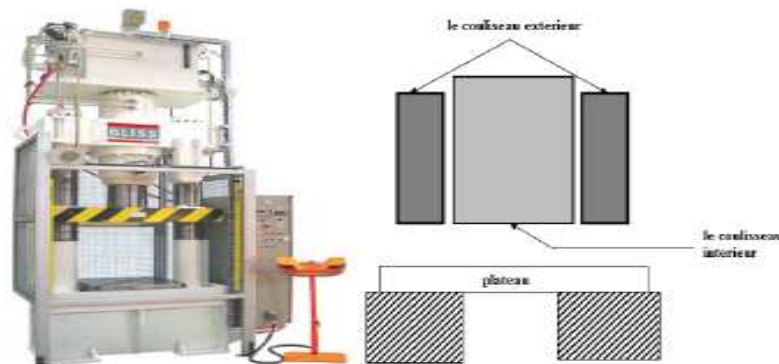


Figure III. 33: presse à double effets

➤ **Presse à triple effets** : Elle est similaire à la précédente. Elle possède en plus un troisième coulisseau inférieur qui a sa propre cinématique. Ce type de presse est souvent utilisé pour la carrosserie qui nécessite des contre emboutis peu profonds ce qui permet d'éviter une opération de reprise sur une autre presse et pour la réalisation des formes complexes.

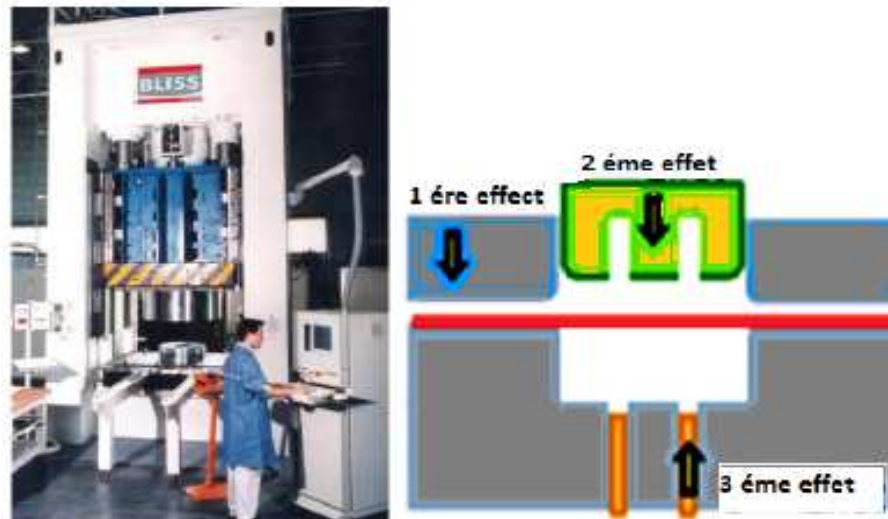


Figure III. 34: Presses à triple effet

7.4. En fonction de la forme de leur bâti[6] :

On distingue cinq (05) types de presses qui sont :

➤ **Presses à col de cygne** : La forme de ces presses rend la table et le coulisseau très accessible et sont inclinaison de 30° en arrière lui permet l'évacuation aisée des pièces par gravité. Ce type de presse est employé pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petites pièces et des grandes séries. Elles peuvent supporter au maximum 2000 KN d'effort, sous charge le bâti se déforme élastiquement et provoque un déplacement angulaire des deux parties de l'outil, ce qui justifie l'utilisation des tirants (bretelles) pour permettre au bâti une plus grande rigidité, mais réduit l'accessibilité de la table.



Figure III. 35: Presse à col de cygne.

➤ **Presses à arcade :** Les bâtis à arcades est pour les presses de moyennes et grosses puissance ce qui leurs permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils ; et leurs avantage c'est que leur système de construction évite le phénomène de déflexion et limite largement les déformations de structure en plus la maintenance des outils utilisés est réduite tout en donnant au produit un haut degré de finition.

Elles peuvent travailler avec des capacités supérieur ou inférieur à 1000 KN pour l'emboutissage, la découpe rapide (≥ 400 coups/min).



Figure III. 36: Presse à arcade.

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



Figure III. 37: Presse à montant

➤ **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. On utilise généralement ces presses dans le poinçonnage à cadence élevée. Leur puissance peut aller jusqu'à 6000 KN.



Figure III. 38: presse à quatre colonnes

➤ **Presses à table mobile et bigorne** : Elles sont équipées d'une table mobile réglable en hauteur, ce qui autorise le montage de l'outil très haut. La bigorne permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis. La bigorne montée à la place de la table, permet le poinçonnage latéral de gros emboutis



Figure III. 39: presse à table mobile et bigorne

8. Caractéristique d'une presse [2]:

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

- Sa capacité (tonne)
- La course de son coulisseau (mm)
- La cadence (nombre de coupe/minute)
- La dimension du coulisseau (mm²)
- La hauteur de l'outil fermé (mm)

9. Exigence de choix d'une presse [8]:

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

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

10. Alimentation des presses :

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

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

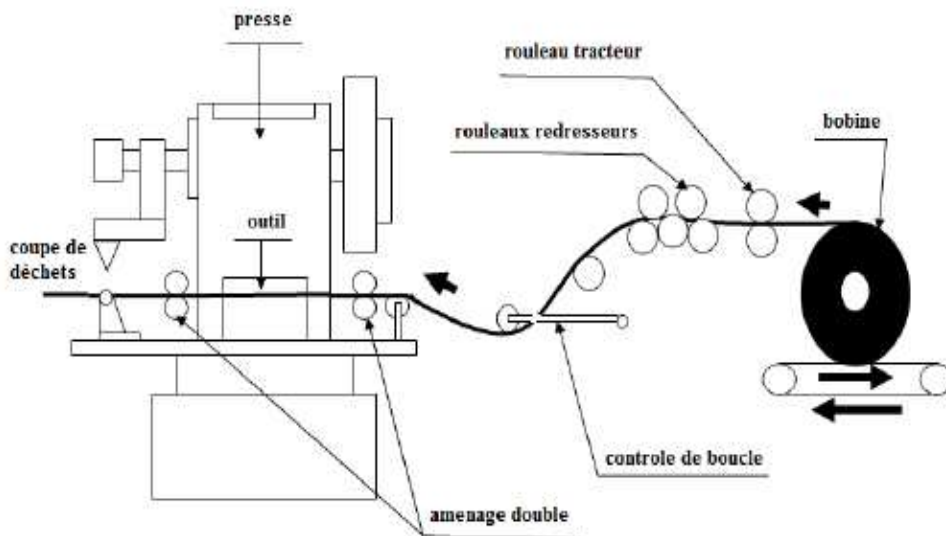


Figure III. 40:Ligne automatique d'alimentation.

11. Sécurités sur les presses[2] :

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

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

12. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait un aperçu global sur les différents types de presses utilisées dans l'industrie, leur classification, leur principe de fonctionnement, les différents mécanismes de commande ainsi que les avantages et les inconvénients de ces machines nous

pouvons dire que la technologie ne cessera pas de se développer et à nous de produire des presses de nouvelle génération.

Et nous avons aussi étudié les différents types d'outils de presse ainsi que leurs composants

Chapitre IV

Étude et conception de l'outil

1. Introduction :

Pour l'obtention d'une pièce quelconque dans le domaine industriel ; celle-ci est réalisée à partir de plusieurs machines telles que les presses qui répondent aux besoins des fabricants, pour cela le concepteur de l'outil qui est monté sur la presse doit respecter les dimensions exactes pour qu'elle soit bien montée sur cette dernière, son objectif est de réaliser et de fabriquer des pièces mécaniques de bonne précision, et de bonnes finitions, en conformité avec le cahier des charges avec un minimum de déchets.

2. Cahier des charges[1] :

Notre travail consiste à étudier « support grille d'une cuisinière ENIEM » dont les caractéristiques sont présentées au dessin de définition de la pièce. Le cahier des charges est fourni par l'entreprise et est présenté ci-après.

2.1. Caractéristiques :

Composition chimique du matériau (DC04 selon la norme NF EN 10 209 DC04 EK, m).

Composition chimique en % (max) sur coulée			
C	Mn	P	S
0.08	0.5	0.03	0.05

Tableau IV. 1:Composition chimique du matériau (DC04 selon la norme)

Ep (mm)	Re N/mm ²	Rm N /mm ²	A ₈₀ %min
0.5-0.7	140-240	270-350	34
0.7-3.0	140-220		36

Tableau IV. 2:Caractéristiques mécaniques du matériau

Aspect de la surface :

Aspect de surface bon et de finition m.

3. Aptitude au revêtement de surface :

Les pièces de tôles [de 01 à 15] après transformation recevront une couche de masse et une couche de couverture et quelques pièces seront zinguées, les pièces des tôles [de 16a22] seront émaillées en blanc

4. Livraison :

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

5. Mode de livraison :

La tôle devra être livrée en bobine :

- Poids de la bobine mère : <10 T
- Diamètre intérieur : 490a 530 mm
- Diamètre extérieur : <1400mm

6. Le travail demandé :

Le travail qui nous a été confié est l'étude et la conception d'un outil de poinçonnage et de détournage pour le nouveau support grille de cuisinière UNIEM

7. Emplacement de la pièce :

Le nouveau support grille de cuisinière UNIEM et son emplacement sont présentés dans la figure ci-dessus



Figure IV. 1: Emplacement de la pièce

Le support grille de la cuisinière ENIEM est comme suit

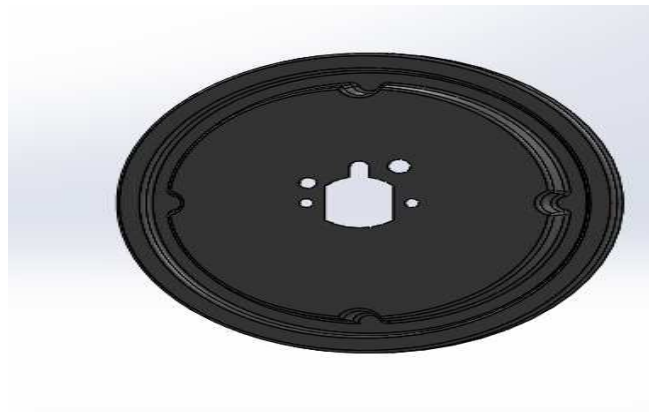


Figure IV. 2: la pièce à réaliser

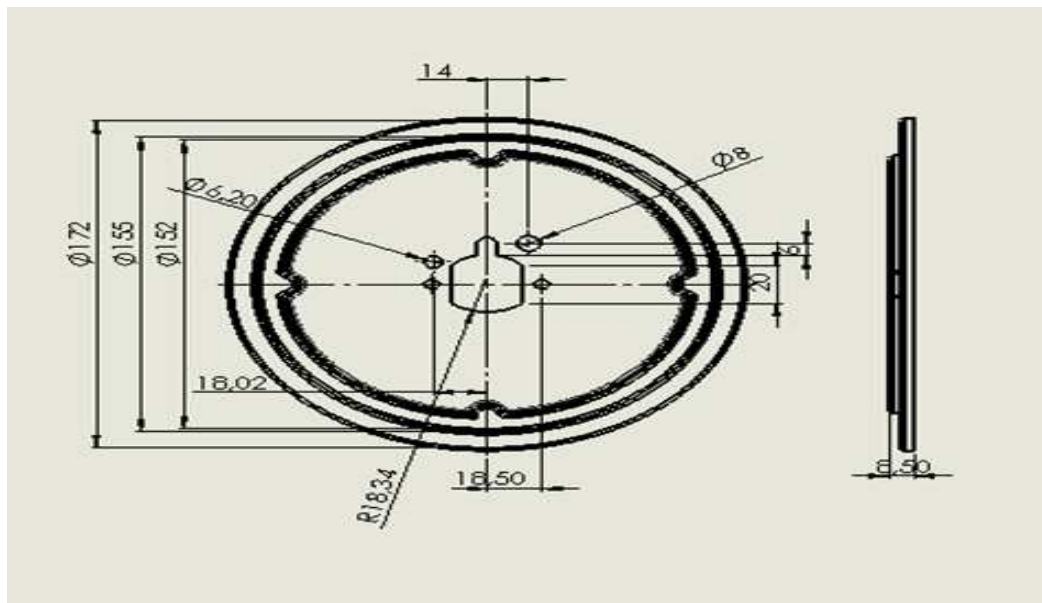


Figure IV. 3: Dessin de définition de la pièce

Partie 1 : calcul

1. Calcule des efforts :

1.1. Effort de détournage :

Le calcul de l'effort de détournage se fait selon la loi suivante :

$$F_d = P \times e \times R_c$$

Avec :

F_d : Effort de détournage ;

e : Épaisseur de la tôle (0.6mm) ;

R_c : Résistance du matériau au cisaillement (N/mm²).

Calcul de R_c :

$$R_c = 0.8 R_m$$

Avec :

R_m : la résistance mécanique de la pièce en N/mm²

$$R_c = 0.8 * 350$$

$$R_c = 280 \text{ N/mm}^2$$

$R_c = 280 \text{ N/mm}^2$

Calcul du périmètre :

$$P = \pi * D$$

P₁ : périmètre de la pièce

D : diamètre de la pièce

A.N

$P=3.14*175$

$P=549.5\text{mm}$

Donc $Fd=549.5*0.6*280$

$Fd= 9231.6 \text{ daN}$

1.2. Effort de poinçonnage :

On a 5 formes à poinçonner :

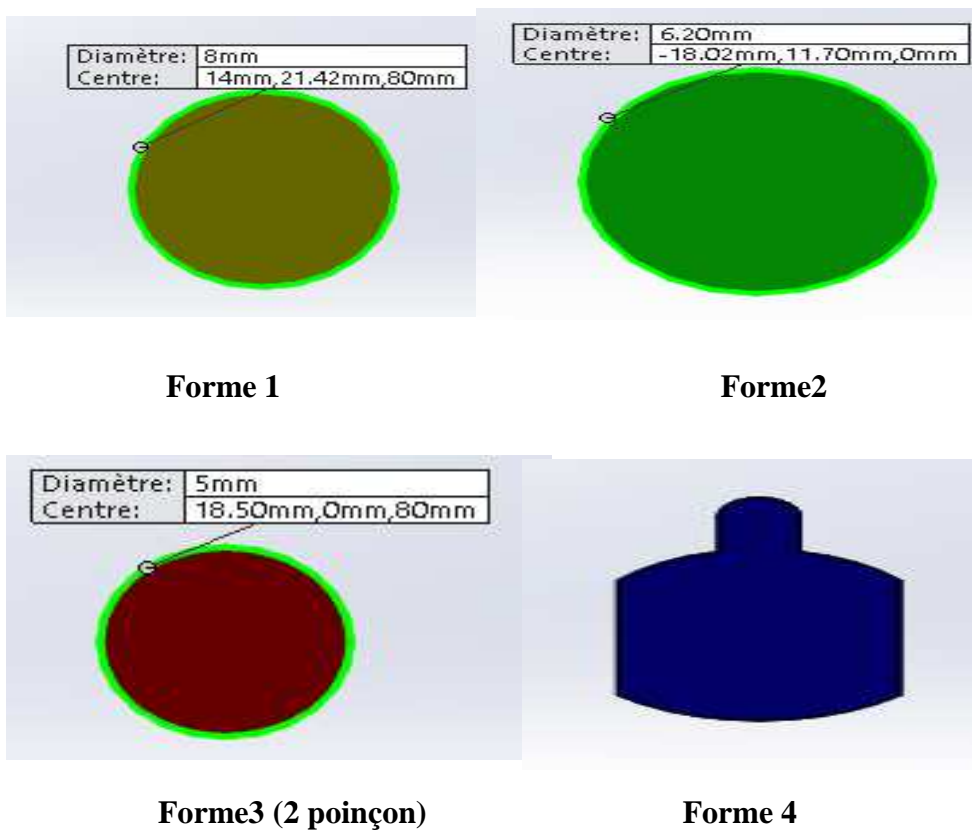


Figure IV. 4: la fore des poinçonne

Quatre poinçon circulaire un de diamètre 8mm, et un autre de diamètre 6.20mm et deux de diamètre 5mm, et un de forme complexe.

Calcul du l'effort de poinçonnage pour la forme 1 :

$$F_p = P \cdot e \cdot R_c$$

Avec :

F_p : effort de poinçonnage

Calcul de P1 :

$$P = D \cdot \pi$$

$$P1 = 3.14 \cdot 8$$

Calcul de Fp1 :

$$P1 = 25.12 \text{ mm}$$

$$F_{p1} = P1 \cdot e \cdot R_c$$

AN

$$F_{p1} = 25.12 \cdot 0.6 \cdot 28$$

$$F_{p1} = 422.016 \text{ daN}$$

Calcul de l'effort de poinçonnage pour la forme 2 :

Calcul de P2 :

$$P2 = 3.14 \cdot 6.20$$

$$P2 = 19.468 \text{ mm}$$

$$F_{p2} = P2 \cdot e \cdot R_c$$

AN

$$F_{p2} = 19.468 \cdot 0.6 \cdot 28$$

$$F_{p2} = 327.0624 \text{ daN}$$

Calcul du l'effort de poinçonnage pour la forme 3 et la forme 4 ayant le même diamètre

Calcul de P3 :

$$P3 = (3.14 * 5) * 2$$

$$P3 = 31.4 \text{ mm}$$

$$Fp3 = P3 * e * Rc$$

AN

$$Fp3 = 31.4 * 0.6 * 28$$

$$Fp3 = 527.52 \text{ daN}$$

Calcul de l'effort de poinçonnage pour la forme 4 :

$$Fp = P * e * Rc$$

Le diamètre de la forme 4 est donné par le logiciel CAO SolidWorks

$$P4 = 109.24 \text{ mm}$$

$$Fp4 = P4 * e * Rc$$

AN

$$Fp4 = 109.24 * 0.6 * 28$$

$$Fp4 = 1835.232 \text{ daN}$$

Effort total de poinçonnage :

$$F_{pt} = \sum_1^4 Fp$$

$$F_{pt} = Fp1 + Fp2 + Fp3 + Fp4$$

Avec :

F_{pt} : effort total de poinçonnage

AN

$$F_{pt} = 422.016 + 327.0624 + 527.52 + 1835.232$$

$$F_{pt} = 3111.8304 \text{ daN}$$

1.3. Calcul de l'effort total :

$$F_{td} = F_d + F_{pt}$$

Avec :

F_{td} : l'effort total de découpage

$$F_t = 9231.6 + 3111.8304$$

$$F_t = 12343.4304 \text{ daN}$$

2. Effort de dévêtissage (F_{dév}) :

C'est l'effort nécessaire pour dégager les pionçons du bond après découpage où

Poinçonnage, il est égal, en général, à :

7% de F_t

$$F_{dév} = 7\% \times F_t$$

AN

$$F_{dév} = 7\% \times 12343.4304$$

$$F_{dév} = 864.04 \text{ daN}$$

3. Calcul de l'effort d'éjection :

C'est l'effort nécessaire pour dégager le flan de la matrice de poinçonnage, il est généralement pris à :

1.33% de l'effort de découpage.

$$F_{éj} = F_{\text{total d}} \times 1.33\%$$

$$F_{éj} = 12343.4304 \times 1.33\%$$

$$F_{éj} = 164.168 \text{ daN}$$

4. Jeu de découpage[2] :

Pour que la tranche de la pièce découpée soit propre, il est important de prévoir un jeu de coupe entre la matrice et le poinçon. Selon le type de l'opération à effectuer le jeu est pris, soit sur la matrice ou bien, sur le poinçon. Dans notre cas, on donne le jeu pour la matrice. La nature du matériau à découper détermine ce jeu, pour les aciers durs, fonte, inox. Le jeu est de 1/15 de l'épaisseur de la bande.

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

AN:

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

J=0.04 mm

5. Calcul de l'effort fourni par la presse Fpr :

La presse est la source de production de la force doit produire supérieur ou au moins égale à la somme des efforts

$$F_{pr} > F_t + F_{dév} + F_{ej}$$

AN :

$$F_{pr} > 12343.4304 + 864.04 + 164.168$$

Fpr > 13371.6384 daN

Donc le choix de la presse se fait comme suit

On a : **1daN=0.01325 tonne-force**

Fpr > 13.6352 tonne-force

6. Choix de ressort[7] :

Le choix des ressorts est une opération très importante, la raideur des ressorts doit assurer le dévêtissage qui consiste à plaquer la bonde contre la matrice pour éviter la remontée

de la bonde lors du retour des poinçons. La figure ci-dessus montre les différents types de ressorts.



Figure IV. 5: représentation du ressort

La raideur des ressorts doit assurer le devitissage, et pour des raisons d'encombrement et le cout de l'outil on utilise 5 ressorts.

$$F_{\text{ressort}} = F_{\text{dév}} \div 5$$

A.N

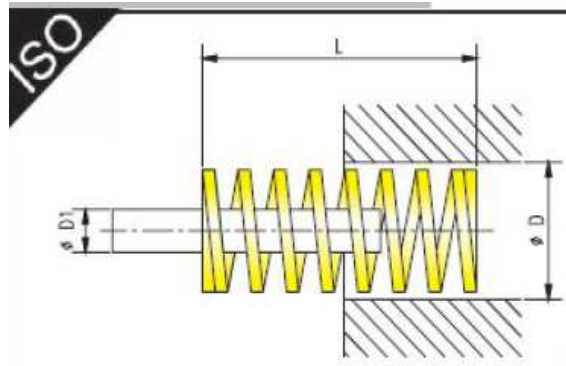
$$F_{\text{ressort}} = 864.04 \div 5$$

F ressort= 172.8 daN

Le ressort qui satisfait les conditions de travail est le ressort pour outil a charge forte tiré de tableau (6) qui a les caractéristiques suivantes

- La longueur $L = 32 \text{ mm}$
- La charge $F = 172.8 \text{ daN}$.
- Diamètre extérieure $D = 25 \text{ mm}$
- Diamètre intérieure $D1 = 12.5 \text{ mm}$

- A = 11mm, (course de ressort comprimée)
- F ressort = 1797 N.



D	D ₁	L	K	Dure d'utilisation		COURS DE TRAVAILLE 25%		Cours maxi
				longue 15%		N	mm	
mm	mm	mm	N	N	N/mm	N	mm	mm
25	12.2	32	374.4	1797	4.8	2995	8.0	11
		38	346.0	1972	5.7	3287	9.5	13
		44	244.0	1610	6.6	2684	11.0	16
		51	207.5	1577	7.6	2656	12.8	18
		64	161.0	1545	9.6	2576	16.0	23
		76	130.8	1491	11.4	2485	19.0	26
		89	110.5	1469	13.3	2464	22.3	31
		102	96.3	1473	15.3	2455	25.5	36
		115	85.7	1474	17.2	2468	28.8	41
		127	76.3	1449	19.0	2426	31.8	47
		152	63.5	1447	22.8	2413	38.0	54
		178	53.9	1439	26.7	2398	44.5	63
203	47.0	1428	30.4	2387	50.8	72		

6.1. Calcul de la raideur de ressort

$$F_{\text{ressort}} = K \cdot x$$

Avec :

K : La raideur du ressort.

x : La course de compression du ressort (x = 11 mm)

$$K = F_{ressort} / X$$

$$K = 1797 / 11$$

$$K = 163.3 \text{ N/mm}$$

7. Calcul de poids de la pièce :

$$P = mg$$

$$P = 16.87 * 9.8$$

$$P = 165.494 \text{ g}$$

$$P = 165.494 \text{ g}$$

8. Le choix de la presse à utiliser[1] :

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

- L'effort de la presse doit être supérieur aux efforts utilisés,
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieur à celle de l'outil,
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieur à la hauteur de l'outil fermé.
- La nature des opérations à réaliser.

Pour notre cas, il s'agit de découpage, et du pliage. Une presse mécanique est mieux indiquée. A partir de l'effort que nous avons calculé, nous avons opté pour une presse TP 30 col de cygne de construction allemande qui a les caractéristiques suivantes :

- Capacité de la presse (30 tonnes),
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMH) (300 mm),
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMB) (220 mm),
- Dimensions de la table (longueur et largeur) (700 mm × 400 mm),
- Hauteur du plan de travail (80 mm)

9. Calcul des poinçons à la résistance[5] :

Une poutre longue et droite, soumise à deux forces axiales opposées, subit une déformation par flambement.

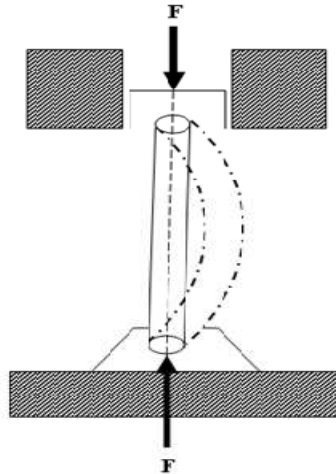


Figure IV. 6: Flambement d'une poutre soumise à un effort axial.

Ce dernier se produit pour une certaine valeur de charge appelée charge critique.

Si :

- $F < F_{cr}$ la poutre ne subit qu'un faible raccourcissement qui est dû à la compression.
- $F > F_{cr}$ la poutre se déforme et la rupture peut intervenir rapidement.
- $F = F_{cr}$: La barre est en équilibre instable, il peut y avoir changement d'état d'équilibre pour atteindre un état d'équilibre stable en flexion composée.

Avec :

F : effort de découpage

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

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / L^2$$

Et :

E : module de Young.

I : moment d'inertie.

L : longueur réelle.

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

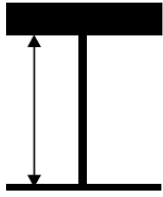
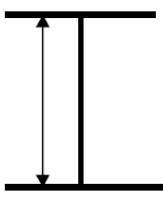
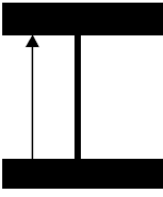
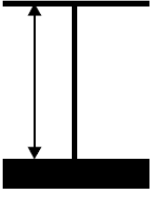
LONGUEUR LIBRE DE FLAMBAGE				
Type de Liaisons	Encastré en A Et Libre en B	Liaisons Pivotantes en A et B	Encastré en A Et B	Encastré en A Et Pivots en B
Valeurs de L	 $l=2L$	 $l=L$	 $l=L/2$	 $l=0.7L$

Figure IV. 7: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L

Dans notre cas les poinçons sont encastre d'un et libre de l'autre, la longueur de flambement

$$l=2L :$$

❖ Poinçon circulaire :

➤ Poinçon 1: $\phi=8$

$$I = \pi d^4 / 64$$

AN

$$I=3.14*8^4/64$$

$I=200.96\text{mm}^4$

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

AN

$$F_{cr1} = (3.14)^2 \times 210000 \times 200.96 / (90 \times 2)^2$$

$F_{cr1}=12842.31 \text{ daN}$

$$F_{p1}=422.016 \text{ daN} < F_{cr1}=12842.31 \text{ daN}$$

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

➤ Poinçon 2: $\phi=6.20\text{mm}$

$$I = \pi d^4 / 64$$

AN

$$I = 3.14 * 6.20^4 / 64$$

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

$$I = 72.49 \text{ mm}^4$$

AN

$$F_{cr2} = (3.14)^2 \times 210000 \times 72.49 / (2 \times 90)^2$$

$$F_{cr2} = 4632.46 \text{ daN}$$

$$F_{p2} = 327.0624 \text{ daN} < F_{cr2} = 4632.46 \text{ daN}$$

$F_{p2} < F_{cr2}$: la condition est vérifiée, donc le poinçon 2 va résister

➤ **Poinçon3: $\phi = 5 \text{ mm}$**

$$I = \pi d^4 / 64$$

$$I_3 = 3.14 * 5^4 / 64$$

$$I = 30.66 \text{ mm}^4$$

$$F_{cr}: \pi^2 \times E \times I / L^2$$

$$F_{cr3} = 3.14^2 \times 210000 \times 30.6 / (2 \times 90)^2$$

$$F_{cr3} = 1955.48 \text{ daN}$$

$$527.52 \text{ daN} < 1955.48 \text{ daN}$$

$F_{p3} < F_{cr3}$: la condition est vérifiée, donc le poinçon 3 va résister, la condition est aussi vérifiée pour le poinçon 4, car ils ont les mêmes caractéristiques et les mêmes dimensions.

➤ **Poinçon5:**

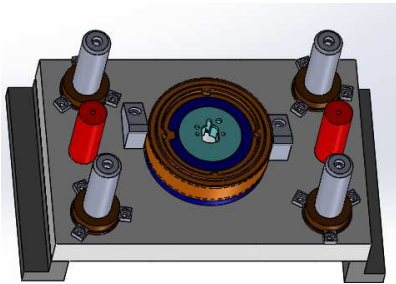
Mesuré à partir du logiciel de CAO SOLIDWORKS

Partie 2 : conception

1. Conception de l'outil :

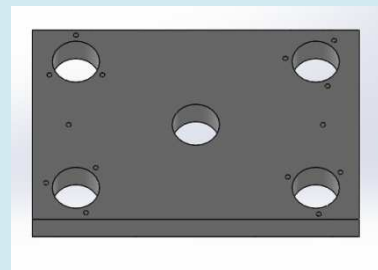
L'outil de travail est un ensemble de pièce assemblé avec précision pour assurer un bon fonctionnement, elle est composé deux parties essentielles une partie supérieure mobile et une autre partie inférieure fixe.

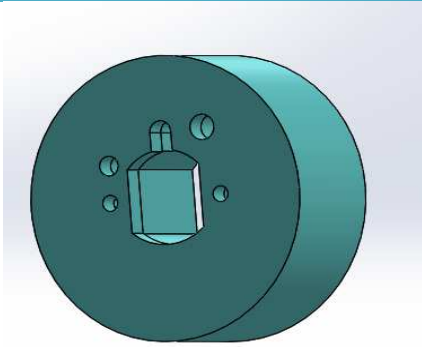
L'outil proposer dans cette étude est constitué des éléments suivants :



Partie inférieure : c'est la partie qui doit être fixe, et elle contient plusieurs éléments

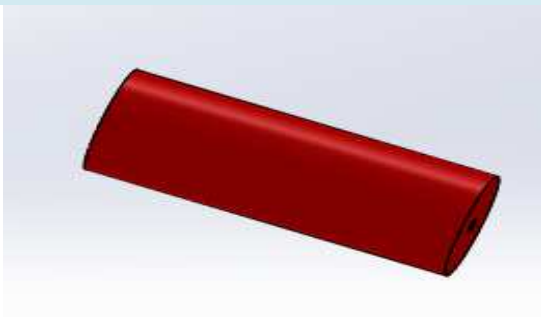
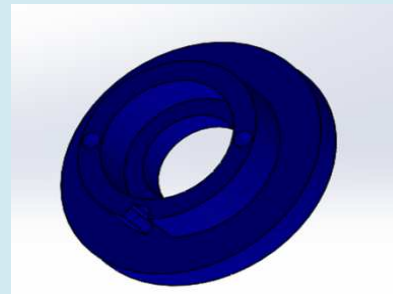
Semelle inférieure : C'est une plaque sur laquelle la matrice est ajustée, son épaisseur doit être suffisante pour résister aux efforts de découpage.





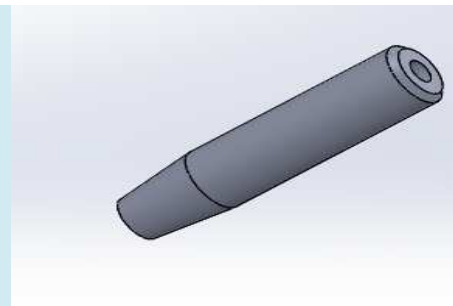
La matrice : c'est le porte empreint dans lesquelles les poinçons se pénètrent lors de l'opération de découpage. Elle doit résister aux différents efforts tel que le découpage, et doit être suffisamment épaisse pour supporter l'effort du sert flan et éviter les déformations.

Porte matrice: c'est l'élément sur lequel les matrices sont ajusteur quelle résiste aux efforts de découpage ainsi l'effort de serre-flan pour éviter les déformations.

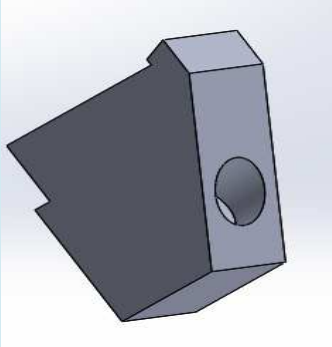
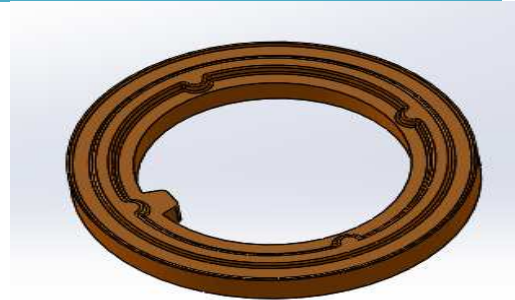


La butée de fin de course : elle sert à positionner le flan, limitant ainsi son déplacement et un bon guidage du flan.

Les Colonne de guidage :elles coulisent dans les embases supérieures avec glissement et sont emmanchées sur les embases inférieures.

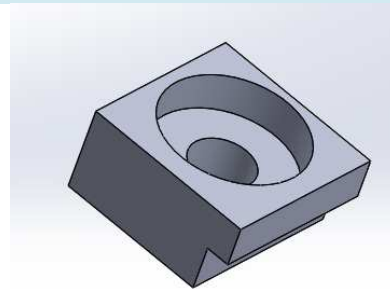


Le couteau : ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage



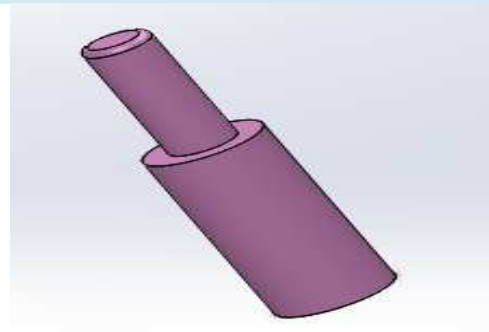
Coupe chute : elle sert à découper la chute détournée pour faciliter son évacuation.

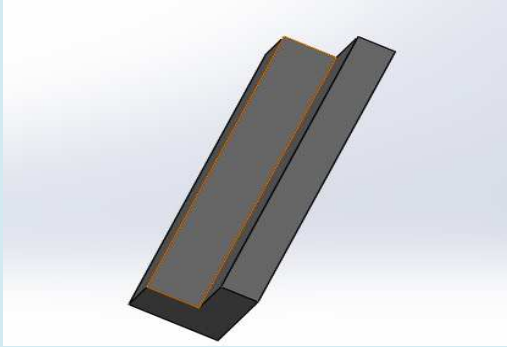
Bride de fixation : Les brides de fixation servent à fixer les bagues de guidage



Bague de guidage : c'est des éléments dans lesquelles les colonnes de guidage pénètrent, elles servent pour le guidage

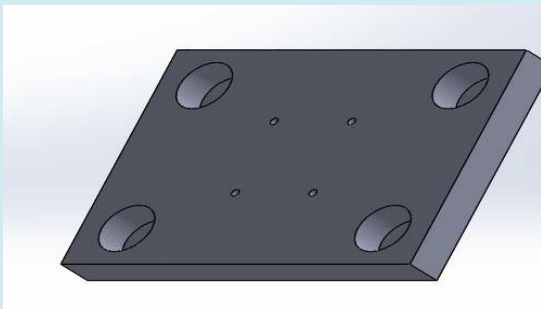
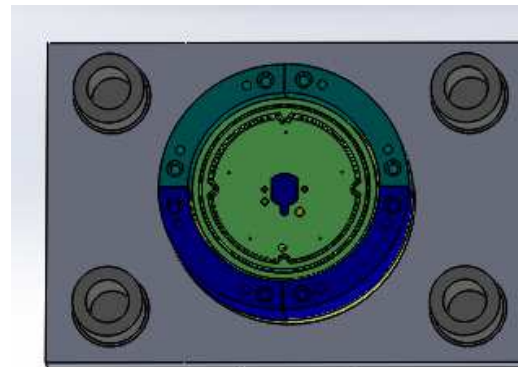
Éjecteur : Dispositif ou mécanisme servant à l'éjection de la pièce après l'opération de poinçonnage et de détournage



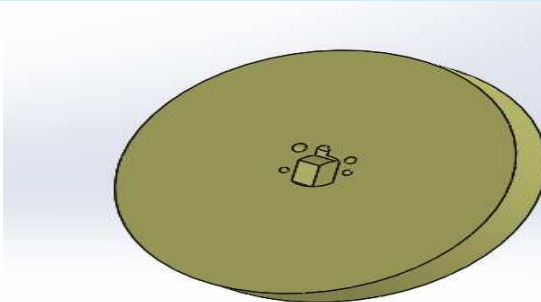


Tasseaux : ELLES SERT POUR LA FIXATION DE L'OUTIL SUR LA PRESSE

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

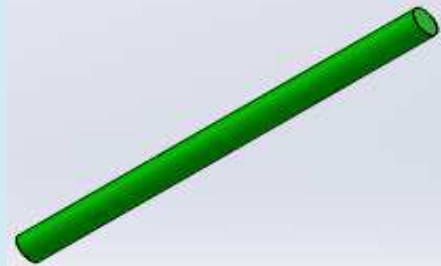


Semelle supérieure : elle sert à porter les poinçons et les portes poinçons et sert aussi de lien avec le nez de la presse.



Porte poinçon il sert à fixer et guider les différents poinçons dans la bonne Position pendant leur travail et aussi de support au sert flan.

Poinçon 1: c'est le principal élément qui interviennent lors de l'opération de découpage.



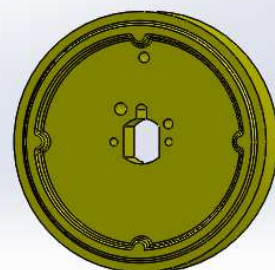
Poinçon 2 :c'est le principal élément qui interviennent lors de l'opération de découpage.

Poinçon 3: c'est le principal élément qui interviennent lors de l'opération de découpage.



Poinçon 3: c'est le principal élément qui interviennent lors de l'opération de découpage.

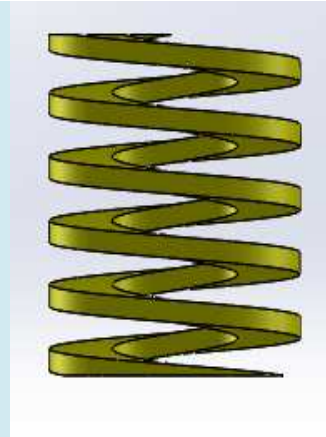
Serre-flan : il sert à guidée les poinçons et à appuyer le flan contre la matrice lors du poinçonnage pendant l'opération de découpage



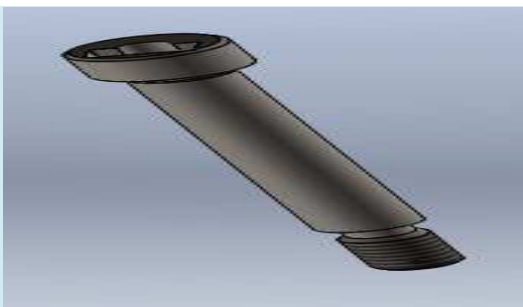
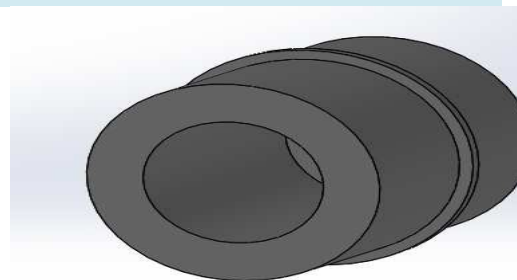


La lame supérieure : ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détournage

Les ressorts : ces les éléments qui assurent le dévetissage.

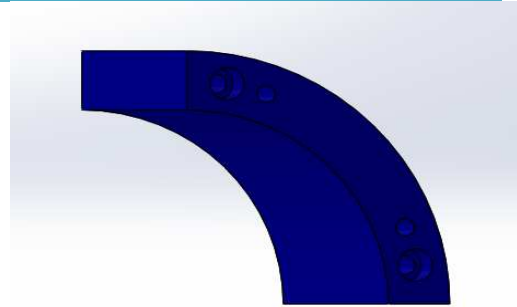


Bague supérieure:c'est des éléments dans lesquels les colonnes de guidage pénètrent.



Les vise de rappelle : est une pièce mécanique comportant une tige filetée et une tête elle est destinée à réaliser la fixation

La lame supérieure: ce sont les éléments fonctionnels qui interviennent lors de l'opération de détourage



2. Conclusion :

Ce chapitre a fait l'objet d'étude et de conception d'un outil de poinçonnage et détourage, pour la réalisation d'une pièce qui est le support grille d'une plaque chauffante et une cuisinière ENIEM. Le calcul de l'effort total de la découpe effectués nous permis de faire le choix de la presse faire et la position adéquate de l'outil sur la table de la presse.

3. La mise en plans :

En dessin industriel, le dessin de définition représente une pièce ou une partie d'objet projeté sur un plan avec tous ses détails comme les dimensions en cotations normalisées et les usinages. On l'appelle également plan de détails par opposition au plan d'ensemble ou dessin d'ensemble

➤ **Les vues :**Le nombre de vues varie en fonction de la complexité de la pièce représenté. en généralement on a trois vues prismatiques

L'ensembles des vues doit permettre une compréhension totale de la pièce ; ainsi il est parfois nécessaire d'ajouter des détails des perspectives et des coupes partielles

➤ **La cotation :**Elle est indispensable et indissociable de dessin ; elle définit les dimensions ; les formes ; les surfaces et indique le niveau de qualité et la tolérance.

Conclusion générale

Conclusion générale

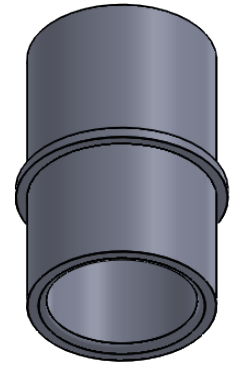
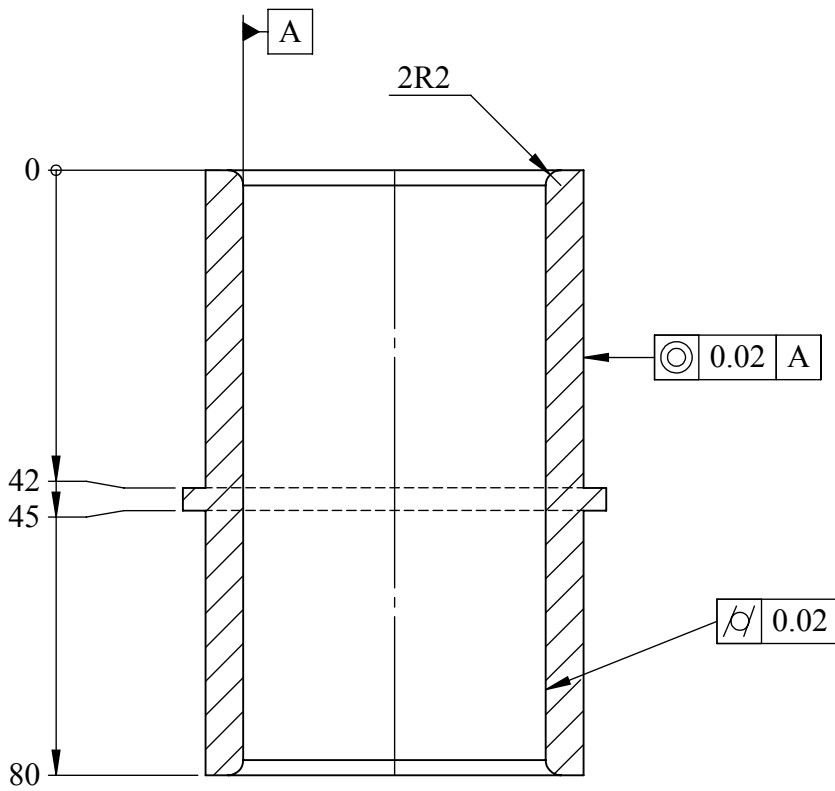
Après avoir effectuée un stage pratique au sein de l'entreprise électroménagère ENIEM, qui est une expérience bénéfique pour nous, nous avons découvert que le procédé de fabrication des pièces en tôlerie dans l'industrie est connu depuis longtemps, et qui ne cesse de se développer au fil des dernières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

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

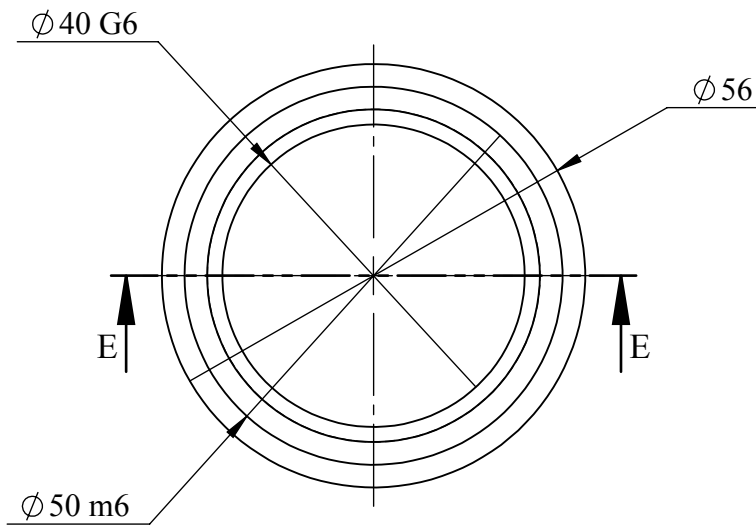
Ce travail nous a permis, d'une part d'approfondir les connaissances et le savoir-faire acquis durant les années de notre formation à l'UMMTO, et d'autre part, de préparer notre intégration à la vie professionnelle et de nous situer sur le marché de l'industrie. Finalement, espérons bien que ce travail apportera une aide à l'entreprise Electroménagère ENIEM, et servira comme guide aux étudiants (es) de département génie mécanique.



Bibliographie

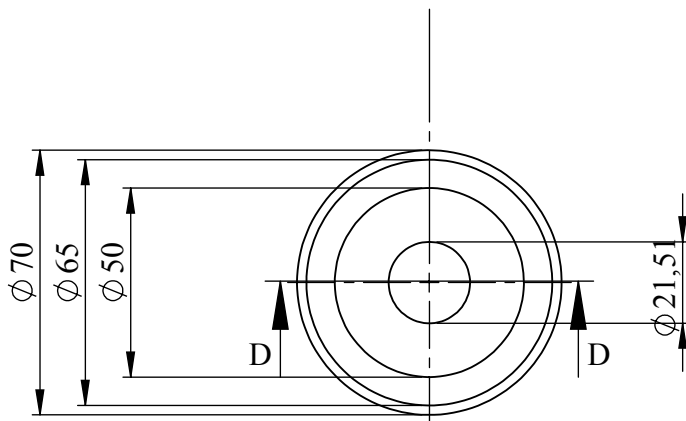
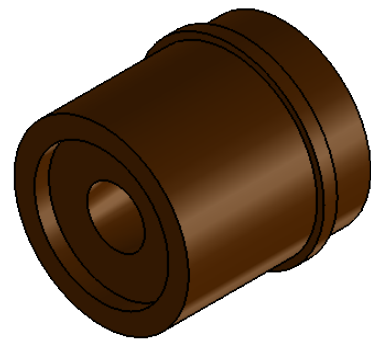
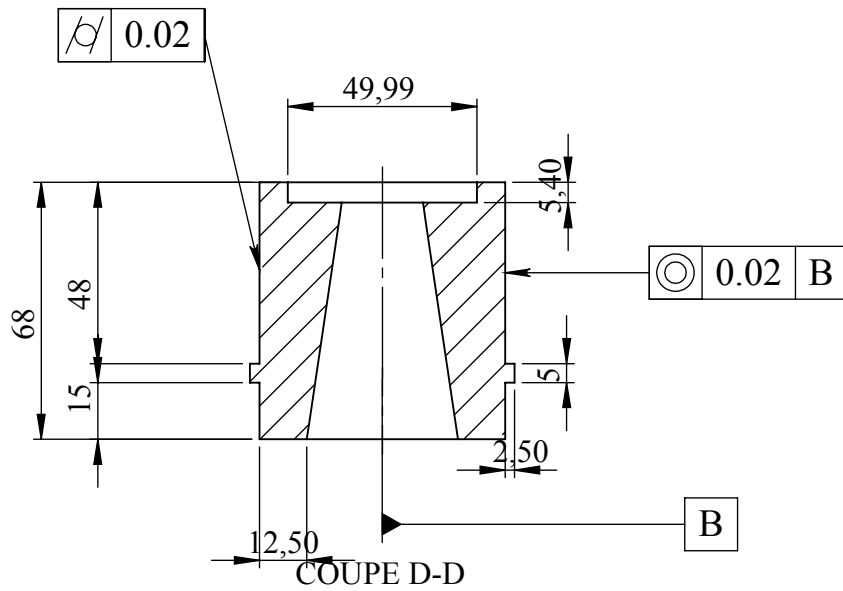
- [1] Documentation ENIEM
- [2] HOCINE CHABANE ZIAD BELKACEM « Étude et conception d'un outil poinçonnage et détournage d'un bandeau bombé en inox d'une cuisinière ENIEM » mémoire fin d'étude master II académique en génie mécanique option fabrication mécanique productive, UMMTO 2018
- [3] HADDADI Aziza AMARA Thiziri « ÉTUDE DU PROCÉDÉ DE POINÇONNAGE D'UNE TÔLE EN ALUMINIUM » mémoire master II en génie mécanique option : construction mécanique, UMMTO 2018
- [4] KHEROUB mouloud HAMADI Mohammed [4] « Etude et conception d'un outil à suivre pour la fabrication d'un panneau latéral autonettoyant d'une cuisinière ENIEM » mémoire master II professionnelle en génie mécanique option fabrication mécanique productive. UMMTO 2013
- [5] Mr. OULD BEN HEMMOU Chabane Mlle ABDERRAHMANI Fatima « Étude et conception poinçonnage pour la fabrication d'une pièce de cuisinière ENIEM » mémoire master II en génie mécanique option : construction mécanique, UMMTO 2018
- [6] DEBIT Yahia HETTAL Salim « Etude et conception d'un outil de pliage des cotés carcasse d'une cuisinière ENIEM 6500 » mémoire fin d'étude master II académique en génie mécanique option construction mécanique UMMTO 2020
- [7] Mlle : BELHOCINE Zohra « Étude et conception d'un outil de détournage et poinçonnage d'une pièce (autonettoyant) pour la cuisinière ENIEM mémoire fin d'étude MASTER II ACADEMIQUE EN GENIE MECANIQUE OPTION : CONSTRUCTION MECANIQUE, UMMTO 2015
- [8] Mr B. AITSLIMANE -Melle L. BELHADJ « Étude et conception d'un outil d'emboutissage pour la table de travail d'une cuisinière ENIEM » Mémoire de fin d'études en génie mécanique option : fabrication mécanique et productive UMMTO 2018
- [9] SAADI Toufik « Étude et conception d'un outil à suivre à bande », mémoire de master II en fabrication mécanique, UMMTO 2014.
- [10] BERDOUS.A, YAKOUBLIN « Étude et conception d'un outil à bande pour la réalisation d'une charnière inférieure du réfrigérateur FB1 ENIEM », mémoire master II en construction mécanique, UMMTO 2018
- [11] TECHNIQUE DE L'INGENIEUR (SNDL).
- [12] WWW.techno_science.net



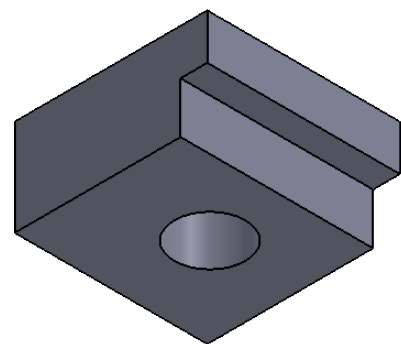
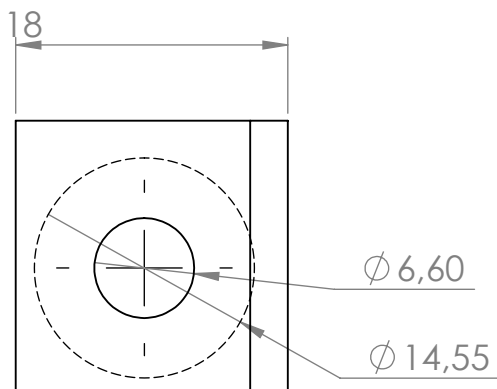
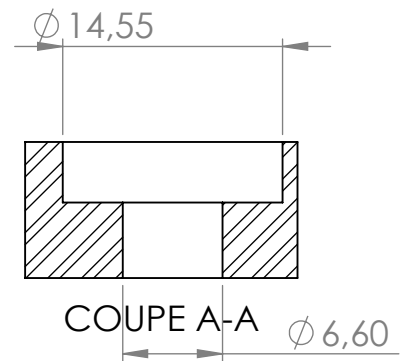
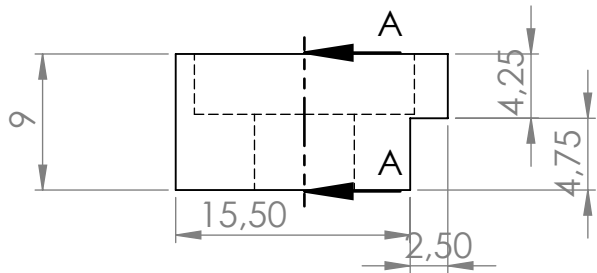
COUPE E-E



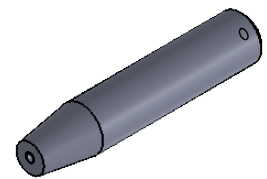
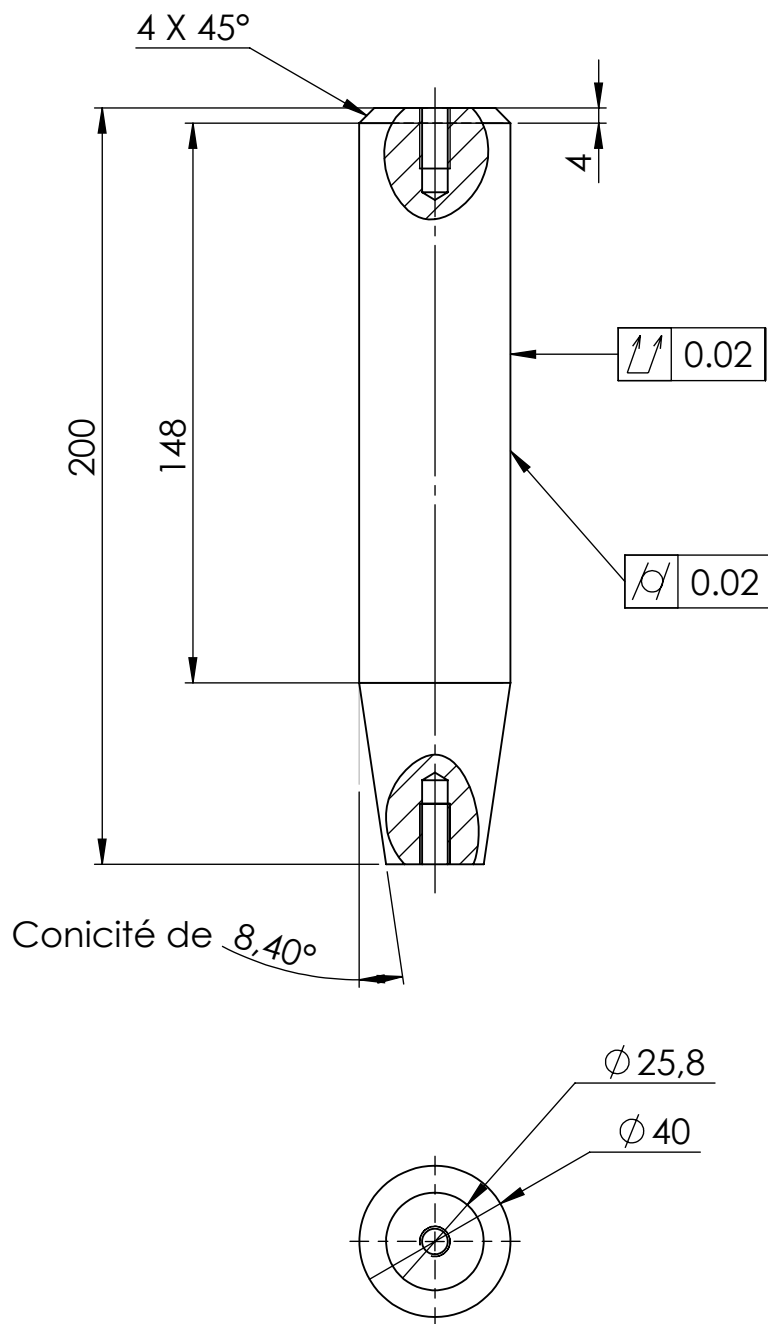
21	04	Bague sup 1	bronze	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:2	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE SUPPORT GRILLE BRULEURE			Etat de surface 3.2/
Planche N° 21				
		DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA		Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP



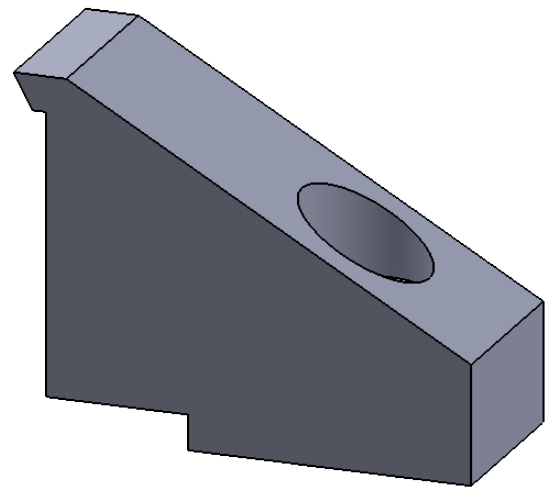
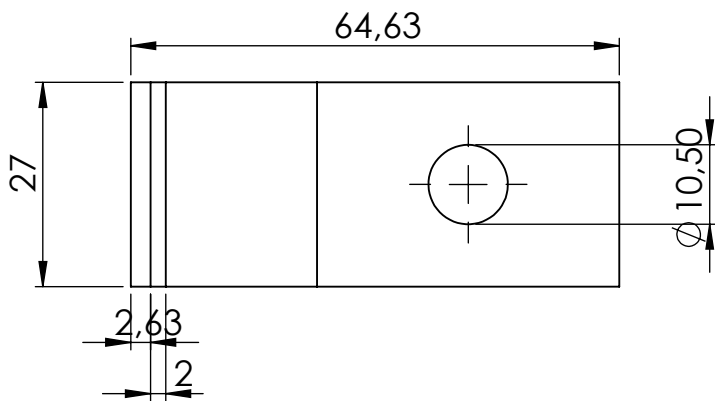
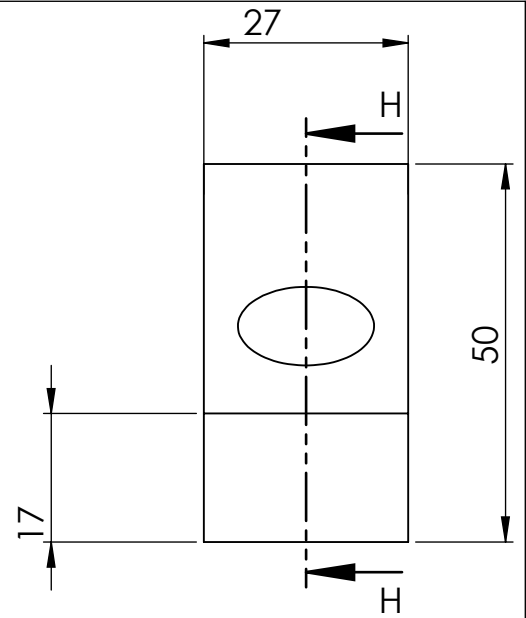
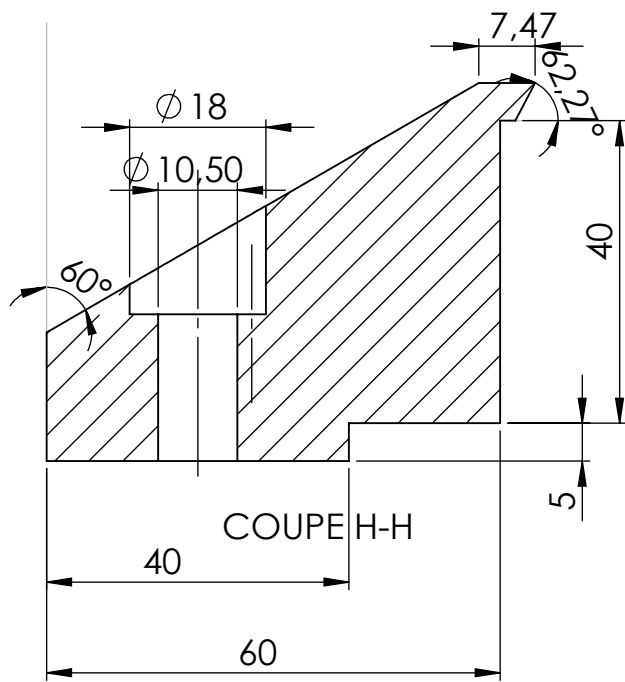
3	04	Bague de fixation	Acier à outil	Trempe à ceure 58/64 HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Obsirvations
Echelle 1:2	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2/
Planche N°3	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP



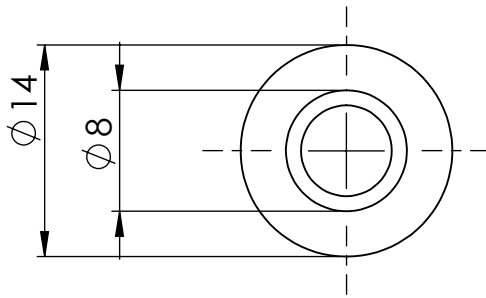
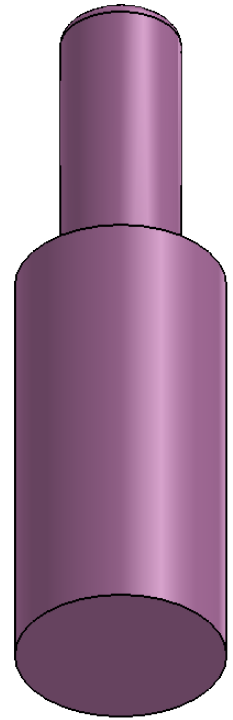
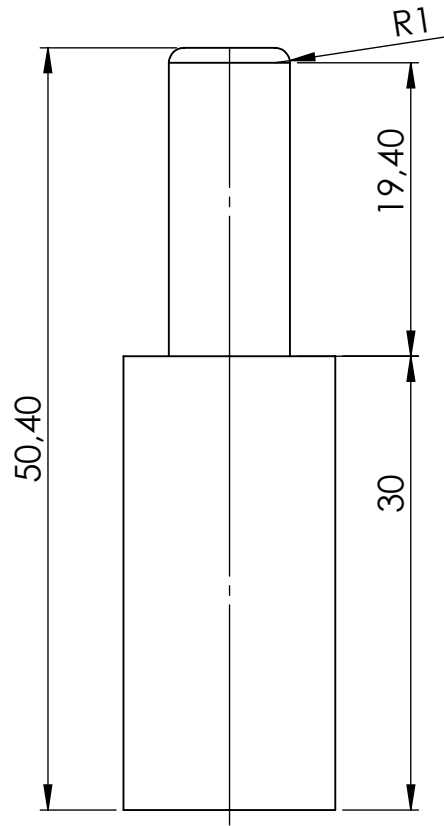
8	12	Bride de fixation	Xc38	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 2:1	OUTIL POINCONNAGE ET DETOURAGE			Etat de surface
Planche N° 8	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP

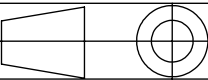


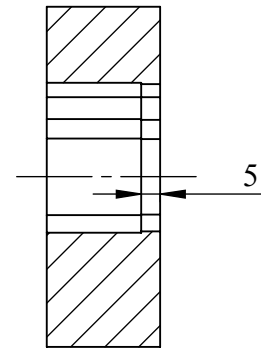
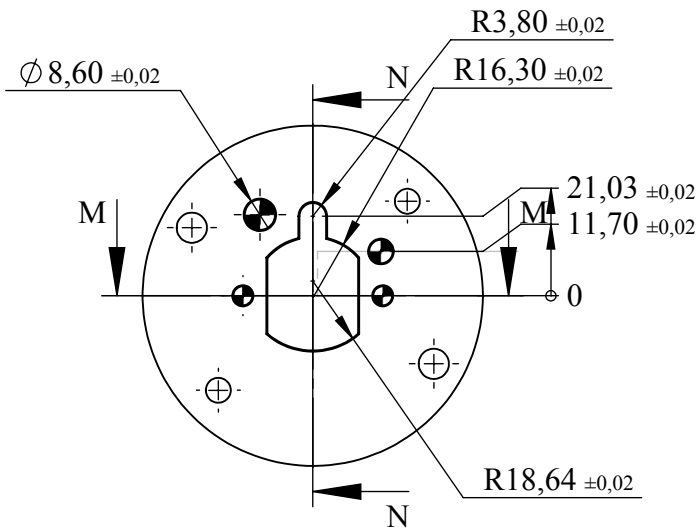
04	04	Clone de guidage	Z200-C12	Trempe au coeur
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:2	OUTIL DECOUPAGE POINCONAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 0.8/
Planche N° 05	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ousou			M2 FMP



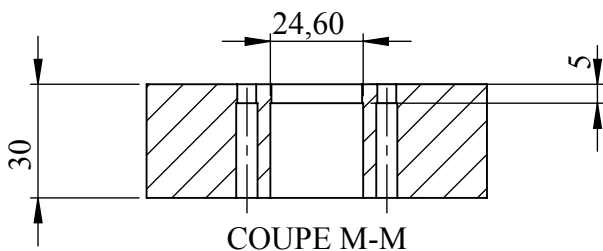
10	02	Coupe chutte	Z200C12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Obsirvation
Echelle 1:1	OUTIL DECOUPAGE POINCONAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2
Planche N° 10	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERRI de tizi ouzou			M2 FMP



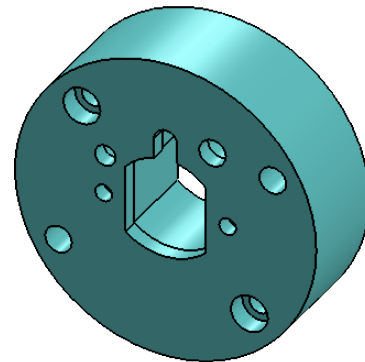
18	2	Ejecteur	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 2:1	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface
Planche N° 18				1.6/
	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP



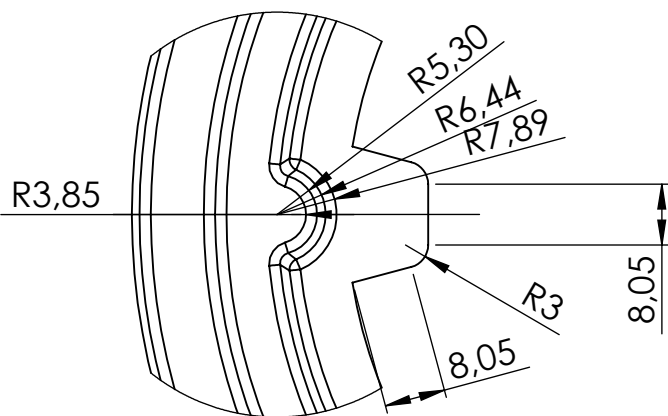
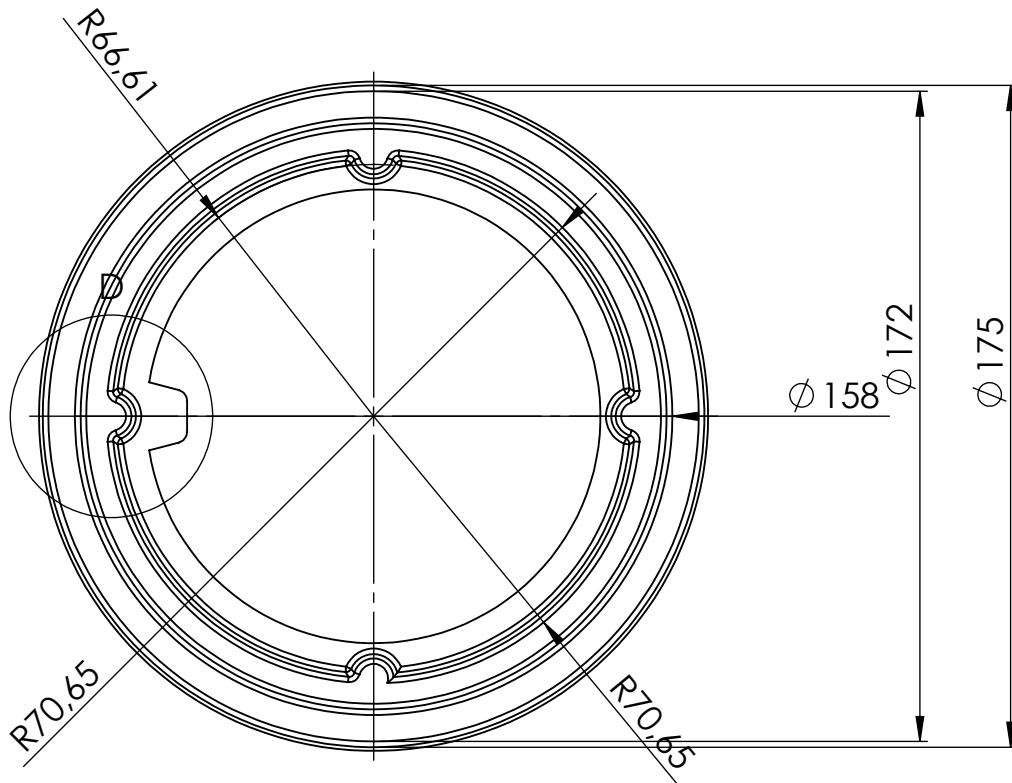
COUPE N-N



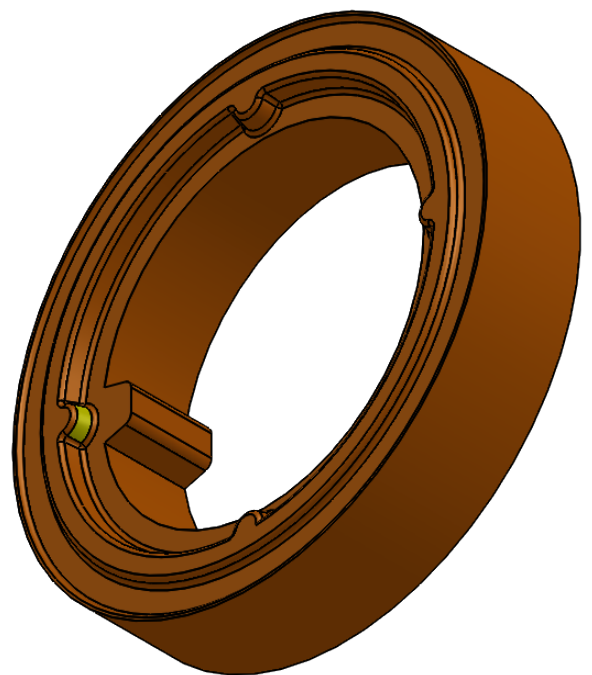
COUPE M-M



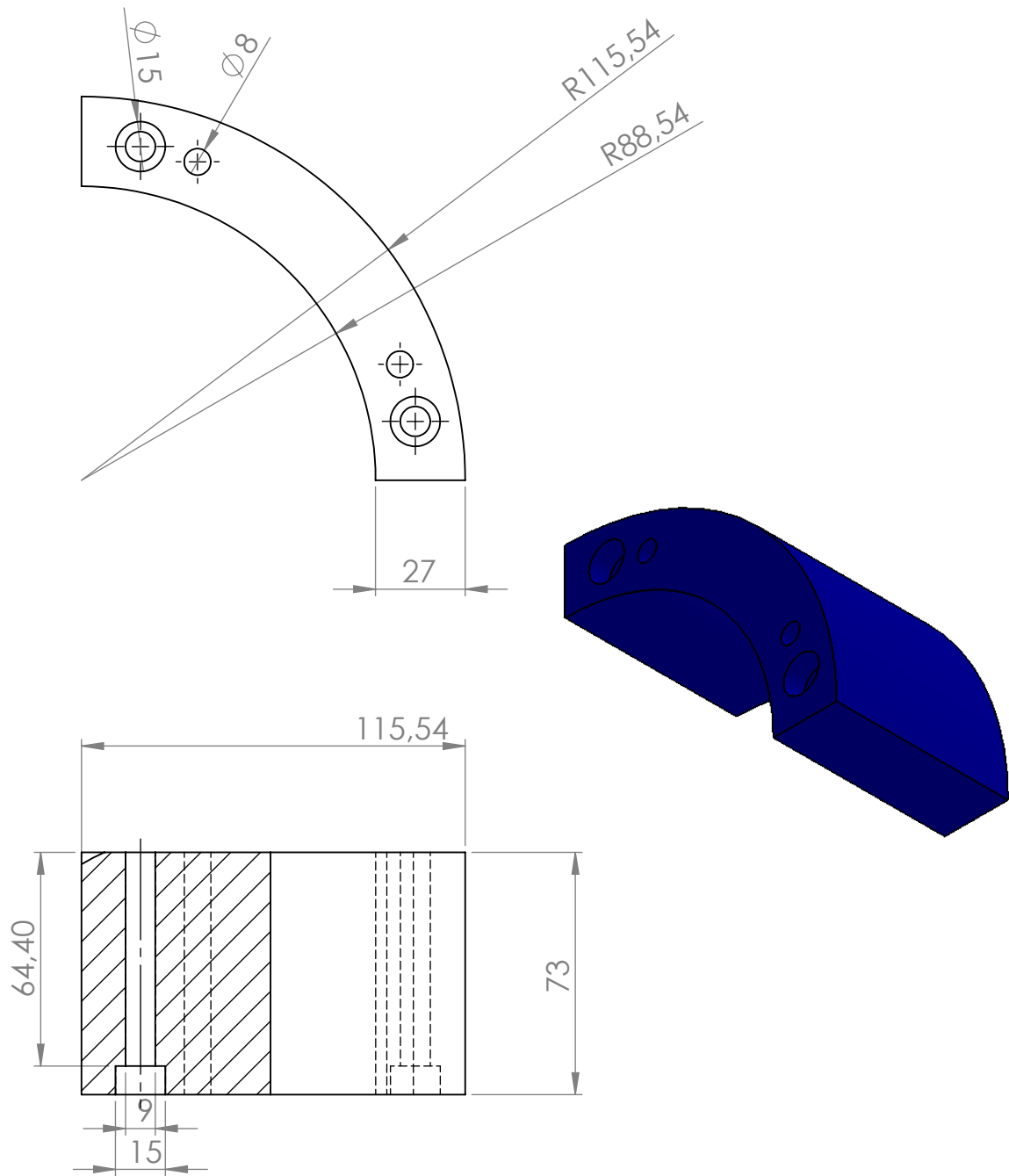
7	1	Matrice	Z200 C12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1/2	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2/
Planche N° 27	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ousou			M2 FMP



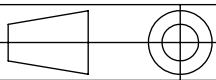
DÉTAIL D
ECHELLE 1 : 1

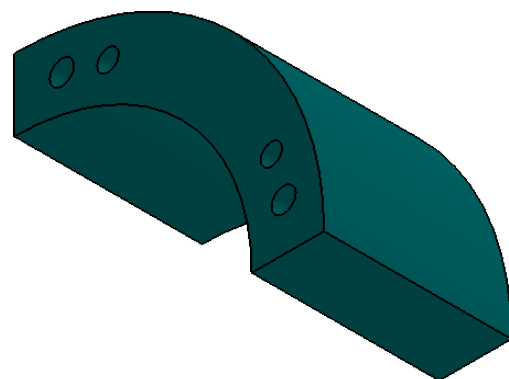
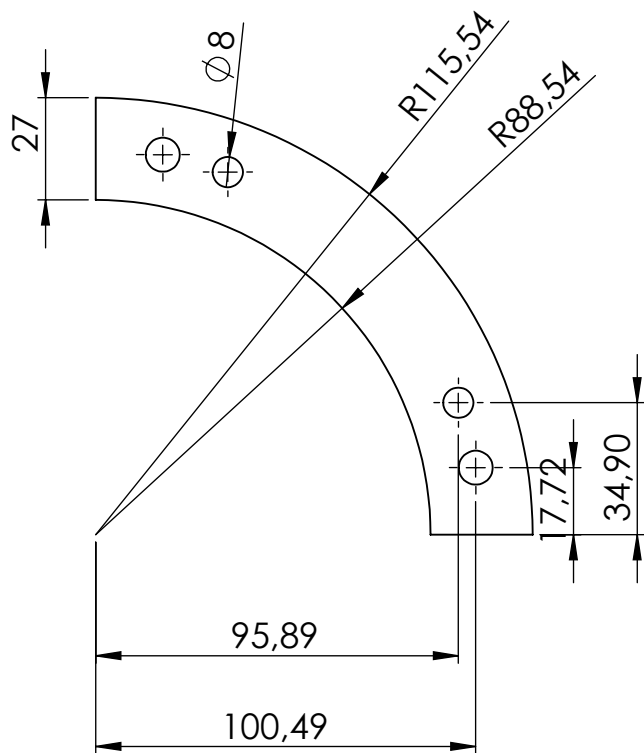


9	1	Porte matrice 2	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:2	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRELEUR			Etat de surface 3.2/
Planche N° 9	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ousou			M2 FMP





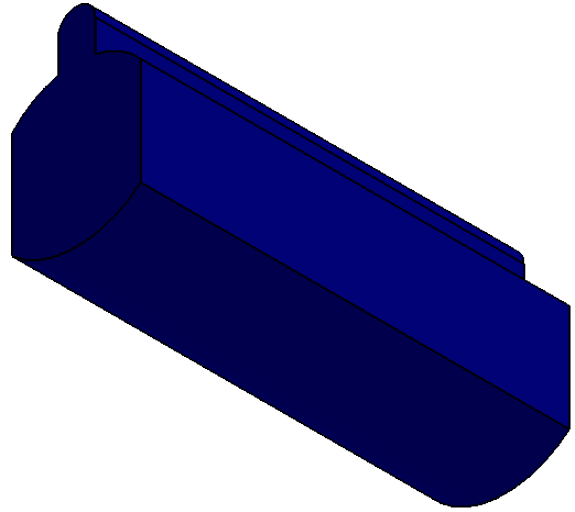
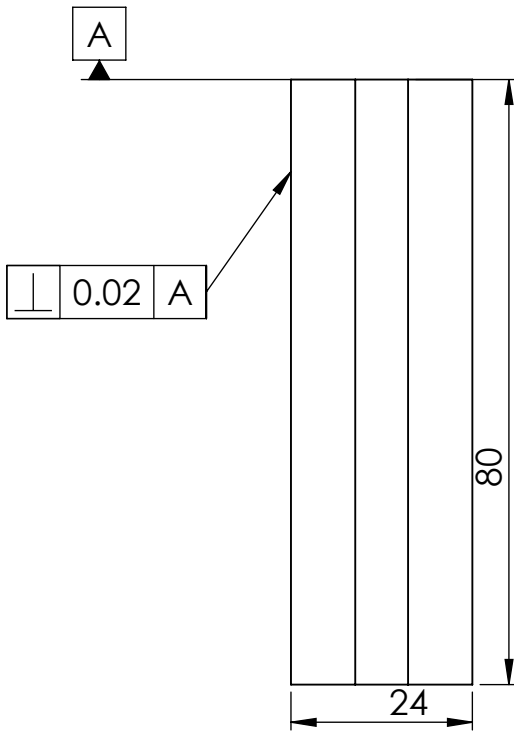
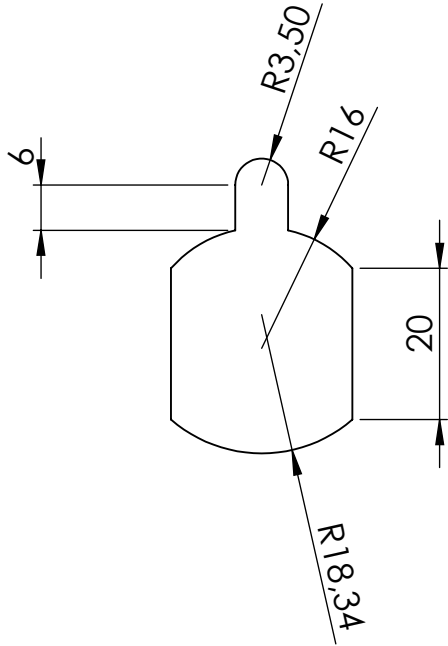
coup local pour passage de vis CHC M6

31	2	Lame sup	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle : 1/22	OUTIL DECOUPAGE POINCONAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2/
Planche N° 35				
		DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA	Promo 2020/2021	
A4		Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou	M2 FMP	

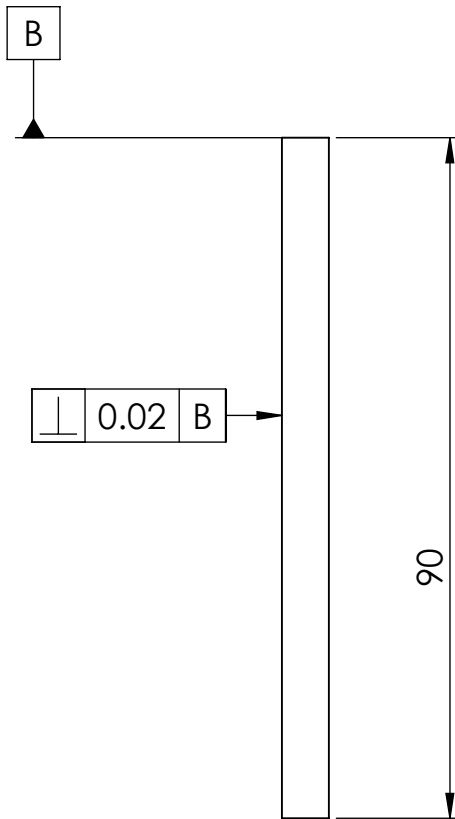
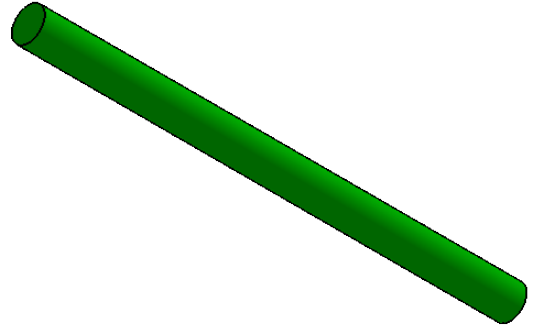
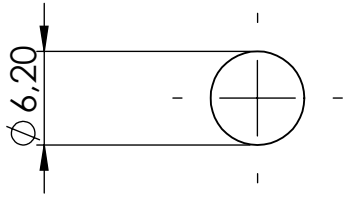


coup local passage de vise CHC M6

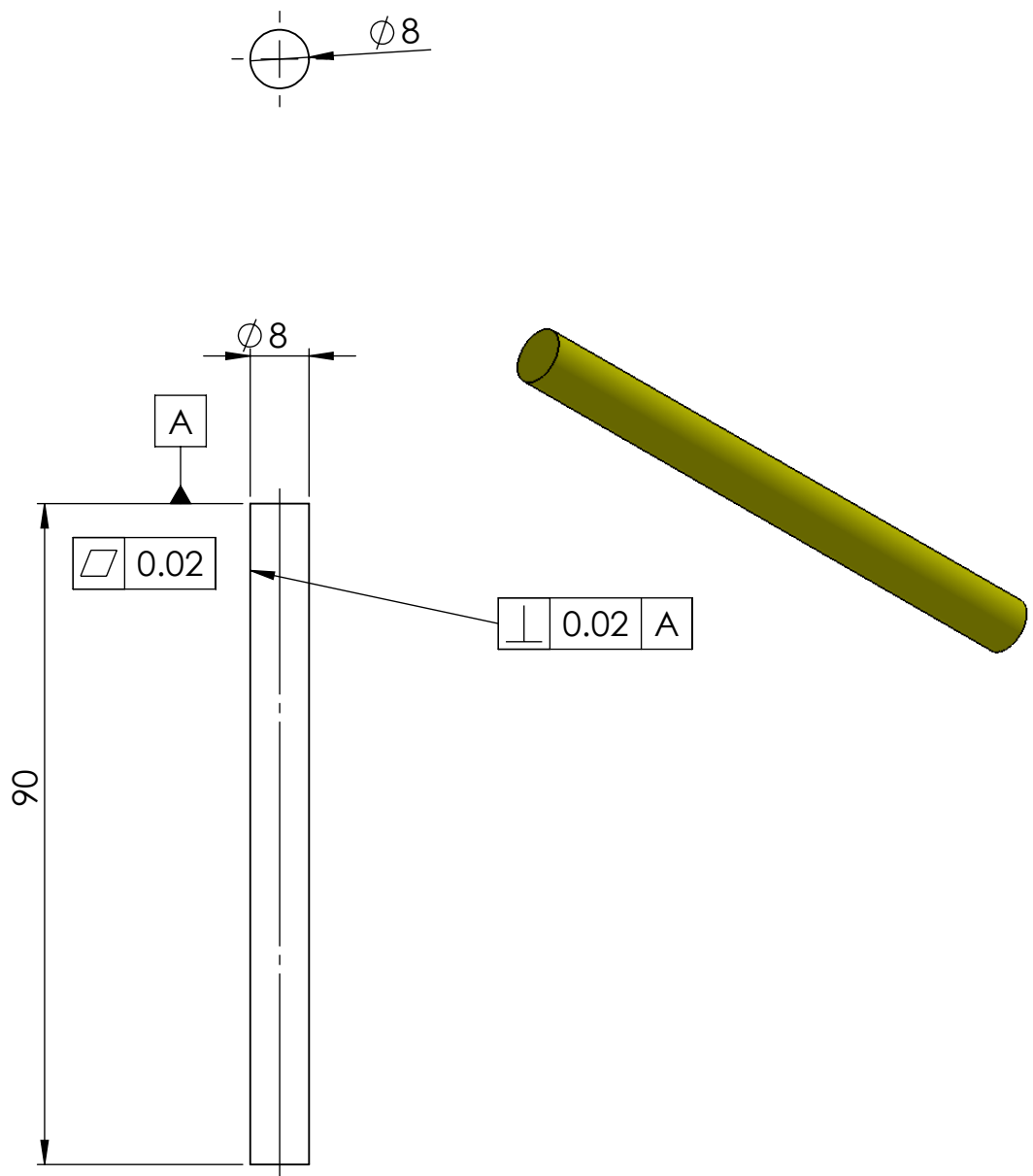
32	2	Lame sup 1	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle: 1:2	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPORT GRILLE BRELEURE			Etat de surface 3.2 ✓
Planche N° 32				
		DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA		Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP



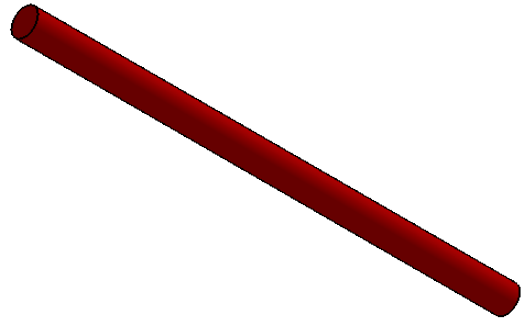
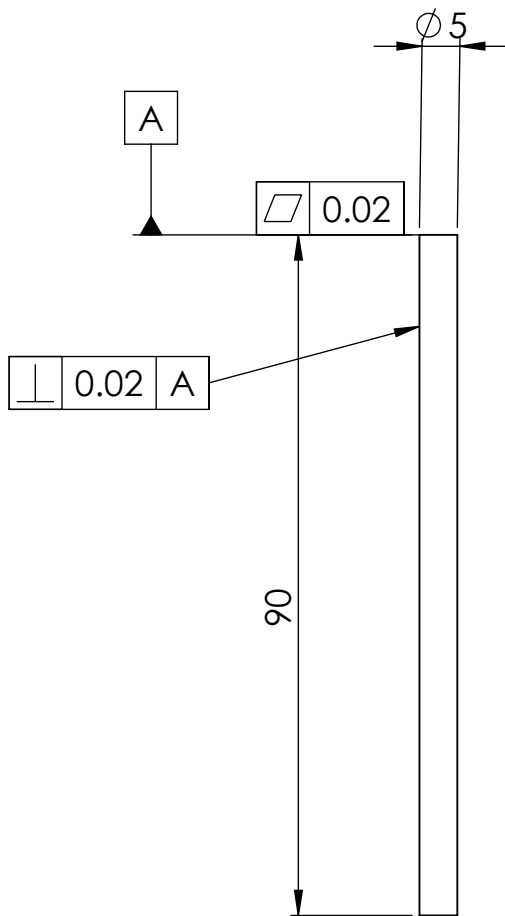
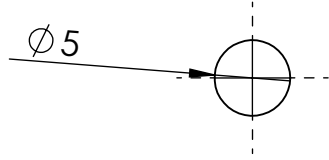
24	1	Poinçon 1	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:1	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2/
Planche N° 24	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP



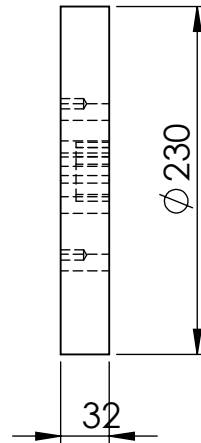
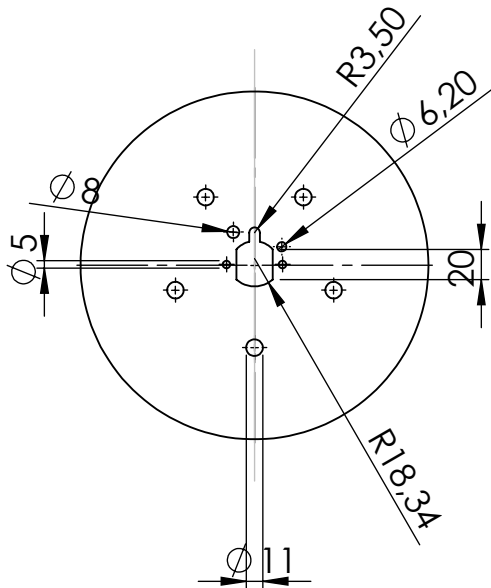
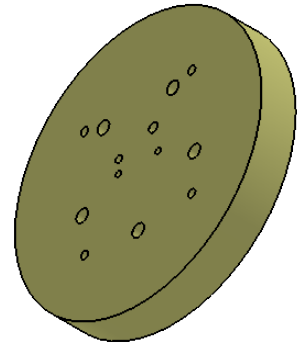
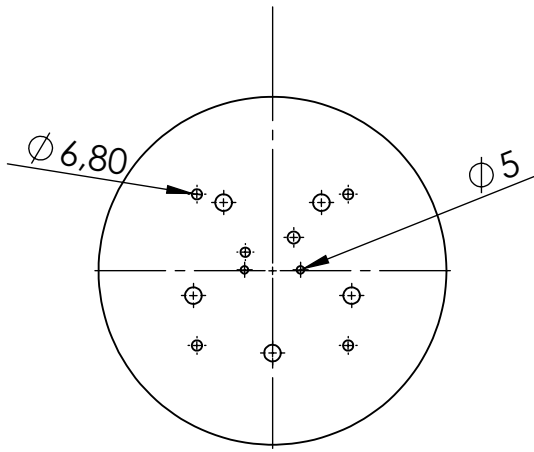
27	1	Poinçon 2	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:1	OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2/
Planche N°27	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERY de tizi ouzou			M2 FMP

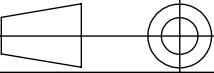


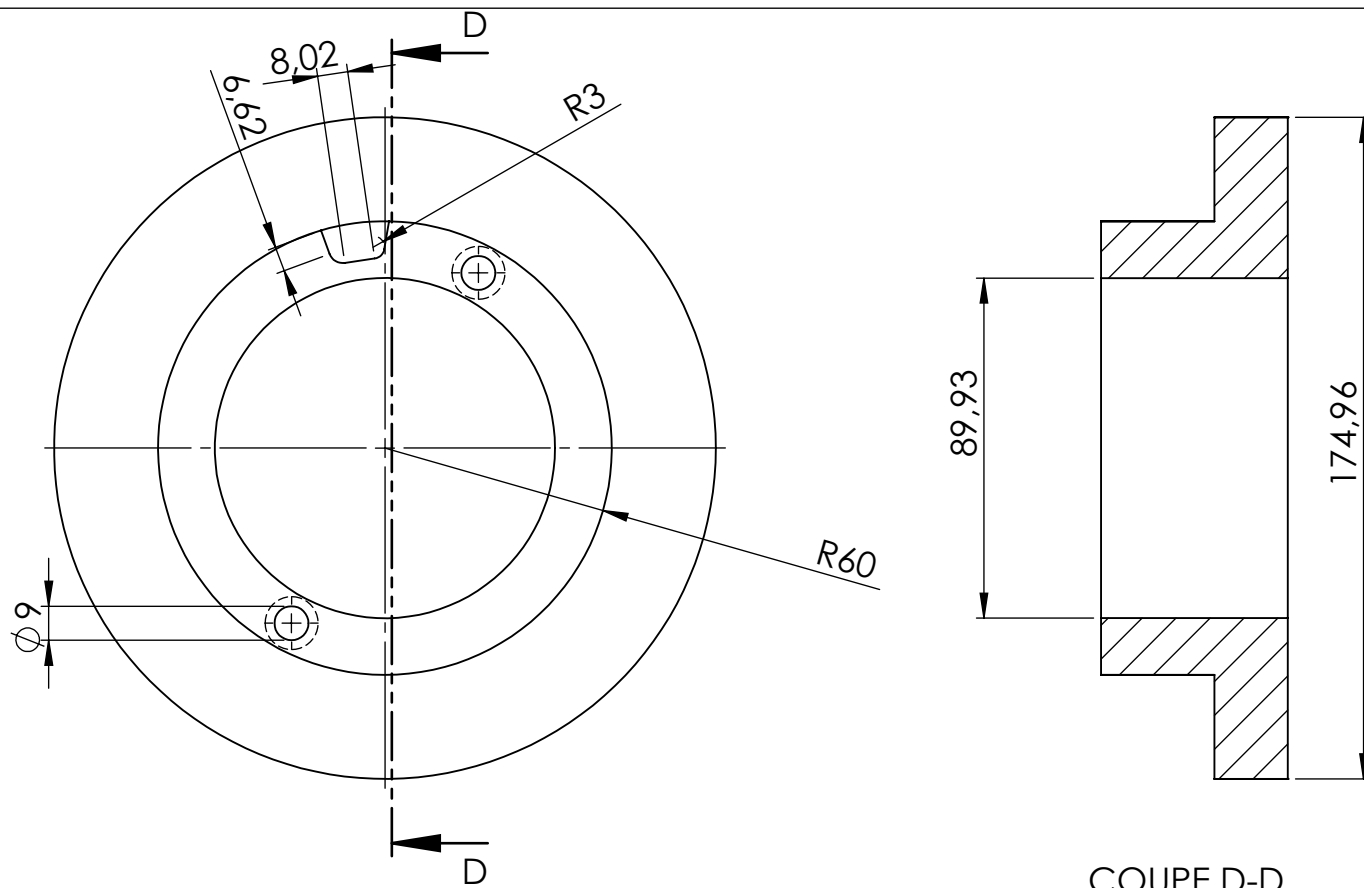
28	1	Poinçon 3	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:1	OUTIL DECOPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2
Planche N° 28	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERRI de tizi ousou			M2 FMP



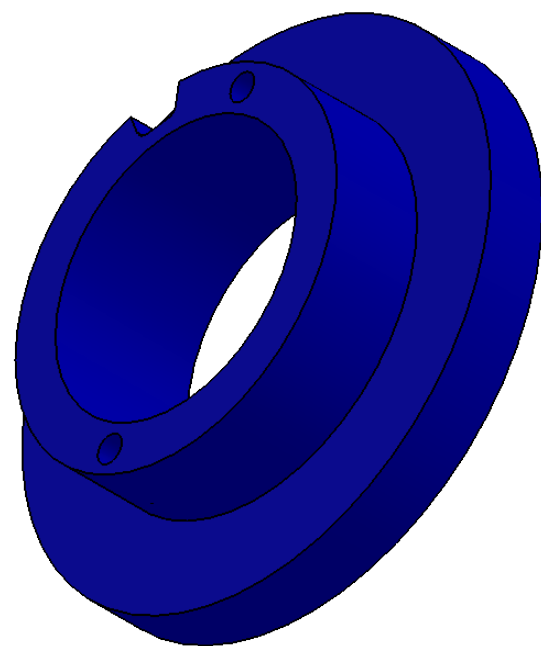
26	2	Poinçon 4	Z200 c12	Tr+Rv 58/60HRC
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:1	OUILDECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 3.2
Planche N° 26	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERRI de tizi ouzou			M2 FMP



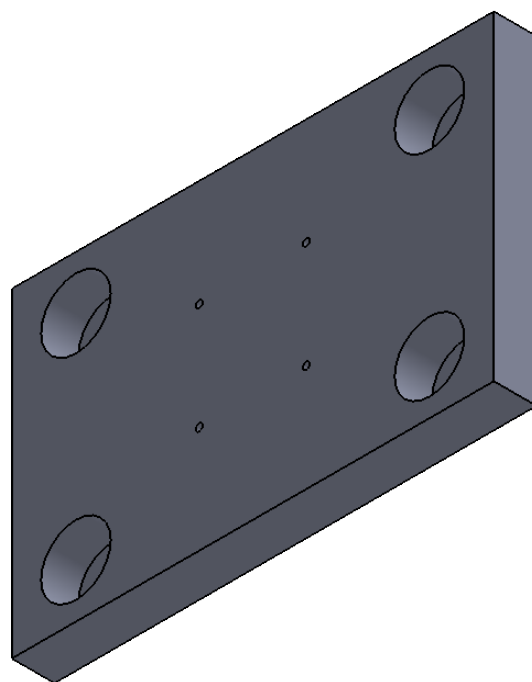
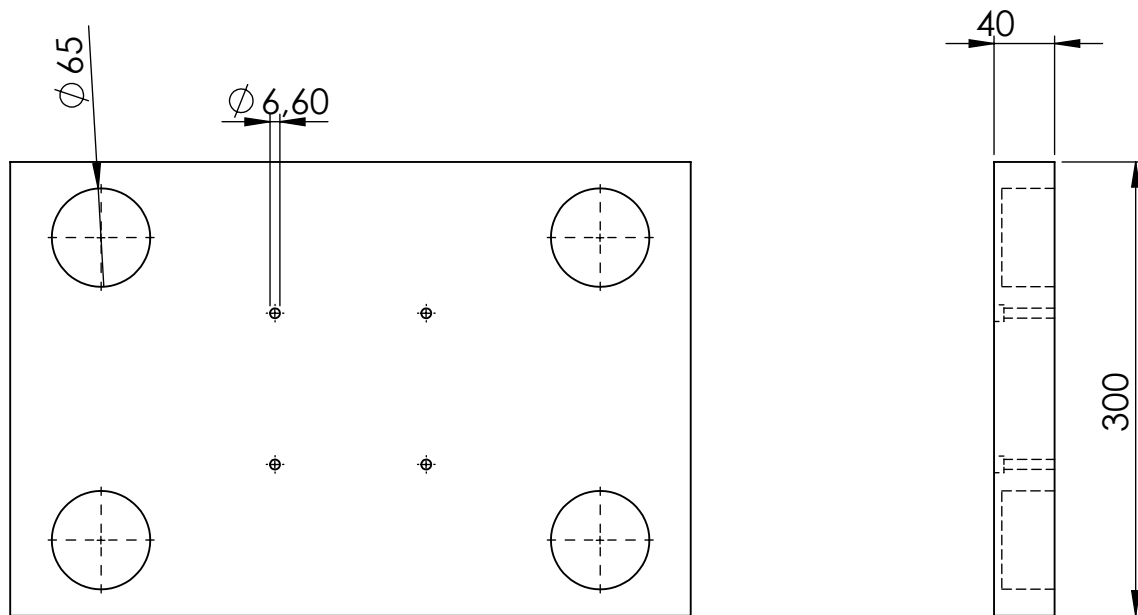
22	1	Porte poinçon	Xc38	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:5	OUTILDECOUPAGE POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 6.3/
Planche N°22				
	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP





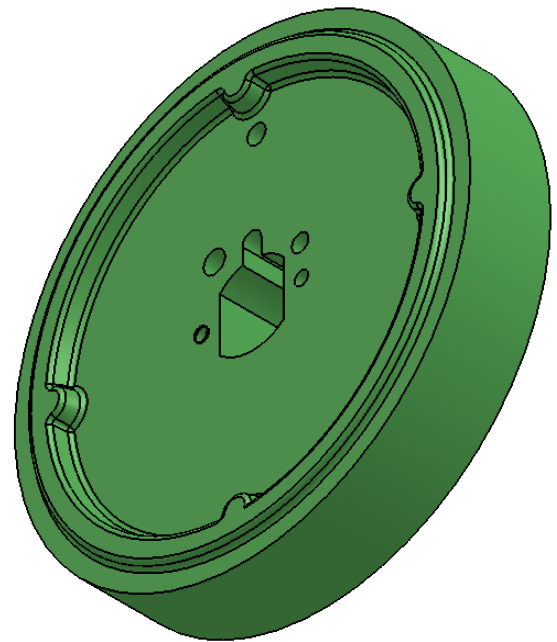
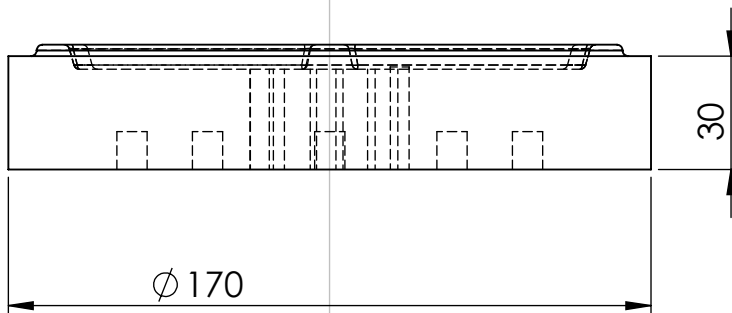
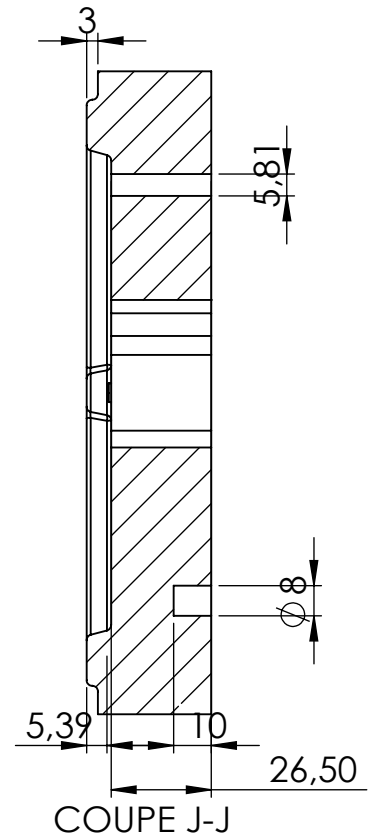
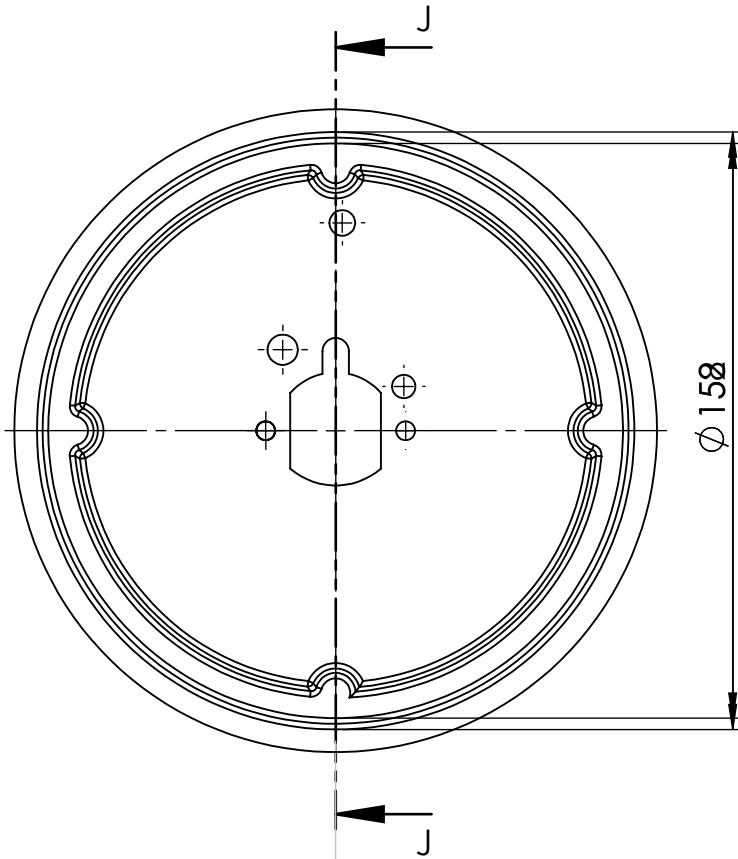
COUPE D-D



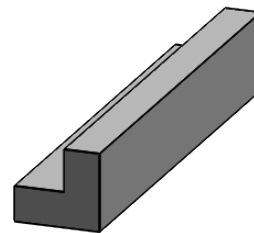
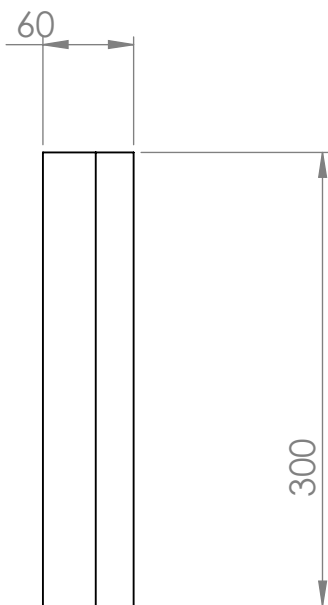
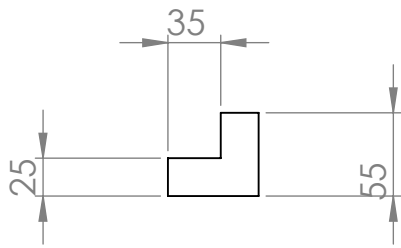
8	1	Porte matrice 3	Xc38	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:2	OUTIL DECOUPAGE ETPOINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 6.3
Planche N° 8	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou			M2 FMP




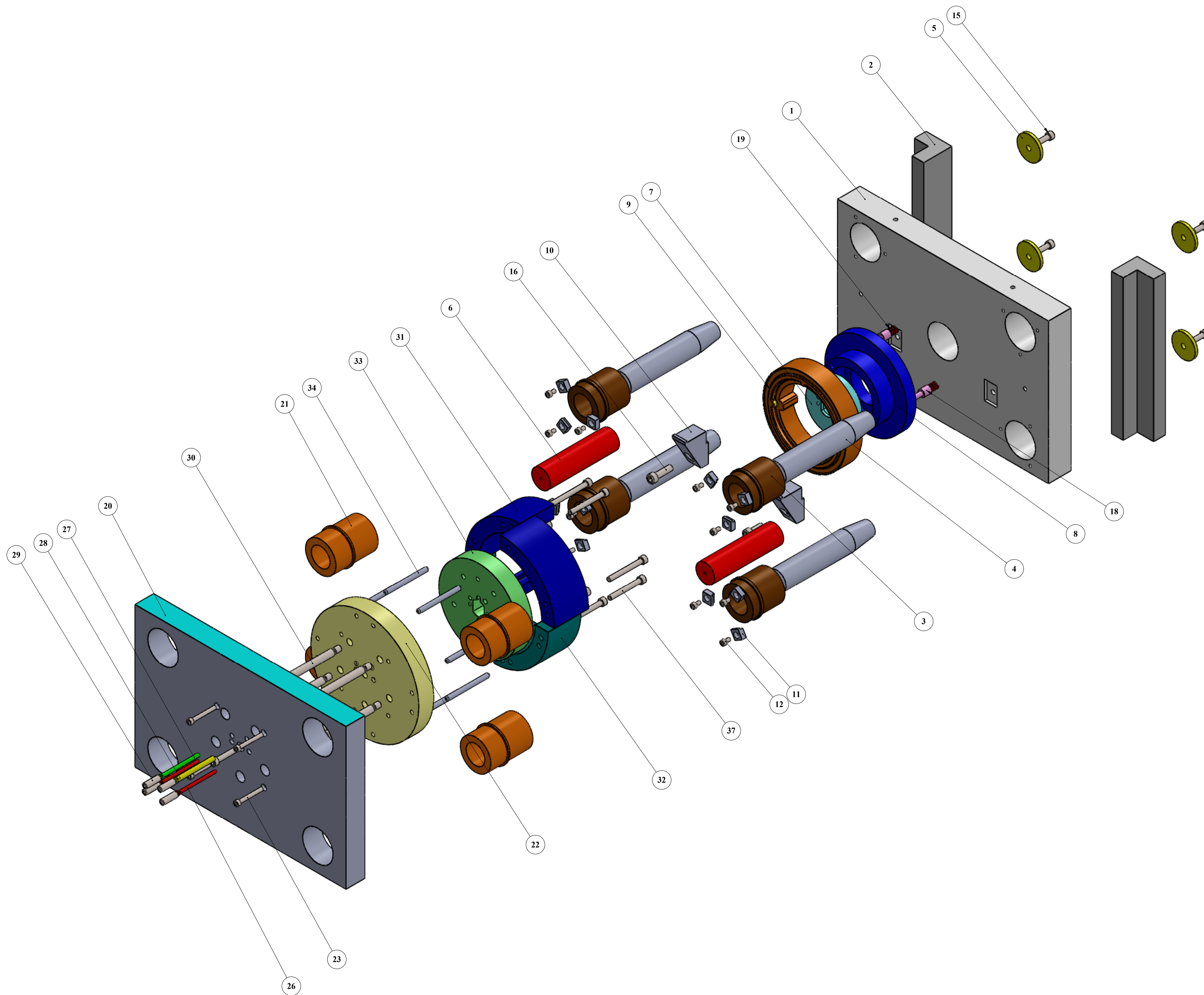
20	1	Semelle sup	ft30-c15	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:5		OUTIL DECOUPAGE ET POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR		Etat de surface 6.3 √
Planche N°20				
		DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA		Promo 2020/2021
A4		Université Mouloud MAMMERI de tizi ouzou		M2 FMP



33	1	Serre flan	Xc48	Cimentation
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:2	OUTIL DECOUPAGE POINCONNAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface
Planche N°33				3.2/
	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERI de tizi ousou			M2 FMP



2	2	Tassaux	ft30-c15	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
Echelle 1:5	OUTIL DECOUPAGE POINCONAGE SUPPORT GRILLE BRULEUR			Etat de surface 6.3 ✓
Planche N° 2				
	DAHMANE HAMZA ELDJAMA NADIA			Promo 2020/2021
A4	Université Mouloud MAMMERRI de tizi ouzou			M2 FMP



No. ARTICL E	QTE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	
1	1	semelle inf		
2	2	tasaux		
3	4	bague de fixation de colonne de guidage		
4	4	COLONNE DE GUIDAGE		
5	4	rondelle		
6	2	butee fin de course		
7	1	MATRICE		
8	1	port matrice 3		
9	1	port matrice 2		
10	2	coupe chuttes inf		
11	12	brid de fixation		
12	11	M6 x 10		
15	3	M8 x 25		
16	1	M10 x 35		
18	2	ejecteur		
19	2	ressort dejecteur		
20	1	semelle sup		
21	4	bague sup 1		
22	1	port poinçon 3		
23	4	M6 x 50		
24	1	poinçon 1		
25	1	M8 x 55		
26	2	Poinçon $\varnothing 5 \times 80$		
27	1	Poinçon $\varnothing 6.2 \times 80$		
28	1	Poinçon $\varnothing 8 \times 80$		
29	4	M10 x 35		
30	5	12 x 100		
31	2	lame sup		
32	2	lame sup 2		
33	1	serre flan		
34	8	GOUPILLE		
37	4	M8 x 65		
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1: 3		Veu éclaté de l'outil decoupage poinçonnage support grille brûleur		Etat de surface
Planche N°:		DAHMANE HAMZA-ELDJAMA NADIA		Promo: 2020/2021
A2		FGC - DGM - UMMTO		Master II