

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 poinçonnage  
pour la réalisation d'une encoche sur le capot  
ventilateur du moteur frein  
-ELECTRO-INDUSTRIE-*

*Présenté par:*

*AYAD Anis*

*DJEBBAR Mebarek*

*Encadré et orienté par :*

*Mr Asma Farid*

*Proposé par :*

*Mr Larbi Arezki*

*Promotion 2019*

## *REMERCIEMENTS*

*Je tiens 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.*

*Ce travail que nous avons réalisé a été suivi par Monsieur LARBI arezki, que je tiens à remercier énormément pour son aide tout au long de ce travail.*

*Il a su me faire profiter de ses connaissances techniques. Ce fut un réel plaisir de travailler avec lui.*

*Je tiens à remercier tout particulièrement, mon promoteur monsieur ASMA farid 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 mon camarade et moi.*

*Je tiens à exprimer ma reconnaissance envers les membres du jury qui ont eu la lourde tâche, d'examiner ce travail.*

*Je remercie, sincèrement tout l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation en fabrication mécanique et productique, et je remercie aussi, l'ensemble d'étudiants du département de Génie mécanique de l'U.M.M.T.O, pour leurs soutiens.*

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



## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents, que nulle  
dédicace ne puisse exprimer mes sentiments pour leur  
patience illimitée, chères sœurs (Anissa. Yasmine.  
Ikram), ma fiancé zakia et sa famille Et à toutes ma  
famille*

*Je dédie ce mémoire à mes amis lyes, hakim et ali*

*Je dédie ce mémoire à tous les enseignants et  
professeurs qui m'ont instruit depuis mon premier pas  
à l'école jusqu'à aujourd'hui*

*AYAD anis*



## *Remerciements*

Je voudrai tout d'abord adresser ma gratitude à notre promoteur, **M<sup>r</sup>ASMA Farid**, mon encadreur, **M<sup>r</sup>LARBI Arezkipour** pour leurs patience, leurs disponibilité aussi bien en présentiel qu'à distance et surtout leurs judicieux conseils et orientations qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je tiens aussi à exprimer mes reconnaissances aux membres de jury, qui me ferons l'honneur et le privilège d'évaluer ce modeste travail.

Enfin, je remercie tout particulièrement ma famille(**DJEBBAR**) et mes proches, mes amis (**Youcef, Salem, Elhadi, Yanis, Amirouche. Mohand, Ghazi, Nordine, Amar, Yahya**) pour leur soutien constant et leur encouragement.



## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes très chers parents pour leurs aides, leurs soutiens  
et leurs encouragements tout au long de mes études ;*

*A mes chers frères Aziz, Rachid, Azzedine et leurs  
famille;*

*A ma sœur Nadia et sa famille ;*

*A Salima et sa famille ;*

*A toutes la famille ;*

*A mon promoteur Mr ASMA Farid et à mon encadreur  
Mr LARBI Arezki ;*

*A tous mes amis(es) ;*

*A toute la promotion 2018/2019 ;*

*A tous ceux qui me sont chers.*

*DJ. Mebarek*

## Liste des figures

### Chapitre I : Historique et présentation de l'entreprise

I.1 Historique et présentation de l'entreprise : .....	2
I.2 Localisation de l'entreprise et ses coordonnées : .....	2
I.3 Présentation des unités : .....	2
I.3.1 Unité (direction) de fabrication de transformateurs de distribution : .....	2
I.3.2 Unité (direction) moteurs et prestations : .....	3
I.4 Description et organisation des ateliers et fonction principale : .....	3
I.4.1 Atelier de découpage : .....	3
1-Découpage : .....	3
2- Embaquetage : .....	3
I.4.2 Atelier de fonderie sous pression : .....	4
a- Moulage sous pression de rotor et pièces constitutives du rotor : .....	4
I.4.3 Atelier d'usinage : .....	4
a) Les différents types d'usinages : .....	4
I.4.4 Atelier de bobinage : .....	5
-Préparation des bobines : .....	5
- Connexion des bobines : .....	5
- Imprégnation : .....	5
I.5 Secteur prés montage et montage : .....	5
I.6 Equilibrage du rotor : .....	5
I.7 Produit ENEL : .....	6
I.7.1 Moteurs électriques : .....	6
b) Caractéristiques générales : .....	6
I.7.2 Les transformateurs : .....	7
a) Principaux clients : .....	7
b) Caractéristiques générales : .....	7
c) Normes : .....	8
d) Essais individuels : .....	8
e) Essais de type : .....	8
f) Normes de conception : .....	8
g) Puissances Assignées en (kVa) : .....	8
h) Tensions assignées : .....	8
i) Couplage : .....	8

## Chapitre II : Procédés de mises forme

II.1 Introduction :	9
II.2 Pliage :	10
II.2.1 Définition du pliage :	10
II.2.2 Les différents modes de pliage :	10
II.2.2.1 Le pliage en V :	10
II.2.2.2 Le pliage en U :	10
II.2.2.3 Le pliage en L :	11
II.2.3 Paramètres influents sur l'opération de pliage :	11
II.2.3.1 Le rayon de la matrice de pliage :	11
II.2.3.2 Le jeu de pliage :	11
II.2.3.3 Le retour élastique :	11
II.2.4 Effort de pliage :	12
II.3 Emboutissage :	12
II.3.1 Définition :	12
II.3.2 Principe :	12
II.3.3 Différentes phases d'une opération d'emboutissage :	13
II.3.4 Types d'emboutissage :	14
II.3.4.1 L'emboutissage à froid :	14
II.3.4.2 L'emboutissage à chaud (200° à 500°) :	14
II.3.5 Effort d'emboutissage :	15
II.3.5.1 effort d'emboutissage d'une pièce cylindrique :	15
II.3.5.2 Effort rectangulaire :	16
II.3.6 La vitesse d'emboutissage :	16
II.3.7 Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage :	17
II.3.7.1 Les avantages de l'emboutissage :	17
II.3.7.2 Les inconvénients de l'emboutissage :	17
II.4 Le découpage :	18
II.4.2 Principe :	18
II.4.3 Aspect d'une coupe :	18
II.4.4 Angles des lames et Effets de coupe :	19
II.4.4.1 L'angle tranchant :	19
II.4.4.2 Effet de coupe :	20
II.4.5 Différentes Types de découpage :	20

II.4.5.1 Le grignotage :	20
II.4.5.2 Crevasse :	21
II.4.5.3 Ajourage :	21
II.4.5.4 Détourage :	22
II.4.5.5 Soyage :	23
II.4.6 Jeu de découpage :	23
II.4.7 Effort de découpage et d'extraction :	24
II.4.7.1 Effort de découpage :	24
II.4.7.2 Effort d'extraction :	24
II.5 Le poinçonnage :	25
II.5.1 Définition :	25
II.5.2 Principe de fonctionnement :	25
II.5.3 Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon :	25
II.5.3.1 Le poinçon :	25
II.5.3.2 La matrice :	26
II.5.4 Jeu entre matrice et poinçon :	27
II.5.5 Effort de poinçonnage et la section minimale du poinçon :	28
II.5.6 Avantages et inconvénients du poinçonnage :	28
II.5.6.2 Inconvénients :	28
II.6 Conclusion :	29

### **Chapitre III : Types de presse utilisées**

III.1 Introduction :	30
III.2.1 Définition d'une presse :	30
III.2.2 Classification selon leur transmission d'énergie :	30
III.2.2.1 Les presses mécaniques :	30
III.2.2.2 Presse hydraulique :	34
III.2.3 Selon le nombre de coulisseaux :	36
III.2.3.1 Presse à simple effet :	36
III.2.3.2 Presse à double effet :	36
III.2.3.3 Presse à triple effet :	37
III.2.4 Selon la forme du bâti :	38
III.2.4.1 Presses à montant droit :	38
III.2.4.2 Presses à colonne :	38

III.2.4.3 Presses à col de cygne :.....	39
III.2.4.4 Presses à arcade : .....	40
III.2.4.5 Presses à table mobile et bigorne :.....	41
III.2.4.6 Quelques critères de sélection et de choix d'une presse :.....	42
III.3 Presse utilisé :.....	42
III.3.1 Presse à excentrique : .....	42
III.3.2 Caractéristique de la presse : .....	43
III.4 Conclusion :.....	44

## **Chapitre IV : études et calcul**

Introduction :.....	45
IV.1 cahier des charges : .....	45
Caractéristiques mécaniques : .....	46
IV.2 Le processus de fabrication : .....	46
IV.3 Calculs des efforts :.....	48
IV.3.1 Calcul de l'effort de poinçonnage :.....	48
IV.3.2 Calcul de l'effort de dévêtissage [ Fdev].....	49
IV.3.3 Calcul de l'effort fourni par la presse Fpr.....	50
IV.3.4 Calcul du jeu de poinçonnage.....	50
IV.4 Calcul de la flexion du porte matrice .....	50
IV.4.1 calculs du moment d'inertie :.....	50
IV.4.2 Calcul de la flèche.....	51
IV.5 Dimensionnement des vis de fixation du porte matrice a la plaque verticale .....	51
IV.6 Le calcul du flambement de la plaque verticale .....	52
IV.6.1 Aire de la plaque verticale .....	52
IV.6.2 Longueur de flambement .....	52
IV.6.3 Calcul de l'élancement de la pièce .....	52

## Liste des symboles

$r$  : rayon de matrice.

$e$  : épaisseur de la tôle.

$J$  : jeu de pliage.

$F_{pl}$  : effort de pliage.

$L_c$  : la longueur de la ligne de cambrage.

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

$F_{emc}$  : effort d'emboutissage d'une pièce cylindrique.

$d_p$  : diamètre du poinçon.

$R_m$  : résistance a la traction.

$K$  : coefficient de réduction en fonction de  $d/D$ .

$F_{sc}$  : Effort sur le serre flan cylindrique.

$P_{sp}$  : pression spécifique sur le serre-flan.

$F_{emr}$  : effort d'emboutissage rectangulaire en daN.

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

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

$F_{sr}$  : effort du serre-flan en daN,  $D$  : diamètre de flan.

$d_m$  : diamètre de matrice,

$H_{em}$  : hauteur de l'embouti,

$F$  : Effort de découpage

$P_d$  : le périmètre de la surface a découpé en mm;

$E_d$  : épaisseur de la surface a découpé en mm;

$F_p$  : effort de poinçonnage

$F_{dev}$  : effort de dévêtissage [  $F_{dev}$  ]

$J_p$  : jeu de poinçonnage

$I$  : moments d'inertie

$Fl$  : la flèche d'une poutre

$\tau$  : Résistances au cisaillement

$R_e$  : Résistances à la traction

$F_t$  : force totale

nb : nombres de boulons

S : surface

Lf : longueur de flambement

$\lambda$  : élancement de la pièce

## Liste des symboles

$r$  : rayon de matrice.

$e$  : épaisseur de la tôle.

$J$  : jeu de pliage.

$F_{pl}$  : effort de pliage.

$L_c$  : la longueur de la ligne de cambrage.

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

$F_{emc}$  : effort d'emboutissage d'une pièce cylindrique.

$d_p$  : diamètre du poinçon.

$R_m$  : résistance a la traction.

$K$  : coefficient de réduction en fonction de  $d/D$ .

$F_{sc}$  : Effort sur le serre flan cylindrique.

$P_{sp}$  : pression spécifique sur le serre-flan.

$F_{emr}$  : effort d'emboutissage rectangulaire en daN.

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

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

$F_{sr}$  : effort du serre-flan en daN,  $D$  : diamètre de flan.

$d_m$  : diamètre de matrice,

$H_{em}$  : hauteur de l'embouti,

$F$  : Effort de découpage

$P_d$  : le périmètre de la surface a découpé en mm;

$E_d$  : épaisseur de la surface a découpé en mm;

$F_p$  : effort de poinçonnage

$F_{dev}$  : effort de dévêtissage [  $F_{dev}$  ]

$J_p$  : jeu de poinçonnage

$I$  : moments d'inertie

$Fl$  : la flèche d'une poutre

$\tau$  : Résistances au cisaillement

$R_e$  : Résistances à la traction

$F_t$  : force totale

nb : nombres de boulons

S : surface

Lf : longueur de flambement

$\lambda$  : élancement de la pièce

## Liste des figures

### Chapitre I : Historique et présentation de l'entreprise

Figure 1.1 : Organigramme de l'entreprise .....	2
---	---

### Chapitre II : Procédés de mises forme

Figure II . 1 : Pliage en V .....	10
Figure II . 2 : Pliage en U .....	10
Figure II . 3 : pliage en L.....	11
Figure II . 4 : Le retour élastique .....	12
Figure II . 5 : Principe de l'emboutissage .....	13
Figure II . 6 : Différentes phases d'une opération d'emboutissage .....	14
Figure II . 7 : Principe de découpage aspect d'une coupe.....	18
Figure II . 8 : Aspect des pièces cisailées.....	19
Figure II . 9 : Effet de coupe et l'angle tranchant .....	20
Figure II . 10 : Le grignotage .....	21
Figure II . 11 : Le crevage .....	21
Figure II . 12 : L'ajourage.....	22
Figure II . 13 : Le détournage.....	22
Figure II . 14 : Le soyage .....	23
Figure II . 15 : Le jeu de découpage.....	24
Figure II . 16 : Le poinçonnage .....	25
Figure II . 17 : Le poinçon.....	26
Figure II . 18 : La matrice.....	27
Figure II . 19 : Le jeu entre poinçon et matrice .....	27

### Chapitre III : Types de presse utilisées

Figure III . 1 : La presse mécanique .....	31
Figure III . 2 : Système bielle-manivelle .....	32
Figure III . 3 : Système a genouillère .....	33
Figure III . 4 : système à excentrique .....	33
Figure III . 5 : Système à came.....	34
Figure III . 6 : Presse hydraulique .....	35
Figure III . 7 : Presse hydraulique à simple effet .....	36
Figure III . 8 : Presse hydraulique à double effet .....	37
Figure III . 9 : Presse à triple effet.....	37
Figure III . 10 : Presse à montant droit.....	38
Figure III . 11 : Presse à colonne.....	39
Figure III . 12 : Presse à col de cygne .....	40
Figure III . 13 : Presse à arcade .....	41
Figure III . 14 : Presse à table mobile et bigorne.....	42
Figure III . 15 : Système excentrique .....	43

### Chapitre IV : études et calculs

Figure IV . 1 : La forme de l'encoche a réaliser .....	45
Figure IV. 2 : Dimensionnement de l'encoche .....	46

## Liste des figures

### Chapitre I : Historique et présentation de l'entreprise

Figure 1.1 : Organigramme de l'entreprise .....	2
---	---

### Chapitre II : Procédés de mises forme

Figure II . 1 : Pliage en V .....	10
Figure II . 2 : Pliage en U .....	10
Figure II . 3 : pliage en L.....	11
Figure II . 4 : Le retour élastique .....	12
Figure II . 5 : Principe de l'emboutissage .....	13
Figure II . 6 : Différentes phases d'une opération d'emboutissage .....	14
Figure II . 7 : Principe de découpage aspect d'une coupe.....	18
Figure II . 8 : Aspect des pièces cisailées.....	19
Figure II . 9 : Effet de coupe et l'angle tranchant .....	20
Figure II . 10 : Le grignotage .....	21
Figure II . 11 : Le crevage .....	21
Figure II . 12 : L'ajourage.....	22
Figure II . 13 : Le détournage.....	22
Figure II . 14 : Le soyage .....	23
Figure II . 15 : Le jeu de découpage.....	24
Figure II . 16 : Le poinçonnage .....	25
Figure II . 17 : Le poinçon.....	26
Figure II . 18 : La matrice.....	27
Figure II . 19 : Le jeu entre poinçon et matrice .....	27

### Chapitre III : Types de presse utilisées

Figure III . 1 : La presse mécanique .....	31
Figure III . 2 : Système bielle-manivelle .....	32
Figure III . 3 : Système a genouillère .....	33
Figure III . 4 : système à excentrique .....	33
Figure III . 5 : Système à came.....	34
Figure III . 6 : Presse hydraulique .....	35
Figure III . 7 : Presse hydraulique à simple effet .....	36
Figure III . 8 : Presse hydraulique à double effet .....	37
Figure III . 9 : Presse à triple effet.....	37
Figure III . 10 : Presse à montant droit.....	38
Figure III . 11 : Presse à colonne.....	39
Figure III . 12 : Presse à col de cygne .....	40
Figure III . 13 : Presse à arcade .....	41
Figure III . 14 : Presse à table mobile et bigorne.....	42
Figure III . 15 : Système excentrique .....	43

### Chapitre IV : études et calculs

Figure IV . 1 : La forme de l'encoche a réaliser .....	45
Figure IV. 2 : Dimensionnement de l'encoche .....	46

**Liste des tableaux**  
**Chapitre II procédés de mises en forme**

Tableau II . 1 : Exemple de quelque procédé de mise en forme.....	9
Tableau II . 2 : Le coefficient K en fonction de $d/D$ .....	15
Tableau II . 3 : Les matériaux du flan et leurs pressions spécifiques .....	16
Tableau II . 4 : Vitesse d'emboutissage .....	17
Tableau II . 5 : Résistance au cisaillement $R_c$ de quelque matériaux.....	24
<b>Chapitre IV : études et calculs</b>	
Tableau IV.1 : caractéristique du capot.....	46

# **Introduction générale**

## Introduction générale :

La fabrication mécanique est un secteur très dynamique qui ne cesse d'évoluer de jour en jour. Elle a pour objectif l'étude, la conception, la fabrication de divers pièces et d'outils, mais aussi, la réparation et réglages multiples. Grace aux moyens de calculs qui deviennent de plus en plus puissants, robustes, surtout en constante évolutions, sont incontournables pour la conception et la simulation numérique des procédés de mise en forme, relatives aux conditions optimales, exigeant des critères de qualités biens définis.

L'objectif de ce projet consiste à faire une étude et conception, d'un outil de coupe par poinçonnage, nécessaire à faire une encoche sur le capot de ventilateur moteur frein, en se basant sur le procédé de découpage (poinçonnage). Ce projet nous a été proposé par l'entreprise l'ELECTRO-INDUSTIRE (Unité bureau des méthodes), dans le but d'étudier et concevoir un outil pour la réalisation d'une encoche avec une géométrie bien déterminée.

Afin de détailler notre projet, ce document de mémoire est donc organisé en quatre (04) chapitres.

Dans le premier chapitre intitulé «Présentation de l'entreprise » nous donne (une description de l'entreprise, l'historique, la structure et aussi le type de produit réalisé en son sein.

Le second chapitre intitulé « procédé de mise en forme » concerne les différents types de procédés de mise en forme avec et sans enlèvements de matières. Plus particulièrement la technique du poinçonnage, dont nous avons essayé de donner une présentation plus exacte, une vue plus proche sur ce procédé dans le but de réussir sa réalisation dans la pratique.

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

Le quatrième chapitre nommé « étude et conception de l'outil » est réservé à l'étude et conception de l'outil et les résultats des efforts de poinçonnage, pour assurer un effort optimal a notre presse pour la réalisation de nos pièces, sans perte aucune.

# **Chapitre I**

## **Historique et présentation de l'entreprise**

## I.1 Historique et présentation de l'entreprise :

L'entreprise *ELECTRO-INDUSTRIES* est issue de la réorganisation du secteur Industriel opérée en Algérie entre 1980 et 2000 qui ont conduit en 1999 (en fin d'année 1998) à la restructuration de l'ancienne entreprise *ENEL*. L'entreprise *ELECTRO-INDUSTRIES* est constituée d'un complexe intégré, réalisé avec des partenaires allemands (SIEMENS), qui produit et commercialise des moteurs, alternateurs, transformateurs depuis 1985 date de son démarrage sur un statut juridique SPA. Elle est la principale Entreprise Nationale dans le domaine de l'Industrie Electrotechnique. Son activité s'adresse au marché des biens d'équipements avec une production de :

- transformateurs de distribution ;
- Moteurs Electriques asynchrones ;
- Alternateurs triphasés ;
- Montage de groupes Electrogènes.

Le complexe occupe une surface totale de 45 hectares, dont 06 hectares bâtis. [01]

## I.2 Localisation de l'entreprise et ses coordonnées :

Le siège social de l'entreprise est : Route nationale N°12 à AZAZGA à 35 Km à l'est du chef-lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU et à 150 Km de la capitale Alger. L'entreprise dispose de deux unités de production situées sur le même site à AZAZGA.

**Adresse :** BP 17 15300 Azazga Algérie.

**Téléphone :** (00213) 26.34.16.86 (Standard).

**Fax :** (00213) 26.34.14.24.

**E-mail :** [contact.ei@electro-industries.com](mailto:contact.ei@electro-industries.com)

## I.3 Présentation des unités :



Figure 1.1 : Organigramme de l'entreprise

### I.3.1 Unité (direction) de fabrication de transformateurs de distribution :

Capacité de production : 5.000 transformateurs par an ;

Puissance des transformateurs : 50 à 2000 kVa ;  
Tensions usuelles en moyenne tension : 5,5-10 et 30 kV ;  
Tension usuelle en basse tension : 400 V.

### **I.3.2 Unité (direction) moteurs et prestations :**

Capacité de production de moteurs asynchrones : 50.000 de 0,25 à 400 kW ;

Capacité de production de moteurs monophasés : 20.000 de 1.1 KW à 2.2 kW ; Capacité de production d'alternateurs : 2.000 de 17,5 à 200 kVa ;

Montage de groupes électrogènes : de 17,5 à 200 kVa.

### **I.4 Description et organisation des ateliers et fonction principale :**

- Atelier de découpage ;
- Atelier de moulage sous pression ;
- Atelier de bobinage ;
- Atelier d'usinage ;
- Atelier de montage.

#### **I.4.1 Atelier de découpage :**

##### **1-Découpage :**

Dans cet atelier, sont découpés les deux types de tôles utilisées pour la conception de deux catégories de moteur de hauteur d'axe : 71 à 160 mm et 180 à 400 mm, Le découpage s'effectue sur presse rapide mécanique pour aboutir aux forme voulues après plusieurs opération successives ; La tôle avance et arrive entre l'outil et la matrice de la machine, c'est ainsi que le découpage commence

##### **. Le contrôle :**

Une fois le découpage des tôles statoriques et rotoriques et fini, un échantillon subi un contrôle des cotes fonctionnelles :

- Le diamètre intérieur
- Le diamètre extérieur
- La Co axialités
- Le contrôle circularité
- Le contrôle des bavures
- Le contrôle de l'épaisseur de la tôle

##### **2- Empaquetage :**

La réalisation des paquets statoriques et rotorique , s'effectue sur une presse à empaqueter, en plusieurs étapes :

##### **2.a Empaquetage du paquet statoriques :**

Après l'emplacement des tôles en nombres définis, dans un outil monté sur une presse à empaqueter, on place les agrafes dans les rainures.

##### **. Contrôle du paquet :**

Après sa réalisation le paquet statorique passe au contrôle visuel et dimensionnel

- Visuel, on contrôle le décalage des tôles, les bavures, ...
- Dimensionnel, les cotes fonctionnelles, cylindricité, diamètres intérieurs et extérieurs.

### 2.b Empaquetage du paquet rotorique :

Ici on empile les tôles sur un calibre triage, pour obtenir la hauteur du paquet rotorique qui contrôlé à l'aide d'un pied à coulisse.

L'arbre est placé sur la partie supérieure de la presse via un piston, il emmanché de force dans le paquet rotorique.

### I.4.2 Atelier de fonderie sous pression :

#### a- Moulage sous pression de rotor et pièces constitutives du rotor :

L'empaquetage du paquet rotorique est fini, il passera au moulage sous pression, pour l'injection de l'aluminium dans les encoches, qui forme des anneaux de court-circuit.

Les pièces telles que : (carcasse, flasque, ...) sont aussi réalisées en alliage d'aluminium pour les moteur à hauteur d'axe < 130mm.

Pour les moteur à hauteur d'axe > 130mm, la carcasse et les flasques sont en fonte.

#### - Contrôle :

On achemine cinq (05) échantillons du paquet rotorique vers le service contrôle pour subir la vérification suivantes :

- La conductivité de l'aluminium.
- La longueur du paquet.
- Visuel.

### I.4.3 Atelier d'usinage :

Dans cet atelier s'exécute la fabrication des arbres du rotor et aussi l'usinage des pièces comme : flasque, carcasse, etc.

#### a) Les différents types d'usinages :

##### 1) Fabrication de l'arbre :

- L'atelier reçoit les ronds d'acier qui subissent le contrôle de diamètre, concentricité, ... Une fois l'acier contrôlé les arbres sont découpés à l'aide d'une scie mécanique. L'arbre est ensuite acheminé au centre d'usinage pour être centré. Cette opération consiste à percer deux trous qui servent de référence pour pouvoir tourner le rotor dans un axe bien défini.

##### 2) Usinage du rotor :

On effectue les opérations suivantes sur le rotor :

##### 3) Tournage du paquet :

C'est à l'aide d'un tour parallèle (dressage, chariotage, gorge, ...).

##### 4) Rectification :

A l'aide d'une rectifieuse on modifie l'état de surface où les roulements seront montés et les sorties d'arbre.

##### 5) Fraisage :

A l'aide d'une fraiseuse on réalise les rainures de clavette.

##### 6) Usinage des différentes pièces (carcasse, flasque, boîte à bornes) :

#### - Carcasse :

- Alésage des carcasses à l'aide des tours verticaux.
- Perçage et taraudage des trous de fixation où seront fixés les flasques et la boîte à bornes.

### - **Flasque (As et Bs) :**

Tournage des bords de centrage et cage des roulements.

### - **Boîte à bornes :**

Perçage et taraudage des trous de fixation recevant le couvercle.

### - **Lavage des pièces :**

Les pièces usinées sont lavées afin d'éliminer les encrassements.

### **Remarque :**

Les techniciens qui travaillent dans cet atelier doivent suivre ce qu'on appelle la gamme d'usinage

**Exemple :** gamme de fabrication de l'arbre

1. Scier la longueur ;
2. Centrer à la longueur ;
3. Tournage complet ;
4. Rectification ;
5. Fraisage des rainures ;
6. Huiler ;
7. Stockage au magasin.

## **I.4.4 Atelier de bobinage :**

### - **Préparation des bobines :**

Une fois le cuivre est contrôlé, il transite au magasin pour être remis aux bobineurs pour la confection des bobines qui se fait à l'aide des gabarits montés sur les machines rotatives qui s'appelle bobineuse qui sont réglés selon nombre de spires faisceaux.

### - **Connexion des bobines :**

Les bobines de chaque phase sont liées entre elles de façon précise en conformité avec le schéma de bobinage soit pour le type triphasé, la sortie de la phase u est l'entrée de v, la sortie de v est l'entrée de w,...

Les points de connexion sont isolés avec des gaines isolantes déjà placées.

### - **Imprégnation :**

Cette opération consiste à mettre de la résine au stator pour le rendre plus compact et solide, deux méthodes sont utilisées :

- Imprégnation goutte à goutte (pour les petites hauteurs d'axes) ;
- Imprégnation dans un bain de résine puis séché dans des fours à 150°C (pour les moyens et les grands axes).
- Fixations du flasque sur la carcasse ainsi que le montage du capot du ventilateur.
- Préparation de la boîte à borne et fixation des câbles de raccordement sur la plaque à borne.

## **I.5 Secteur prés montage et montage :**

Les opérations réalisées dans ce secteur sont :

- Huiler l'intérieur de la carcasse pour faciliter l'insertion du paquet statorique dans celle-ci ;
- Emmanchement du paquet avec une presse ;
- Mise en longueur et tournage des bords de centrage de la carcasse coté AS et BS ;
- Fraisage des pattes pour retrouver la hauteur d'axe exacte ;
- Peinture du diamètre intérieur du stator avec un antirouille.

## **I.6 Equilibrage du rotor :**

Deux méthodes d'équilibrage sont utilisées :

- Equilibrage avec l'ajout de rondelles d'acier.
- Equilibrage avec enlèvement de matières.

### **I.7 Produit ENEL :**

Les produits fabriqués par ELECTRO-INDUSTRIES sont réalisés et contrôlés suivant les normes DIN ; VDE et sont conformes aux normes internationales et recommandations européennes (CEI).

Ces matériels moteurs, transformateurs, sont essentiellement destinés au marché algérien. En particuliers, l'électro-industrie détient une part importante du marché algérien des transformateurs de distribution. [02]

### **I.7.1 Moteurs électriques :**

La gamme de moteurs fabriquée est celle brevetée du constructeur, enrichie par des produits spécifiques adaptés par l'entreprise pour les besoins des sociétés algériennes POVAL et ENIEM

Les moteurs électriques, basses tensions (BT), fabriqués par ELECTRO-INDUSTRIES AZAZGA sont du type asynchrone triphasé à une ou à deux vitesses, et monophasé à deux condensateurs démarrage et permanent. De construction fermée, à carcasse ventilée, en alliage d'aluminium et en fonte. Les rotors sont en court-circuit à simple et double cages d'écureuil, en aluminium pur (99,95%) pour les petites et moyennes puissances et en barres de cuivre et alliage de cuivre pour les grandes puissances.

Les moteurs électriques standard sont du type asynchrone triphasé à une ou deux vitesses, et monophasé à condensateurs. De construction fermée, à carcasse ventilée, en alliage d'aluminium et en fonte. Les rotors sont en court-circuit, à cage d'écureuil, en aluminium pur (petits et moyens moteurs) et en barre de cuivre (grands moteurs).

#### **a) Les principaux clients sont :**

POVAL (fabriquant de pompes hydrauliques), CIMENTERIES, BRIQUETERIES

Fiches Techniques de notre gamme :

- Moteurs triphasés asynchrones à une seule vitesse :
- moteur à une vitesse de 3000 tr\_ min  $2p=2$ .
- moteur à une vitesse de 1500 tr\_ min  $2p=4$ .
- moteur à une vitesse de 1000 tr\_ min  $2p=6$

#### **b) Caractéristiques générales :**

- Tensions d'alimentation à 50 Hz : 220/230 V, 380/400 V, 660/690 V (Tolérances :  $\pm 10\%$ ).
- Tensions d'alimentation à 60 Hz : 660 V.

- Type de service : S1 (40 °C et 1000 m).
- Formes de construction :
  - B3 : A pattes.
  - B5 : A brides à tous lisses.
  - B35 : Combinée.
- Classe d'isolation : F 155 °C tropicalisée.
- Degré de protection : IP54 et IP55.
- Ventilateur extérieur monté sur l'arbre et protégé par un capot.
- Rotors équilibrés dynamiquement.
- Paliers graissés à vie pour HA 071 à 250 MM.
- Paliers équipés d'un dispositif de graissage pour HA 280 à 400 MM.
- Peinture standard RAL 7030.

### **I.7.2 Les transformateurs :**

Les transformateurs d'Electro-Industries sont conformes en tous points aux recommandations de la CEI 60076, ainsi qu'à celles de la VDE 0532. Ils sont triphasés, du type extérieur et intérieur, respirant ou étanches à remplissage total avec bornes embrochables ou en porcelaines.

Les transformateurs de la gamme de l' Electro-Industries sont de type immergé dans un diélectrique caloporteur minéral régi par la norme EN CEI 60296 à refroidissement de type ONAN. La partie active est composée de deux enroulements MT et BT de forme cylindrique en cuivre électrolytique disposés concentriquement et montés sur un circuit magnétique de tôles à grains orientés et conçue pour un service continu à une fréquence de 50 HZ pour une altitude et une température ambiante ne dépassant 1000 m et 40°C.

#### **a) Principaux clients :**

SONELGAZ, KAHRIF, KAHRAKIB, ALELEC, EDIEL

#### **b) Caractéristiques générales :**

Les transformateurs d'Electro-Industries sont conformes en tous points aux recommandations de la CEI 60076, ainsi qu'à celles de la VDE 0532. Ils sont triphasés, du type extérieur et intérieur, respirant ou étanches à remplissage total avec bornes embrochables ou en porcelaines.

Les transformateurs de la gamme Electro-Industries sont de type immergé dans un diélectrique caloporteur minéral régi par la norme EN CEI 60296 à refroidissement de type ONAN.

La partie active est composée de deux enroulements MT et BT de forme cylindrique en cuivre électrolytique disposés concentriquement et montés sur un circuit magnétique de tôles à grains orientés et conçue pour un service continu à une fréquence de 50 HZ pour une altitude et une température ambiante ne dépassant 1000 m et 40°C.

## Chapitre I présentation de l'entreprise

---

### c) Normes :

Les essais se déroulent conformément aux recommandations de la norme standard EN CEI 60076. Les essais sont répartis en deux parties :

### d) Essais individuels :

Tous les transformateurs de notre production subissent ces essais :

- Essais de tenue à fréquence industrielle 50 HZ pendant une minute Basse et Moyenne tension,
- Mesure de résistance BT et MT.
- Vérification du rapport de transformation et de l'indice horaire.
- Essai de tenue par tension induite (essais entre spires).
- Mesure des pertes et du courant à vide.
- Mesure des pertes et de la tension de court-circuit en charge à 75 °C.

### e) Essais de type :

Deux essais sont effectués sur un échantillon de transformateur.

- Essai de tenue aux chocs de foudre en ondes pleines.
- Essai d'échauffement.

### f) Normes de conception :

DIN 42503, 42511, Spécifications Sonelgaz – STS 160 XDE édition Décembre 2000 et autres.

### g) Puissances Assignées en (kVa) :

100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600 série 5.5 kV.

160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600 série 10kV.

50, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 série 30kV.

### h) Tensions assignées :

- Moyenne tension : les tensions du réseau retenues sont : (5,5 – 10 kV) 10 N, (30 kV) 30 N.
- Basse tension : 400 V à vide entre phases et 231 V entre phases et neutre.

### i) Couplage :

Série 10 N et 30 N.

Yzn11 de 50 à 160 kVa. Dyn11 de 250 à 2000 kVa.

# **Chapitre II**

## **Procèdes de mises en forme**

## Chapitre II procédés de mises en forme

### II.1 Introduction :

La mise en forme des métaux donne à une pièce mécanique des dimensions qui se trouvent dans un intervalle donné. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont diverses, tel que ; découpage, poinçonnage, pliage et emboutissage....etc.

L'objectif premier de la mise en forme des métaux est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérance donnée. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des différents procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût.

**Tableau II . 1 : Exemple de quelque procédé de mise en forme**

Matière de base	Sollicitation	Procédé	Série	Exemples
Feuille (Tôle)	Cisaillement	Cisailage		Tôlerie
		Poinçonnage et découpage		Tôle perforée
	Flexion	Pliage		Tôlerie
		Roulage et cintrage		Boites de tomates Virole....
	Traction	Emboutissage	Grandes Séries	Automobiles, électroménagers.....

### II.2 Pliage :

#### II.2.1 Définition du pliage :

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

C'est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur deux lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu. [04]

#### II.2.2 Les différents modes de pliage :

Suivant la géométrie des poinçons et matrices, trois types de pliage sont distingués : en V, en U et en L [1].

##### II.2.2.1 Le pliage en V :

Dans le cas du pliage en V, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du V du poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle. Selon la course imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe. [03]

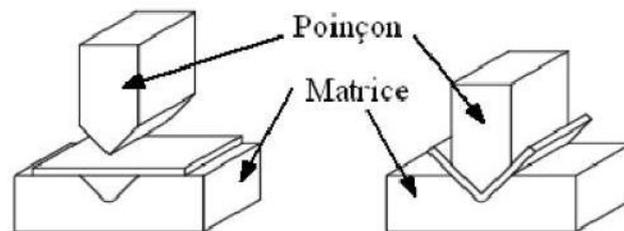


Figure II . 1 : Pliage en V

##### II.2.2.2 Le pliage en U :

Le pliage en U comprend un serre-flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon et évite donc les glissements de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrices. [03]

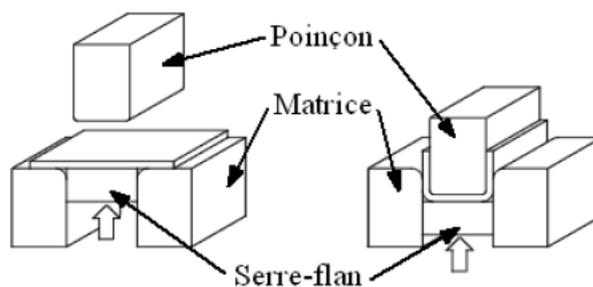


Figure II . 2 : Pliage en U

### II.2.2.3 Le pliage en L :

Le pliage en L ou en tombé de bord consiste à plier un flan en porte-à-faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan. [03]

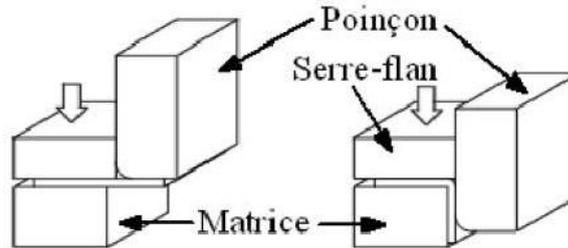


Figure II . 3 : pliage en L

### II.2.3 Paramètres influents sur l'opération de pliage :

On distingue trois paramètres principaux à définir pour obtenir une pièce finie.

#### II.2.3.1 Le rayon de la matrice de pliage :

Afin d'éviter le découpage ou l'étirage de la pièce à plier, le rayon de la matrice doit être supérieur à deux fois l'épaisseur de la tôle.

$$r \geq 2e \dots\dots\dots(\text{II.1})$$

#### II.2.3.2 Le jeu de pliage :

Lors de la conception de l'outil de pliage, il faut prévoir un jeu de pliage entre l'arrête verticale extérieure du poinçon et l'arrête intérieure de la matrice. Le jeu doit être égal à l'épaisseur de la tôle

plus une tolérance maximale.

$$J \geq e + \text{tolérance Max} \dots\dots\dots(\text{II.2})$$

#### II.2.3.3 Le retour élastique :

Lors du pliage d'une pièce à un angle imposé par l'outillage (angle du vé), il y a un retour élastique lors du retrait du poinçon. L'angle final  $\alpha_f$  obtenu diffère de celui imposé par l'outillage  $\alpha_i$  de la valeur correspondant à ce retour élastique. Plus la limite élastique de l'alliage est grande plus le retour élastique sera grand. On peut vouloir estimer ce retour élastique qui dépend aussi du rayon de pliage et de l'épaisseur de la tôle.

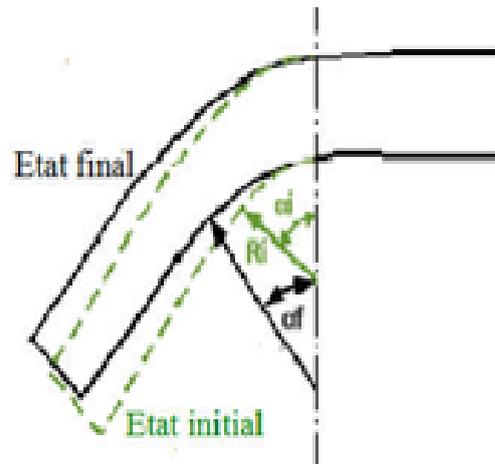


Figure II . 4 : Le retour élastique

### II.2.4 Effort de pliage :

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

$$F_{pl} = (e \cdot L_c \cdot R_c) / 10 \dots \dots \dots (II.3)$$

e : l'épaisseur de la tôle.

L : la longueur de la ligne de cambrage.

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

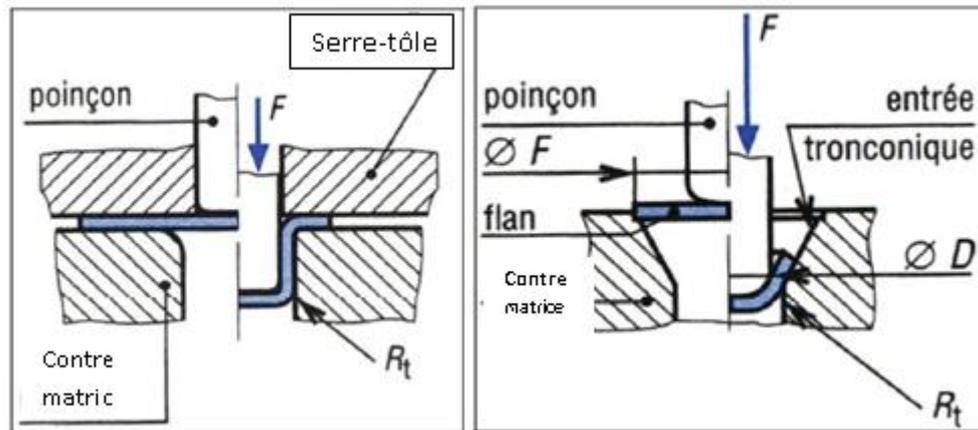
### II.3 Emboutissage :

#### II.3.1 Définition :

L'emboutissage est un procédé qui permet d'obtenir des pièces de formes simples, non développables à partir d'un flan découpé dans une tôle. Cette opération est effectuée sur des presses. La forme est déterminée par le poinçon et la matrice. [05]

#### II.3.2 Principe :

L'opération d'emboutissage de tôles nécessite une presse à emboutir de forte puissance munie d'outillages spéciaux qui servent à la déformation plastique des métaux. La déformation consiste en un allongement ou un rétreint local de la tôle pour obtenir une forme bien précise. [05]



**Emboutissage avec serre-flan.**

**Emboutissage sans serre-flan.**

**Figure II . 5 : Principe de l'emboutissage**

### II.3.3 Différentes phases d'une opération d'emboutissage :

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

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

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

**Phase(3) :** la tôle étant maintenue avec glissement possible entre le serre-flan et la matrice le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.

**Phase(4) :** le poinçon et le serre-flan se relèvent, la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée), reste seulement qu'à la sortir du fond de la matrice et de la détourer.

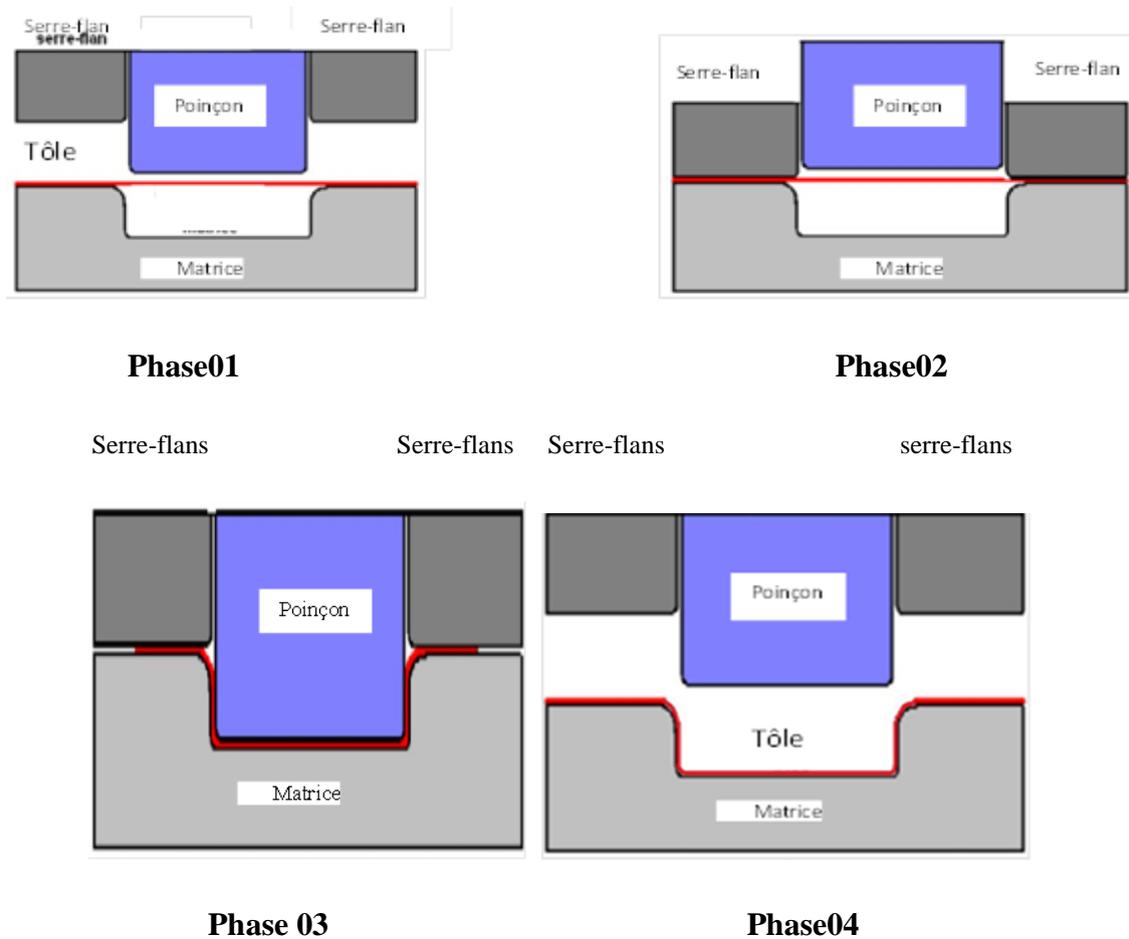


Figure II . 6 : Différentes phases d'une opération d'emboutissage

### II.3.4 Types d'emboutissage :

Il existe deux types d'emboutissage.

#### II.3.4.1 L'emboutissage à froid :

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

#### II.3.4.2 L'emboutissage à chaud (200° à 500°) :

L'emboutissage à chaud est moins rapide que l'emboutissage à froid, à cause du temps de chauffage.

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

-Quand le métal ou l'alliage ne peut pas se conformer à froid.

## Chapitre II procédés de mises en forme

---

-Quand, en raison de l'épaisseur et de la surface de la tôle, l'emboutissage à froid exige une force supérieure à celle de la presse, dont on dispose.

-Quand, pour les faibles séries, on veut limiter les frais d'outillage, toujours importants, que nécessite l'emboutissage à froid.

### II.3.5 Effort d'emboutissage :

#### II.3.5.1 effort d'emboutissage d'une pièce cylindrique :

$$F_{emc} = n \cdot d_p \cdot e \cdot R_m \cdot K \dots\dots\dots(II.4).$$

Avec :

$d_p$  : diamètre du poinçon,  $D$  : diamètre du trou,

$e$  : épaisseur de la tôle,

$R_m$  : résistance de la tôle à la traction,

$K$  : coefficient de réduction en fonction de  $d/D$ ,

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

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

#### II.3.5.1.1 Effort sur le serre flan cylindrique :

$$F_{sc} = \pi/4 (D^2 - d^2) \cdot P_{sp} \dots\dots\dots(II.5)$$

Avec :

$P_{sp}$ : pression spécifique sur le serre-flan.

**Tableau II . 3 : Les matériaux du flan et leurs pressions spécifiques**

Matiere du flan	P (daN/cm2)
Acier doux	25
Acier inoxydable	20
Laiton	20
Aluminium	12
Duralumin	16

### II.3.5.2 Effort rectangulaire :

$$F_{emr} = 1,6 (a+b+2 rn ) .P. e_{sp} \dots \dots \dots (II.6)$$

$F_{emr}$  : effort d'emboutissage rectangulaire en daN,

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

rn : rayon en angle (mm),

$e_{sp}$  : épaisseur spécifique pour le métal considéré en daN/mm<sup>2</sup>,

#### II.3.5.2.1 Effort sur le serre flan rectangulaire :

$$F_{sr} = 2 (a + b). Hem. P. \pi / 2(D^2 - dm^2). P \dots \dots \dots (II.7)$$

$F_{sr}$  : effort du serre-flan en daN, D : diamètre de flan,

dm : diamètre de matrice, Hem : hauteur de l'embouti,

### II.3.6 La vitesse d'emboutissage :

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

**Tableau II . 4 : Vitesse d'emboutissage**

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

### **II.3.7 Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage :**

#### **II.3.7.1 Les avantages de l'emboutissage :**

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

#### **II.3.7.2 Les inconvénients de l'emboutissage :**

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

### II.4 Le découpage :

#### II.4.1 Définition de découpage :

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

- découpage, afin d'obtenir un pourtour défini selon une forme et des cotes précises ;
- poinçonnage, afin d'ajourer une pièce (exemple : une perforation). [06]

#### II.4.2 Principe :

Il consiste à détacher un contour donné d'un produit plat (une tôle). L'opération s'effectue sur une presse qui porte un outil dont les parties travaillantes sont les poinçons et les matrices qui permettent de cisailer la tôle sur sa profondeur en donnant la forme de la pièce désirée. [06]

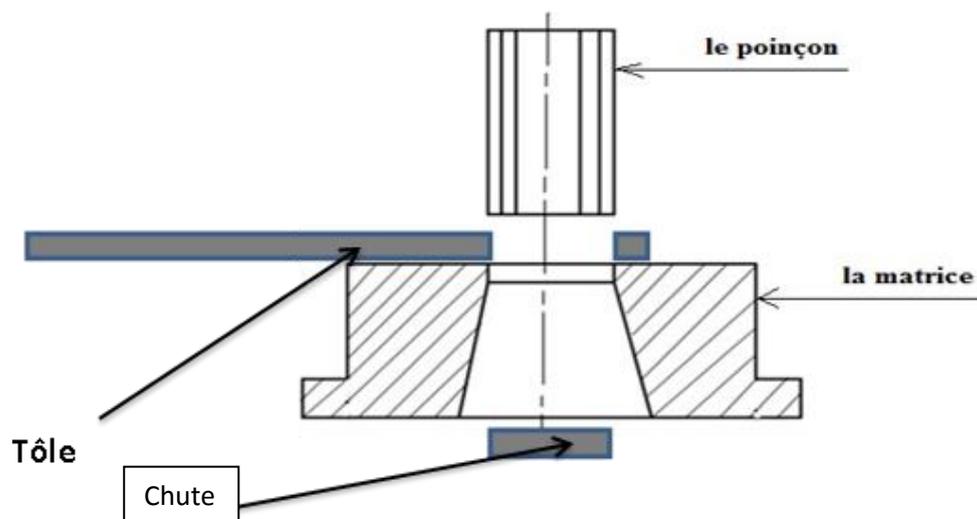


Figure II . 7 : Principe de découpage aspect d'une coupe

#### II.4.3 Aspect d'une coupe :

L'aspect d'une coupe est amélioré par le jeu entre les deux lames, et le profil de la surface à cisailer, le jeu entre la lame mobile et le serre-flan est donné par :

$$\text{Jeu} \leq 0.15. e \dots \dots \dots (\text{II.8})$$

Jeu = 0.03. e pour les aciers doux

## Chapitre II procédés de mises en forme

Un effort  $F_1$  est appliqué par le serre-flan pour empêcher toutes déformations et décalage de la tôle. L'angle d'affutage de la lame  $\theta$  varie entre  $50^\circ$  et  $90^\circ$  selon la dureté du métal, et  $\beta$  l'angle de rupture, c'est une constante pour un métal donné. Pour les aciers durs  $\beta = 4^\circ$  et pour les aciers doux  $\beta = 6^\circ$ .

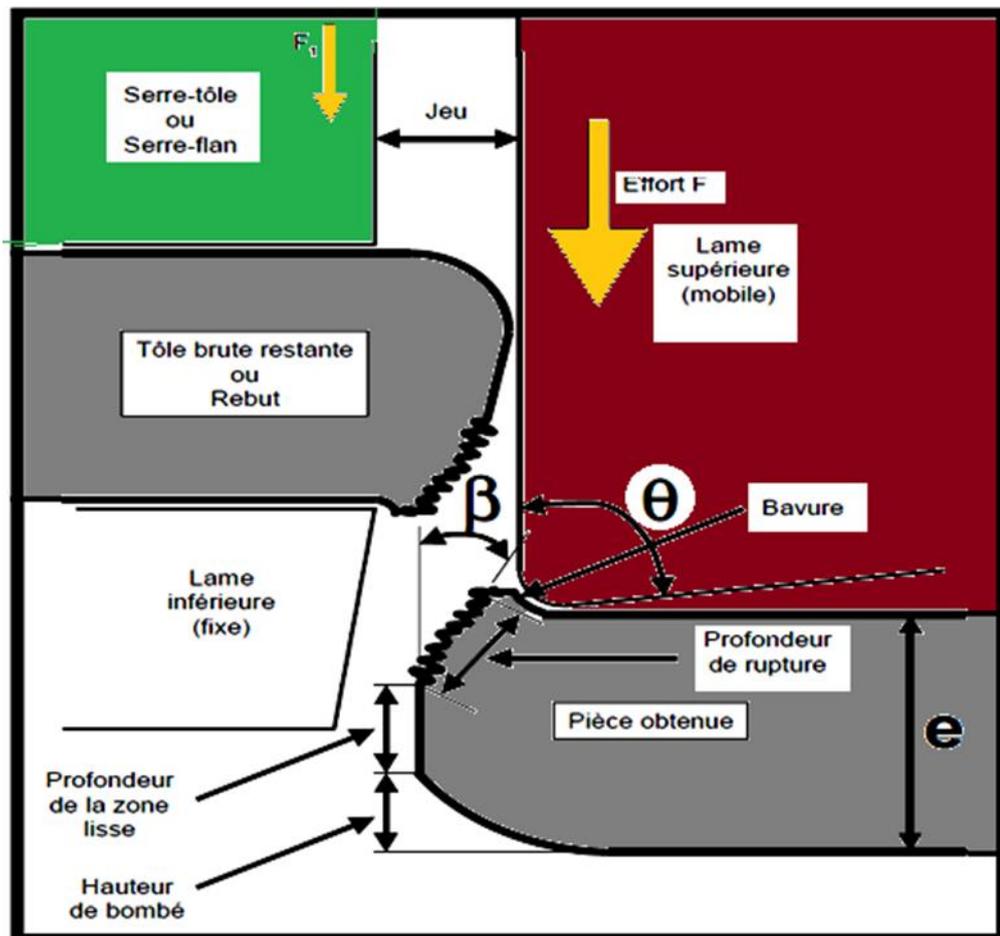


Figure II . 8 : Aspect des pièces cisillées

### II.4.4 Angles des lames et Effets de coupe :

#### II.4.4.1 L'angle tranchant :

C'est l'angle qui permet d'avoir l'arête tranchante des lames, varie entre  $80^\circ$  et  $90^\circ$  selon le type de cisaille. (Figure II.9)

### II.4.4.2 Effet de coupe :

F1 : La force obtenue par une butée qui tend à éliminer le couple qui soulève la pièce dans le sens opposé de cette dernière.

Quand la force F2, et le jeu sont inexistant, le cisailage tend à rejeter la pièce sur les côtes, c'est pour quoi une butée est aussi nécessaire pour palier à cet effort..... (Figure II.9)

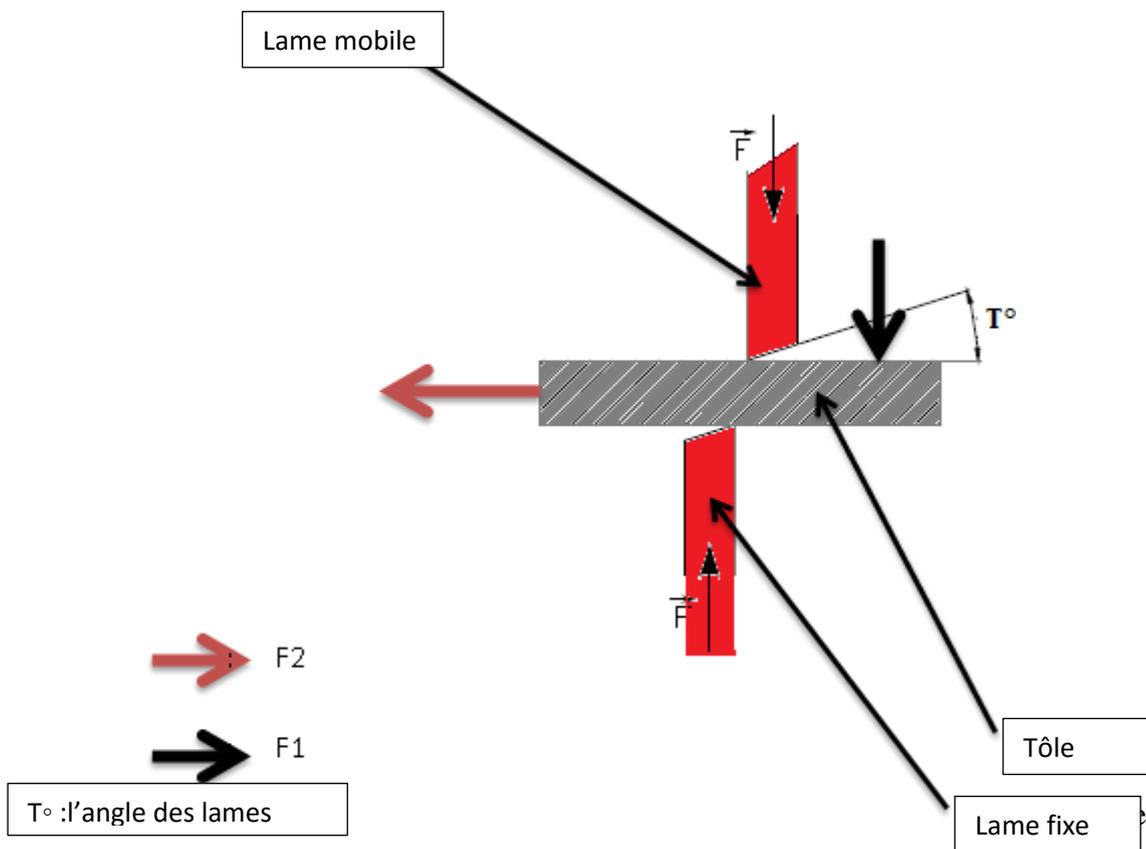
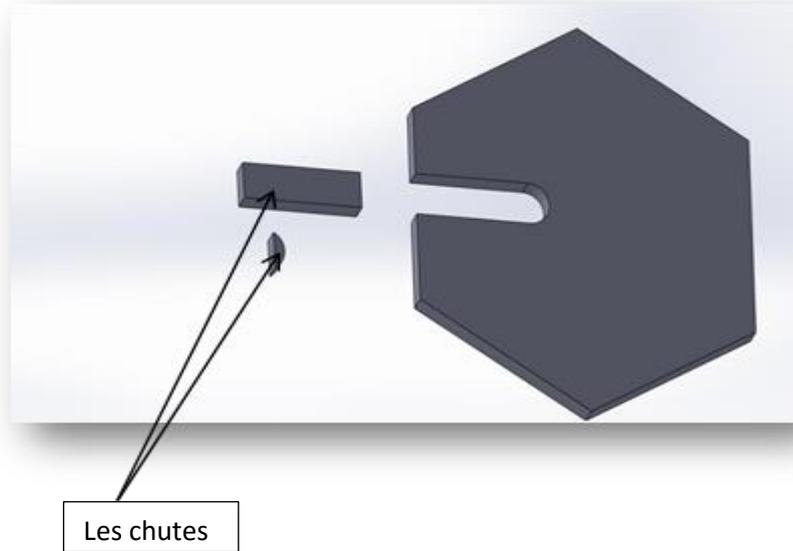


Figure II . 9 : Effet de coupe et l'angle tranchant

### II.4.5 Différentes Types de découpage :

#### II.4.5.1 Le grignotage :

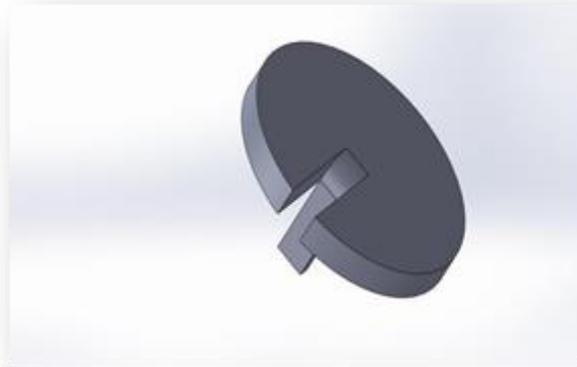
C'est le poinçonnage partiel par déplacement progressif de la tôle ou du poinçon. [07]



**Figure II . 10 : Le grignotage**

### **II.4.5.2 Crevage :**

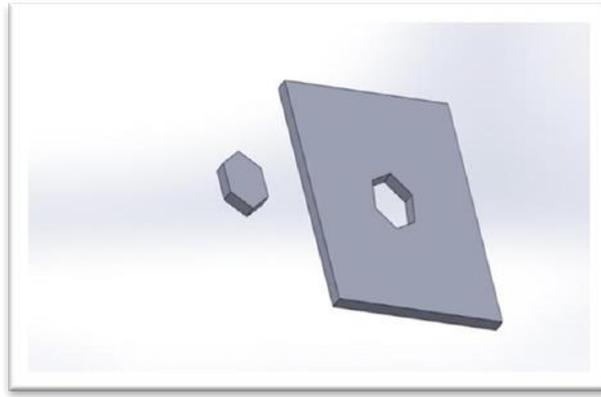
C'est un découpage partiel, consiste à ne pas détacher la chute de la pièce. [07]



**Figure II . 11 : Le crevage**

### **II.4.5.3 Ajourage :**

C'est une opération de découpage dans un flan des trous de forme allongée.

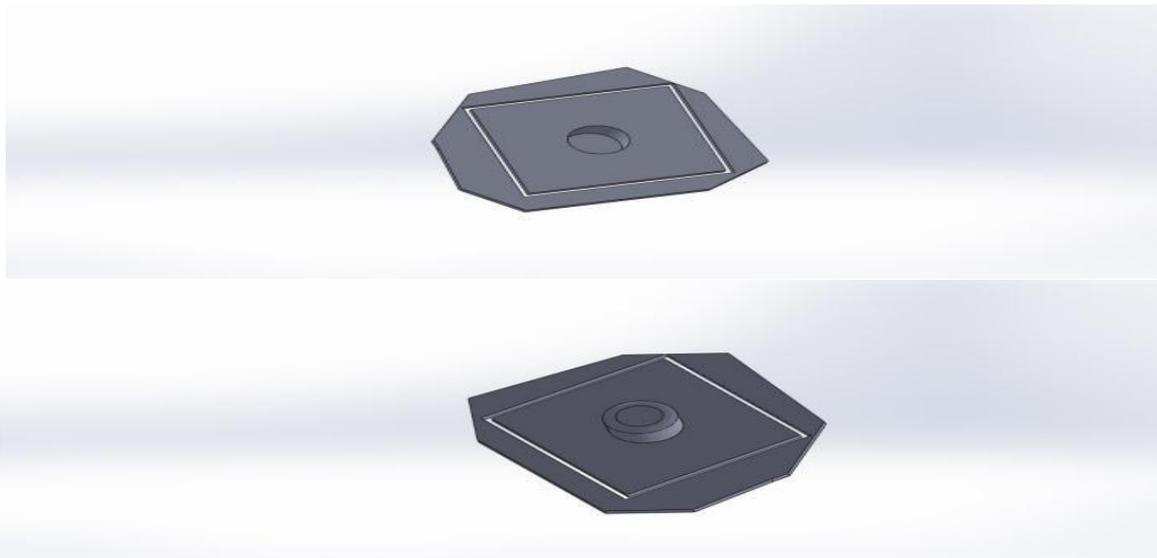


**Figure II . 12 : L'ajourage**

### **II.4.5.4 Détourage :**

Finition d'un contour déjà ébauché, modifié 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 :

- les collerettes, après emboutissage, ne sont jamais régulières, il est possible de leur donner une forme régulière par détourage ;
- lorsqu'on ne désire pas de collerette, l'arête de l'outil découpe suivant un bord non perpendiculaire à la surface de la tôle.



**Figure II . 13 : Le détourage**

### II.4.5.5 Soyage :

Le soyage est la réalisation d'un collet (relevage des bords d'un trou) obtenu soit, après poinçonnage d'un trou, soit à l'aide d'un poinçon épauler qui poinçonne le trou dans le vide et relève les parois de ce dernier, en même temps.

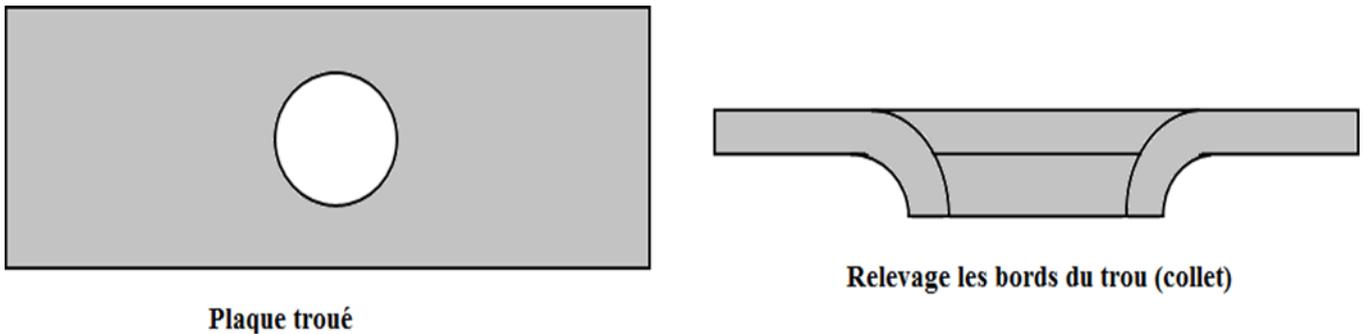


Figure II . 14 : Le soyage

### II.4.6 Jeu de découpage :

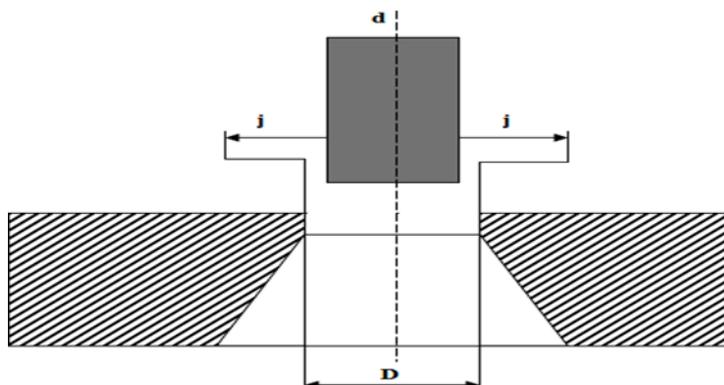
C'est l'un des paramètres les plus importants dans le découpage. Ce jeu est l'écart entre les arêtes de coupe de poinçon et la matrice. Il influence sur les bords de la pièce obtenue.

-pour le découpage le jeu est à prendre sur le poinçon.

-pour le poinçonnage le jeu est à prendre sur la matrice.

Le jeu varie selon la nature et l'épaisseur du matériau à découper :

- $1/20 \times e$  pour laiton et acier doux,
- $1/15 \times e$  pour acier dur,
- $1/10 \times e$  pour l'aluminium



**Figure II . 15 : Le jeu de découpage**

### II.4.7 Effort de découpage et d'extraction :

#### II.4.7.1 Effort de découpage :

C'est l'effort nécessaire au découpage 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 découper.

$$F = P_d \times e \times R_c \dots \dots \dots (II.9)$$

**Avec :**

$P_d$  : le périmètre de la surface a découpé en mm;

$E_d$  : épaisseur de la surface a découpé en mm;

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

**Tableau II . 5 : Résistance au cisaillement Rc de quelque matériaux**

Matériaux	Rc (daN/mm <sup>2</sup> )
Acier dur	70
Acier inoxydable	55
Acier doux	40
Acier doux	10

#### II.4.7.2 Effort d'extraction :

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

## Chapitre II procédés de mises en forme

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

### II.5 Le poinçonnage :

#### II.5.1 Définition :

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

Généralement utilisé en tôlerie pour réaliser des trous et découper des flans de formes complexes parfois non rectangulaires, donc difficiles ou impossibles à réaliser par cisailage. Il est utilisé aussi en construction métallique pour « percer » les profilés. [08]

#### II.5.2 Principe de fonctionnement :

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

Le procédé peut être amélioré par l'usage d'un serre-flan afin de limiter les déformations de la plaque au moment de la découpe. [08]

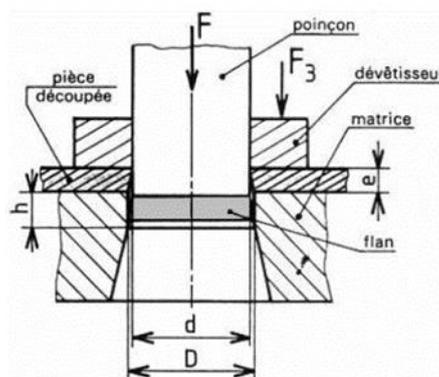


Figure II . 16 : Le poinçonnage

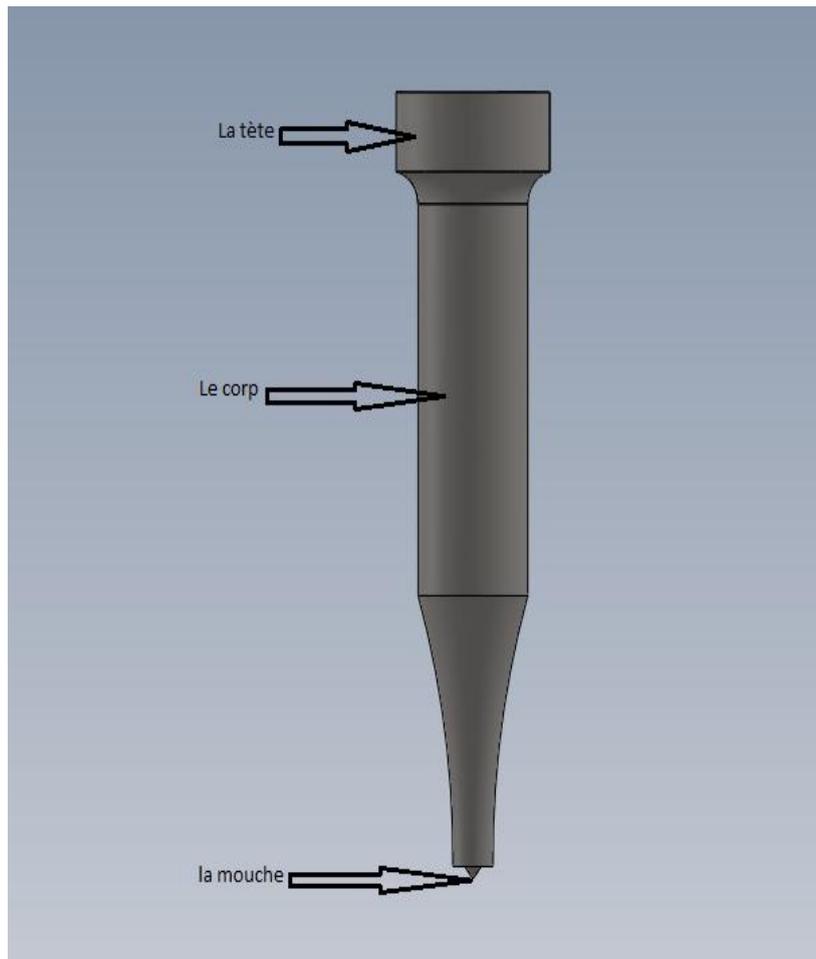
#### II.5.3 Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon :

##### II.5.3.1 Le poinçon :

Il est composé de plusieurs parties :

## Chapitre II procédés de mises en forme

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



**Figure II . 17 : Le poinçon**

**Remarque :** le poinçon de forme quelconque doit résister à la compression et au flambage

### II-5.3.2 La matrice :

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



Figure II . 18 : La matrice

### II.5.4 Jeu entre matrice et poinçon :

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

#### Exemple :

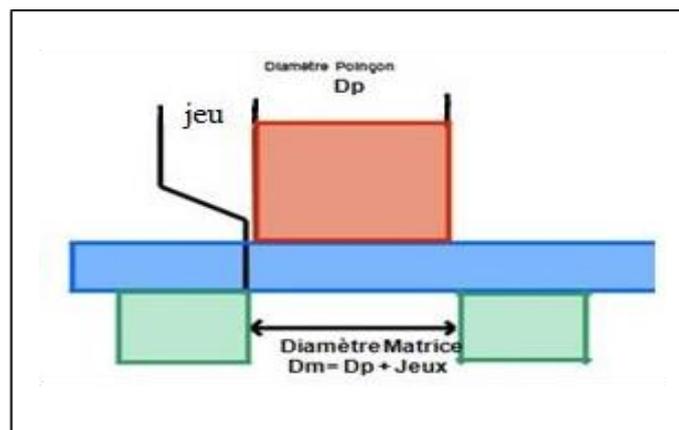


Figure II . 19 : Le jeu entre poinçon et matrice

- $J = 0.05 e$  pour l'acier doux, laiton et cuivre.

- $J= 0.06 e$  pour l'acier mi-dur.
- $J= 0.07 e$  pour l'acier dur.
- $J= 0.1 e$  pour l'aluminium II.1.4

### II.5.5 Effort de poinçonnage et la section minimale du poinçon :

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

La force à appliquer est calculée par la relation suivante :

$$F=P_d \times e \times R_c \dots\dots\dots (II.10)$$

Avec :

$P_d$  : le périmètre découpé

$e$  : l'épaisseur de la tôle

$R_c$  : la résistance au cisaillement du matériau.

### II.5.6 Avantages et inconvénients du poinçonnage :

#### II.5.6.1 Avantage :

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

#### II.5.6.2 Inconvénients :

- Limité dans les épaisseurs
- Section minimale du poinçon limitée.

### **II.6 Conclusion :**

Les techniques de mise en forme des matériaux : pliage, emboutissages, découpages et poinçonnage ont pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. C'est un travail qui nécessite de maîtriser parfaitement certains paramètres expérimentaux tels que : la composition du matériau et ses différentes caractéristiques mécaniques.

Dans notre travail nous allons nous focalisé sur le poinçonnage, il consiste à enlever de la matière, la forme poinçonnée peut être quelconque en fonction des besoins et du couple poinçon-matrice. La partie enlevée, appelée « débouchure », peut être soit du rebut comme dans le cas de fabrication de tôle perforée, soit la pièce utile (ou pièce brute appelée « flan ») qui servira à la fabrication d'un objet par emboutissage ou par tout autre usinage.

### **Remarque :**

Sur les machines modernes de production, le poinçonnage est couplé avec la phase de grignotage pour le découpage rapide et sans déformation, de formes complexes dans des tôles minces.

Le découpage traditionnel, réalisé sur presse est une opération importante dans la mise en forme des tôles. Effectuée seule ou accompagnant une opération de formage comme l'emboutissage et le pliage, elle influence fortement la qualité des pièces fabriquées.

L'emboutissage est le principal procédé de fabrication utilisé dans l'industrie, du fait de son efficacité et de sa simplicité.

Les modes de pliage effectués sur presses, et aussi la présentation de l'outillage en particulier la matrice et les différents paramètres qui l'influent comme son rayon et le jeu entre poinçon et matrice, et enfin les différents calculs qui rentrent comme l'effort de pliage et le calcul de développement de la pièce pliée et aussi la prévention du retour élastique.

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

# **Chapitre III**

## **Types de presses utilisées**

### III.1 Introduction :

Dans l'industrie, plus généralement en fabrication mécanique, les transformations de métaux en feuilles citées dans le chapitre précédent, passent par plusieurs étapes, et cela nécessite des machines spéciales, comme dans le cas de l'emboutissage, poinçonnage, pliage, découpage ... etc.

Ces machines sont appelées « Presses » constituées d'un ensemble d'organes mécaniques conçus pour réaliser différents travaux par déformations plastiques, sur des métaux en feuilles (tôles).

La presse est composée essentiellement de deux plateaux susceptibles de se rapprocher par commande mécanique ou hydraulique, pour comprimer, ce qui est placé entre eux. Il s'agit d'une machine qui permet de changer la forme d'une pièce, en lui appliquant une pression. III.2 types de presses :

#### III.2.1 Définition d'une presse :

La presse est une machine constituée d'un ensemble d'organe mécanique conçus pour la réalisation de différents travaux industriels. Une presse permet de changer la forme d'une pièce en appliquant une pression, grâce à ses deux parties, une partie mobile portant le poinçon l'autre fixe sur laquelle on met la matrice.

Les presses peuvent être classés suivant:

- Leur mécanisme (transmission d'énergie): mécanique, hydraulique, pneumatique
- selon le nombre de coulisseaux
- selon la forme du bâti[07]

#### III.2.2 Classification selon leur transmission d'énergie :

Dans cette classification on distingue deux types de presses, les presses mécaniques et les presses hydrauliques. [09]

##### III.2.2.1 Les 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. Elles sont moins couteuses et permettent d'atteindre des cadences très élevées. [07]



**Figure III . 1 : La presse mécanique**

### **III.2.2.1.1 Modes de transmission du mouvement dans une presse :**

Les presses mécaniques sont aussi caractérisées par le mode de transmission du mouvement utilisé: volant d'inertie, une réduction, double réduction, double effet et roue excentrique.

Tous sont alimentés par un moteur électrique qui tourne un grand volant d'inertie. Le volant d'inertie stocke l'énergie cinétique qui est ensuite relâché suivant différents types des roues.

Chaque 360° cycle de la presse, l'énergie du volant d'inertie est consommée quand la matrice est pressée, par conséquent, il ralentit généralement entre 10% et 15%. Le moteur électrique rétablit cette énergie au volant d'inertie lors de la course ascendante de la presse, elle est alors prête pour un nouveau cycle.

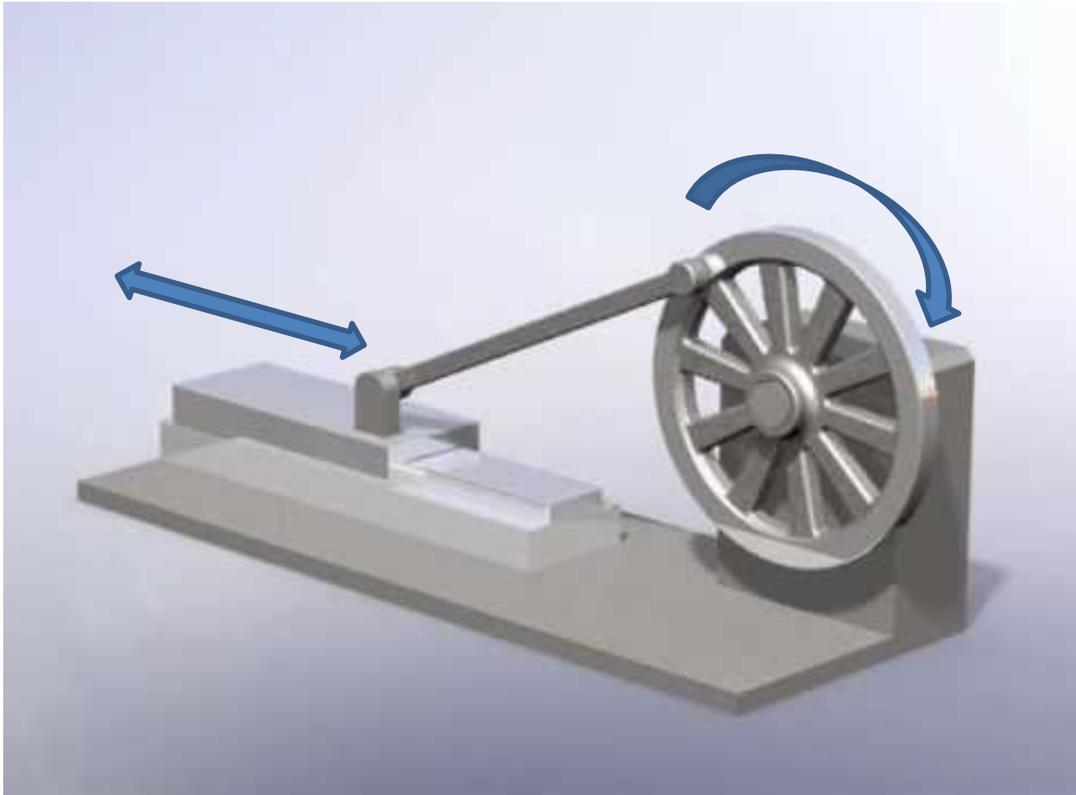
Si le volant d'inertie ralenti plus de 15% (courses par minute), le moteur n'aura pas suffisamment de temps pour restaurer cette énergie perdue, et la presse ralentit trop. Après quelques courses elle sera bloquée. Cela se produit quand le tonnage ou l'énergie sont mal calculés.

### **III.2.2.1.2 Transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne :**

Il existe beaucoup de systèmes de transformation du mouvement du volant moteur de la presse les plus utilisées sont :

### III.2.2.1.2.1 Système bielle manivelle :

C'est un modèle de mécanisme qui doit son nom aux deux pièces essentiels qui le caractérisent, le pied de bielle et le coulisseau. La transformation du mouvement est dû à la rotation continue de la manivelle autour de son axe ce qui confère au coulisseau un mouvement rectiligne alterné



**Figure III . 2 : Système bielle-manivelle**

### III.2.2.1.2.2 Système a 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 accroitra l'effort de coulisseau.

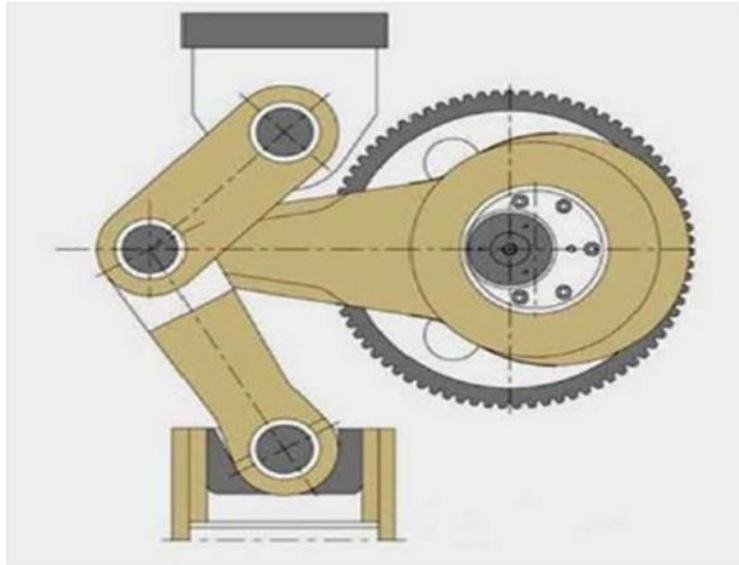


Figure III . 3 : Système a genouillère

### III.2.2.1.2.3 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 du desserrage de l'écrou, la bague d'immobilisation est repoussée par les ressorts. Lorsque les douilles excentrique sont entièrement dégagés, on obtient la variation de  $(e)$  par rotation de la douille excentrique

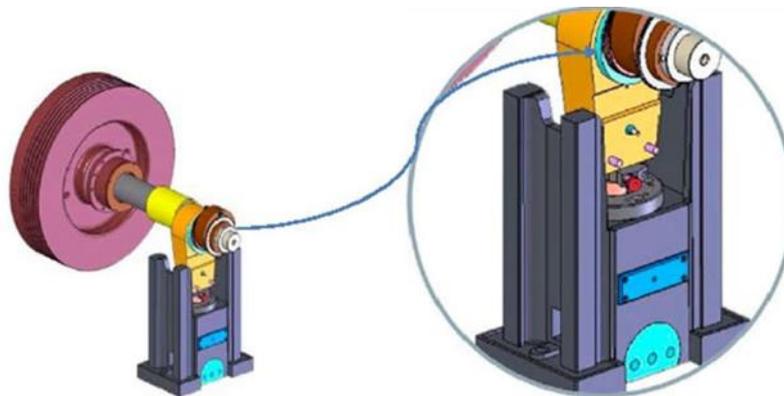


Figure III . 4 : système à excentrique

### III.2.2.1.2.4 Système à came :

C'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. La came, autrement nommée solide menant, est couramment de forme

## Chapitre III types de presses utilisées

vaguement ovoïde. Son profil est calculé en fonction du mouvement de translation qui sera imprimé au solide mené. Le solide mené est plaqué contre le profil de la came. [11]

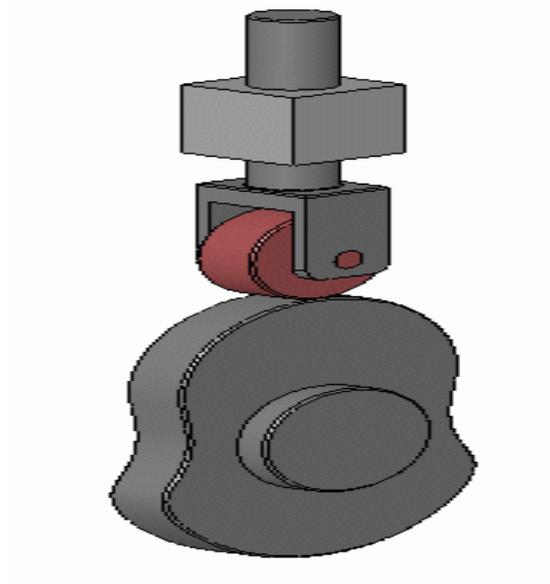


Figure III . 5 : Système à came

### III.2.2.2 Presse hydraulique :

Une presse hydraulique est une machine avec un circuit hydraulique qui fournit une grande force de compression. Elle permet de transmettre un effort considérable et un déplacement, servant à écraser, découper, déformer un objet ou soulever une pièce lourde.

Elle est composée de deux pistons ou repose deux surfaces l'une étant plus petite que l'autre, ce qui permet d'augmenter la force, chacun des pistons est placé à l'extrémité de la machine, pour l'alimentation la presse hydraulique est équipée d'une pompe reliée à un vérin, ce qui entraîne le mécanisme de glissière

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. elle entraîne le coulisseau par un intermédiaire qui est le vérin.

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

## Chapitre III types de presses utilisées

---

- 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. [10]

### III.2.2.2.1 Mécanisme de commande :

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

**-Pompe** : elle permet d'obtenir une pression adéquate avec un débit variable.

**-Piston** : un ou plusieurs pistons supportent le coulisseau.

**-Cerveau moteur** : il s'agit d'un amplificateur mécanique destiné à produire un effet supplémentaire il s'adapte indifféremment sur les presses mécaniques et se situe sous la table de la presse.



Figure III . 6 : Presse hydraulique

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

#### III.2.3.1 Presse à simple effet :

Ce type de presses possède un seul coulisseau actionné par une ou deux ou quatre bielle, elles sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre-flan, pour permettre de réaliser les opérations de reprise mettant en œuvre l'emboutissage ou le pliage.

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

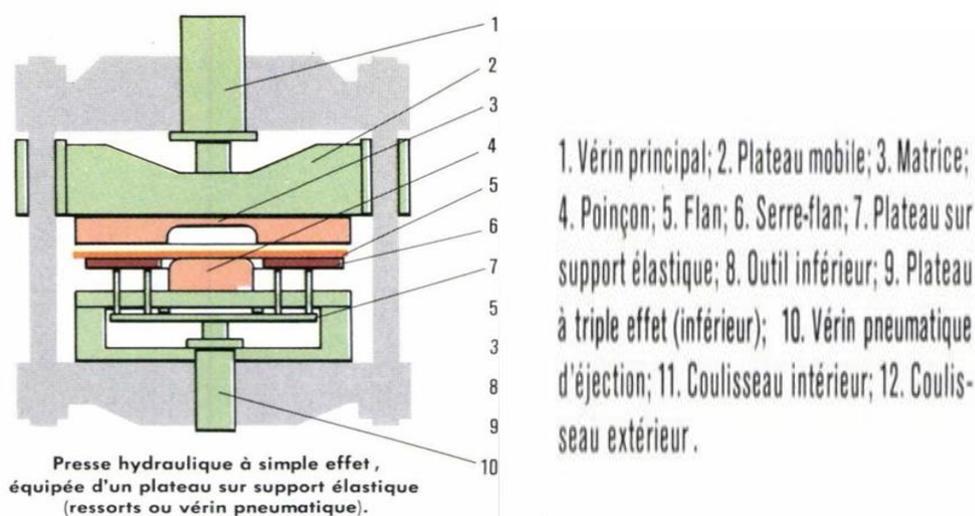


Figure III . 7 : Presse hydraulique à simple effet

#### III.2.3.2 Presse à double effet :

Ces presses comportent deux (02) coulisseaux, un coulisseau serre-flan guidé par le bâti en arcade, et le second, guidant le coulisseau plongeur, qui supporte le poinçon. Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle, pour assurer le serrage avant que, le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage.

Les deux (02) coulisseaux sont actionnés par le même arbre moteur à l'aide d'un mécanisme.

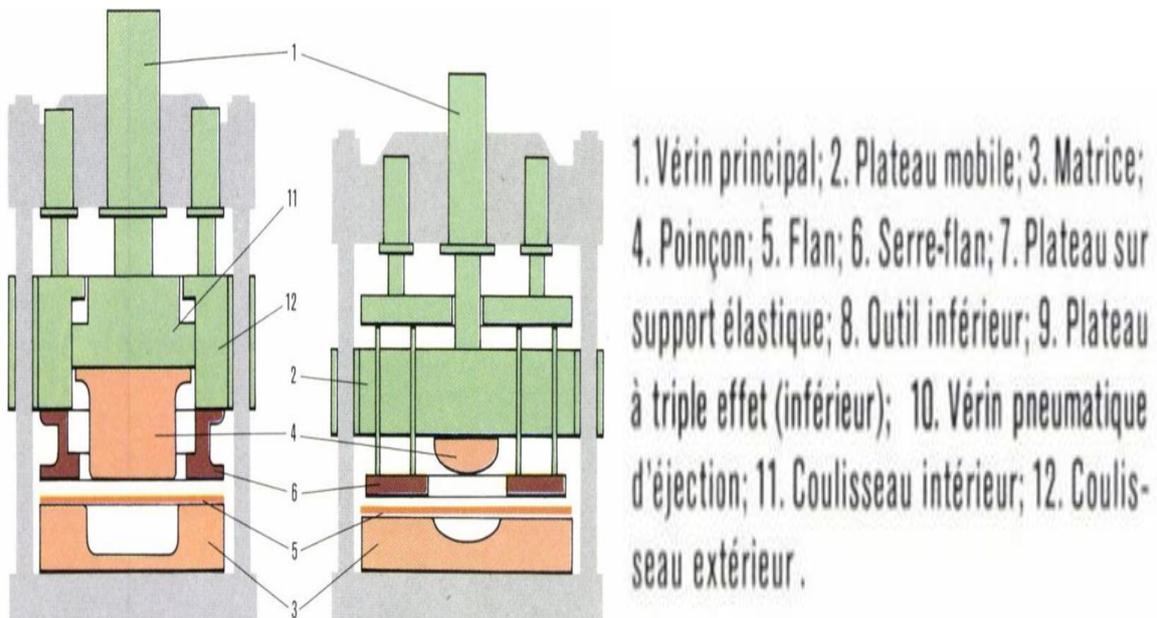


Figure III . 8 : Presse hydraulique à double effet

### III.2.3.3 Presse à triple effet :

Avec une conception plus au moins similaire à celles des presses à double effet, elles sont équipées d'un coulisseau inférieur qui possède sa propre cinématique. Ce type de presse est souvent utilisé afin de réaliser des pièces ayant des formes complexes.

Plus utilisée dans le domaine de la carrosserie, qui nécessite des contre-emboutis, peu profonds, l'avantage quant à l'utilisation des presses à triple effets, c'est d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.

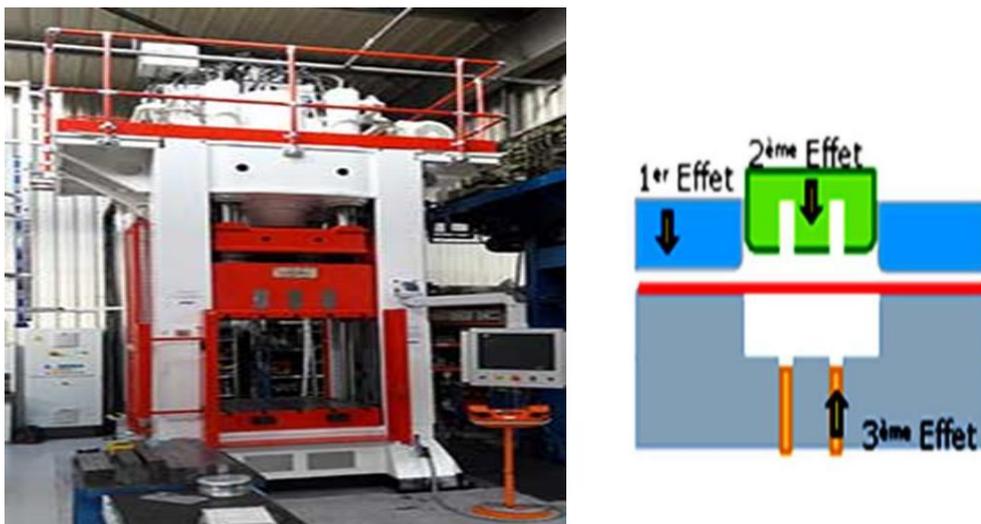


Figure III . 9 : Presse à triple effet

### III.2.4 Selon la forme du bâti :

#### III.2.4.1 Presses à montant droit :

Les presses à montants droits ont un bâti qui se compose de trois (03) éléments : la Table, les montants et le Chapiteau, sont reliés par des tirants, en acier serrés à chaud. Les distances entre le Chapiteau, la Table et celles entre les montants, sont choisies, selon la mission ou le travail, à exécuter. Ayant de grandes puissances et étant robustes, ces presses peuvent atteindre des dimensions importantes. [10]

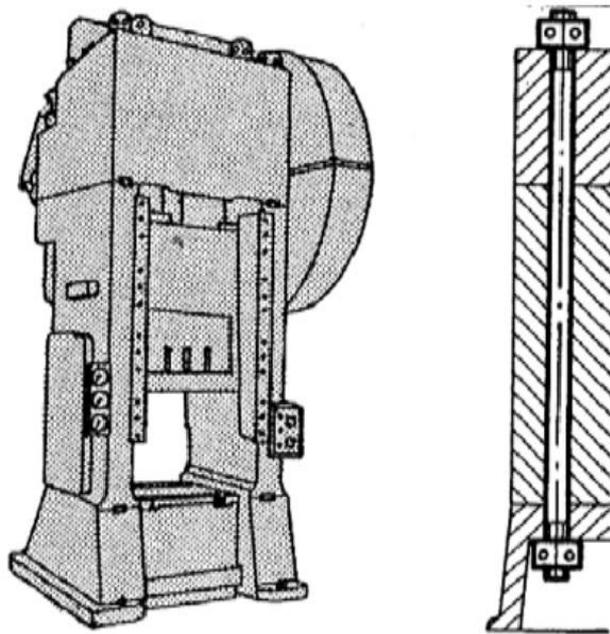


Figure III . 10 : Presse à montant droit

#### III.2.4.2 Presses à colonne :

Ce sont des presses à cadence très élevée, les presses à colonnes sont employées beaucoup plus, pour le forgeage et le matriçage. Ces presses sont équipées de quatre(04) colonnes cylindriques, liant la partie supérieure et la partie inférieure qui la compose. L'entraînement du coulisseau est réalisé par les quatre (04) colonnes, leurs puissance peuvent aller jusqu'à 6000 KN.



**Figure III . 11 : Presse à colonne**

### **III.2.4.3 Presses à col de cygne :**

Ce type de presses est connu pour avoir une forme qui rend la table et le coulisseau très accessible, avec une inclinaison de  $30^\circ$  en arrière qui lui permet l'évacuation aisée des pièces par gravité.

Elles sont employées pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petite et grandes séries. Avec un maximum de 2000 KN d'effort qu'elles peuvent supporter, le bâti se déforme élastiquement sous charge et provoque le déplacement angulaire des deux parties de

## Chapitre III types de presses utilisées

---

l'outil, ce qui justifie le fait d'utiliser des tirants (bretelles) pour permettre au bâti une plus grande rigidité, mais ça réduit l'accessibilité de la table



**Figure III . 12 : Presse à col de cygne**

### III.2.4.4 Presses à arcade :

Ces machines présentent une rigidité maximale parce qu'elles ont un bâti monobloc coulé ou parfois soudé ce qui lui permet de supporter des efforts beaucoup plus importants, tout en assurant une plus grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être simple ou à double effets et peuvent travailler avec des capacités supérieures ou inférieures à 1000 KN pour l'emboutissage, la découpe rapide ( $\geq 400$  coups/min). Néanmoins, il devient courant de rencontrer des presses, avec un bâti monobloc capable de développer plus de 10000 KN.



**Figure III . 13 : Presse à arcade**

### **III.2.4.5 Presses à table mobile et bigorne :**

Ce types de presses sont équipées d'une table réglable en hauteur avec une vis de réglage, et donc autorise le montage d'outils très hauts, la table est utilisable par simple rotation, ce qui permet l'utilisation de la bigorne, celle-ci qui est montée à la place de la table, permet le poinçonnage latéral de gros emboutis.



**Figure III . 14 : Presse à table mobile et bigorne**

### **III.2.4.6 Quelques critères de sélection et de choix d'une presse :**

- La capacité de la presse (effort nécessaire pour l'opération).
- Le type du travail.
- La cadence.
- La dimension de l'outil et de la pièce à réaliser
- La course du coulisseau.

### **III.3 Presse utilisé :**

#### **III.3.1 Presse à excentrique :**

Lors du desserrage de l'écrou, la bague d'immobilisation est repoussée par des ressorts. Lorsque les crabots et la douille excentrique sont entièrement dégagés, on obtient la variation et par rotation de la douille excentrique. Ce type est utilisé quand une longue course est

## Chapitre III types de presses utilisées

demandée. Toutes les caractéristiques de la presse à double engrenage sont aussi présentes pour ce genre de presse, néanmoins, la presse à arbre excentrique assure plus de précision.

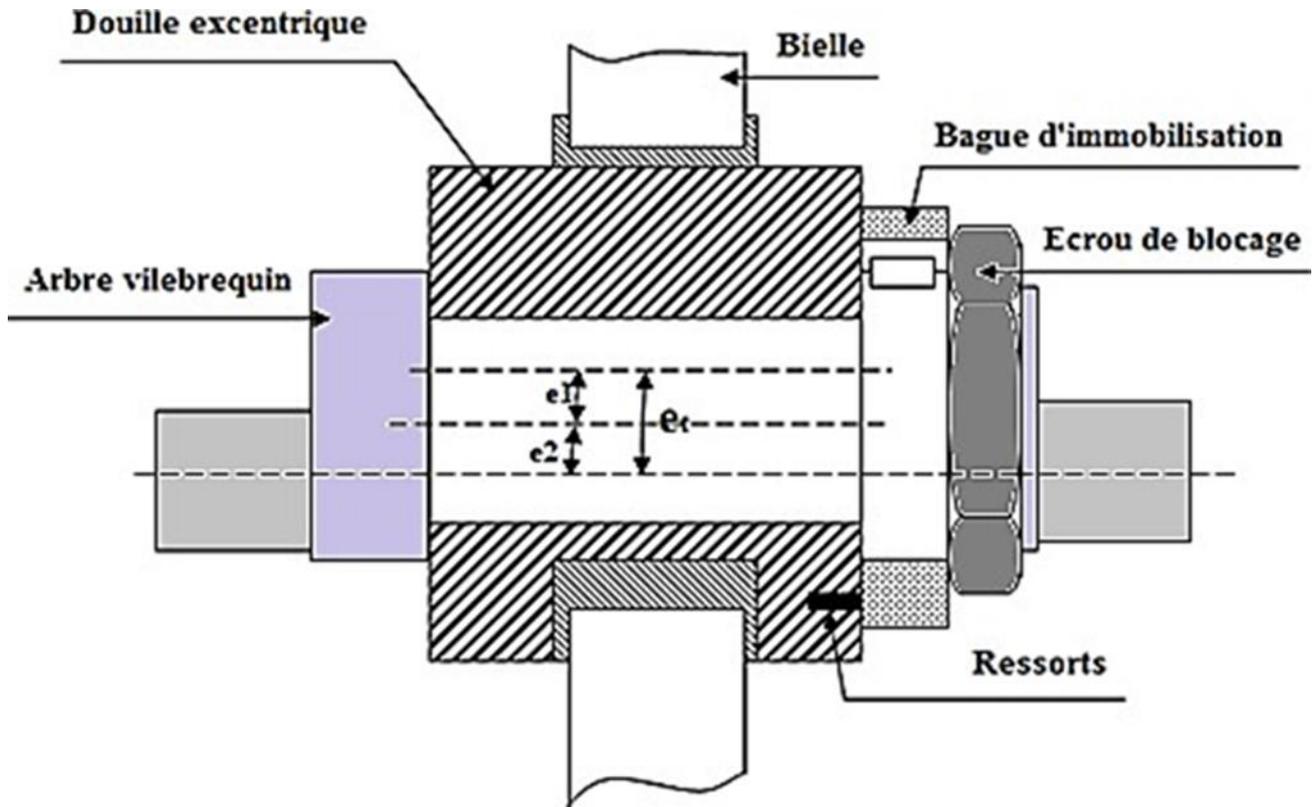


Figure III . 15 : Système excentrique

### III.3.2 Caractéristique de la presse :

Pression à exercer 100 Mp

Profondeur du col de cygne 315 mm

Base de la table :

Largeur x profondeur 800x630 mm

Passage dans la table :

Ø à épaulement 315 /280 mm

Base du coulisseau :

Largeur x profondeur 560x355 mm

Trou dans le coulisseau :

Ø x profondeur 50 /165 mm

## Chapitre III types de presses utilisées

---

Distance entre plateau mobile et coulisseau, plus grande course en bas,

réglage du coulisseau en haut 320 mm

Distance entre table et coulisseau, plus grande course en bas,

réglage du coulisseau en haut 410 mm

Course variable de 20-120 mm

Réglage du coulisseau 80 mm

Epaisseur du plateau mobile 90 mm

Passage dans le plateau mobile :

Ø à épaulement 125 mm

Distance entre table et guides du coulisseau 630 mm

Nombre de coups par minute 45-110.[01]

### III.4 Conclusion :

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

# **Chapitre IV**

## **Etude et conception de l'outil**

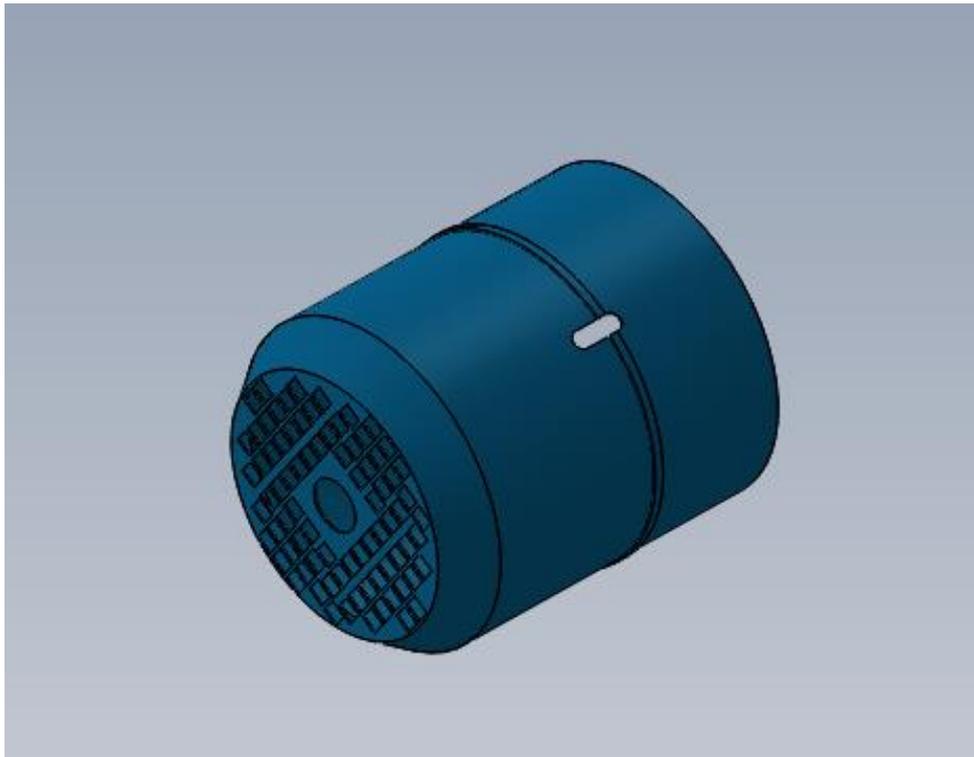
### **Introduction :**

Dans le monde de l'industrie moderne, il existe une grande diversité de presses. Par conséquent, le concepteur des outils de presses est contraint de chercher les presses qu'il faut pour les différentes opérations de son travail en tenant compte surtout des efforts que doit fournir la presse, avec un coût acceptable.

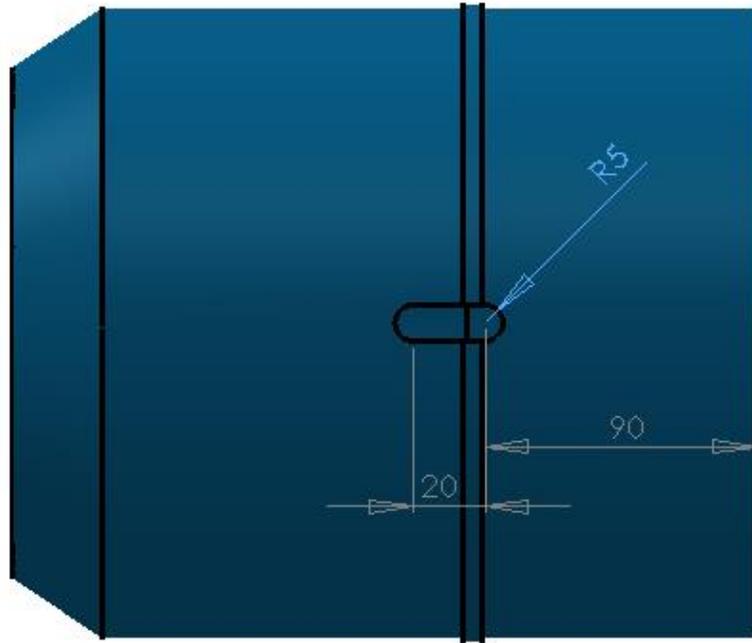
Dans ce chapitre on s'intéresse au calcul de l'effort de poinçonnage.

### **IV.1 cahier des charges :**

Notre travail consiste à la conception d'un outil (poinçonnage) pour la réalisation d'une encoche sur le capot ventilateur du moteur frein de l'électro-industrie, dont les caractéristiques dimensionnelles et géométriques sont présentes sur la figure IV. 1, et tableau IV .1, ci-dessous.



**Figure IV . 1 : La forme de l'encoche a réaliser**



**Figure IV. 2 : Dimensionnement de l'encoche**

Tableau : Caractéristiques du capot.

Nom de la pièce	Capot ventilateur du moteur frein
Matière	Tôle fine galvanisé DIN 59 232
Désignation	St 05 Z 275 MA
N° d'identification	050-105-302
Longueur de l'encoche	30 mm
Largeur de l'encoche	10 mm
Epaisseur de la tôle	1 mm

### **Caractéristiques mécaniques :**

Résistance à la traction : 270-380 N /mm<sup>2</sup>

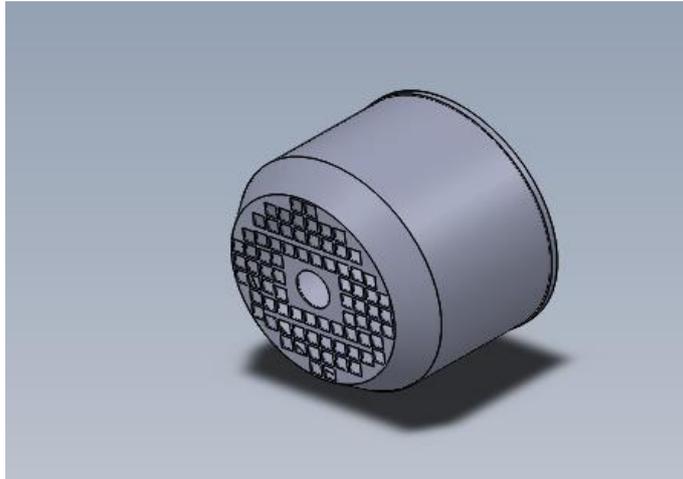
Allongement à la rupture : 30%

Profondeur d'emboutissage : 9.6 mm

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

Le processus de fabrication de ce capot passe par trois parties :

### Partie 1 :



**Figure IV. 3 : partie inférieure du capot**

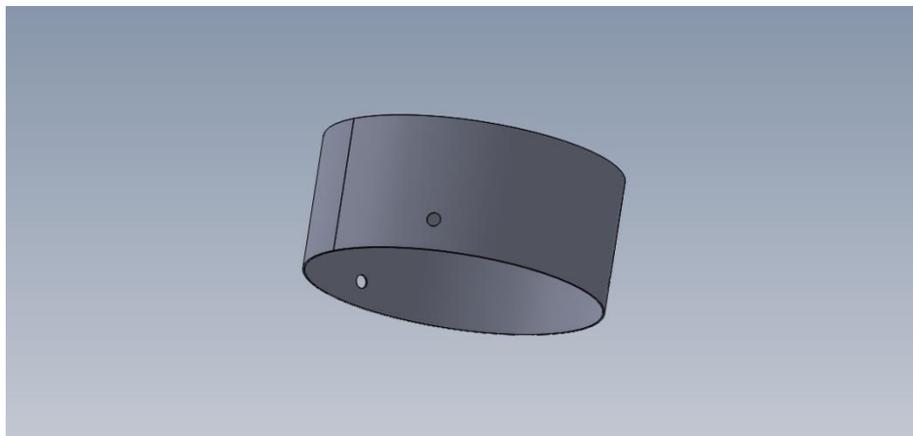
**Étape 1 :** elle consiste à découper les bandes de tôle en petit rectangle

**Étape 2 :** après avoir découpé les rectangles il passe par une presse ou ils sortent avec une forme circulaire

**Étape 3 :** emboutissage des pièces circulaires nous permet d'avoir une pièce presque fini avec une forme cylindrique

**Étape 4 :** la dernière étape c'est le perçage des trous des quel passe l'aire dégager par le ventilateur du moteur frein

### Partie 2 :



**Figure IV. 4 : partie supérieure du capot**

**Étape 1** : découpage des tôles en rectangle

**Étape 2** : perçage des trous de fixation du capot au corps du moteur

**Étape 3** : soudage en cylindre

**Partie 3** :

Assemblage de la partie 1 et 2 par soudage.

**IV.3 Calculs des efforts :**

**IV.3.1 Calcul de l'effort de poinçonnage :**

Pour le calcul de l'effort de poinçonnage on utilise la formule suivante :

$$F_p = P \times e \times R_c$$

**Avec :**

P : le périmètre à poinçonner en (mm)

e : l'épaisseur de la tôle en (mm)

R<sub>c</sub>: résistance pratique au cisaillement en (N/mm<sup>2</sup>)

**.Calcul du périmètre :**

$$P = (20 \times 2) + ((R5 \times \pi \times \alpha / 180) \times 2)$$

$$P = 40 + ((5 \times 3.14 \times 180 / 180) \times 2)$$

$$P = 40 + (15.7 \times 2)$$

$$P = 40 + 31.4$$

$$P = 71.4 \text{ mm}^2$$

$$P = 71.4 \text{ mm}^2$$

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

$$S = P \times e$$

$$S=71.4 \times 1$$

$$S=71.4 \text{ mm}^2$$

$$S=71.4 \text{ mm}^2$$

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

$$F_p=S \times R_c$$

**Avec :**

$$R_c=0.8 \times R_m$$

$$R_c=0.8 \times 330$$

$$R_c=264 \text{ N/mm}^2$$

**D'où :**

$$F_p=71.4 \times 264$$

$$F_p=18849.6 \text{ N}$$

$$F_p=1885 \text{ daN}$$

### **IV.3.2 Calcul de l'effort de dévêtissage [ Fdev ] :**

C'est l'effort d'extraction, car après un découpage, la tôle a tendance à rester solidaire au poinçon.

Pour effectuer le dégagement, les outils sont munis d'un dévêtisseur. L'effort nécessaire pour effectuer cette extraction est évalué selon l'importance de la surface de tôle entourant le poinçon entre 2 et 7 % de l'effort nécessaire à la découpe.

Pour un découpage en pleine tôle, donc avec d'important déchet, l'effort d'extraction est égal à 7% de l'effort de découpage.

$$F \text{ extractions} = 7\% F \text{ découpage}$$

On prend donc la relation suivante:

$$F_{\text{dev}} = F_{\text{de}} \times 0.07$$

**D'où :**

$$F_{\text{dev}} = 1885 \times 0.07$$

$$F_{\text{dev}} = 131.95 \text{ daN}$$

$$F_{\text{dev}} = 131.95 \text{ daN}$$

### IV.3.3 Calcul de l'effort fourni par la presse $F_{\text{pr}}$ :

La source de production de la force est une presse qui doit produire un effort supérieur ou au moins égale à la somme des efforts.

$$F_{\text{pr}} \geq F_{\text{de}} + F_{\text{dev}}$$

$$F_{\text{pr}} \geq 1885 + 131.95$$

$$F_{\text{pr}} \geq 1986.95 \text{ daN}$$

### IV.3.4 Calcul du jeu de poinçonnage :

Le jeu de poinçonnage correspond à la distance entre le poinçon et la matrice, il est à prendre sur la matrice.

$$J_p = (1/20) \times e$$

**D'où :**

$$J_p = (1/20) \times 1$$

$$J_p = 0.05 \text{ mm}$$

### IV.4 Calcul de la flexion du porte matrice :

#### IV.4.1 calculs du moment d'inertie :

$$I = 0,11 \times r^4$$

**Avec :**

$$r = 87 \text{ mm}$$

## Chapitre IV étude et calcul

$$I = 0,11 \times r^4 = 0,11 \times 57289761$$

$$I = 6301873,71 \text{ mm}^4$$

### IV.4.2 Calcul de la flèche :

$$Fl = (f \times a^2) / (6 \times E \times I) (a - 3L)$$

$$Fl = (20332 \times 14400) / (6 \times 200000 \times 6301873,71) (-420)$$

$$Fl = -0,016 \text{ mm}$$

### IV.5 Dimensionnement des vis de fixation du porte matrice a la plaque verticale :

- Effort totale = 1319,47 + 18849,9 = 20169N
- Poids des pièces = 21 + 142 = 193N
- Force totale = 20169 + 163 = 20332N

$$\tau = \frac{Re}{2}$$

Avec :  $\tau$  : Résistances au cisaillement

$Re$  : Résistances à la traction

$$\tau = \frac{640}{2} \quad \text{donc :} \quad \tau = 163 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{Ft}{nb \cdot S}$$

Avec :

$Ft$  : force totale

$nb$  : nombres de boulons

$S$  : surface des boulons

- Calcul du diamètre des boulons :

$$n \cdot S = \frac{F}{\tau} \quad \Rightarrow \quad \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{F}{n \cdot \tau} \quad \Rightarrow \quad d^2 = \frac{4F}{n \cdot \tau \cdot \pi}$$

$$d = 5,31 \text{ mm}$$

Ce qui implique que les vis vont résister.

### IV.6 Le calcul du flambement de la plaque verticale :

#### IV.6.1 Aire de la plaque verticale :

$$300 \times 40 = 1200 \text{ mm}^2$$

#### IV.6.2 Longueur de flambement :

$$L_f = 2 \times L_0$$

$$L_f = 2 \times 300 = 600 \text{ mm}$$

#### IV.6.3 Calcul de l'élanement de la pièce :

$$\lambda = L_f / i$$

$$\text{Avec } i = \frac{\sqrt{I}}{A}$$

$$i = 22.91$$

Donc :

$$\lambda = 22,9$$

**Si** :  $\lambda < 37.5$  aucun risque de flambement

**Si** :  $\lambda > 120$  redimensionnements de la pièce

**Si** :  $37.5 < \lambda < 120$  risques de flambement et la vérification doit donner  $\sigma_e \leq K \sigma_e$

## **Conclusion générale**

Le procédé de fabrication des pièces en tôlerie dans l'industrie est connu depuis longtemps et qui ne cesse de s'agrandir au fil des dernières années. Il permet d'obtenir un produit en grande série et à des prix de revient abordables.

La conception de l'outil nous a permis de faire un travail de recherche sur les presses et leurs outils et de leur mise en oeuvre.

La conception réalisée en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO) qui nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents composants de l'outil

Enfin, pour nous ce travail était, pour nous une occasion de faire nos premier pas dans le vaste terrain de conception dans le domaine industriel, nous espérons bien que notre travail apporteras une aide à l'entreprise ELECTRO- INDUSTRIEL, et servira comme guide aux étudiants de départements génie mécanique

# **Références bibliographiques**

[01] : documentation ELECTRO-INDUSTRIEL

[02] : <https://www.electro-industries.com/>

[03] : B.WASSILIEFF, Emboutissage, Règles principales, Calcul, Edition Dunod, Paris 1970.

[04] : FELDER Eric, GUAY Pascal et RICHARD Caroline, Travail des métaux, mise en forme et tribologie, actualisation permanente sur [www.technique-ingénieur.com](http://www.technique-ingénieur.com).

[05] : KHERROUB Mouloud, HAMADI Mohammed, Etude et conception d'un outil à suivre pour la fabrication d'un panneau latéral autonettoyant d'une cuisinière ENIEM, UMMTO, 2014

[06] : Thèse Hamid Makich, Etude théorique et expérimentale de l'usure des outils de découpe: influence sur la qualité des pièces découpées. Mécanique [physics.med-ph]. Université de Franche-Comté, 2011

[07] : BELHOCINE Zohra, Etude et conception d'un outil de détournage et poinçonnage d'une pièce (autonettoyant) pour cuisinière E.N.I.E.M, Mémoire de master II en construction Mécanique, UMMTO, 2015.

[08] : Christophe .Z, Cours de technologie : Le principe du poinçonnage, Janvier 2001

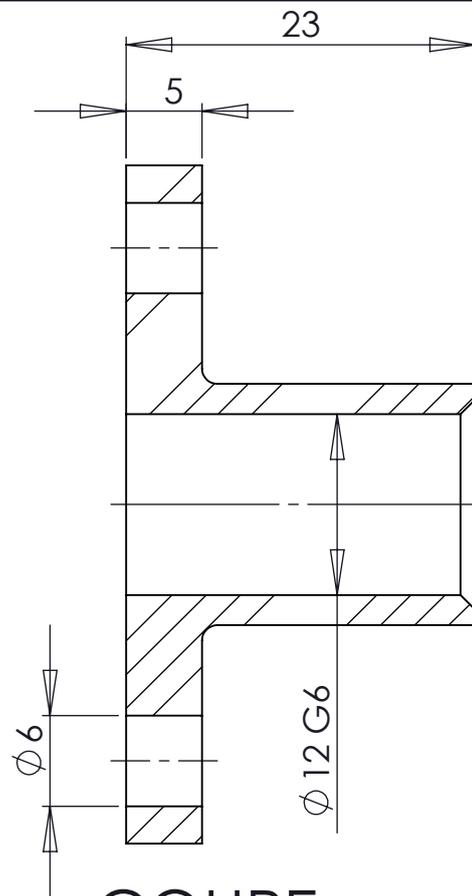
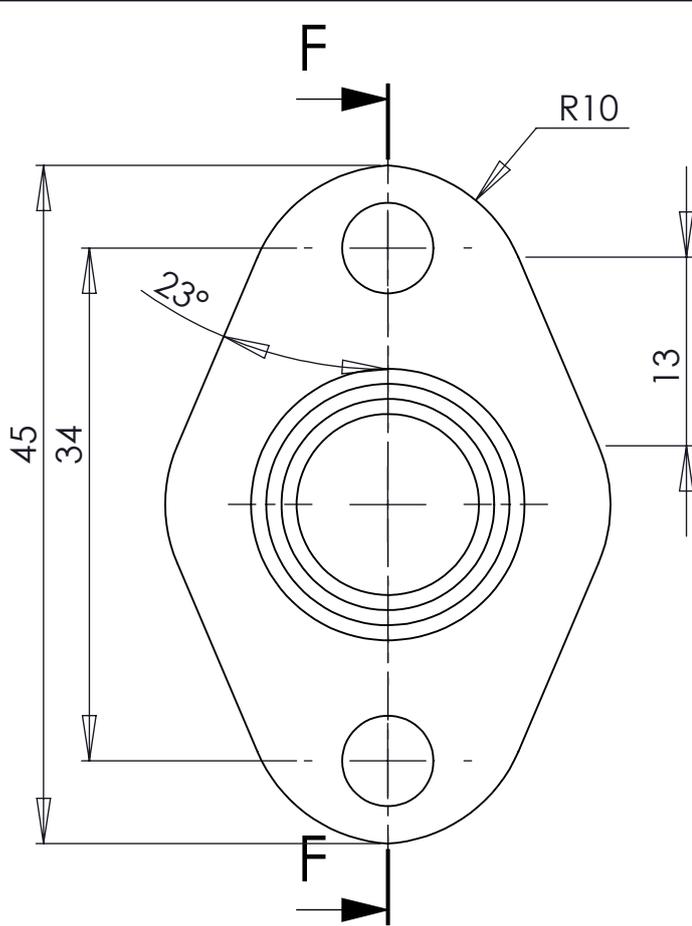
[09] : Mr AMZALI mehdi, AMEUR lounis, AMMAR boussad, Etude et conception d'un outil de découpage-poinçonnage 130-2

[10] : T.SAADI, Mémoire fin d'étude, Étude et conception d'un outil à suivre à bande, UMMTO promotion 2014

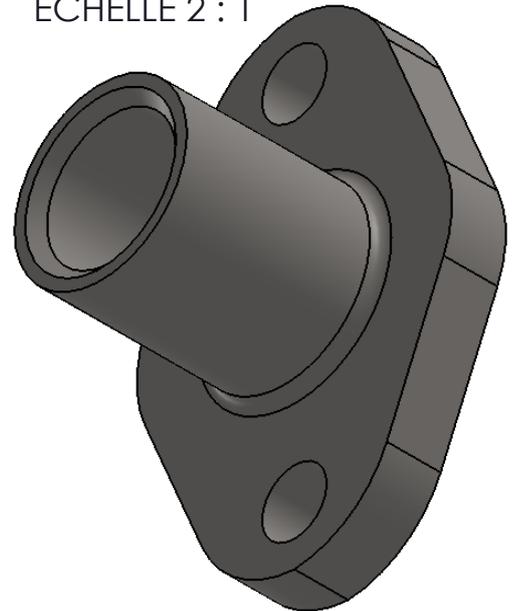
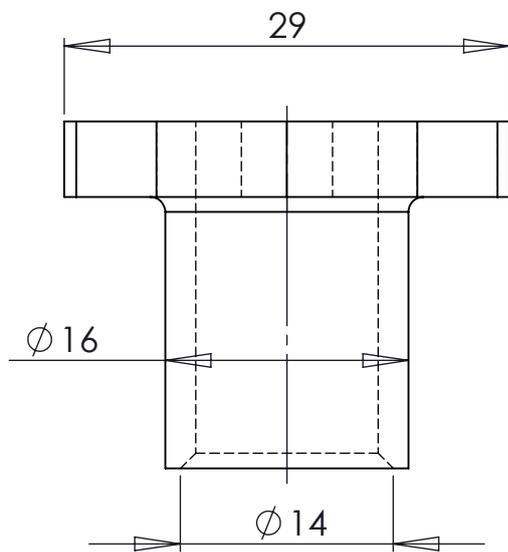
[11] : Etude et conception d'un outil à bande pour la réalisation de la patte de fixation de la nouvelle poignée cuisinière. Réalisé par : Mr O. TEBANI, Mr L. MEGHENEM et Mr S. LOUNAS

[12] : Thèse de Souleymane RAMDE Le 16/12/2010 université de Toulouse III.

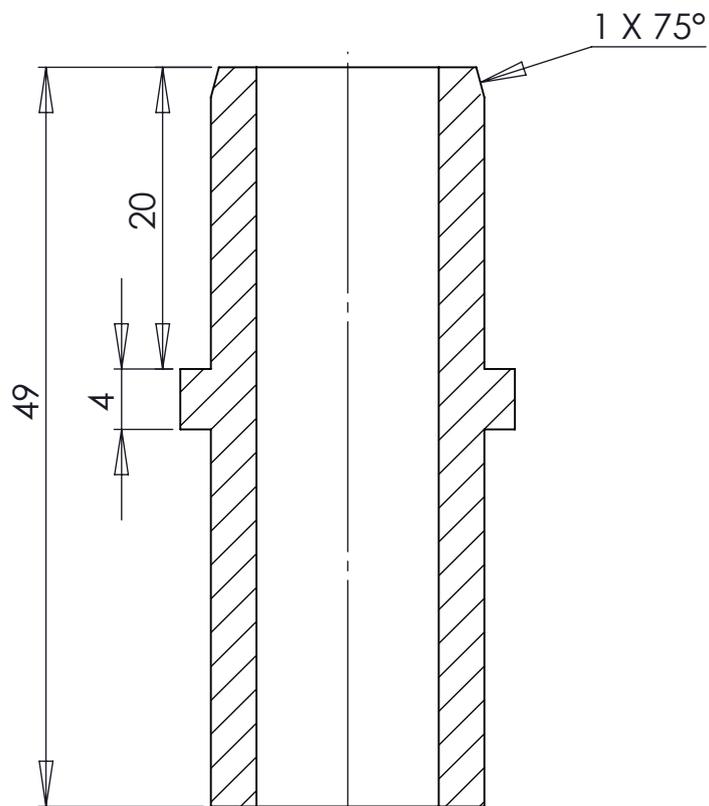
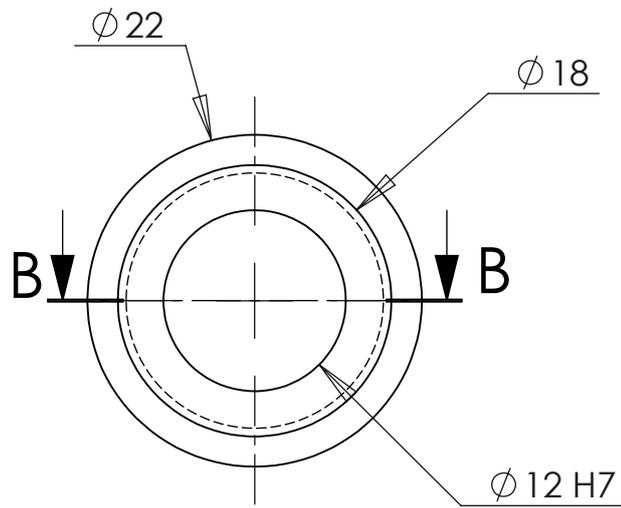
PAUL SABATIER. Titre : Simulation numérique d'une opération de découpage et méthodologie de calcul pour optimiser la qualité de la pièce découpée et les sollicitations de l'outillage.



**COUPE** F-F  
ECHELLE 2 : 1

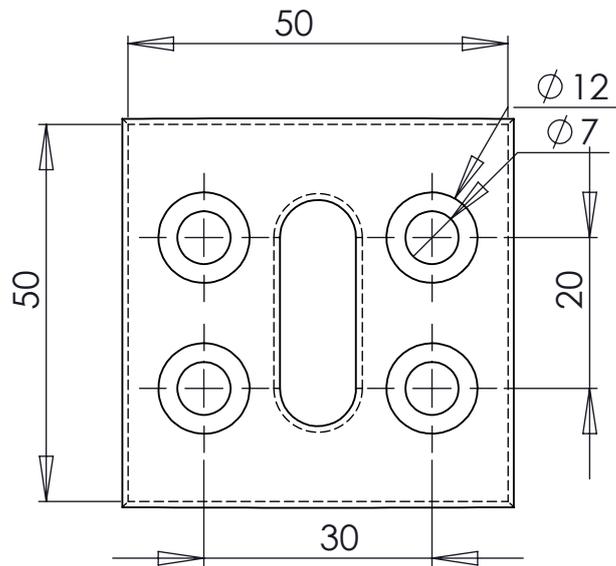
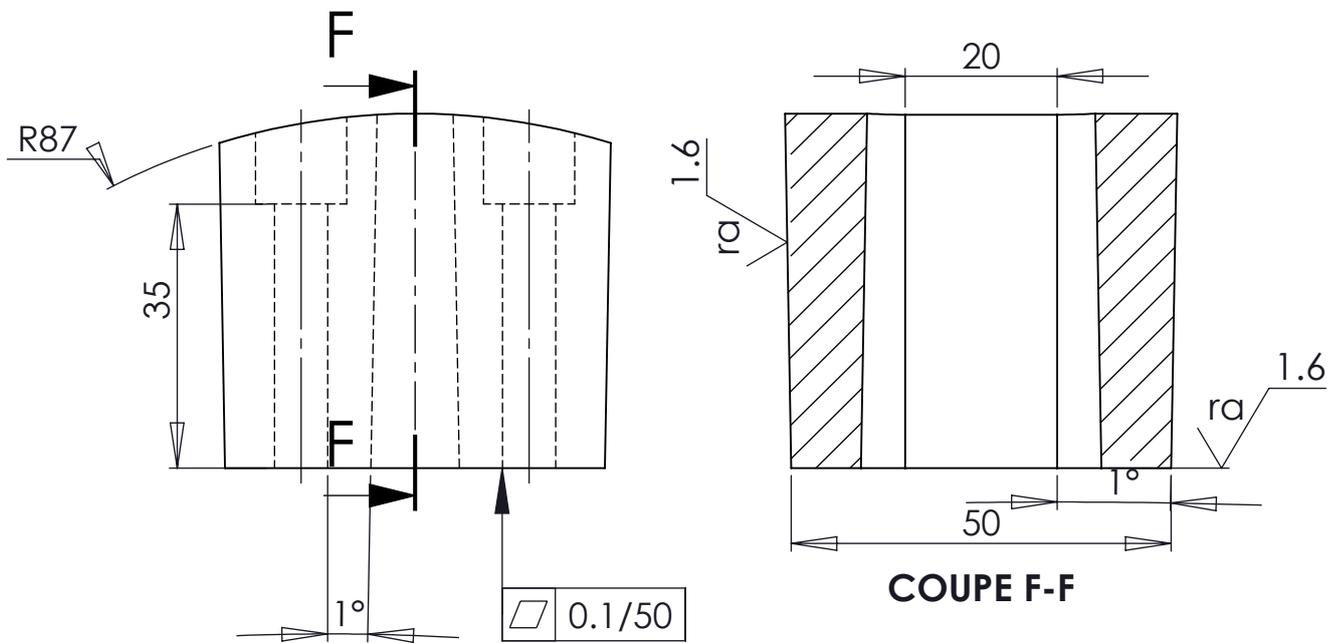


2	13	embase	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE: 2/1		Outil de Poinçonnage		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mébarek
		Partie mobile		PFE
A4		UMMTO-FGC-DGM		08-10-2019



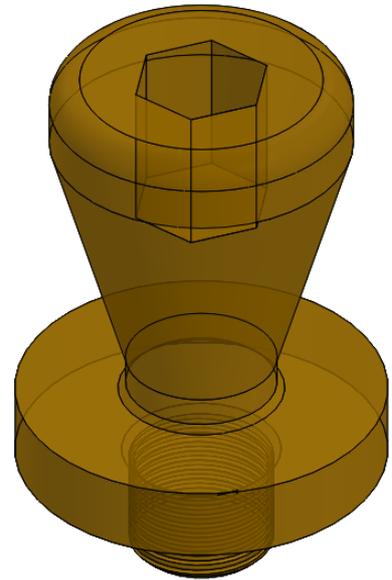
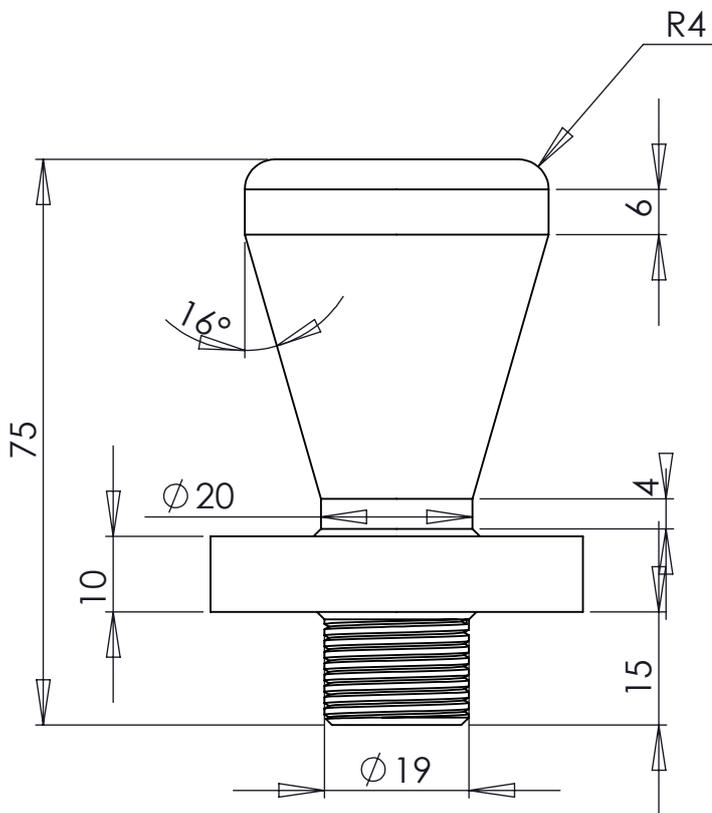
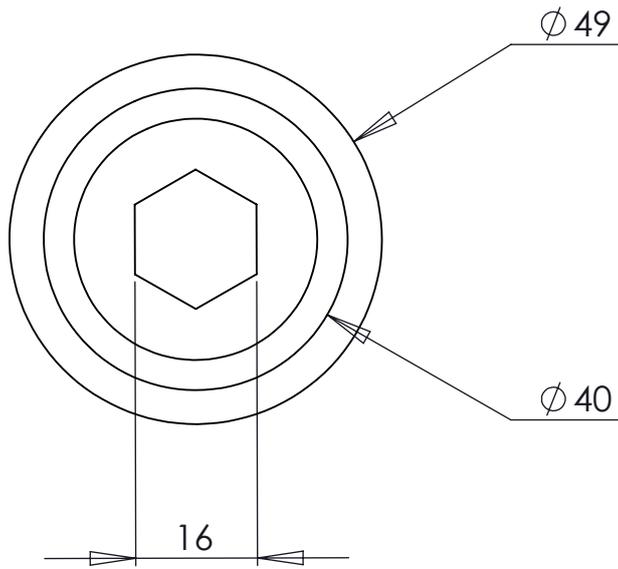
**COUPE B-B**

<b>2</b>	<b>10</b>	<b>Bague de guidage</b>	<b>90MnCrV8</b>	<b>Usiné</b>
<b>NBR</b>	<b>REP</b>	<b>désignation</b>	<b>matière</b>	<b>observation</b>
<b>ECHELLE: 2/1</b>		<b>Outil de Poinçonnage</b>		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		<b>Partie mobile</b>	<b>PFE</b>	
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-DGM</b>	<b>08-10-2019</b>	

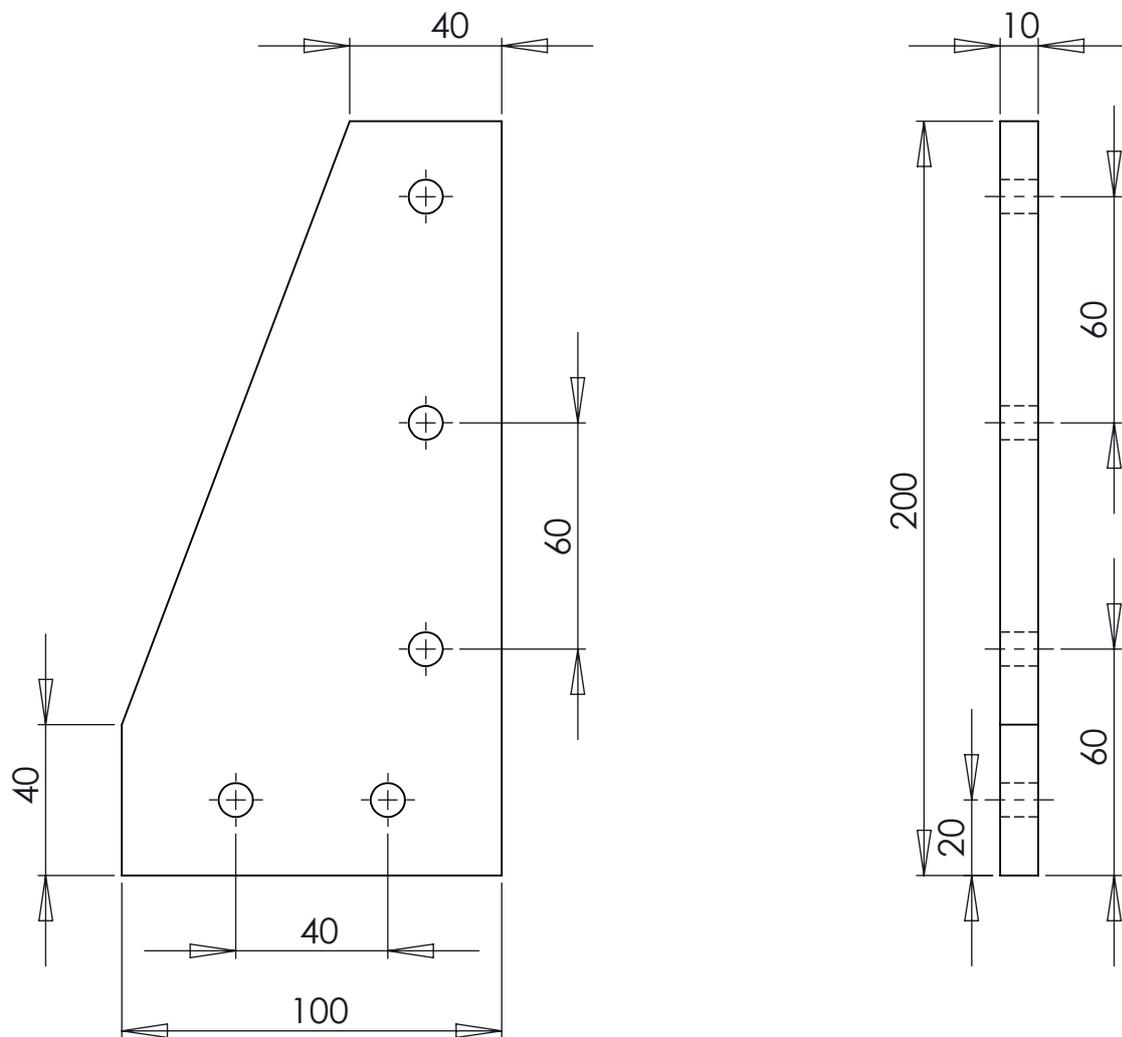


tolérance générale=  $\pm 0.02$   
sauf indication

1	2	Matrice	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE.: 1/1		<b>Outil de Poinçonnage</b>		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		Partie fixe	PFE	
<b>A4</b>		UMMTO-FGC-DGM	08-10-2019	

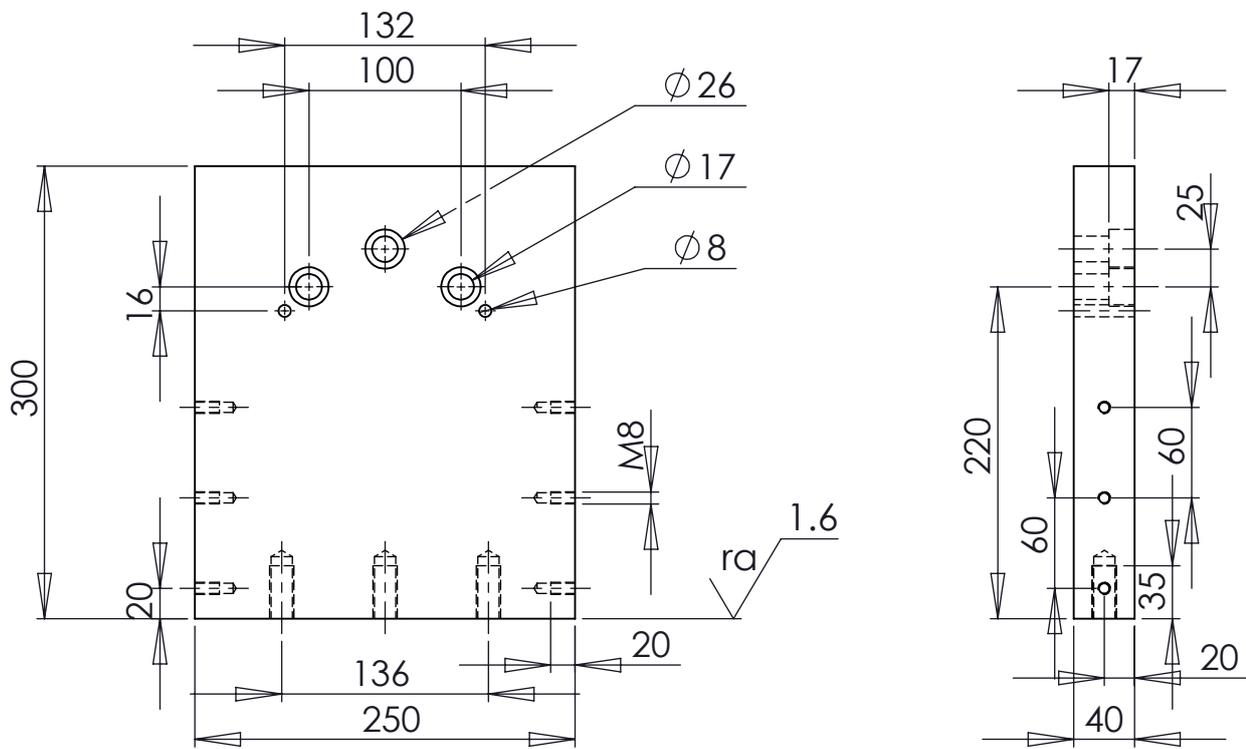


1	15	Nez de broche	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
<b>ECHELLE:</b> 1/1		<b>Outil de Poinçonnage</b>		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		<b>Partie mobile</b>		<b>PFE</b>
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-DGM</b>		<b>08-10-2019</b>

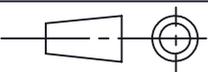


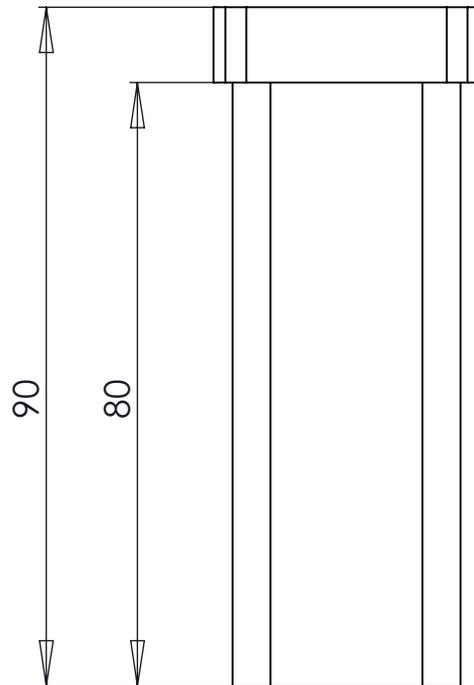
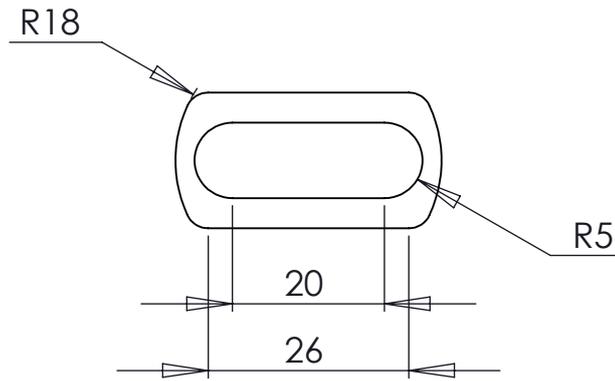
2	5	Plaque de sécurité	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE: 1/2		Outil de Poinçonnage		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		Partie fixe	PFE	
A4		UMMTO-FGC-DGM	08-10-2019	



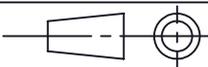


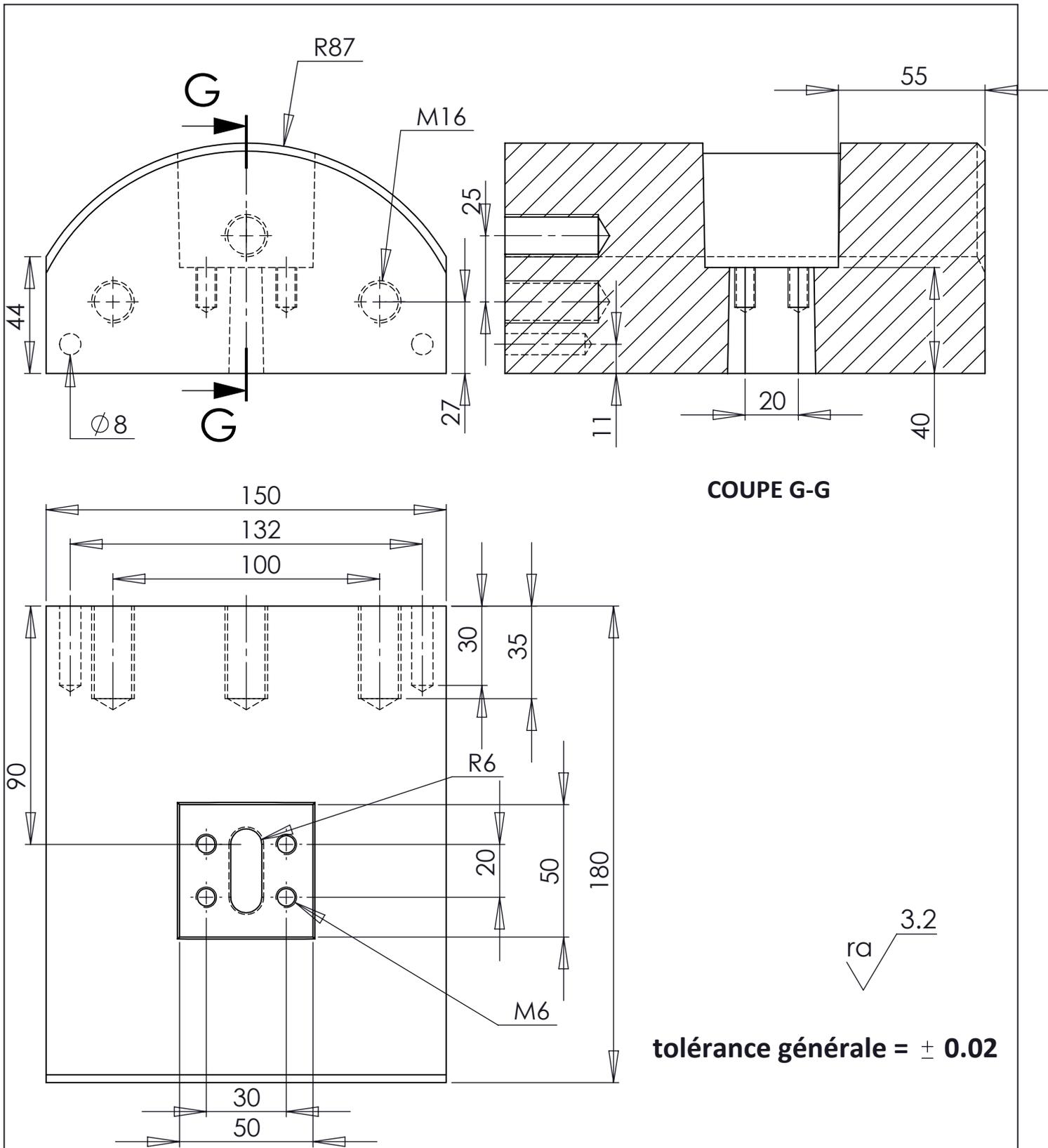
tolérance générale =  $\pm 0.02$   
sauf indication

1	4	Plaque verticale	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE: 1/5		Outil de Poinçonnage		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		Partie fixe		PFE
A4		UMMTO-FGC-DGM		08-10-2019



tolérance générale =  $\pm 0.02$

1	9	Poinçon	X36CrMo17	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE: 1/1		Outil de Poinçonnage		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		Partie mobile		PFE
A4		UMMTO-FGC-DGM		08-10-2019

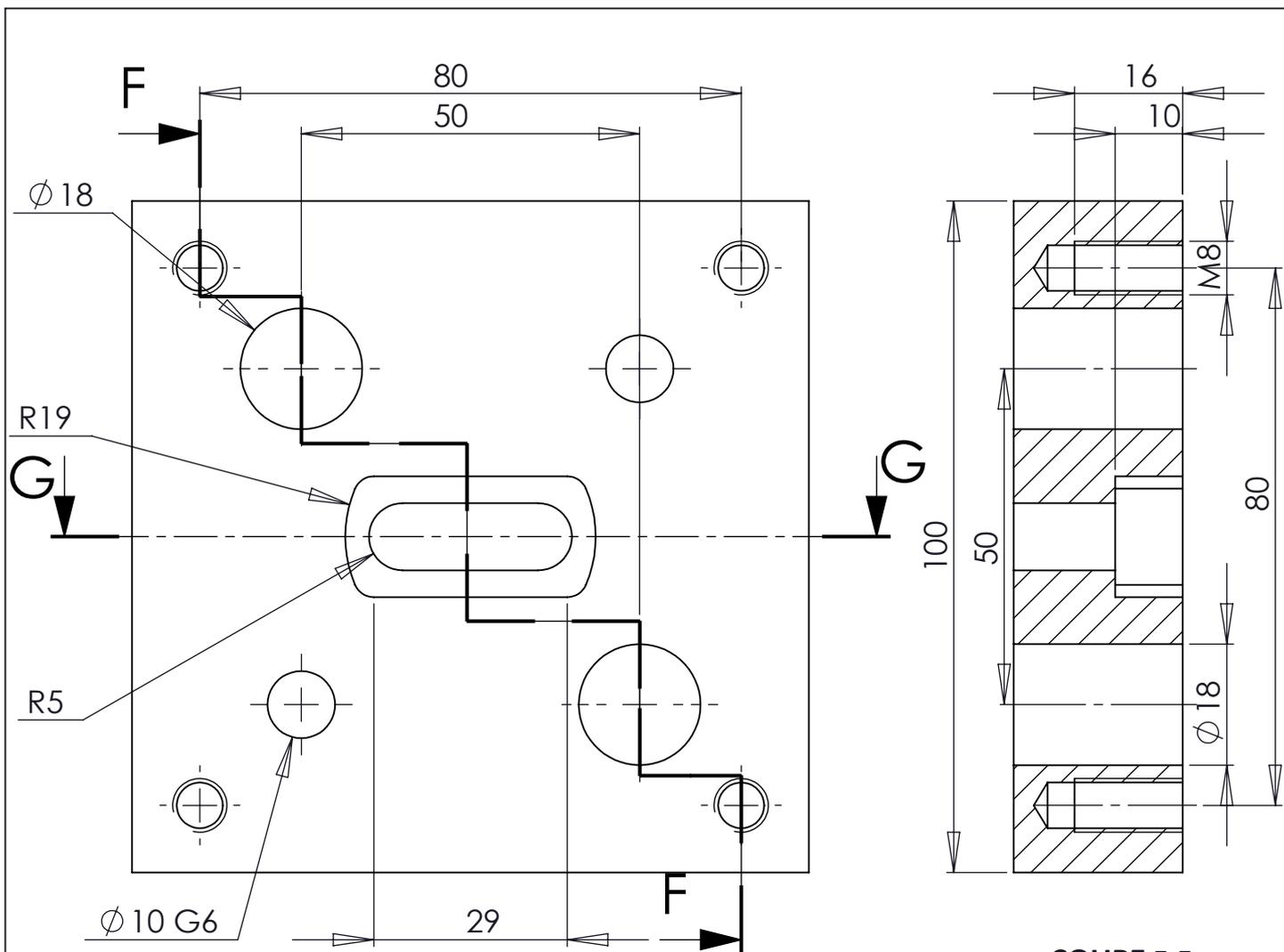


**COUPE G-G**

ra 3.2

**tolérance générale = ± 0.02**

1	3	Porte matrice	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE: 1/2		<b>Outil de Poinçonnage</b>		Realiser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		Partie fixe		PFE
A4		UMMTO-FGC-DGM		08-10-2019

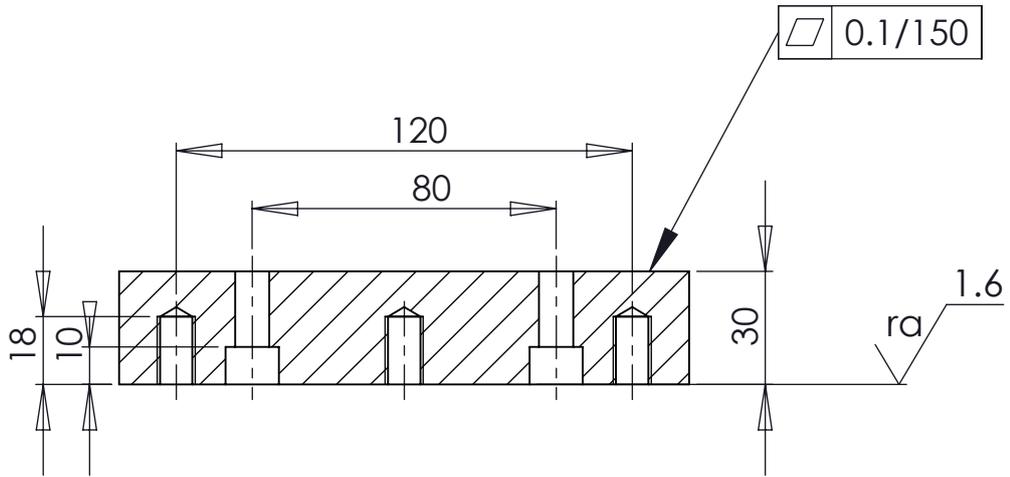
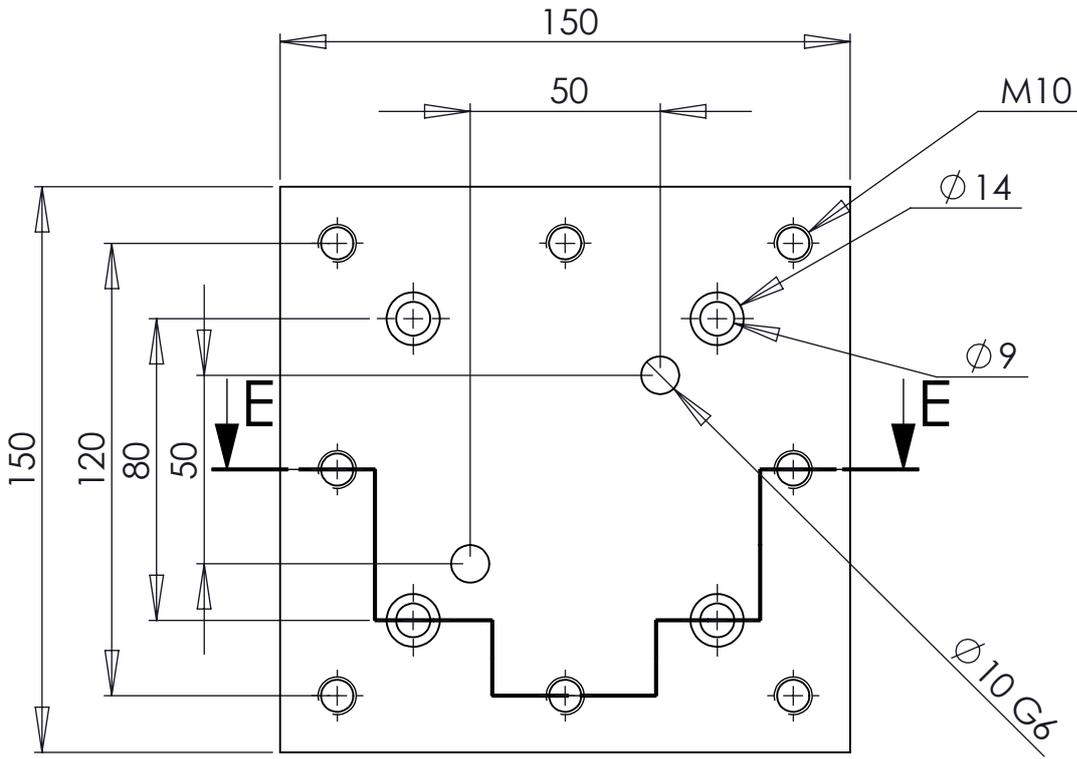


**COUPE F-F**

**COUPE G-G**

tolérance générale =  $\pm 0.02$   
sauf indication

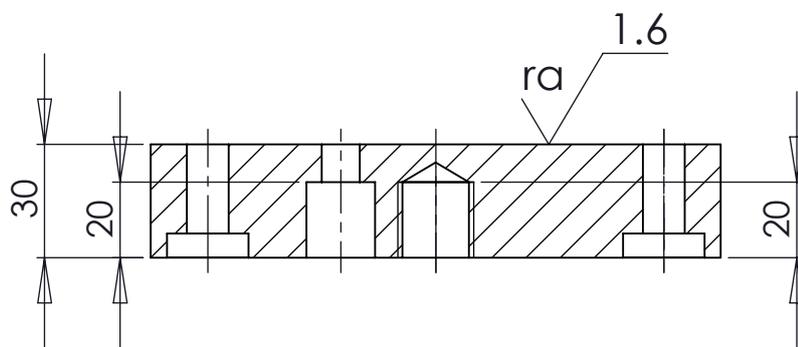
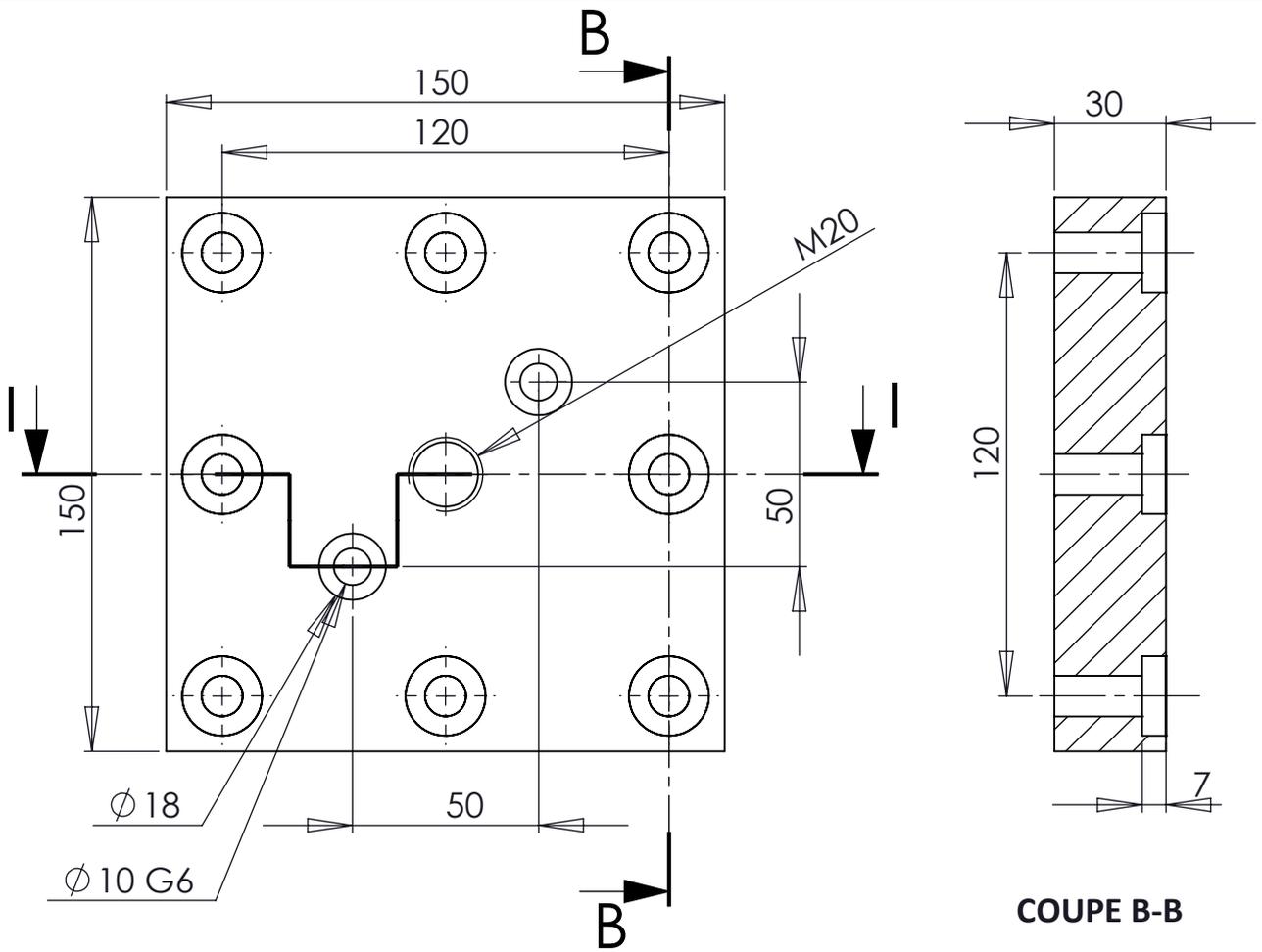
1	8	Porte outil	90MnCrV8	Usiné
NBR	REP	désignation	matière	observation
ECHELLE: 1/2		<b>Outil de Poinçonnage</b>		Realisre par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		<b>Partie mobile</b>		<b>PFE</b>
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-DGM</b>		<b>08-10-2019</b>



**COUPE E-E**

**tolérance générale =  $\pm 0.02$   
sauf indication**

<b>1</b>	<b>7</b>	<b>Semelle</b>	<b>90MnCrV8</b>	<b>Usiné</b>
<b>NBR</b>	<b>REP</b>	<b>désignation</b>	<b>matière</b>	<b>observation</b>
<b>ECHELLE: 1/2</b>		<b>Outil de Poinçonnage</b>		<b>Realiser par:</b> - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		<b>Partie mobile</b>		<b>PFE</b>
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-DGM</b>		<b>08-10-2019</b>

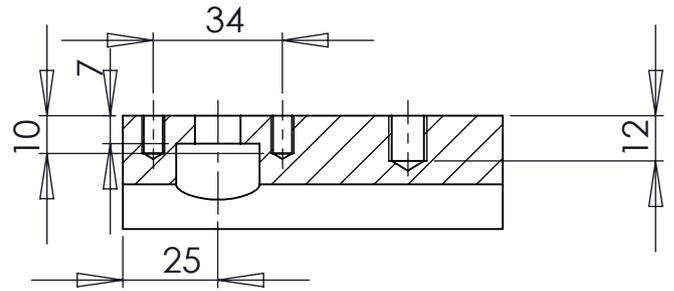
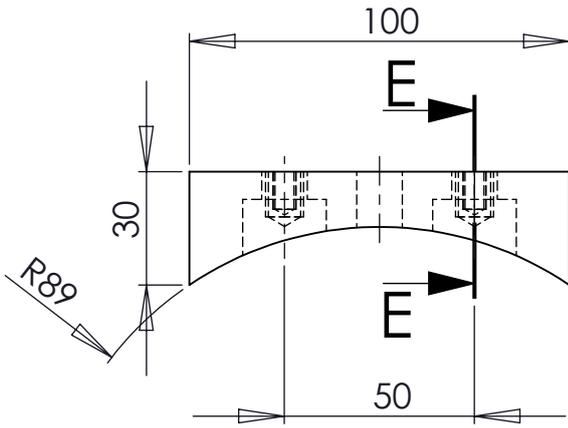


**COUPE B-B**

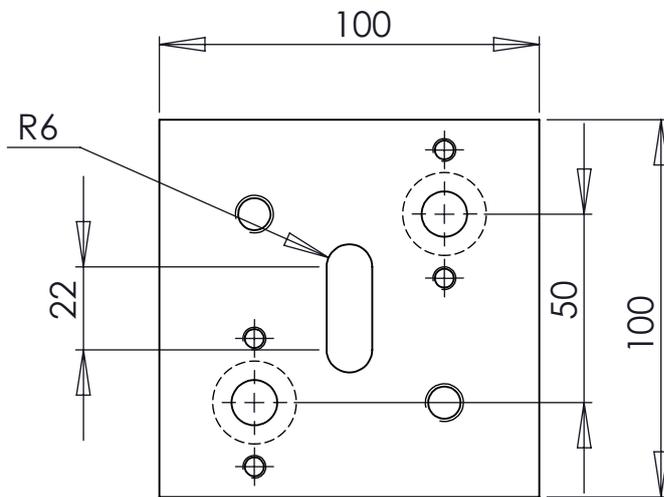
**COUPE I-I**

**tolérance générale = ± 0.02  
sauf indication**

<b>1</b>	<b>14</b>	<b>Semelle supérieure</b>	<b>90MnCrV8</b>	<b>Usiné</b>
<b>NBR</b>	<b>REP</b>	<b>désignation</b>	<b>matière</b>	<b>observation</b>
<b>ECHELLE: 1/2</b>		<b>Outil de Poinçonnage</b>		<b>realiser par :</b> - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		<b>Partie mobile</b>		<b>PFE</b>
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-DGM</b>		<b>08-10-2019</b>

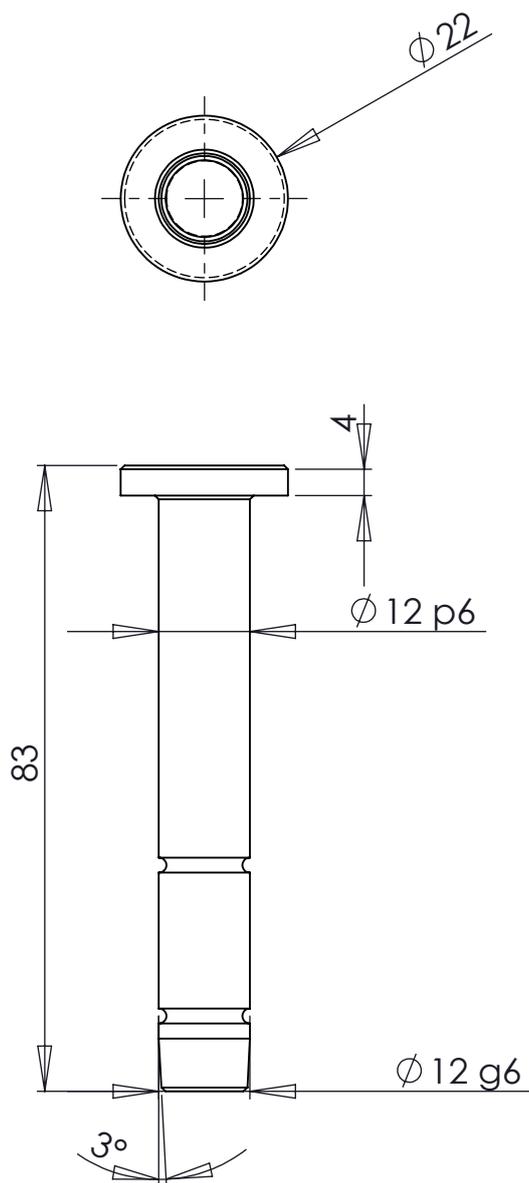


**COUPE E-E**

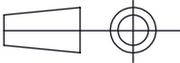


**tolérance générale =  $\pm 0.02$**

<b>1</b>	<b>12</b>	<b>Serre flan</b>	<b>90MnCrV8</b>	<b>Usiné</b>
<b>NBR</b>	<b>REP</b>	<b>désignation</b>	<b>matière</b>	<b>observation</b>
<b>ECHELLE: 1/2</b>		<b>Outil de Poinçonnage</b>		<b>Realiser par:</b> - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		<b>Partie mobile</b>	<b>PFE</b>	
<b>A4</b>		<b>UMMTO-FGC-DGM</b>		<b>08-10-2019</b>



tolérance générale =  $\pm 0.02$   
sauf indication

NBR	REP	désignation	matériau	observation
2	11	Tige de guidage	90MnCrV8	Usiné
ECHELLE: 1/1		Outil de Poinçonnage		Réaliser par: - AYAD anis - DJEBBAR mebarek
		Partie mobile		PFE
A4		UMMTO-FGC-DGM		08-10-2019