



Mémoire de fin d'études

*EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DU MASTER EN GENIE
MECANIQUE
SPECIALITE : FABRICATION MECANIQUE ET PRODUCTIQUE*

Thème :

**Étude et conception d'un outil à
suivre à bande.**

Proposé par :

Mr: B. TABECHE

Etudié par:

Mr: T.SAADI

Dirigé par:

Mr: K. HACHOUR

Promotion 2014

Remerciements

Nous remercions tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné la foi et le courage pour accomplir ce projet.

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

Nous exprimons notre reconnaissance à tout le personnel de l'unité de prestation technique (UPT) de l'ENIEM Oued Aissi, pour nous avoir dirigé et orienté pendant toute la durée de notre stage au sein de l'ENIEM.

Nos plus vifs remerciements vont aussi à tous les membres de jury pour avoir accepté d'honorer par leur jugement notre travail.

Sans oublier nos parents qui ont sacrifié jusqu'aujourd'hui, aussi leurs encouragements incessants tout le long de notre parcours.

Enfin, nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Dédicaces

***Il m'est agréable de saisir cette occasion pour
Dédier ce travail à toute ma famille:***

Mes parents.

Mes frères et sœurs.

***Tous mes amis (es) et tous ceux qui mon aidé de près
ou de Loin.***

SOMMAIRE

Introduction.	01
Présentation de l'entreprise et du sujet.	02
Chapitre I : procédés de mise en forme des pièces mécaniques	
I-1) Introduction.....	01
I-2) Le découpage	01
I-2-1) Définition de découpage	01
I-2-2) Principe	01
I-2-2-1) Aspect d'une coupe	02
I-2-2-2) Angles des lames et Effets de coupe	03
▶ L'angle tranchant	
▶ effet de coupe	
I-2-3) Différentes Types de découpage.....	04
I-2-3-A) Le grignotage	
I-2-3-B) Crevage.....	
I-2-3-D) Ajourage	05
I-2-3-E) Détourage	
I-2-3-F) Soyage.....	06
I-2-4) Jeu de découpage	06
I-2-5) Effort de découpage et Effort d'extraction	07
I-3) Le poinçonnage.....	08
I-3-1) Définition de poinçonnage.....	
I-3-2) Principe.....	
I-3-3) efforts de poinçonnage dans différentes matières	10
I-3-4) Avantages et inconvénients du poinçonnage.....	10
a) Avantages	
b) Inconvénients.....	

Chapitre II : Les machines utilisées.

II-1) Introduction	11
II-2) différentes presses mécaniques.....	
II-2-1) selon le mode de transmission d'énergie.....	
II-2-1-1) Les presses mécaniques	
A) Mécanismes de commandes	13
▶ Système bielle manivelle	
▶ Système excentrique	14
▶ Système à genouillère	
▶ Système à came.....	15
B) Embrayage.....	16
▶ Embrayage par friction	
▶ Embrayage par clavette pivotante	
▶ Embrayage par électropneumatique	17
II-2-1-2) Les presses hydrauliques.....	18
II-2-2) Selon la forme du bâti	20
II-2-2-A) Presses à col de cygne	
II-2-2-B) Presses à arcade.....	21
II-2-2-C) Presse à montant droit	22
II-2-2-D) Presses à colonne	
II-2-2-E) Presse à table mobile et bigorne	23
II-2-3) Selon le nombre de coulisseaux	24
II-2-3-A) Presses simple effet	
II-2-3-B) Presses double effet	
II-2-3-C) Presses à triple effet	25
II-3) Critères de choix d'une presse	
II-4) sécurités sur les presses	26
II-5) Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et mécanique	28

Chapitre III : Les outils des presses.

III-1) Introduction	29
III-2) Les éléments principaux des outils.....	
III-2-1) Poinçon	30
III-2-2) Matrice	
III-2-3) Dépouille.....	31
III-3) Affûtage	32
III-4) Quelques types d'outil de presse.....	
III-4-1) Outils de découpage	
III-4-1-1) Outil découvert	
▶ Outil simple découvert	
▶ Outil découvert à butées.....	33
III-4-1-2) Outil à contre plaque.....	34
▶ À engrenage	
▶ À couteau	35
▶ à presse bande	
III-4-2) Outil suisse (outil bloc)	36
III-4-3) Outil de détournage	37
III-4-3-1) Outil de détournage normal	
III-4-3-2) Outil de détournage à Ras	38
III-4-3-3) Outil de détournage-poinçonnage	
III-4-4) Les outils de reprise	39
III-4-5) Outil de poinçonnage à serre-flan	40
III-4-6) Outil combiné	
III-4-7) Outil à came	41
III-4-8) Outil monté sur une presse à simple effet	42
III-4-8-1) Outil direct	
III-4-8-2) Outil inverse	43
III-5) Montage des outils sur les presses	44
III-5-1) Petites presses	
▶ Partie inférieur de l'outil	
▶ Partie supérieur de l'outil	45
III-5-2) Grosses presses	
III-6) Les matériaux utilisés	
III-7) Graissage des outils.....	46

Chapitre IV : Etude et conception de l'outil.

IV-1) Introduction.....	47
IV-2) Cahier de charge.....	
IV-2-1) travail demandé.....	49
IV-3) Calcul des efforts	
IV-3-1) Calcul de l'effort de découpage et poinçonnage	50
IV-3-2) Effort de dévêtissage $F_{dév}$	54
IV-3-3) Calcul de l'effort fourni par la presse F_{pr}	
IV-4) Choix des ressorts	55
IV-5) choix de la presse à utiliser	57
IV-6) Calcul des poinçons à la résistance	58
IV-7) Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie)	61
IV-8) détail de l'outil	63

Conclusion générale

Liste des figures

Figure1 : principe de découpage.	1
Figure 2: Aspect des pièces cisailées.	2
Figure3 : effet de coupe et l'angle tranchant.	3
Figure4 : Le grignotage.	4
Figure5 : crevage.	4
Figure6 : Ajourage.	5
Figure7 : Détourage.	5
Figure8 :soyage.	6
Figure9 : jeu de découpage.	6
Figure10 : poinçonnage.	9
Figure 11 : presse mécanique à monobloc [HBRET].	12
Figure 12: Système bielle-manivelle.	13
Figure 13: Système excentrique.	14
Figure 14: Système a genouillère.	15
Figure 15: Système à came.	15
Figure 16: Schéma d'un système à embrayage par friction.	16
Figure 17: Embrayage par clavette pivotante.	17
Figure18 : presse hydraulique.	19
Figure 19 : principe de Pascal.	19
Figure 20 : presses hydrauliques à bâti à col de cygne [HBRET].	20
Figure 21 : presses hydrauliques à arcade [BLISS].	21
Figure 22 : presses hydrauliques à quatre colonnes [HBRET].	22
Figure 23 : Presse à table mobile et bigorne.	23
Figure 24 : Presses à double effet.	24
Figure25 : Presses à triple effet.	25
Figure 26 : presse à barrage immatériel.	26
Figure 27 : presse à protection bi manuelle.	27

Liste des figures

Figure 28 : presse avec un isolons de la zone dangereuse.	27
Figure 29 : Poinçon	30
Figure 30: schématisation du procédé du poinçonnage	30
Figure31 : angle de dépouille de la matrice de 2° à 3°	31
Figure32 : angle de dépouille de la matrice de 1°	31
Figure33 : rectification d'une matrice	32
Figure 34 : outil simple découvert.....	33
Figure 35 : Outil découvert à butées	33
Figure 36 : Outil à engrenage	34
Figure 37 : Outil à presse bande.....	35
Figure 38 : outil suisse	36
Figure 39: Outil de détournage normal	37
Figure 40: Outil de détournage à Ras.....	38
Figure 41: Outil de détournage-poinçonnage.....	38
Figure42 : deux outils de reprise faite avec Solidworks	39
Figure 43: Outil de poinçonnage à serre-flan.	40
Figure 44 : Outil combiné	40
Figure 45 : Outil à came	41
Figure 46 : Outil direct.....	42
Figure 47 : Outil inverse.....	43
Figure 48 : plateau de presse.	44
Figure 49: les modes de fixation de la semelle au plateau	44
Figure 50: Les rainures sur le coulisseau et le plateau	45
Figure 51 : la forme de la pièce à réaliser	47
Figure 52(A) : dessin de définition de la pièce	48
Figure 52(B) : outil de découpage et poinçonnage	49
Figure 53 : les différentes opérations sur la bonde.....	50

Liste des figures

Figure 54: découpage de pas.	51
Figure 55 : poinçonnage	52
Figure 56: découpage de forme	53
Figure 57 : schéma de dimensionnement d'un ressort	55
Figure 58 : Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie)	61

Liste des tableaux

Tableau 1: Résistance au cisaillement R_c de quelques matériaux.....	7
Tableau 2 : avantages et inconvénients des presses.....	28
Tableau 3: Les différents matériaux utilisés.....	46
Tableau 4 : ressorts à charge forte.....	56
Tableau 5: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur Réelle L	59
Tableau 6: centre d'inertie des efforts de découpage	62

INTRODUCTION

La conception, la fabrication est la mise au point des pièces à partir des métaux par le procédé de mise en forme. L'objectif de cette dernière est de conférer à une pièce des dimensions situées dans un intervalle de tolérances données ainsi que des caractéristiques précises.

Parmi les principaux procédés qui permettent d'assurer la production en grande série, se trouve le procédé de formage. Ce dernier réunit plusieurs techniques dont on peut citer (plusieurs types de découpage tels que le crevage, encochage, ajourage, grignotage, détournage et la technique de poinçonnage...

La production de chaque pièce réclame la mise au point d'un outillage approprié. Alors l'unité de présentation technique (UPT) de l'ENIEM, nous a confié de faire une : étude et conception d'un outil pour la réalisation d'un support de thermostat (RGN), la géométrie de cette pièce nous a mené à utiliser les procédés suivants : le poinçonnage, le découpage afin d'arriver à l'obtention de la pièce finie.

L'étude de cet outil est réalisée d'une manière à satisfaire certaines exigences notamment une longue durée de vie, bas prix de revient, le montage et démontage facile.

Pour ce faire, le travail a été réparti comme suit :

Partie1

Elle est réservée pour la présentation de l'entreprise et de sujet.

Partie2

Cette partie comporte 4 chapitres :

Le premier chapitre sur les principaux travaux de mise en forme par déformation plastique.

Le deuxième sur les machines utilisées.

Le troisième sur les outils utilisés dans les différentes opérations de mise en forme

Le quatrième est consacré pour les différents calculs de coupe et le choix de la presse à utiliser.

Le travail ainsi effectué nous permet de tirer une conclusion générale.

1.1-Création et Evolution de l'ENIEM :

1.1.1-Création de l'ENIEM :

Le projet d'imputation du complexe d'appareils ménagers (CAM) est inscrit par extrait dans le cadre du premier plan quadriennal 1970/1973 à la date du 02/08/1971.

La SONELEC (Société nationale de fabrication et de montage de matériel électrique et électronique) signera alors avec un Consortium Allemand une convention pour la réalisation d'un complexe d'appareils ménagère à TIZI-OUZOU, ceci au terme de plusieurs négociations avec le constructeur DIAG (Groupe Allemand de construction de génie civil).

Le complexe d'appareil (CAM), sera définitivement mis en place en 1977, dans la zone industrielle d'OUED-AISSI à une dizaine de Km à l'Est du chef-lieu de wilaya.

La superficie totale est de 55 Hectares dont 12,5 HT couverts, il est entré en production le 16/06/1977.

1.1.2-L'Evolution de l'ENIEM :

L'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager est issue de la restructuration de la société nationale de fabrication et de montage des matériaux électrique (SONELEC), par décret présidentielle N°83/19 Du 02/01/1983, depuis quelques années dont le siège social est à TIZI-OUZOU.

Elle est indépendante de l'état après la signature des statuts de l'ENIEM (elle a été sous la tutelle des holdings SGP) mécanique et électronique (MOEMELEC).

L'ENIEM a été chargé de la production et de la commercialisation des produits électroménager et disposait à sa création de :

- Complexe d'appareil ménager (CAM) de TIZI-OUZOU, entré en production en juin 1977.
- L'unité lampes de Mohamadia (ULM) entrée en production en février 1979.

- **Capital Social :**

-Le 08 octobre 1989, l'ENIEM a été transformé juridiquement en société par action, avec un capital de 40.000.000,00 DA dans le cadre des mesures d'assainissement arrêtée par la direction centrale du trésor public.

-En juillet 1993, le capital de l'entreprise a été porté à 2.957.500,00 DA dont les actions sont réparties comme suit :

- ★ 76,82% : Fonds de participation.
- ★ 21,93% : Fonds de participation des ventes.
- ★ 1,25% : fonds de participation en biens d'équipements.

- Depuis mai 1994, la totalité des actions est détenus par le fonds de participation électronique, télécommunication et informatique (ETI), ce fond qui a été érigé en holding est la dénomination Heelit depuis (04 juillet 1996).

1.2-Mission et Objectifs de l'ENIEM :

1.2.1-Mission de l'ENIEM :

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

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

● Mission des Unités :

-Unité Froid : elle est chargée de la production des équipements, produits et composants relevant du domaine du froid (réfrigérateur).

-Unité Cuisson : elle s'occupe de la production des équipements produits et composants relevant du domaine de la cuisson (cuisinière).

-Unité Climatisation : elle assure la production des équipements, et composants relevant du domaine de la cuisson (cuisinières).

-Unité Climatisation : elle assure la production des équipements , produits et composants relevant du domaine

De la climatisation (climatiseurs et petit appareils ménagers).

-Unité Prestation Technique : elle réalise des travaux ou prestations technique et service pour le compte des autres unités ou pour des clients externes.

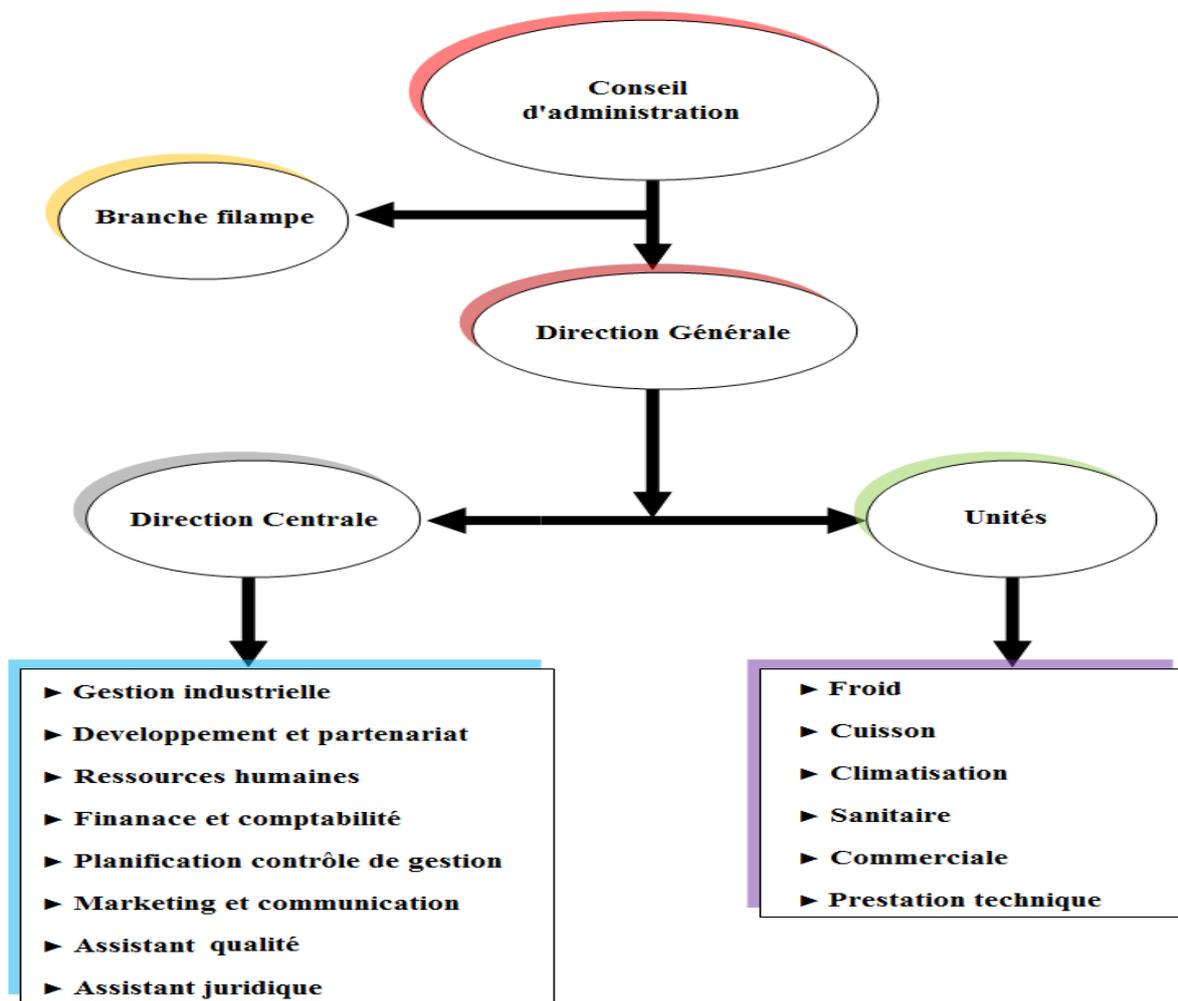
-Unité Commerciale : elle est chargée de la commercialisation des produits fabriqués par les unités de production, son effectif est de 165 agents.

1.2.2-Objectif de l'ENIEM :

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

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

1-2-3) Organisation générale de l'entreprise :



Chapitre I

**Procèdes de mise en forme des tôles
minces**

I-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 le cisaillement (découpage, poinçonnage . . . etc...), pliage et emboutissage...etc.

I-2) Le découpage :

I-2-1) Définition de découpage :

Le découpage est un procédé de fabrication des pièces. Qui consiste à cisiller 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'ajouter une pièce (exemple : une perforation).

I-2-2) 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 cisiller la tôle sur sa profondeur en donnant la forme de la pièce désirée.

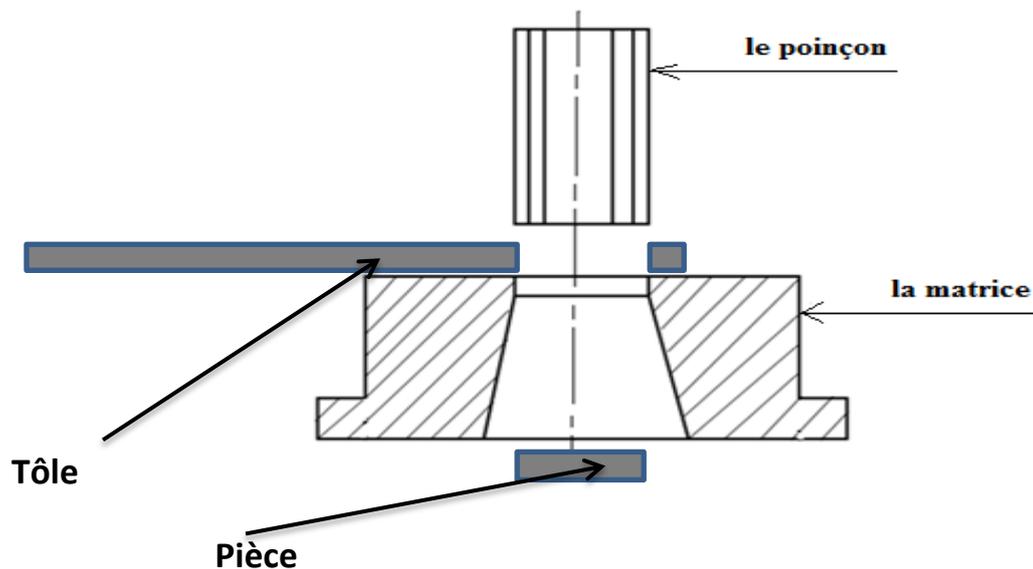


Figure1 : principe de découpage

I-2-2-1) 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 cisailier, le jeu entre la lame mobile et le serre-flan est donné par :

$$\text{Jeu} \leq 0.15. e$$

$$\text{Jeu} = 0.03. e \text{ pour les aciers doux}$$

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 θ varie entre 50° et 90° selon la dureté du métal, et β l'angle de rupture, c'est une constante pour un métal donné. Pour les aciers durs $\beta = 4^\circ$ et pour les aciers doux $\beta = 6^\circ$.

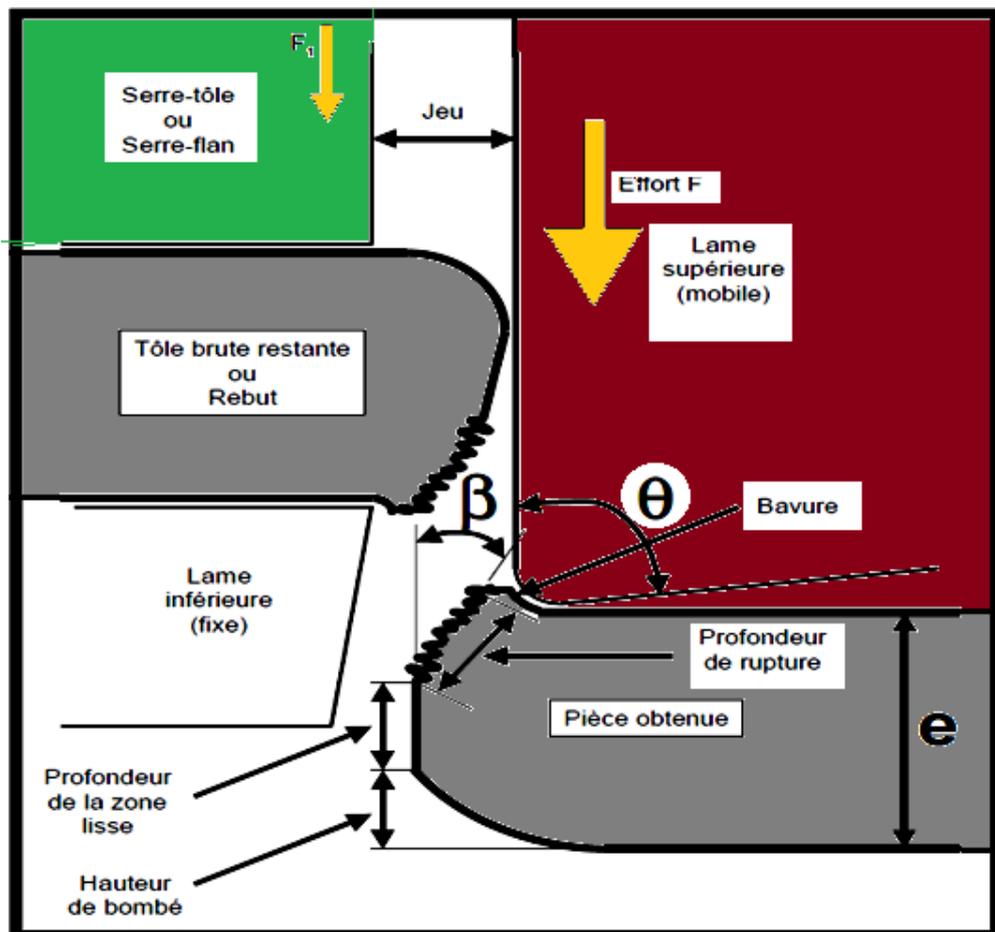


Figure 2: Aspect des pièces cisillées

I-2-2-2) Angles des lames et Effets de coupe :

► L'angle tranchant :

C'est l'angle qui permet d'avoir l'arête tranchante des lames, varie entre 80° et 90° selon le type de cisaille. (Figure 3)

► Effet de coupe :

F_1 : 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 F_2 , 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 3)

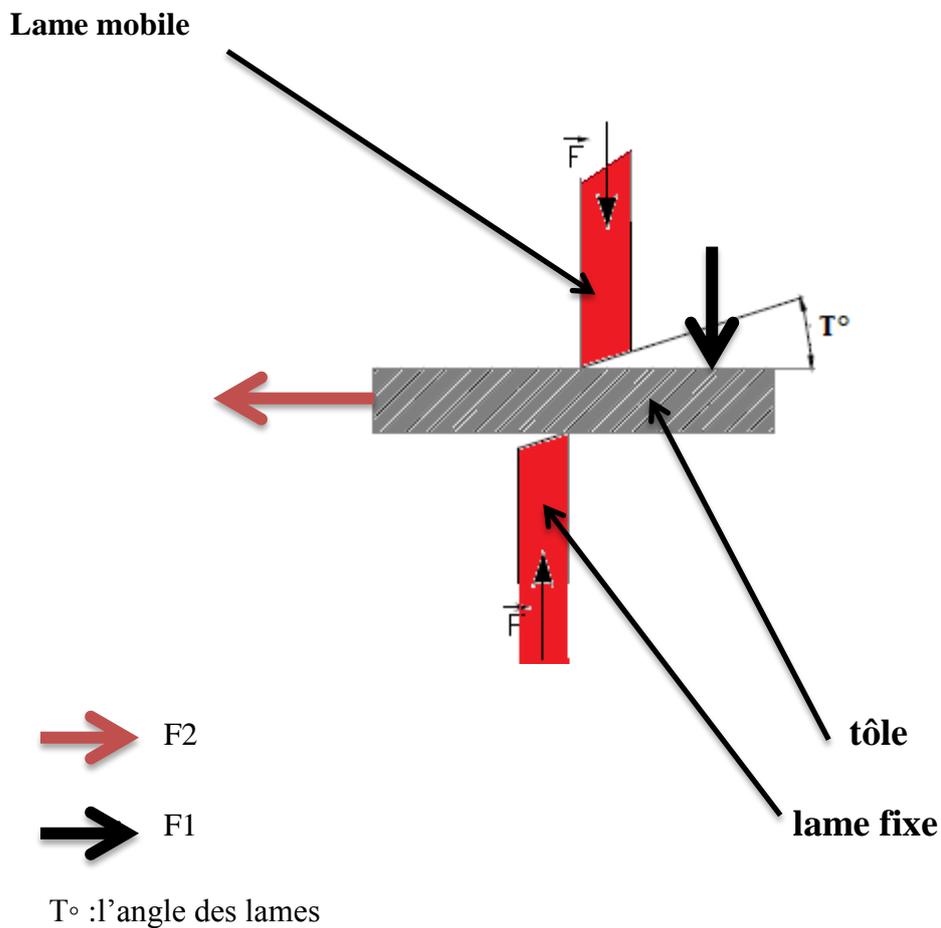
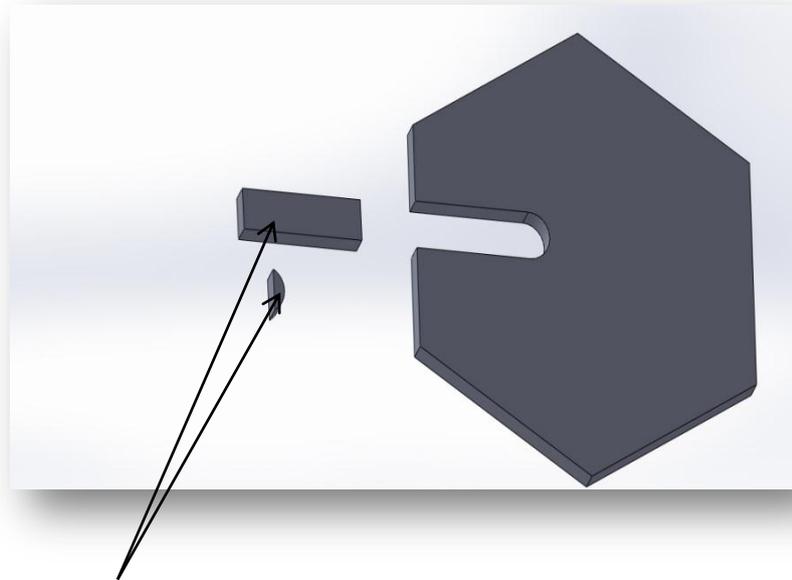


Figure3 : effet de coupe et l'angle tranchant

I-2-3) Différentes Types de découpage :**I-2-3-A) Le grignotage :**

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



Les chutes

Figure4 : Le grignotage

I-2-3-B) Crevage :

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

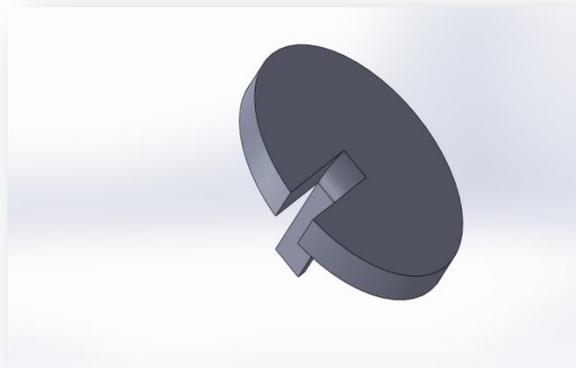


Figure5 : crevage

I-2-3-D) Ajourage:

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

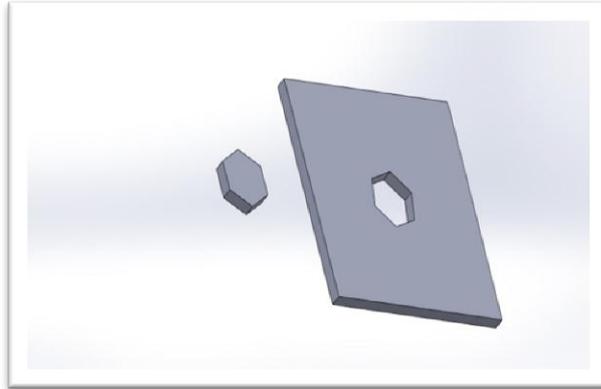


Figure6 : Ajourage

I-2-3-E) 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.

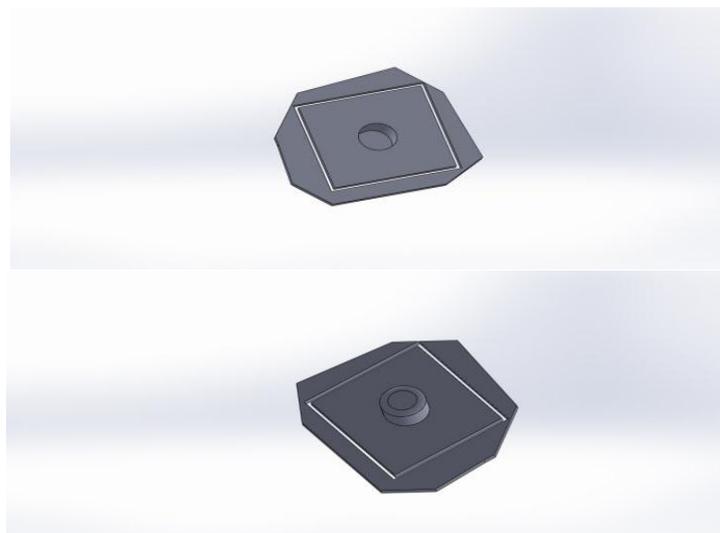
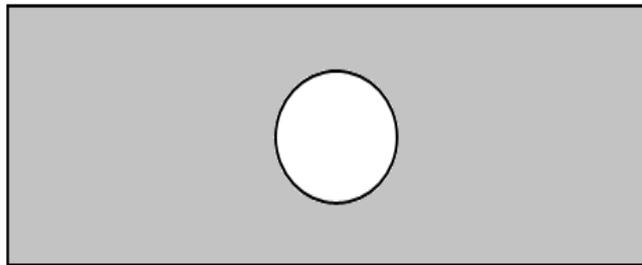


Figure7 : Détourage.

I-2-3-F) 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.



Plaque troué



Relevage les bords du trou (collet)

Figure8 :soyage**I-2-4) Jeu de découpage :**

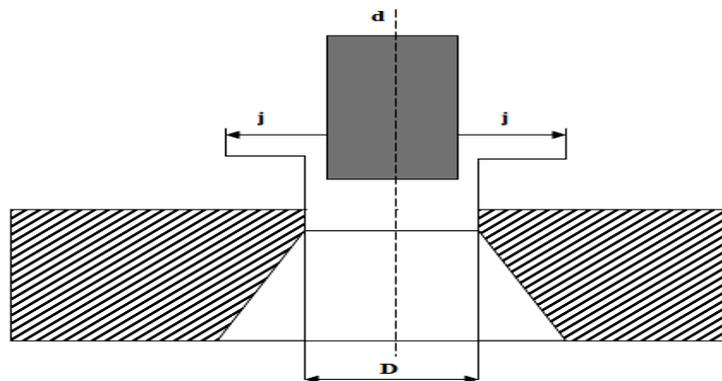
C'est l'un des paramètres les plus importants dans le découpage. Ce jeu est l'écart entre les arêtes de coupe de poinçon et la matrice. Il influe sur les bords de la pièce obtenue.

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

-pour le poinçonnage le jeu est a 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

**Figure9 : jeu de découpage**

I-2-5) Effort de découpage et d'extraction :**► 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.

$$F = P \times e \times Rc$$

Avec :

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

e: épaisseur de la surface à découpé en mm;

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

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

Tableau 1: Résistance au cisaillement Rc de quelques matériaux

► 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 :

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

I-3) Le poinçonnage :

I-3-1) Définition de poinçonnage :

Le poinçonnage est un procédé par cisailage des tôles. La tôle est coincée entre un poinçon et une matrice. La descente du poinçon dans la matrice découpe le matériau comme le ferait une paire de ciseaux. En principe il n'y a pas de limite au poinçonnage, seule la puissance de la machine limite l'épaisseur des matériaux à découper en fonction des caractéristiques mécaniques du Matériau. Ce procédé permet d'obtenir de grandes précisions de découpe.

I-3-2) Principe :

On considère que le poinçonnage est un cisailage de forme fermée, donc par conséquence comme pour le cisailage, c'est un glissement de métal dans un plan transversal entre deux barres, sans que celles-ci se déforment et ne cessent d'être parallèle. Le débouchage du trou est exécuté à l'aide d'un poinçon et d'une matrice, deux outils comparables aux lames de cisaille.

Le poinçonnage se fait à plusieurs étapes :

a) l'impact : provoque un gonflement dans la surface de la pièce. (**Figure A**)

b) pénétration : Fibres superficielles coupées et Fibres internes en extension. (**figure B**)

c) Decoupage: Forte contrainte de compression, dépassement de la limite élastique donne naissance à des fissures de la tôle entre le poinçon et la matrice. (**Figure C**)

d) Separation : Rupture par extension des fibres. (**Figure D**)

e) fin de course : L'enfoncement du déboucheur et du poinçon dans la matrice, le déboucheur s'enfonce vers le cœur de la pièce puis se retire lentement. (**Figure E**)

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

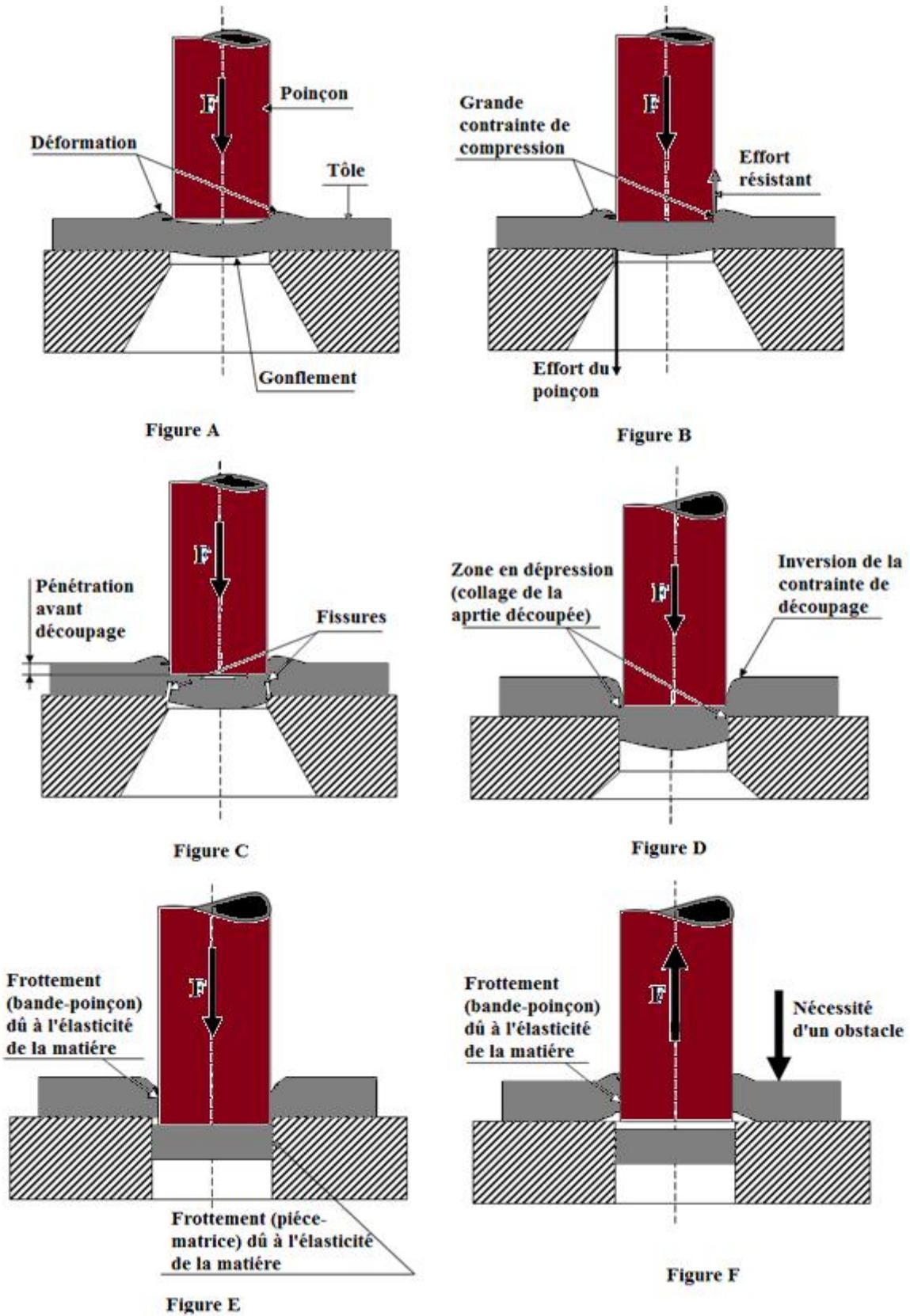


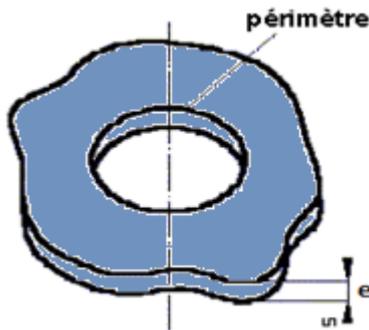
Figure10 : poinçonnage.

I-3-3) efforts de poinçonnage dans différentes matières :

L'effort de poinçonnage dépend de l'épaisseur, du périmètre de la section du trou, de la résistance du métal et des frottements qui sont généralement négligés. Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les outils. Par conséquent :

La force à appliquer est donnée par :

$$F = L \cdot e \cdot R_m$$



L : le périmètre découpé

e : l'épaisseur de la tôle

R_m : la résistance à la rupture par traction du matériau.

I-3-4) Avantages et inconvénients du poinçonnage :**a)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.

b) Inconvénients :

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

Chapitre II

Les machines utilisées.

Généralités Sur les Presses

II-1) Introduction :

Le travail des tôles en construction mécanique cités en chapitre I nécessite des machines spéciales qui ont la souplesse et la précision. Parmi ces machines on citera dans ce chapitre que les presses, vu qu'elles sont les plus utilisées en industrie. La presse est un ensemble d'organes mécaniques, composés essentiellement de deux plateaux susceptibles de se rapprocher par commande mécanique ou hydraulique, pour comprimer ce qui est placé entre eux. Ces presses sont formées d'une partie mobile (coulisseau) qui porte le poinçon et une partie fixe (bâti) qui porte la matrice.

II-2) différentes presses :

Les presses mécaniques sont classées suivant plusieurs paramètres :

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

II-2-1) selon le mode de transmission d'énergie :

On distingue deux types de presses :

- mécaniques
- hydrauliques

II-2-1-1) Les presses mécaniques : [4]

Une presse mécanique est une machine qui utilise un mécanisme (commandés mécaniquement) pour faire fonctionner les outils à la vitesse appropriée, et leur donner l'énergie suffisante pour découper, percer, ...etc. Cette dernière est ensuite transmise au coulisseau en mouvement de translation par un volant et un mécanisme nécessaire.

Il est impératif d'utiliser un mécanisme de commande Pour obtenir ce mouvement rectiligne à partir d'un mouvement de rotation.



Figure 11 : presse mécanique a monobloc [HBRET]

A) Mécanismes de commandes :

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

► Système bielle-manivelle :

Le **système bielle-manivelle** est un modèle de mécanisme qui doit son nom aux deux pièces qui le caractérisent.

Le pied de bielle attaque le coulisseau sur une articulation à rotule pour les petites presses ou sur un axe soit directement, soit par l'intermédiaire d'un cylindre glissant dans un fourreau fixé au bâti pour diminuer les réactions sur les glissières du coulisseau. (**Figure 12**)

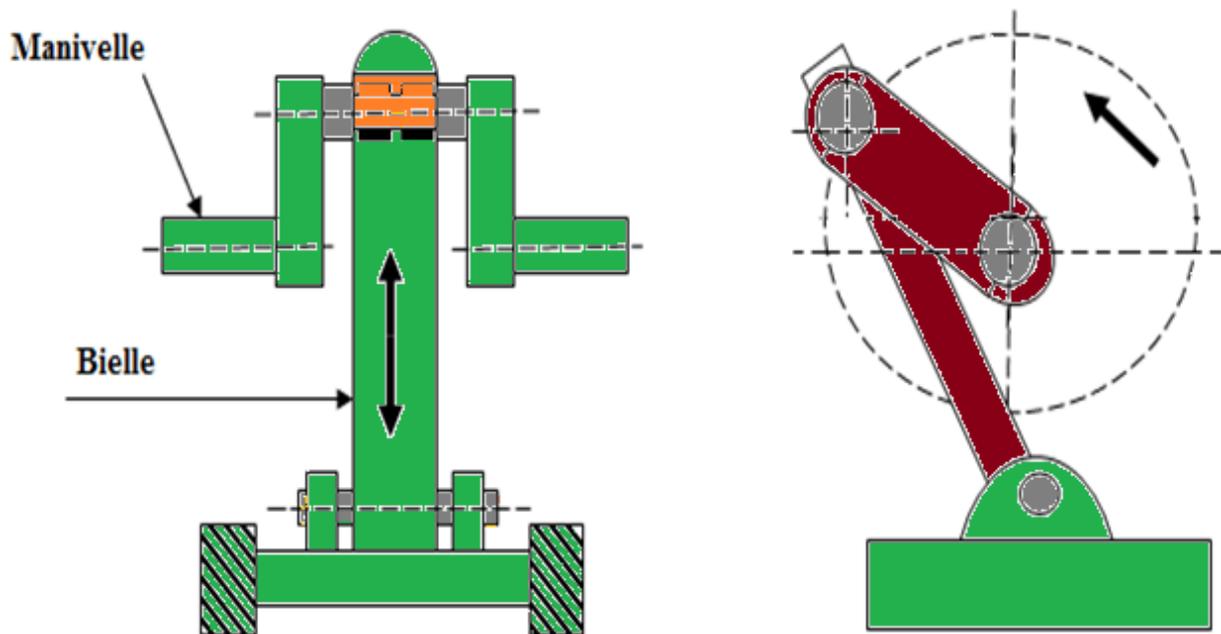


Figure 12: Système bielle-manivelle.

► Système excentrique :

C'est un mécanisme provoquant un mouvement de rapprochement ou d'éloignement par rapport à l'axe de rotation d'une pièce. Cela permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement d'oscillation . (Figure 13)

Lors de desserrage de l'écrou, la bague d'immobilisation est repoussée par les ressorts. Lorsque la douille excentrique sont entièrement dégagés, on obtient la variation de e_t par rotation de la douille excentrique.

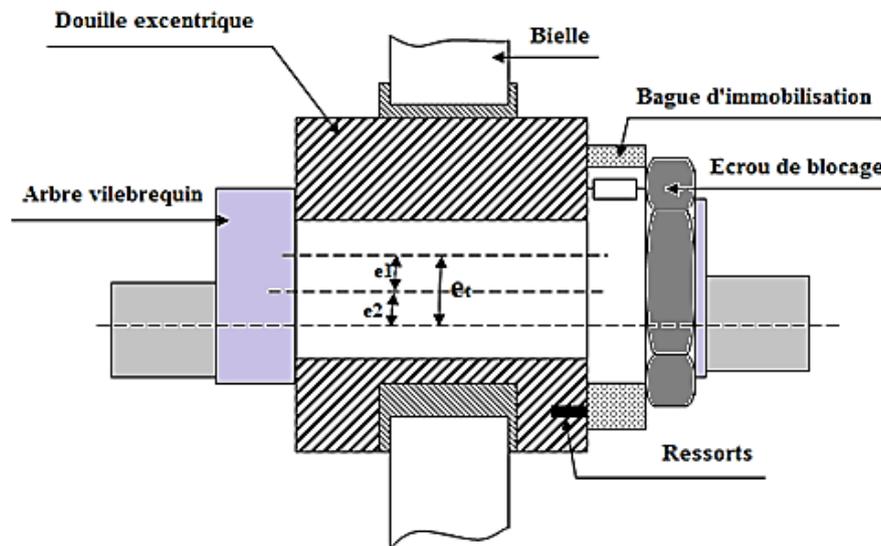


Figure 13: Système excentrique.

► Système à genouillère :

Une **genouillère** est un dispositif mécanique composé d'une bielle et deux genouillères. La bielle est entraînée par un vilebrequin, qui exerce un mouvement de translation sur l'axe d'articulation commun aux deux genouillères qui sont fixées, l'une au bâti et l'autre au coulisseau. Ce mécanisme accroîtra l'effort de coulisseau. (Figure 14)

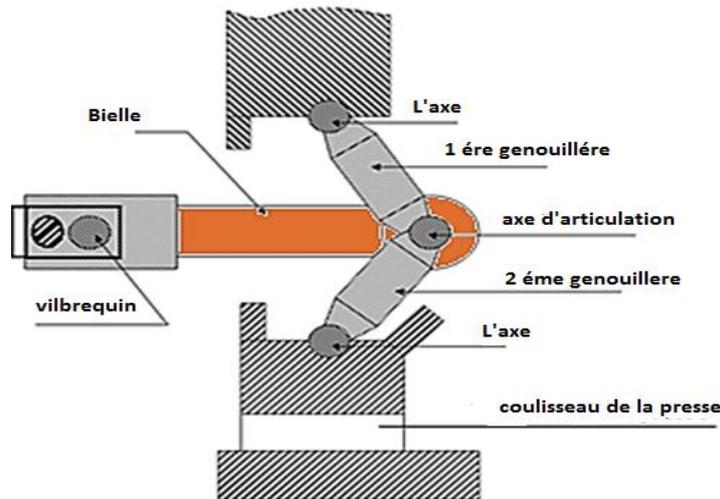


Figure 14: Système a genouillère.

► **Système à came : [5]**

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.

Le nom vient du système cinématique le plus courant, constitué d'une came en forme de section d'œuf dur, placé sur un arbre en rotation, au niveau du centre du jaune de l'œuf.

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

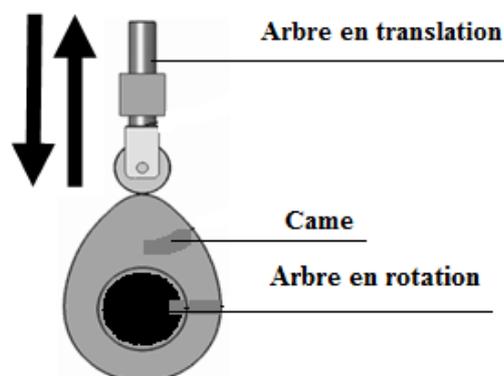


Figure 15: Système à came.

B) Embrayage :

C'est un élément qui permet la mise en mouvement et à l'arrêt du coulisseau. on distingue trois types d'embrayage :

► Embrayage par friction : [5]

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

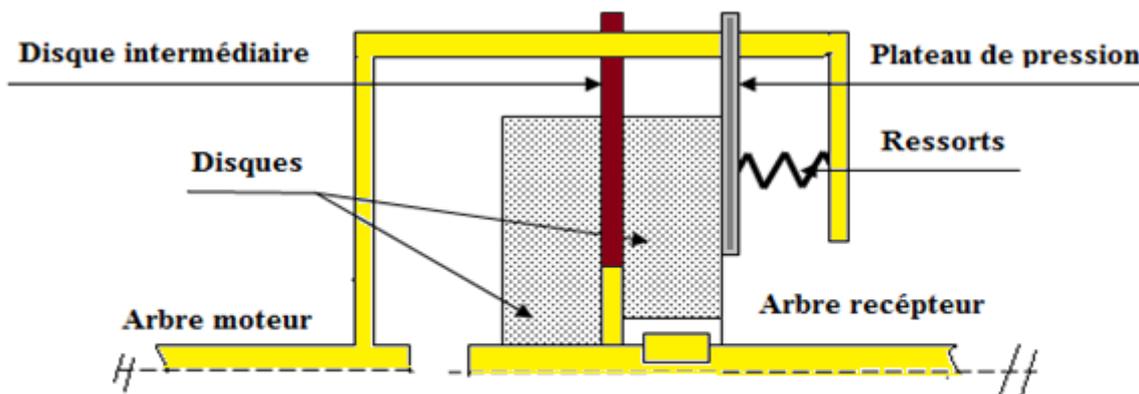


Figure 16: Schéma d'un système à embrayage par friction.

► Embrayage par clavette tournante:

C'est un dispositif assez simple, lorsque la bute s'éclipse, la clavette montée sur le vilebrequin est sollicitée par un ressort, elle tourne et s'engage dans une des encoches du volant et provoque l'entraînement vilebrequin.

Le débrayage s'obtient lorsque le talon de la clavette entre en contact avec la butée revenue à sa position primitive et ne peut pas avoir lieu avant un tour complet du vilebrequin.

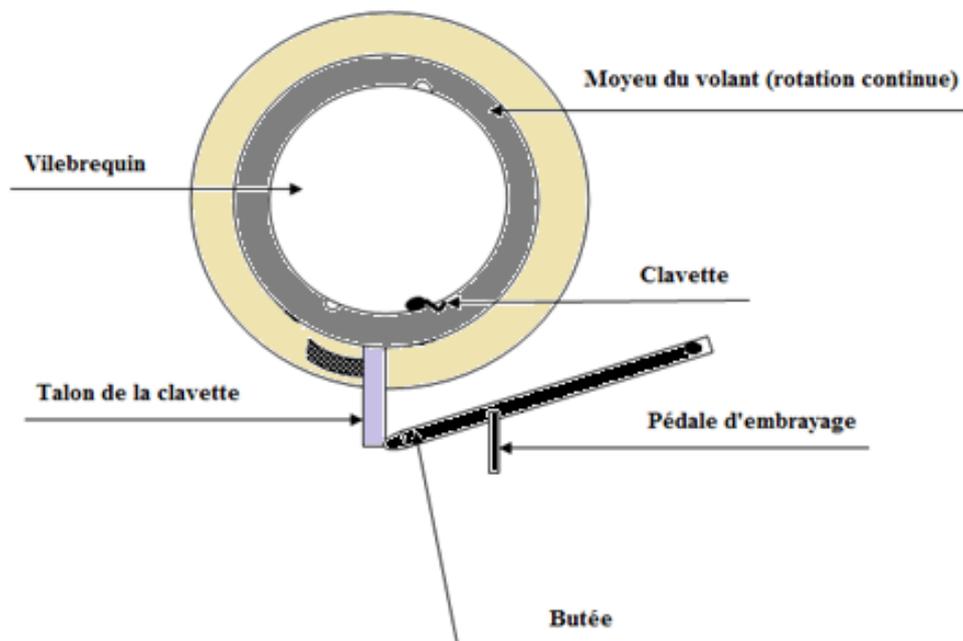


Figure 17: Embrayage par clavette pivotante.

► Embrayage par électropneumatique :

Dans cette commande pneumatique, un piston pousse une série de disques de friction, clavetés sur l'arbre, contre le volant, l'embrayage est alors assuré.

Lorsque la pression cesse, les ressorts de rappel déplacent les disques dans l'autre sens et commandent le freinage à chaque tour de vilebrequin, par l'intermédiaire d'un système électrique.

II-2-1-2) Les presses hydrauliques : [5]

Une presse hydraulique [figure 18] est une machine qui utilise un liquide pressé pour créer la force.

Elle repose sur le principe de Pascal qui stipule que: « dans un liquide en équilibre de masse volumique uniforme, la pression est la même en tout point du liquide et cela aussi longtemps que ces points sont à la même profondeur ». A une extrémité du système se trouve un piston avec une surface A_1 et de l'autre côté un piston avec une surface A_2 plus grande que A_1 . Cela permet d'accroître la force (figure 19).

Par exemple: si le rapport des sections est de 10, une force de 100 N sur le petit piston va produire une force de 1000 N sur le grand piston, mais pour que le grand piston se déplace de 10 mm, il faut que le petit piston se déplace de 100 mm.

Récemment, Les presses hydrauliques ont été développées d'une manière spectaculaire grâce aux nouvelles technologies et aux développements de l'électronique et des valves.

Suivant la conception de cette presse et ses applications, la matrice guide la presse, et donc les systèmes de guidage ne doivent pas être aussi précis que ceux des presses mécaniques avec une matrice progressive.

Les vitesses de production de la presse hydraulique sont moins que celles atteintes avec la presse mécanique.

Un autre avantage de ces presses, c'est qu'elles peuvent complètement compresser tous les matériaux, aussi, elles prennent la moitié de l'espace que celui pris par une presse mécanique.



Figure18 : presse hydraulique

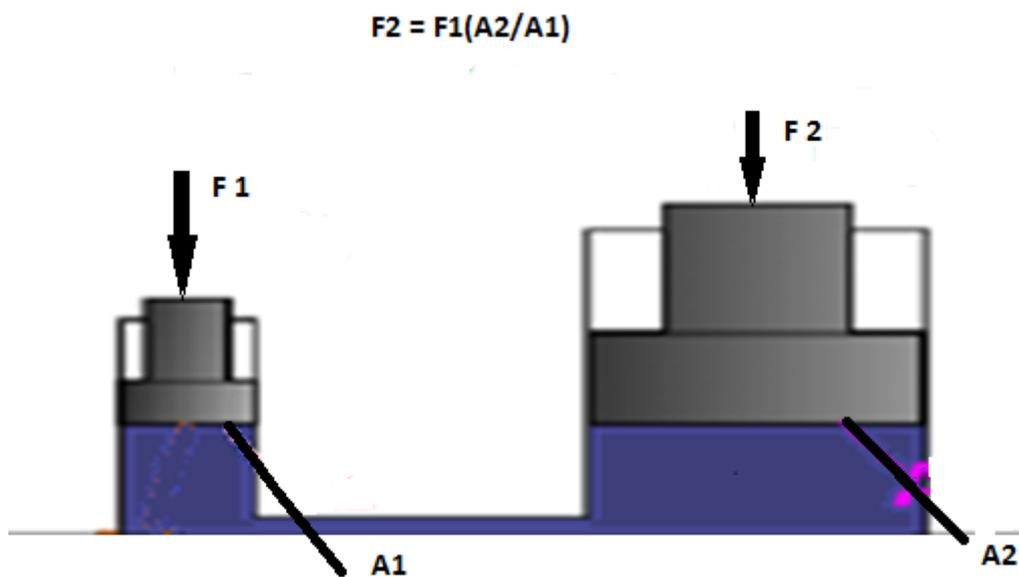


Figure 19 : principe de Pascal

II-2-2) Selon la forme du bâti : [6]

II-2-2-A) Presses à col de cygne :

La forme de ces presses rend la table et le coulisseau très accessible et sont inclinées de 30° en arrière lui permet l'évacuation facile des pièces par gravité.

Ce type de presse est employé pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petites pièces et des grandes séries.

Elles peuvent supporter au maximum 2000 KN d'effort, sous charge le bâti se déforme élastiquement et provoque un déplacement angulaire des deux parties de l'outil, ce qui justifie l'utilisation des tirants (bretelles) pour permettre au bâti une plus grande rigidité, mais réduit l'accessibilité de la table.



Figure 20 : presses hydrauliques à bâti à col de cygne [HBRET]

II-2-2-B) Presses à arcade :

Ces machines présentent une rigidité maximale parce qu'ils 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 [figure 21].

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

Néanmoins, il devient courant de rencontrer des presses, avec un bâti monobloc capable de développer plus de 10000 KN.



Figure 21 : presses hydrauliques à arcade [BLISS]

II-2-2-C) Presse à montant droit :

Le bâti est du type «assemblé» c'est-à-dire que la table, les montants et le chapiteau sont reliés par quatre forts tirants en acier serrés à chaud (donc précontraints).

Ces presses, très robustes, peuvent atteindre de très grandes dimensions. Elles peuvent développer une force jusque à 10000 KN.

II-2-2-D) Presses à colonne :

Ce type de machine est dit à coulisseau. L'entraînement du coulisseau est réalisé par quatre colonnes.

On utilise généralement ces presses dans le poinçonnage à cadence élevée.



Figure 22 : presses hydrauliques à quatre colonnes [HBRET]

II-2-2-E) Presse à table mobile et bigorne :

Ces types de presses sont équipées d'une table réglable en hauteur avec une vis de réglage, autorise le montage d'outils très hauts, la table est éolisable par simple rotation, ce qui permet l'utilisation de la bigorne.

La bigorne montée à la place de la table, permet le poinçonnage latéral de gros emboutis

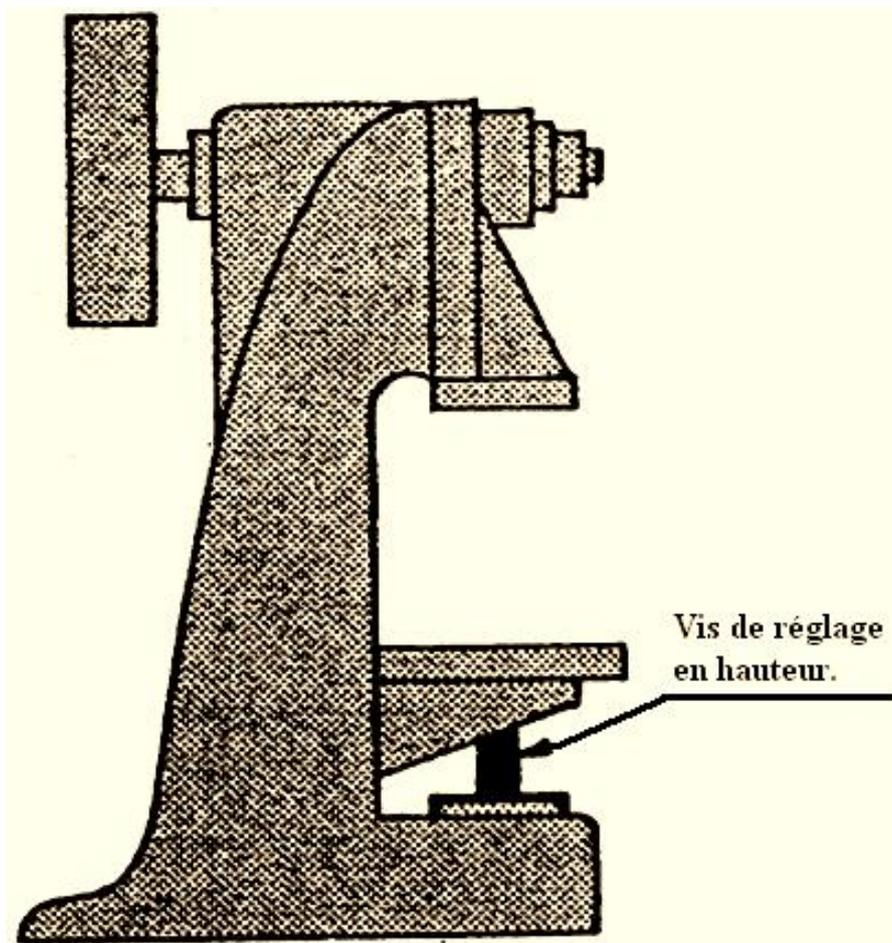


Figure 23 : Presse à table mobile et bigorne

II-2-3) Selon le nombre de coulisseaux :

II-2-3-A) Presses simple effet :

Ce type de presse comporte un seul coulisseau actionné par une ou deux ou quatre bielle. Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise, et pour cette raison sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre-flan.

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

II-2-3-B) Presses à double effet :

Cette presse possède deux coulisseaux l'un dans l'autre (figure 24), chaque coulisseau est attaché à l'arbre excentrique avec deux jonctions.

Les courses des deux coulisseaux sont différentes et temporisées, le coulisseau extérieur porte le flan et le coulisseau intérieur termine l'opération.

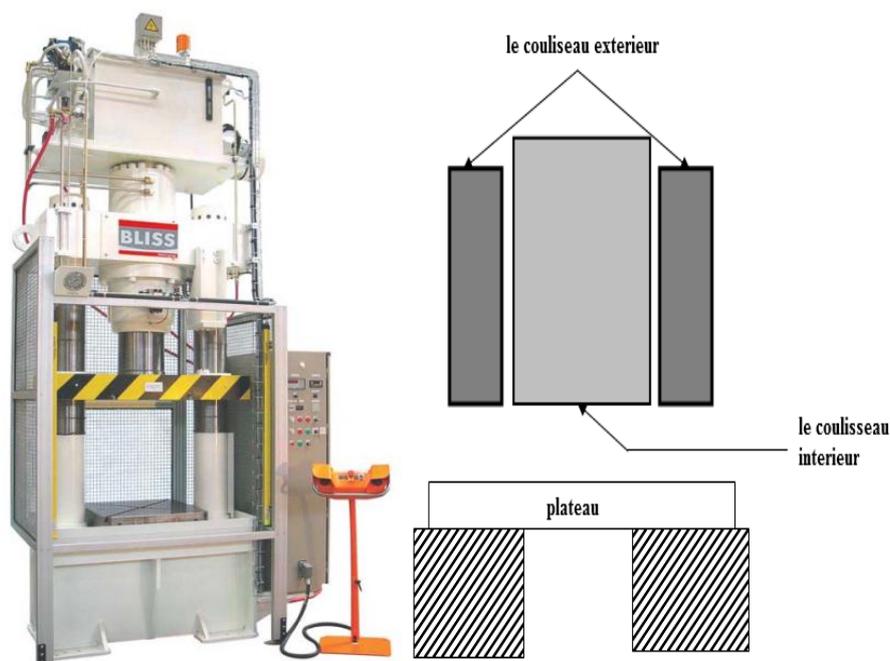


Figure 24 : Presses à double effet

II-2-3-C) Presses à triple effet :

De conception similaire aux presses double effet, elles sont équipées d'un coulisseau inférieur qui possède sa propre cinématique.

Ce type de presse est souvent utilisé pour la réalisation des formes complexes.

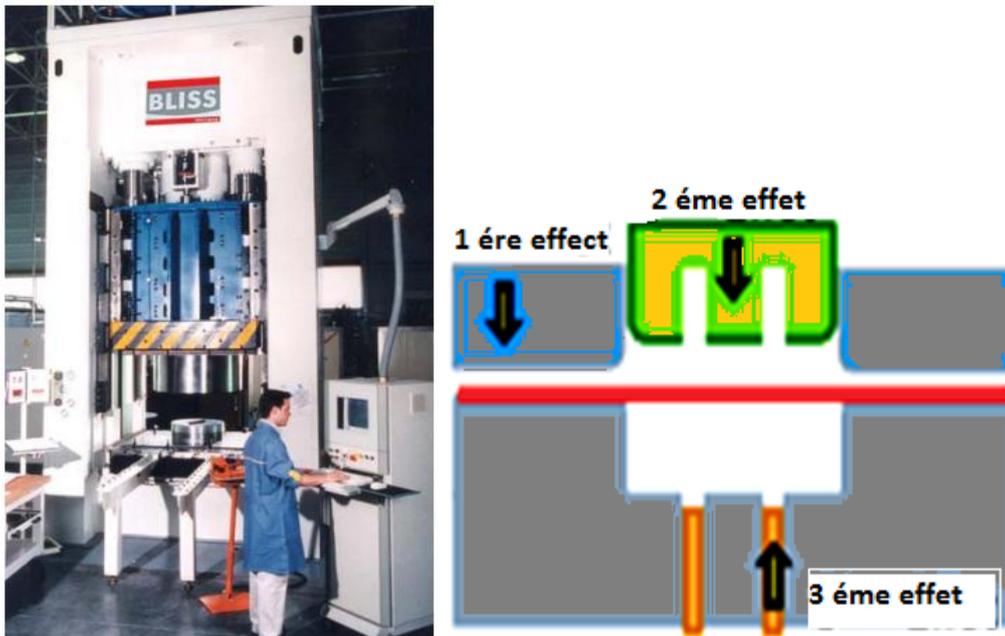


Figure25 : Presses à triple effet

II-3) Critères de choix d'une presse :

Pour choisir une presse sur laquelle on travaille, nous devons prendre en considération les principaux facteurs suivants :

- ▶ type de travail à faire,
- ▶ la capacité de la presse qui dépend de l'effort nécessaire pour la réalisation des opérations,
- ▶ les dimensions de l'outil et de la pièce,
- ▶ la longueur de déplacement des coulisseaux,
- ▶ la cadence de production,
- ▶ entretien et mise en œuvre.

II-4) sécurités sur les presses : [5]

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

▶ Alimentation automatique : le dispositif d'alimentation automatique est indispensable lorsqu'il s'agit de satisfaire aux impératifs de sécurité et de la productivité.

▶ Protection par appareil à bracelets : protection efficace pour les mains dans la mesure où aucun risque d'accrochage n'est possible.

▶ Protection optique : la machine s'arrête automatiquement si la main de l'opérateur traverse les rayons lumineux.



Figure 26 : presse à barrage immatériel

► Protection bi manuelle : la commande du coulisseau nécessite l'action simultanée sur deux boutons.

Commande bi manuelle



Figure 27 : presse à protection bi manuelle

► protection à l'aide d'une cage qui isole l'opérateur de la zone dangereuse.



Figure 28 : presse avec un isolons de la zone dangereuse

II-5) Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et mécanique :

presses	mécanique	hydraulique
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Les presses hydrauliques sont très robustes et fiables. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression. - Elles sont idéales pour l'hydroformage qui est une technique de formation des métaux nécessitant la présence d'un agent liquide. - Elles sont lentes ce qui donne suffisamment de temps au métal pour se former. - Le tonnage de la presse est facilement ajusté ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles. - Destinés pour les travaux de grandes séries 	<ul style="list-style-type: none"> - Un moteur plus puissant que celui de la presse mécanique parce qu'il n'y a pas un volant d'inertie pour stocker l'énergie. - Arrêt du coulisseau à n'importe quelle position de travail. - Modification de la course du coulisseau. - Très souples. - Vitesse de réglage et de travail lente. - Vitesse d'approche et de retour rapide.
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> - La presse ne peut pas être surchargée car le système est protégé par deux soupapes de décharge séparément ajusté. - Difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger. - Réglage d'approche du coulisseau difficile. 	<ul style="list-style-type: none"> - La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables. - Cependant, les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance. L'huile doit toujours être présente à l'intérieur de la presse. - Risque de pannes (joints, pompes...etc..). - Moins rapides dans les cadences élevées.

Tableau 2 : avantages et inconvénients des presses

Chapitre III

Les outils de presses

Généralités Sur Les Outils Des Presses

III-1) Introduction :

L'outil de presse est au cœur des projets de développement des pièces découpées et mises en forme sur presses. Il contient l'essentiel du savoir-faire du métier :

- _ Gammes de formage.
- _ Technologies de construction de l'outil.
- _ Liens avec la pièce fabriquée et la presse sur laquelle il sera monté.
- _ Mise au point et maintenance de l'outil.

Sa complexité vient aussi d'un savoir-faire très lié aux types de pièces fabriquées, rendant les résultats très liés aux compétences de l'homme de métier.

Ce chapitre propose une vision détaillée des différents aspects de l'outil. Il permettra, au néophyte de mieux aborder le métier de la mise en forme des tôles.

Ces outils constituent généralement de deux parties principales à savoir le poinçon, dans la partie supérieur et dans la partie inférieure on trouve la matrice sur laquelle est usinée une ouverture conique pour faciliter le dégagement de l'ajoure.

Ces outils doivent satisfaire, en plus du poinçonnage et du découpage un certain nombre de conditions :

- ▶ Séparer la pièce du déchet.
- ▶ Guider la bande de métal et régler sa position.
- ▶ Assurer une production élevée et la sécurité.
- ▶ Faciliter le changement d'éléments usés et l'affûtage.

La classification de ces outils se fait selon les opérations auxquels ils sont destinés (découpage, pliage, poinçonnage, emboutissage ...etc.).

III-2) Les éléments principaux des outils : [2]

Généralement les outils de presse sont constitués de deux blocs.

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

III-2-1) Poinçon :

Le poinçon est un outil de presse qui permet de donner une forme à un flan découpé. Cette forme de flan est celle de poinçon. Il est nécessaire de vérifier les poinçons à la compression et au flambement pour déterminer leur longueur.

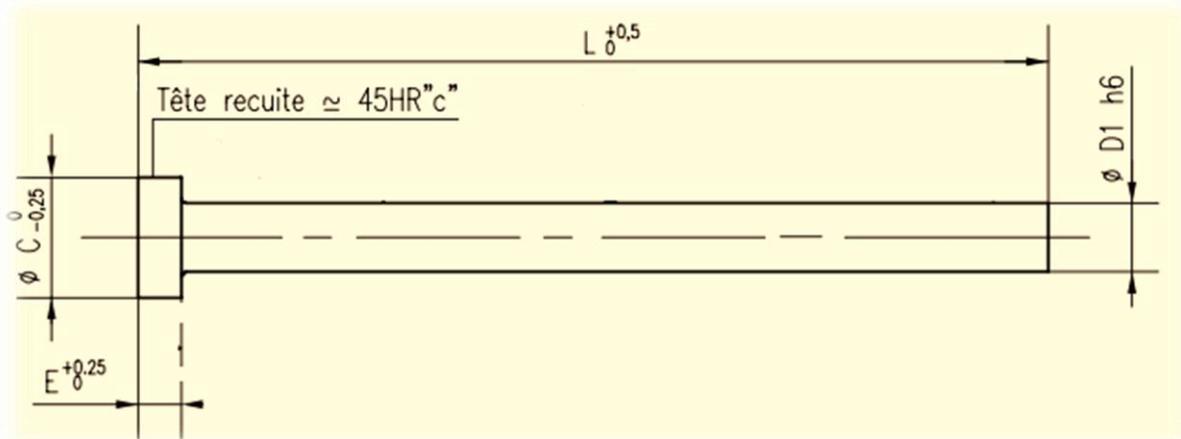


Figure 29 : Poinçon

III-2-2) Matrice :

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

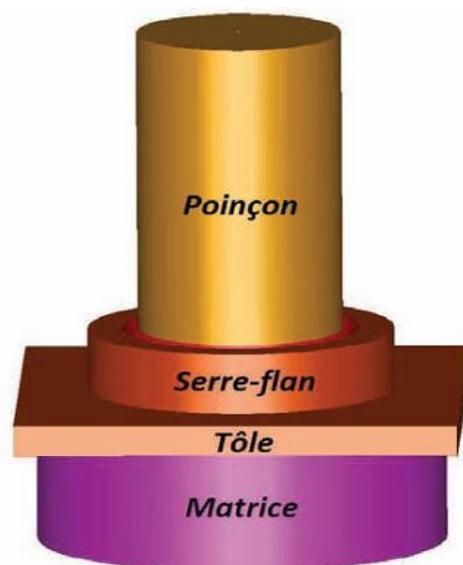


Figure 30: schématisation du procédé du poinçonnage

III-2-3) Dépouille :

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

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

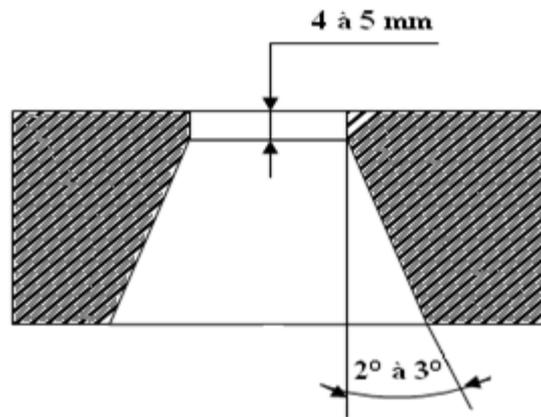


Figure31 : angle de dépouille de la matrice de 2° à 3°

Pour les matrices non trempées qui servent pour le découpage des métaux, le dépouille commence de la partie supérieure.

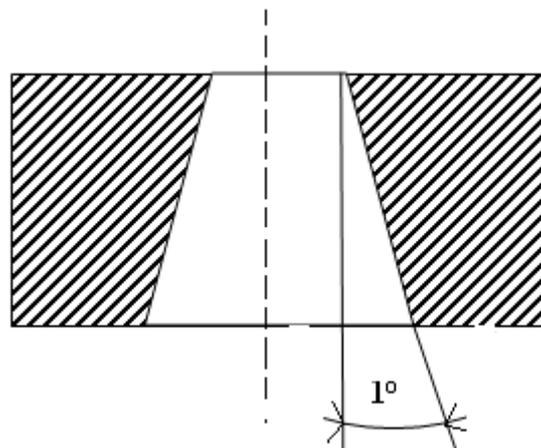


Figure32 : angle de dépouille de la matrice de 1°

III-3) Affûtage : [1]

La durée de vie d'un outil est liée au nombre de pièces fabriquées de chaque outil (de 50 à 2000000 pour l'outil en acier). Les arêtes coupantes de cet outil, sont rectifiées après chaque durée de vie, celle-là ce faite sur une rectifieuse.

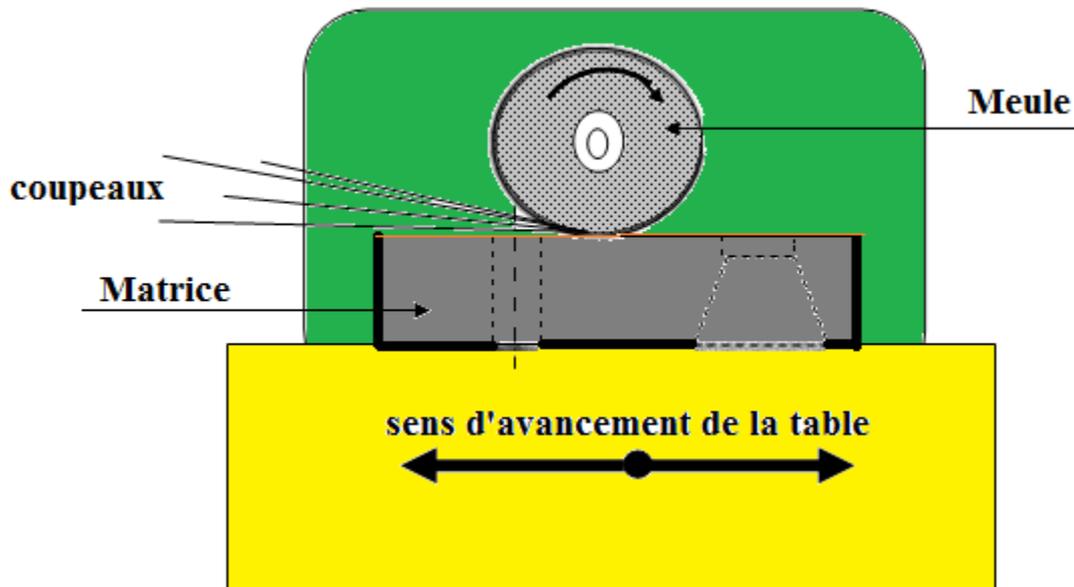


Figure33 : rectification d'une matrice

III-4) Quelques types d'outil de presse : [8]

On distingue plusieurs types.

III-4-1) Outils de découpage :

Il en existe plusieurs types :

III-4-1-1) Outil découvert :**► Outil simple découvert :**

C'est un outil qui porte un seul poinçon et une matrice, il n'est pas destiné pour les travaux de série; au retour, le poinçon entraîne avec lui le flan.

Ce flan n'est pas guider sur la matrice parce qu'il doit être déplacé après chaque coupe.

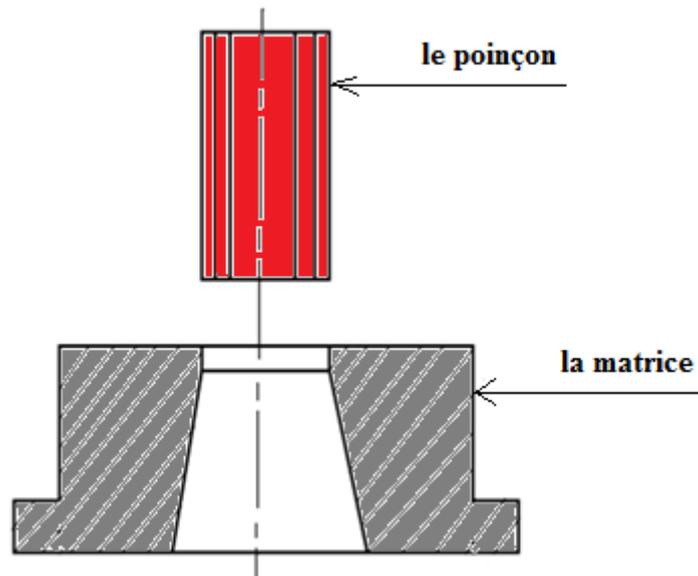


Figure 34 : outil simple découvert

► **Outil découvert à butées :**

C'est un système utilisé pour les découpes circulaires, il comporte deux butées (1) pour assurer le guidage de la bande est l'autre(2) contrôle l'avance.

Cet outil ne se monte que sur les presses avec une grande précision sans aucun jeu ou défaut dans les glissières.

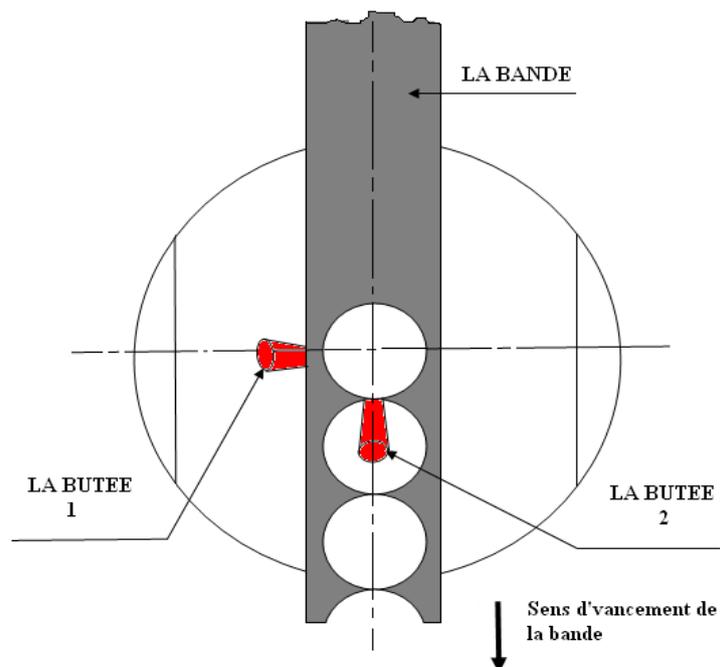


Figure 35 : Outil découvert à butées

III-4-1-2) Outil à contre plaque:

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. On distingue deux types d'outil :

► À engrenage :

L'avance de flan sur la matrice est assurée par un engrenage, malgré son manque de précision pour contrôler l'avance, on envisage une butée de départ qui met la tôle en position du premier coup de presse.

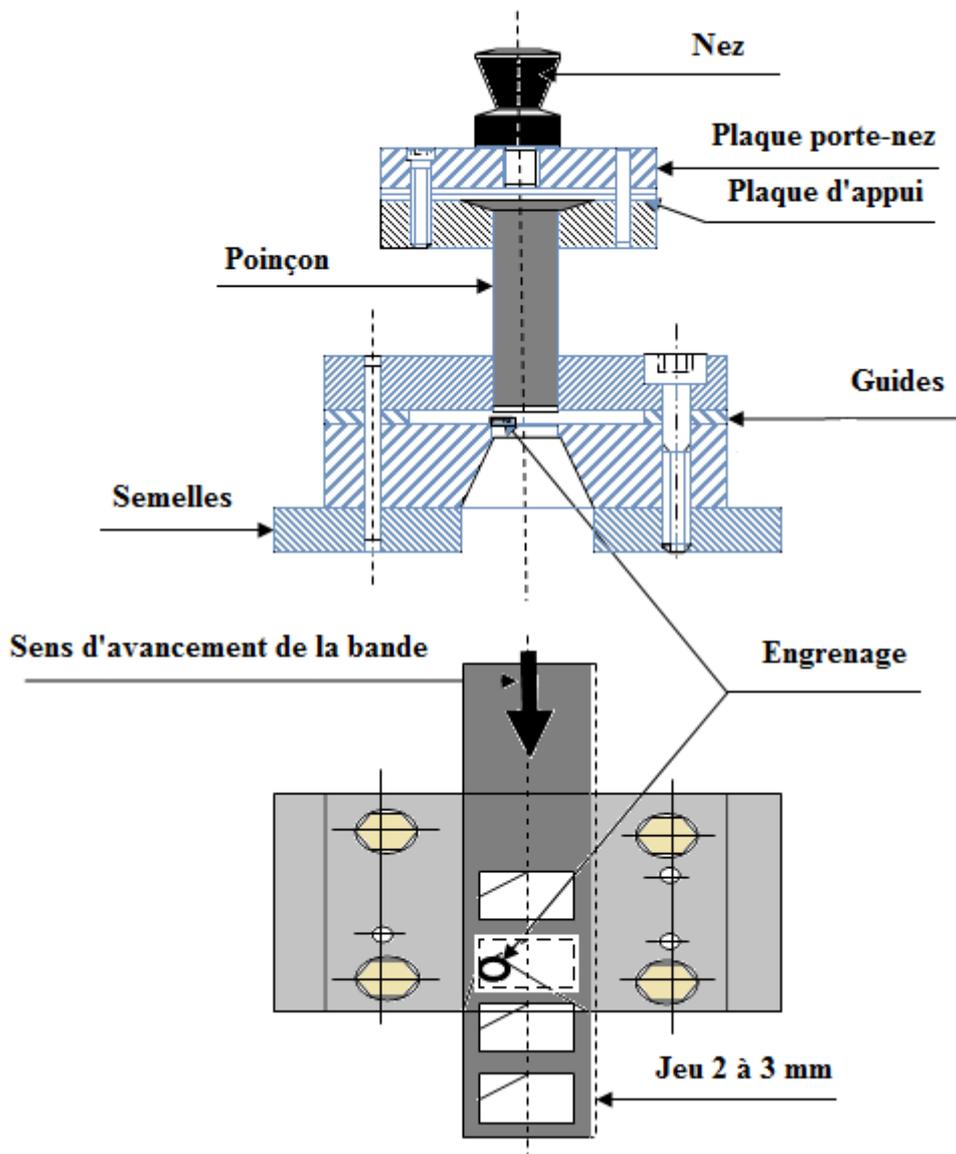


Figure 36 : Outil à engrenage

► **À couteau :**

Il porte un poinçon latéral et sa largeur est égale au pas (poinçon de pas) appelé couteau. Il n'y a pas d'engrenage.

► **à presse bande :**

Il est aussi appelé outil colonne, la contre plaque est remplacée par une pièce semblable montée sur des ressorts, tout le système appelé presse-bond (dévêtisseur), cette dernière serre à maintenir la bande pour éviter toute déformation.

Le guidage de la partie mobile est assuré par des colonnes de guidage.

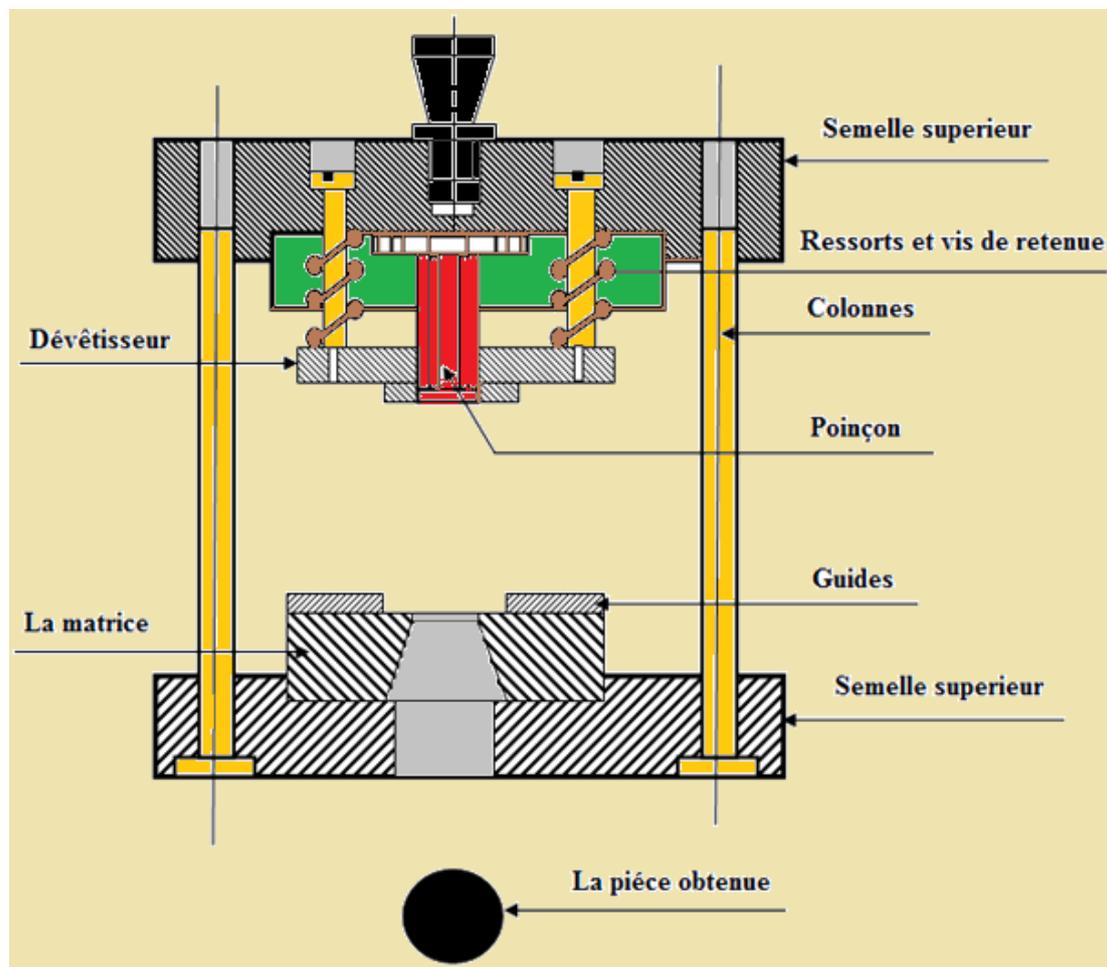


Figure 37 : Outil à presse bande

III-4-2) Outil suisse (outil bloc) : [5]

L'outil Suisse est un système combiné de découpe où poinçon et matrice sont inversés.

Le poinçonnage des ajours et la découpe de profil sont effectués en une seule frappe.

La précision de position des différentes formes est excellente, et en fonction de la précision de l'outillage (quelques centièmes de mm).

-La précision de répétabilité est assurée (production de série).

-Les Pièces produites sont extraites de la matrice par un éjecteur.

-Procédé utilisé pour la découpe de tôles minces (quelques dixièmes de mm)

Formes de tôles (bruts), sans précision ; la mise en position du brut est sans influence sur la qualité de production des pièces.

On peut appliquer ce procédé à pratiquement tous les matériaux non cassants en Feuilles

Exemple : les alliages d'acier au carbone, inoxydable et à faible taux d'alliage, les alliages d'aluminium, les panneaux en fibres).

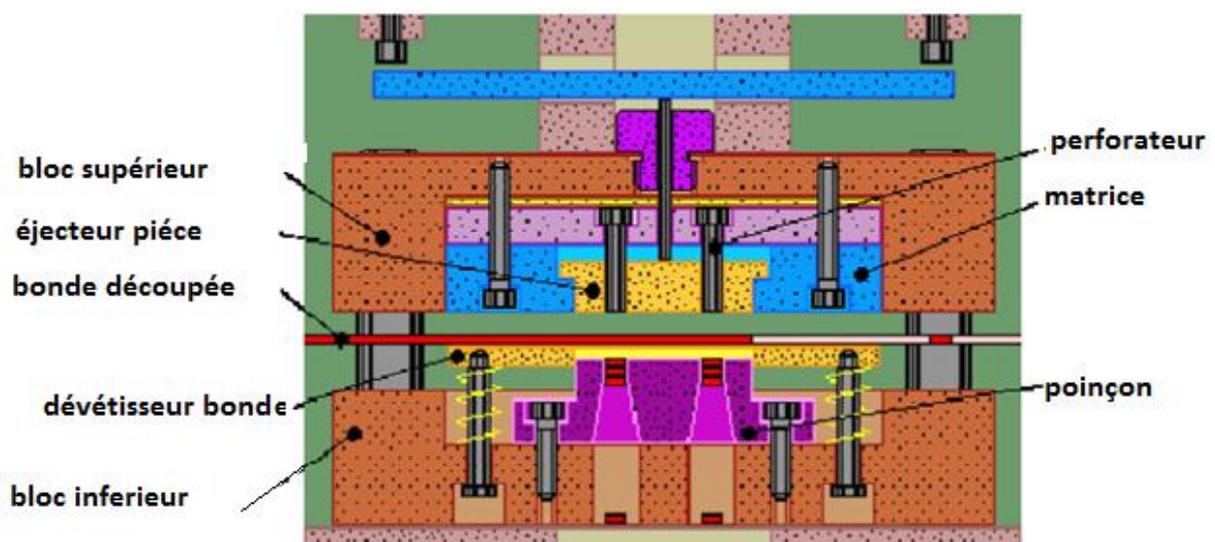


Figure 38 : outil suisse

III-4-3) Outil de détourage :

La qualité des tôles, cause des cornes d'emboutissage, de ce fait, l'impossibilité d'obtenir une pièce aux contours acceptables.

Le détourage est l'opération qui donne à la pièce son contour définitif par enlèvement de matière excédentaire, le procédé du découpage s'effectue avec un outil de forme.

On distingue différents types d'outils :

III-4-3-1) Outil de détourage normal :

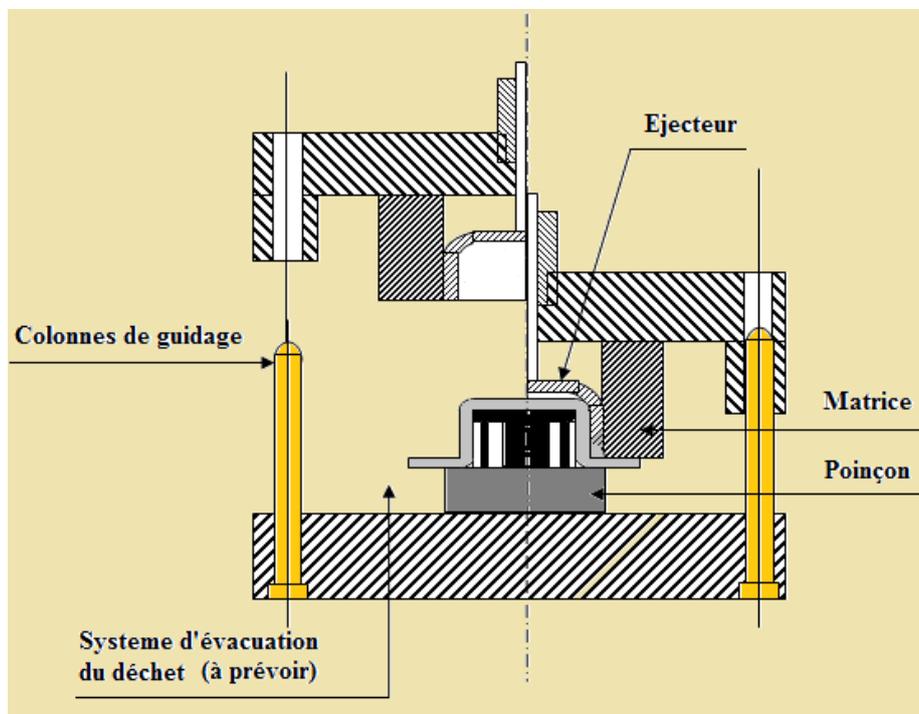
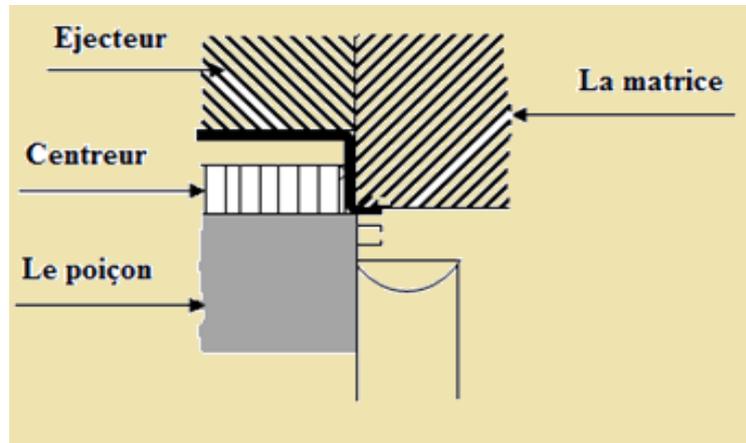
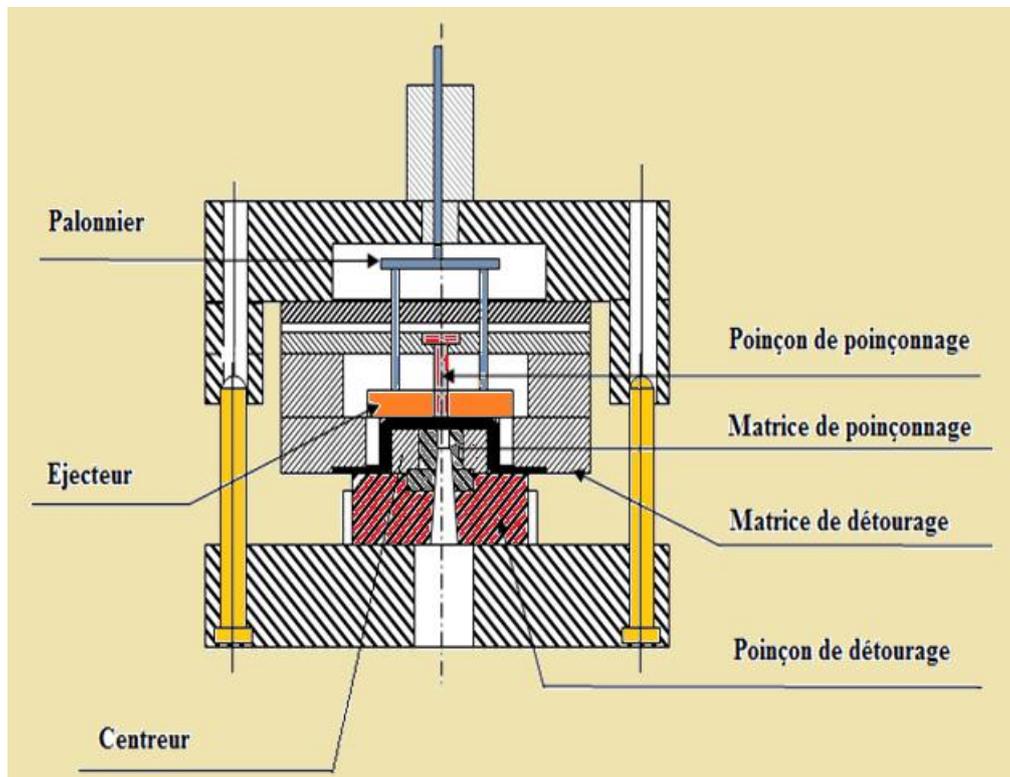


Figure 39: Outil de détourage normal

III-4-3-2) Outil de détourage à Ras :**Figure 40: Outil de détourage à Ras****III-4-3-3) Outil de détourage-poinçonnage :****Figure 41: Outil de détourage-poinçonnage.**

III-4-4) Les outils de reprise :

L'outil de reprise fait partie d'un ensemble de plusieurs outils. Chacun d'eux réalise une ébauche de mise en forme de la pièce à fabriquer. Ces ébauches se succédant une à une, permettent d'obtenir la pièce finale. On distingue souvent ces outils par les opérations principales réalisées : découpage, cambrage ou pliage, emboutissage, détourage...À chaque opération, l'ébauche de la pièce issue de l'outil précédent est positionnée dans l'outil suivant grâce à différents moyens de centrage (drageoirs, pions de centrage...). Le déplacement et la manutention des flans, ainsi que des ébauches de la pièce sont réalisés par une personne.

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

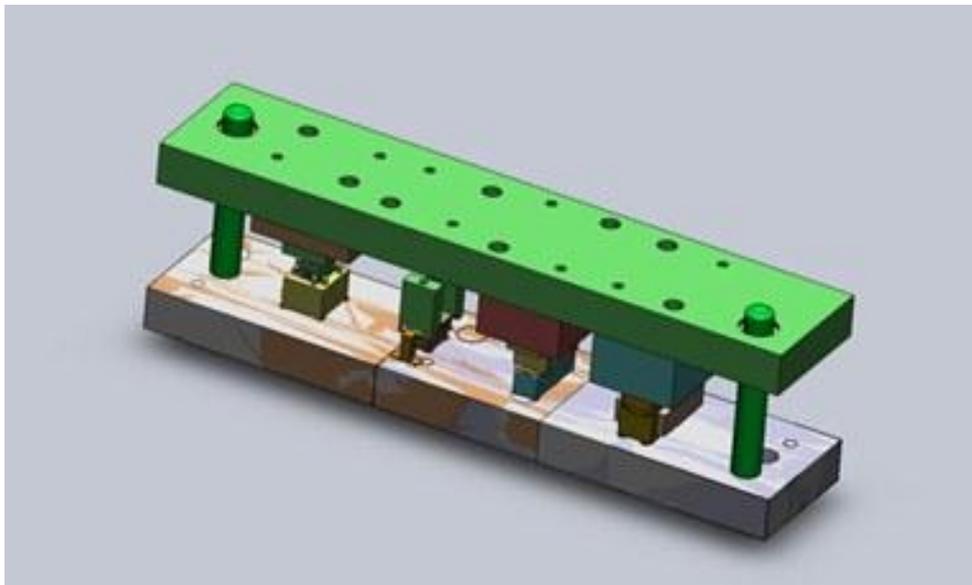


Figure42 : deux outils de reprise faite avec Solidworks

III-4-5) Outil de poinçonnage à serre-flan :

Cet outil convient pour les flans de faible épaisseur. Comporte des colonnes de guidage pour assurer le centrage des poinçons par rapport à la matrice.

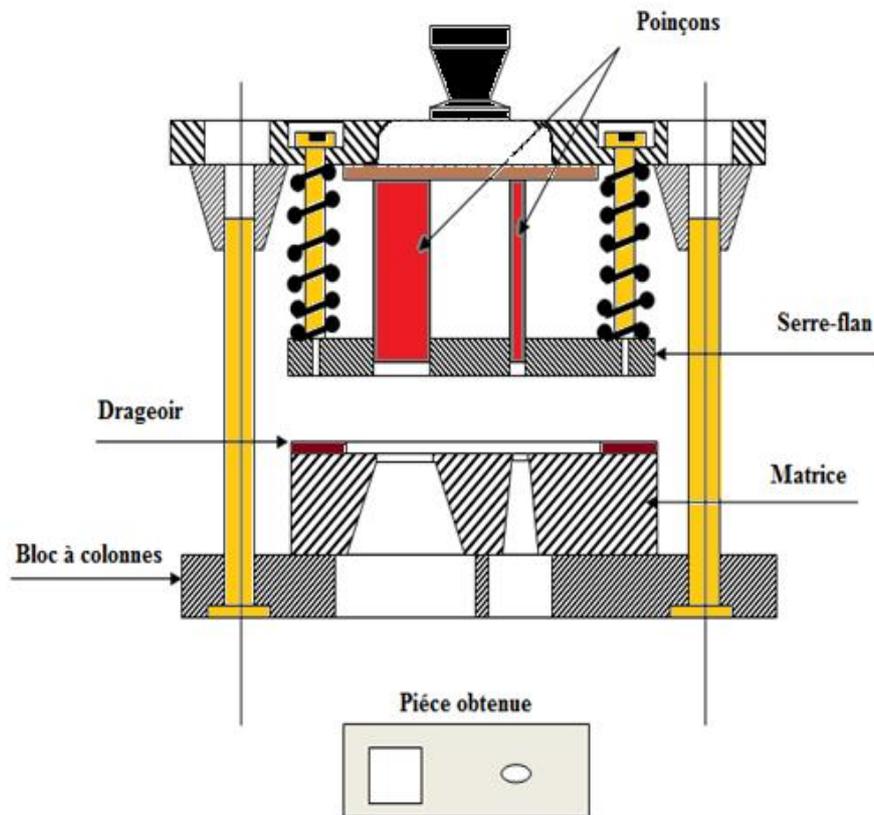


Figure 43: Outil de poinçonnage à serre-flan.

III-4-6) Outil combiné :

Cet outil convient pour les tôles d'épaisseurs inférieures à 1 mm. Le poinçonnage et le détournage de pourtour de la pièce est simultanées.

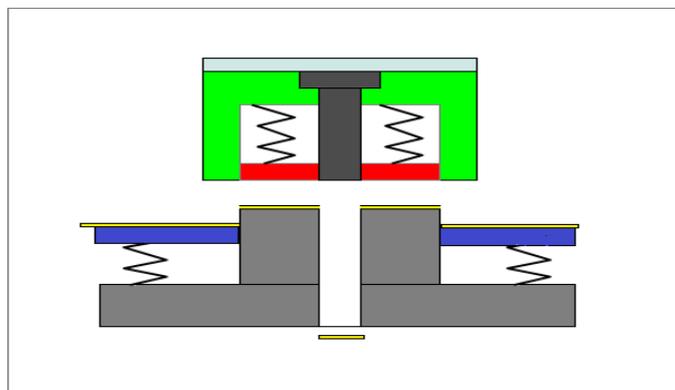


Figure 44 : Outil combiné

III-4-7) Outil à came :

Le but de la came est de transformer le mouvement vertical des coulisseaux en mouvement horizontal. Elles sont utilisées dans les outils de poinçonnage ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées, et aussi dans les outils combinés à suivre pour cambrer ou poinçonner les pièces liées à la bande.

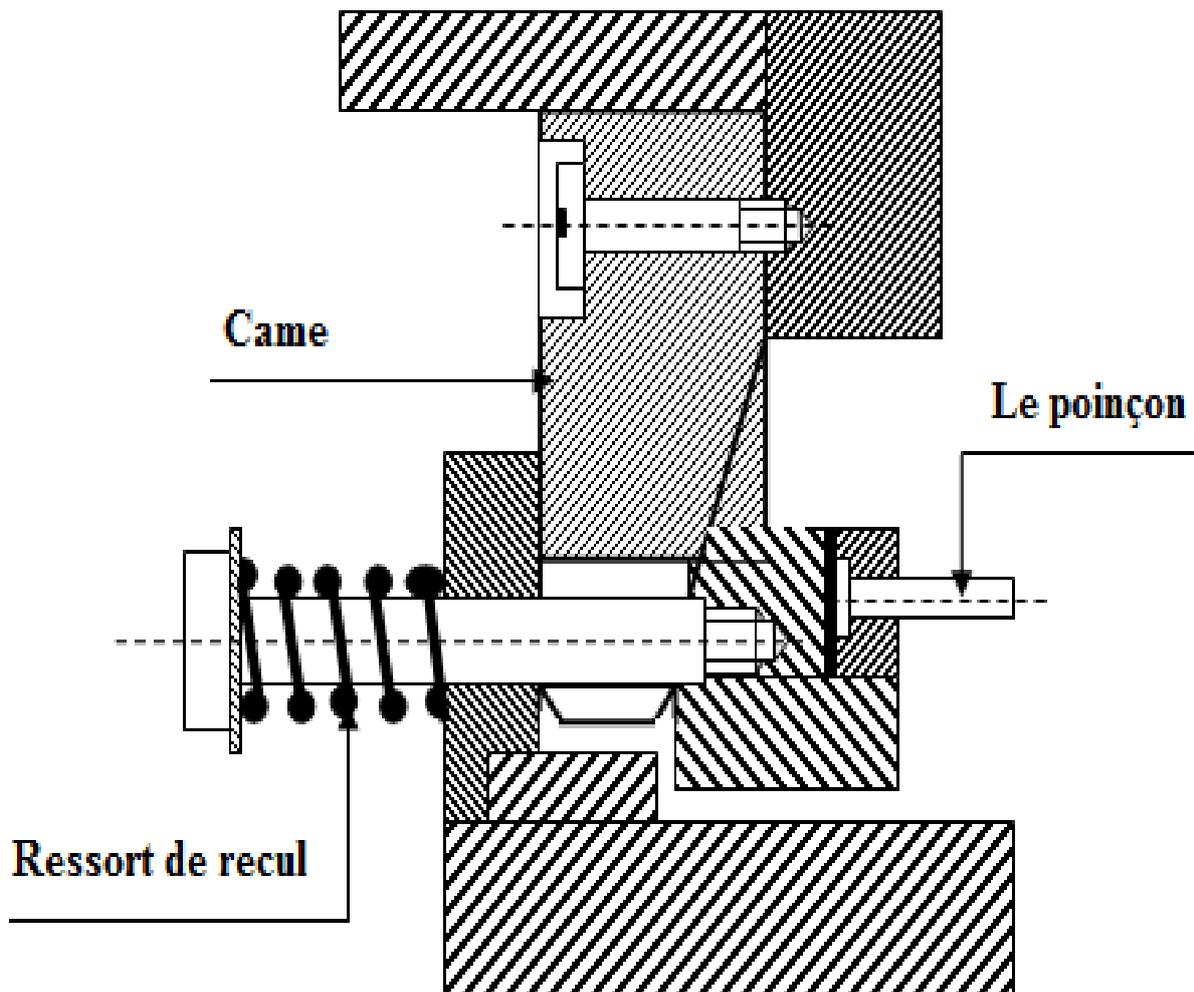


Figure 45 : Outil à came

III-4-8) Outil monté sur une presse à simple effet :[2]**III-4-8-1) Outil direct :**

Le poinçon et le serre flan sont monte directement sur les coulisseaux de la presse a simple effet.

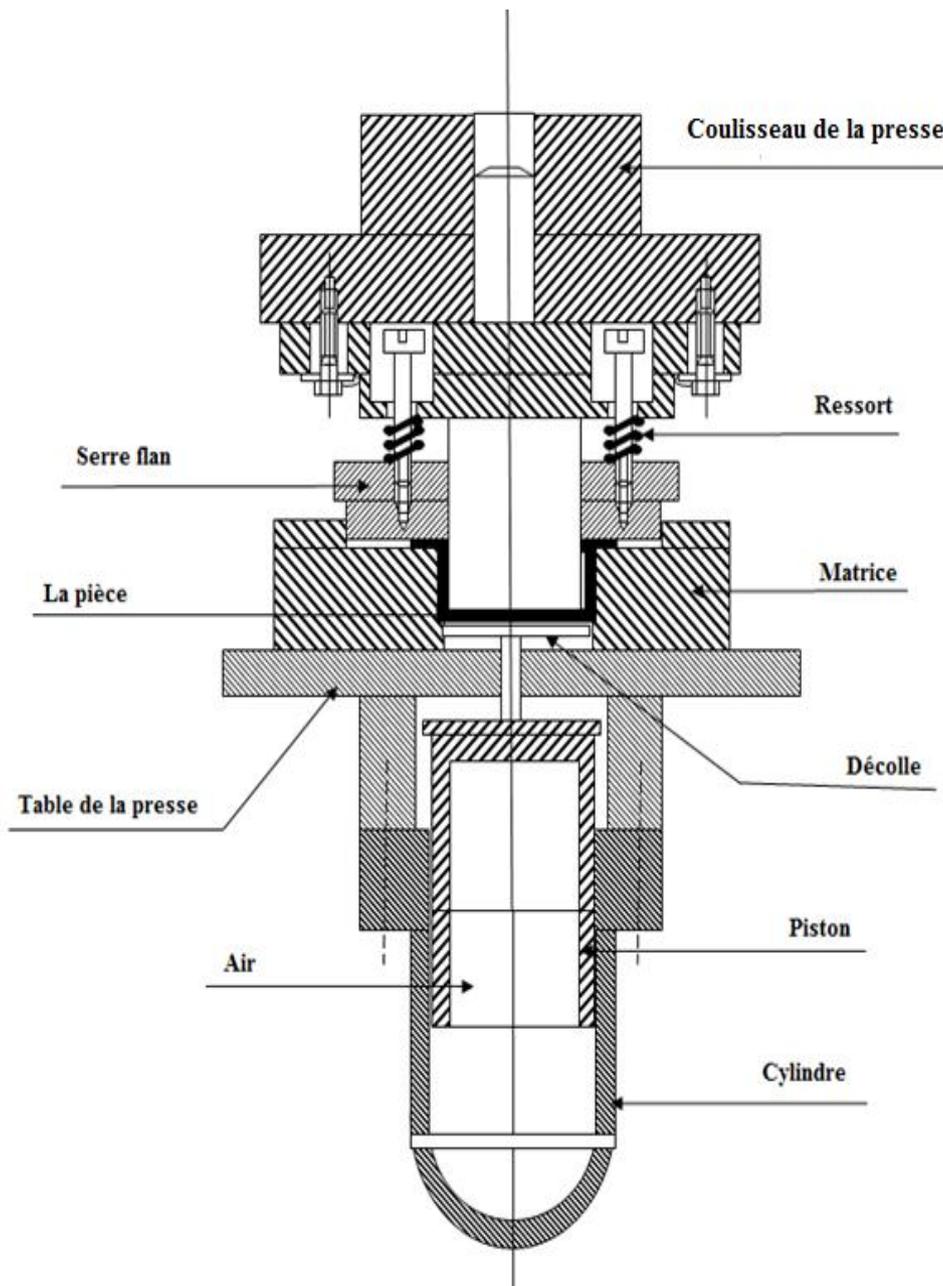


Figure 46 : Outil direct

III-4-8-2) Outil inverse :

A l'inverse de l'outil direct. La matrice est placée sur les coulisseaux

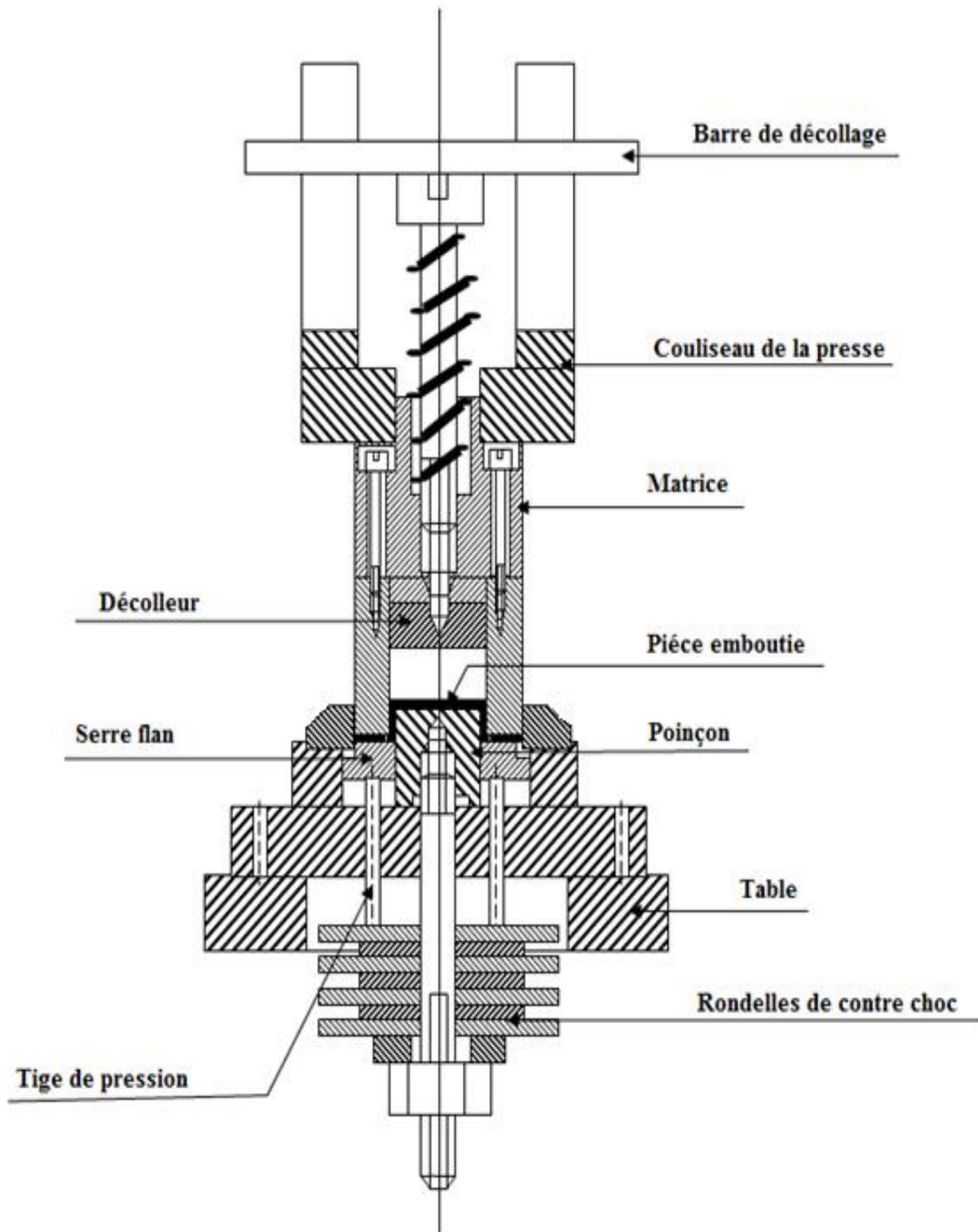


Figure 47 : Outil inverse

III-5) Montage des outils sur les presses : [05]

Le montage des outils sur les presses diffère selon la taille de celles-ci

III-5-1) Petites presses :

► Partie inférieure de l'outil :

Plateau des presses présente des trous taraudés et sont variable d'une presse à l'autre.

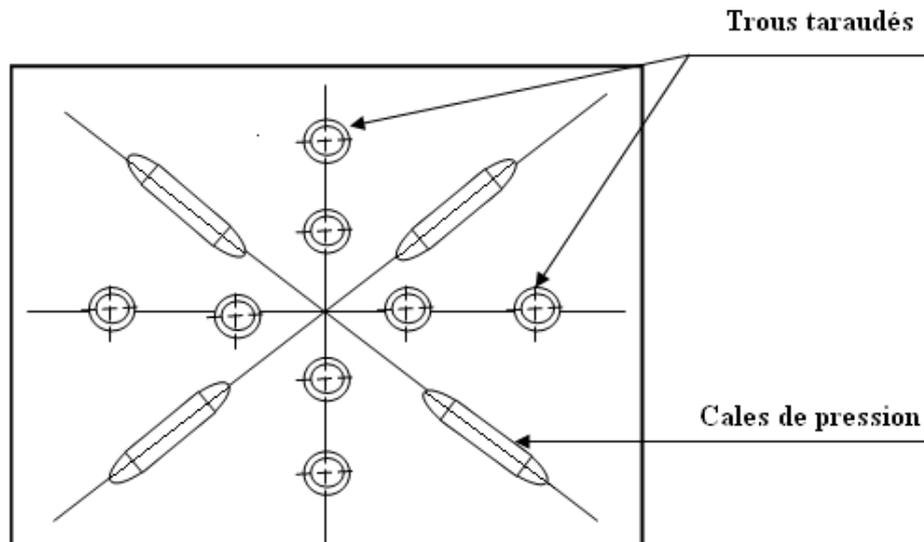


Figure 48 : plateau de presse.

Les semelles sont fixées soit :

- par vis,
- par bridage.

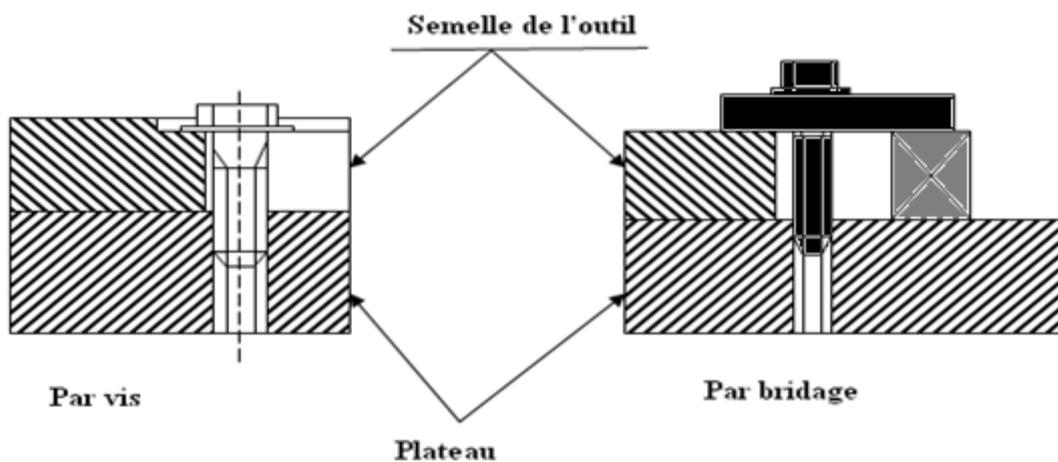


Figure 49: les modes de fixation de la semelle au plateau.

► Partie supérieur de l'outil :

L'outil porte un nez qu'on monte dans le trou lisse du coulisseau. Il est serré par le chapeau puis bloqué par la vis de pression qui agit sur la partie tronconique du nez.

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

III-5-2) Grosses presses :

La semelle du coulisseau et le plateau de presse portent des rainures en T et ces deux semelles de l'outil sont fixées par boulons ou par brides.

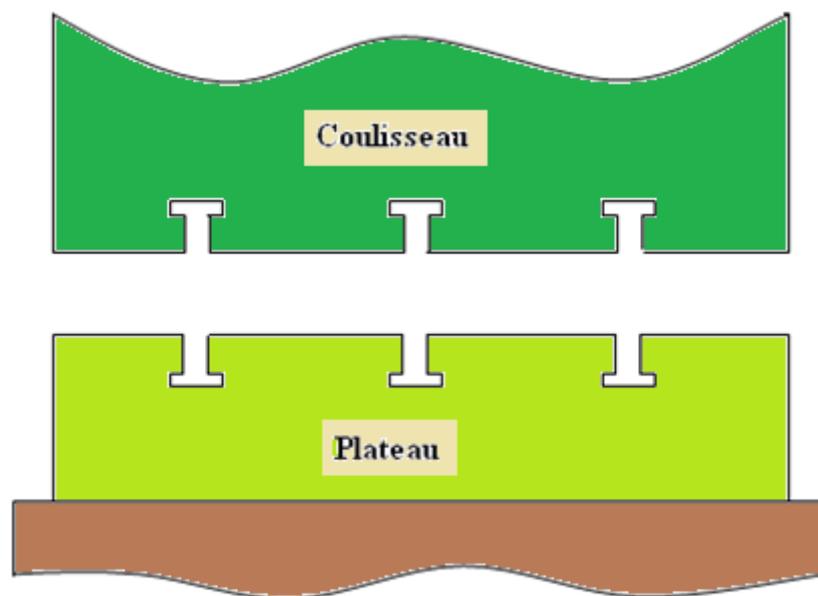


Figure 50: Les rainures sur le coulisseau et le plateau.

III-6) Les matériaux utilisés :

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

- Résistance à l'usure,
- Résistance aux chocs et à la traction,
- Aptitude de subir des traitements thermiques et une bonne usinabilité.

PIECES DE L'OUTIL	OBSERVATION	MATIERE
Semelle porte outil, Semelle inferieur, Semelle supérieur, Plaque porte, Poinçons, cales, porte matrice.	Acier à la limite d'élasticité dont $R_e = 235 \text{ daN/mm}^2$ Une bonne ténacité ($R_{min} = 34 \text{ daN/mm}^2$)	S235 E 24
Serre flan, buté	Acier doux cémenté à 0,22 de Carbone	C22 (XC 18)
Matrices à lames Rapportées, Poinçons.	C'est un acier fortement allié à 2 de carbone et de 12 de chrome. Une bonne résistance à l'usure, aptitude à la trempe, et faible déformation en travail. Une bonne résistance aux chocs ($R_{min} = 218 \text{ daN/mm}^2$) HRC = 61-62 Tr : Rv	X200Cr12 (Z200C12)
Colonnes de Guidage, Bagues.	C'est un extra – dur cémenté à une résistance à l'usure et aux efforts interrompus. HRC ≥ 57 .	C65 (XC65)
Plaque d'appui, Brides.	Une bonne ténacité ($R_{min} = 57 \text{ daN/mm}^2$).	C35 (XC38)

R min : résistance minimale à la rupture par extension.

Tr : T thermique.

Tableau 3: Les différents matériaux utilisés.

III-7) Graissage des outils :

Les outils sont des petites machines qui nécessitent le graissage pour assurer sa durée de vie et éviter l'usure. Toutes les parties frottant seront lubrifiées avec soin.

Chapitre IV

Etude et conception de l'outil

Partie I

Etude de l'outil

IV-1) Introduction :

Dans le domaine industriel, le but du producteur est de réaliser des pièces ayant le minimum de déchets (c'est-à-dire chercher le flan optimal), pour cela en doit procéder au calcul du flan théorique.

IV-2) Cahier des charges:

Dans les travaux des métaux en feuilles, il existe une grande variété de presse, et leur choix dépend des opérations à effectuer, dans ce travail la pièce à étudier est : « **support thermostat de sécurité** ». Dont les caractéristiques dimensionnelles et géométriques sont présentes sur la. (Figure 51 et 52(A)).

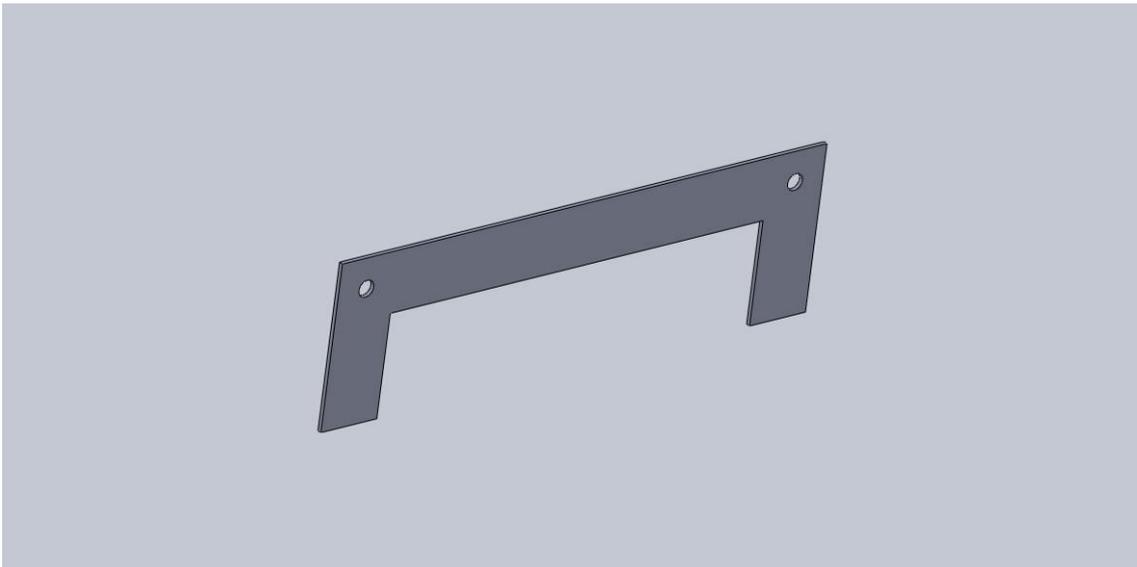


Figure 51 : la forme de la pièce à réaliser

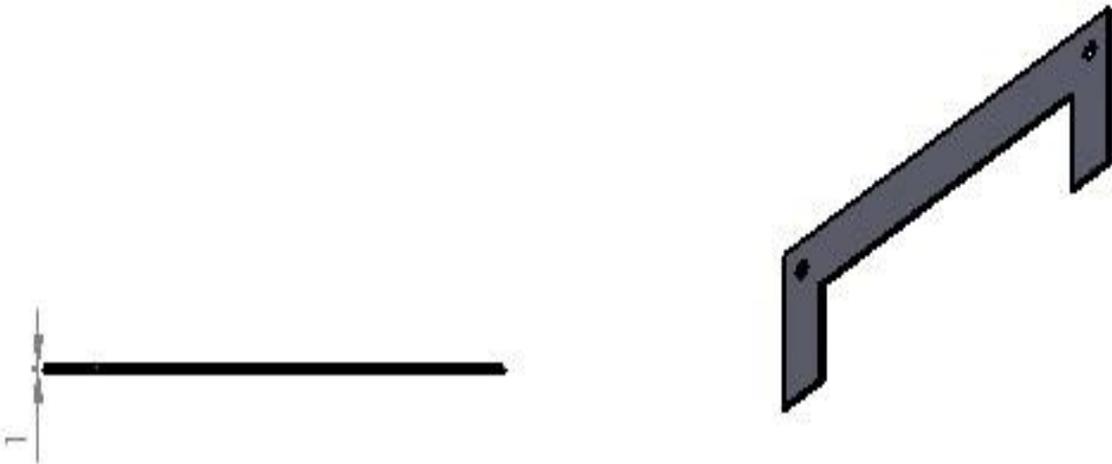
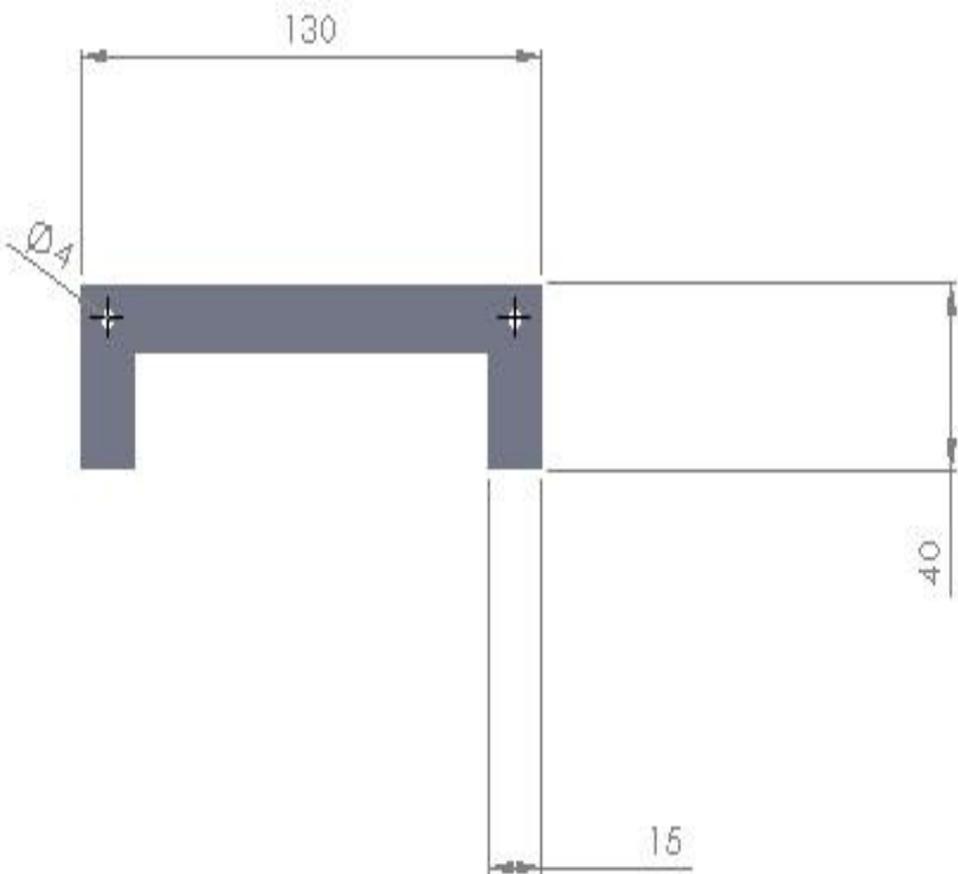


Figure 52 (A) : dimensionnement de la de la pièce

IV-2-1) travail demandé :

Le travail consiste en l'étude et la conception d'un outil de découpage et de poinçonnage d'un support thermostat de sécurité.

La figure 52(B) nous montrons l'outil qui nous permettons de réaliser cette pièce.

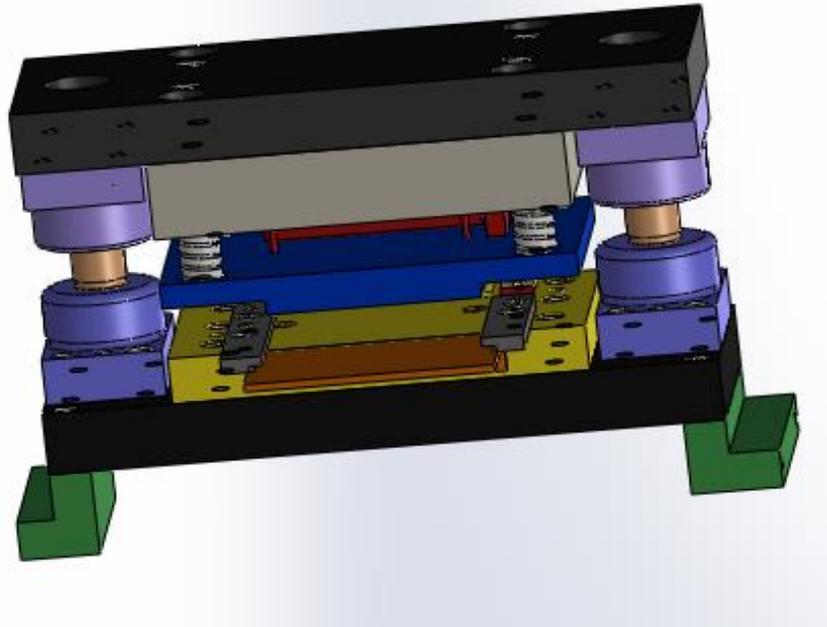


Figure 52(B) : outil de découpage et poinçonnage

► Processus de fabrication :

Le processus de fabrication de ce support passe par 3 étapes (figure53)

► 1^{ère} étape :

Elle consiste de découper des bandes à partir de tôle fournie en format commercial standard sous forme des bobines de 2 tonne.

► 2^{ème} étape : Découpage du pas et poinçonnage des deux trous.

L'opération de découpage du pas consiste à limiter l'avance de la bande, pour pouvoir effectuer les autres opérations (forme 1), et effectuer un poinçonnage des deux trous (forme 2).

► 3^{ème} étape :

L'opération consiste à découper le flan avec un poinçon de forme. (forme 3)

IV-3) Calcul des efforts :

Les efforts appliqués pour Obtenir la forme finale sont :

F_{de1} : effort de découpage ;(forme1)

F_{de2} : effort de poinçonnage ;(forme2)

F_{de3} : effort de découpage ;(forme3)

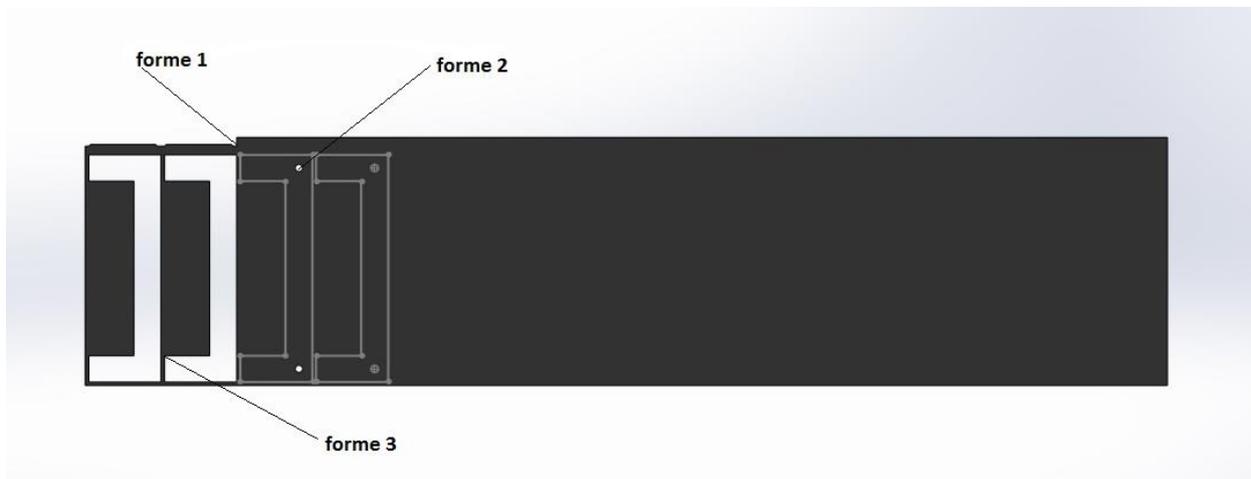


Figure 53 : les différentes opérations sur la bande.

IV-3-1) Calcul de l'effort de découpage et poinçonnage : [01]

Le calcul des efforts pour les deux procédés se fait selon la loi suivante :

$$F_{de} = P \times e \times Rc \dots \dots \dots (1)$$

Avec :

P : Le périmètre à découper,

e: L'épaisseur de la tôle,

Rc : Résistance au cisaillement de tôle 29.6 daN/mm².

A) Effort de découpage du pas F_{de1} :

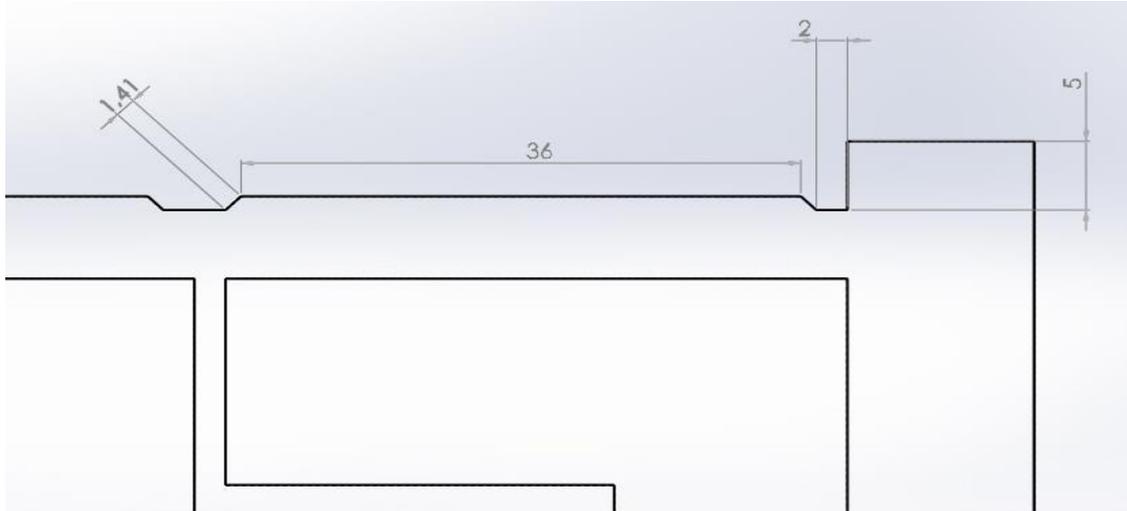


Figure 54: décapage de pas.

P1: la longueur de la ligne de coupe de poinçon de pas.

$$P1 = 5 + 2.2 + 2.1,41 + 36 \text{ (par Mesure directe)}$$

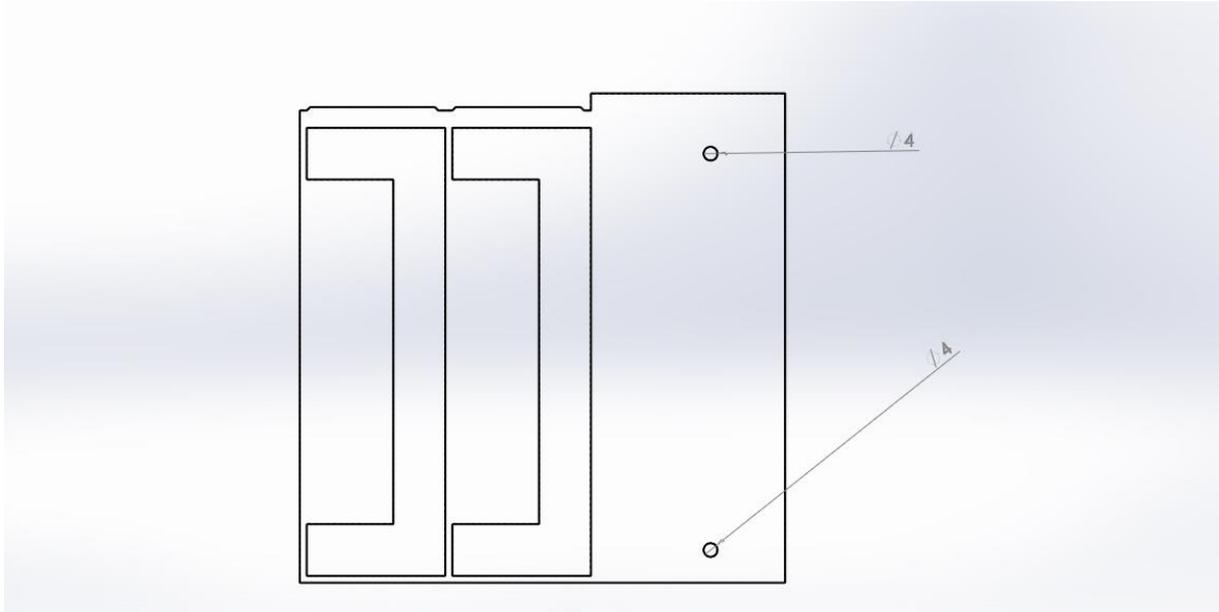
$$P1 = 47,82 \text{ mm}$$

$$F_{de1} = P1 \cdot e \cdot Rc$$

A.N

$$F_{de1} = 47,82 \cdot 1 \cdot 29,6$$

$$F_{de1} = 1415,472 \text{ daN}$$

B) Effort de poinçonnage F_{de2} :**Figure 55 : poinçonnage**

P2 : le périmètre de trous de $\varnothing 4$.

$$P2 = \pi \cdot \varnothing \cdot n$$

Avec :

\varnothing : diamètres des trous

n : nombre des trous

A.N

$$P2 = 3,14 \cdot 4 \cdot 2$$

$$P1 = 25,12 \text{ mm}$$

$$F_{de2} = P2 \cdot e \cdot Rc$$

A.N

$$F_{de2} = 25,12 \cdot 1 \cdot 29,6$$

$$F_{de2} = 743,52 \text{ daN}$$

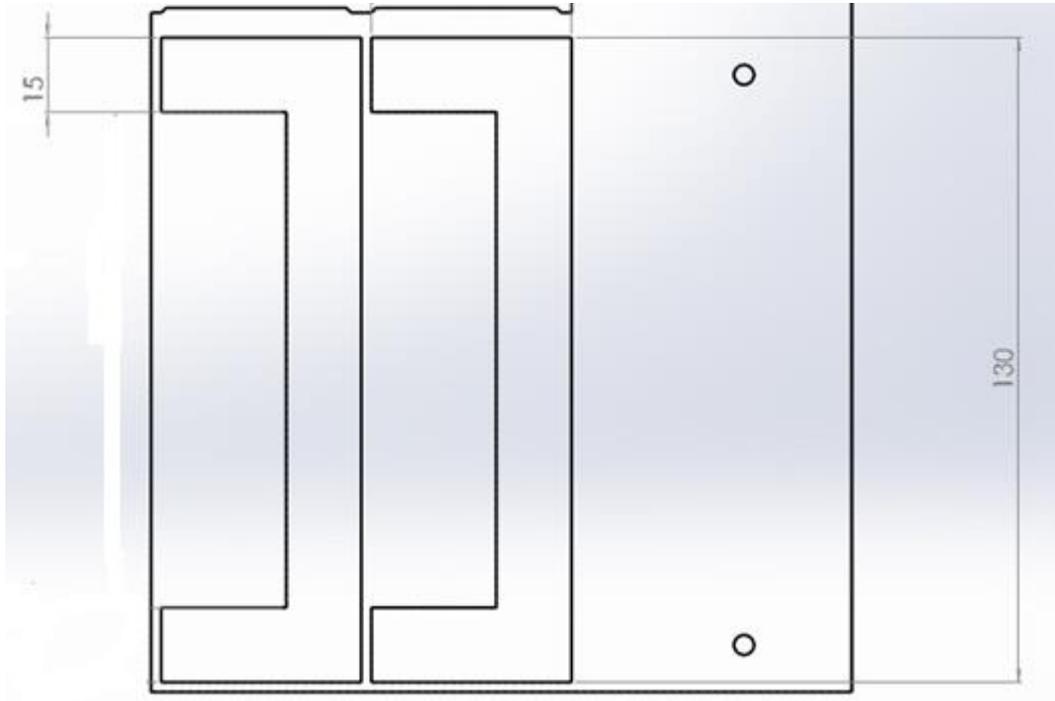
C) effort de découpage de forme F_{de3} :

Figure 56: découpage de forme

P3 : le périmètre du poinçon de forme

$$P3 = 130 + 15 \cdot 2 + 100 + 40 \cdot 2$$

$$P3 = 340 \text{ mm}$$

$$F_{de3} = P3 \cdot e \cdot Rc$$

A.N

$$F_{de3} = 340 \cdot 1 \cdot 29,6$$

$$F_{de3} = 10064 \text{ daN}$$

E) effort total F_t :

$$F_t = F_{de1} + F_{de2} + F_{de3}$$

A.N

$$F_t = 1415,472 + 743,52 + 10064 = 12222,99 \text{ daN}$$

IV-3-2) Effort de dévêtissage $F_{dév}$:

C'est l'effort nécessaire pour dégager les pionçons de la bond après découpage ou poinçonnage, il est égale à 7% de F_t .

$$F_{dév} = 7\% \cdot F_t = 0,07 \cdot 12222,99$$

$$F_{dév} = 855,6093 \text{ daN}$$

IV-3-3) Calcul de l'effort fourni par la presse F_{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.

$$F_{pr} > F_t + F_{dév}$$

A.N

$$F_{pr} > 12222,99 + 855,6093$$

$$F_{pr} > 13078,599$$

Donc le choix de la presse ce fait selon la force suivant :

$$F_{pr} > 13.078 \text{ tonne-force}$$

IV-4) Choix de ressort :[09]

La raideur des ressorts doit assurer le devitissage, et pour des raisons d'encombrement et le cout de l'outil on utilise 4 ressorts.

$$F_{\text{ressort}} = F_{\text{dév}} \div 4$$

A.N

$$F_{\text{ressort}} = 855,6093 \div 4$$

$$F_{\text{ressort}} = 213,90 \text{ daN}$$

Le ressort qui satisfait les conditions de travail est le ressort pour outil a charge forte tiré de tableau (4) qui a les caractéristiques suivante :

La longueur $L = 38$,

La raideur $K = 219$.

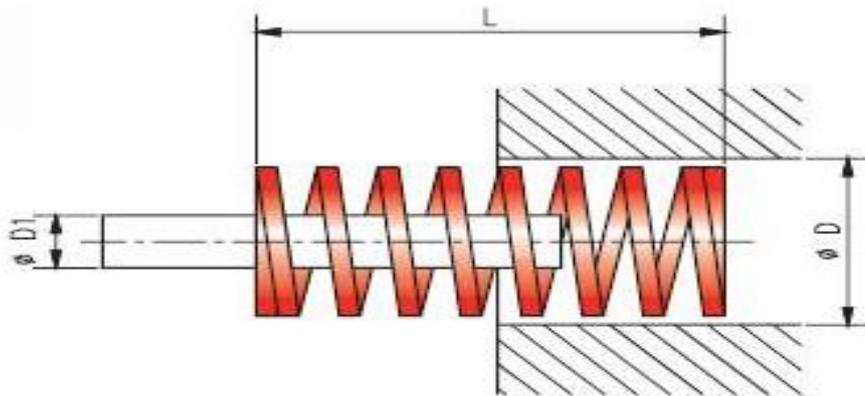


Figure 57 : schéma de dimensionnement d'un ressort

$D = 25 \text{ mm}$

$D1 = 12.5 \text{ mm}$

$L = 38 \text{ mm}$

$K = 219 \text{ N/mm}$

$A = 7.6$ (course de ressort comprimée)

$F_{\text{ressort}} = 1664 \text{ N}$

D	D1	L	K	A 20 %	
				N	mm
mm	mm	mm	N/mm	N	mm
25	12.5	25	375	1875	5
		32	297	1901	6.4
		38	219	1664	7.6
		44	187	1646	8.8
		51	156	1591	10.2
		64	123	1574	12.8
		76	99	1505	15.2
		89	84	1495	17.8
		102	73	1489	20.4
		115	65	1495	23
		127	57.7	1468	25.4
		139	52.7	1465	27.8
		152	47.8	1453	30.4
		178	41	1460	35.6
		203	35.8	1453	40.6
		305	22.9	1397	61

Tableau 4 : ressorts à charge forte

IV-5) choix de la presse à utiliser :

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

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

A partir de l'effort que nous avons trouvé, on a optée pour une presse " TP 30 col de cygne" de construction allemande qui a les caractéristiques suivantes:

- Capacité de la presse (30 tonnes),
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMH)..... (300 mm),
- Distance entre la table et le coulisseau en (PMB)..... (220 mm),
- Dimensions de la table (longueur et largeur)..... (700 mm × 400 mm),
- Hauteur du plan de travail..... (80 mm),
- Poids de la machine..... (2,5 tonnes).

IV-6) Calcul des poinçons à la résistance :

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

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

Si :

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

F : effort de découpage

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

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

Avec :

E : module de Young.

I : moment d'inertie.

L : longueur réelle.

La longueur libre de flambage ℓ est donnée en fonction du type d'appui. Elle est donnée par le tableau (5)

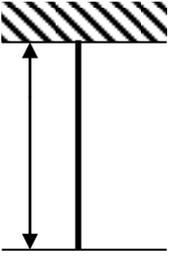
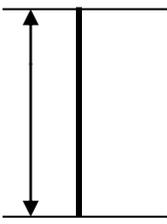
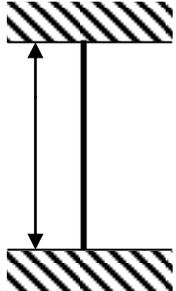
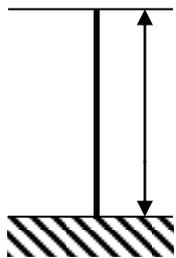
Longueurs libres de flambage				
Types de liaisons	Encastré en A Et libre en B	Liaisons pivotantes en A et B	Encastré en A et B	Encastré en A Et Pivots en B
Valeurs de l	 $l = 2L$	 $l = L$	 $l = L/2$	 $l = 0,7L$

Tableau 5: Valeurs de la longueur de flambage l en fonction de la longueur réelle L .

Dans notre cas les poinçons sont encastre d'un et libre de l'autre, la longueur de flambement $l = 2L$

► **poinçon circulaire :**

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

A.N

$$I = 3,14 \cdot 4^4 / 64$$

$$I = 12,57 \text{ mm}^4$$

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 12,57 / 4 \cdot 106,6^2$$

$$F_{cr} = 572,584 \text{ N}$$

On a : $F_{de2} = 7435,2\text{N}$ (effort de poinçonnage).

Alors la condition n'est pas vérifiée.

$$F_{de2} > F_{cr}$$

Le corps du poinçon doit être renforcé avec une chemise pour éviter le flambage.



► **poinçon de pas :**

$I = 4213,67 \text{ mm}^4$ (mesuré à partir du logiciel CAO solidworks).

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 4213,67 / 4 \cdot 106,6^2$$

$$F_{cr} = 191939,65 \text{ N}$$

On a : $F_{de1} = 14154,72 \text{ N}$ (effort de découpage de pas).

Alors la condition est vérifiée.

$$F_{de1} < F_{cr}$$

► **poinçon de forme :**

$I = 292291,67 \text{ mm}^4$ (mesuré à partir du logiciel CAO solidworks).

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 292291,67 / 4 \cdot 106,6^2$$

$$F_{cr} = 13314370,23 \text{ N}$$

On a : $F_{de3} = 100640 \text{ N}$ (effort de découpage de forme).

Alors la condition est vérifiée.

$$F_{de3} < F_{cr}$$

IV-7) Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie) :

Pour que la presse travail d'une façon plus favorable, l'outil doit se positionner sur la table d'une façon à ce que la résultante de tous les efforts passe par l'axe vertical du coulisseau de la presse.

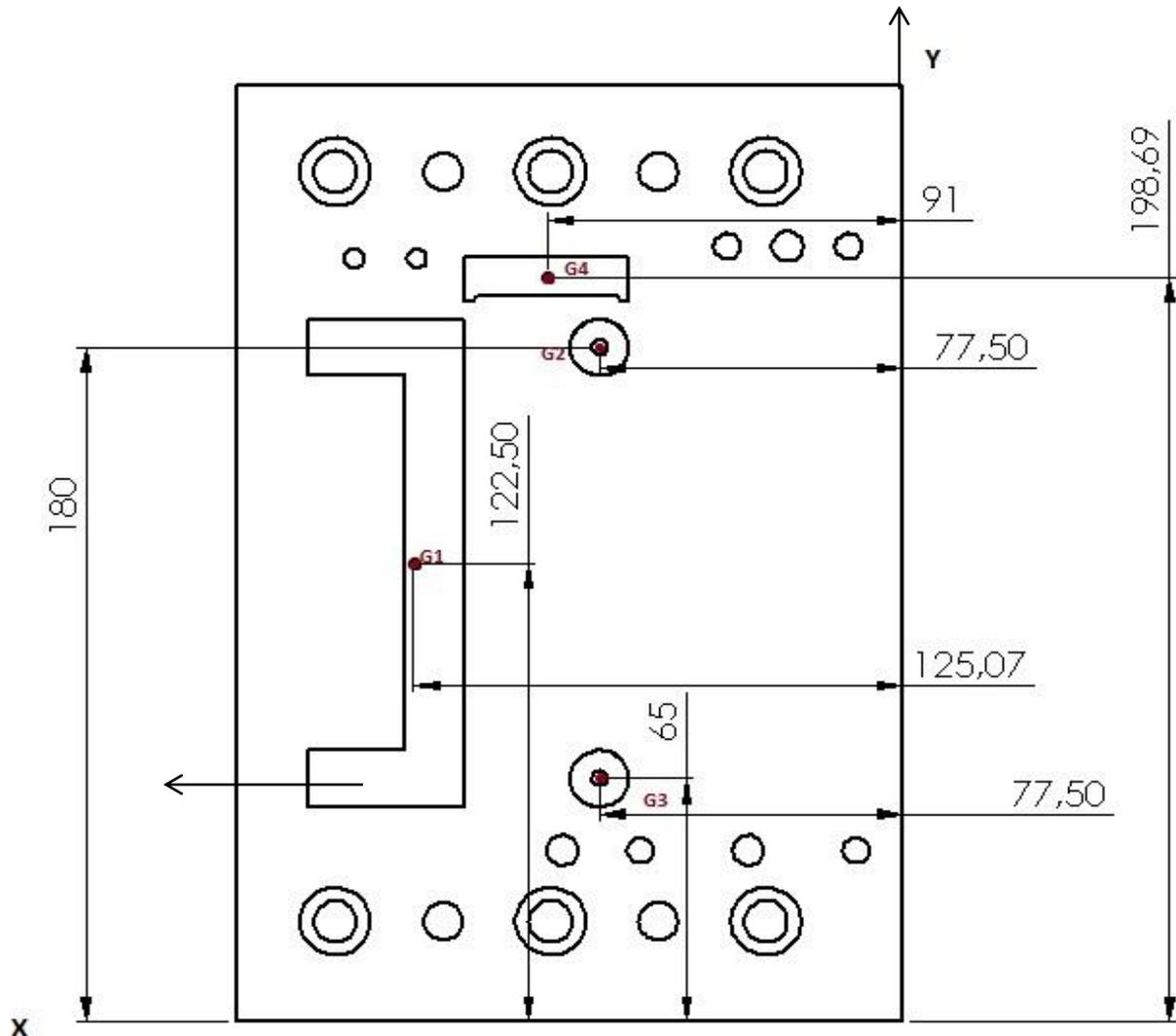


Figure 58 : Position adéquate de l'outil sur la presse (centre d'inertie)

Soient (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) , (X_3, Y_3) , (X_4, Y_4) respectivement les coordonnées des centre d'inerties des position G1, G2, G3, G4.

$$\mathbf{XG} = \frac{\sum_{i=1}^4 X_i \times F_i}{\sum_{i=1}^4 F_i}$$

$$\mathbf{YG} = \frac{\sum_{i=1}^4 Y_i \times F_i}{\sum_{i=1}^4 F_i}$$

G _i	X _i (mm)	Y _i (mm)	F _i (daN)	X _i .F _i	Y _i .F _i
G1	125.07	122.50	10064	1258704.48	1232840
G2	77.5	180	743.52	57622.8	133833.6
G3	77.5	65	743.52	57622.8	48328.8
G4	91	198.69	1415.472	128807.952	281240.1317
			$\sum F_i = 12966.512$	$\sum F_i.X_i = 1502461.032$	$\sum F_i.Y_i = 1696242.532$

Tableau 6: centre d'inertie des efforts de découpage

$$\mathbf{XG} = \frac{\sum_{i=1}^4 X_i \times F_i}{\sum_{i=1}^4 F_i} = 1502461,032 / 12966,512$$

$$\mathbf{XG} = 115,87 \text{ mm}$$

$$\mathbf{YG} = \frac{\sum_{i=1}^4 Y_i \times F_i}{\sum_{i=1}^4 F_i} = 1696242,532 / 12966,512$$

$$\mathbf{YG} = 130,81 \text{ mm}$$

L'axe du coulisseau de la machine passe sur les coordonnées $\mathbf{XG} = 115,87\text{mm}$ et $\mathbf{YG} = 130,81 \text{ mm}$ par rapport à (o, x, y).

IV-7) conception de l'outil:

L'outil proposer dans cette étude est constitué des éléments suivant.

1) Semelle inferieure

C'est une plaque sur laquelle les matrices sont ajustées ; son épaisseur doit être suffisante pour résister surtout à l'effort de découpage

2) Poinçons

Ce sont les éléments qui travaillent le plus au sein de l'outil donc leur calcul est éminent. Les poinçons de faible démentions sont soumis souvent au flambement, et afin d'éviter ce flambement on utilise des chemises dans lesquelles on les inserts. Ces derniers sont fixés directement aux portes poinçons.

3) Porte poinçon

Il sert à fixer et guider les différents pionçons dans leur travaille et aussi de support au sert flan

4) Serre flan

Le sert flan a deux rôles à assurer ; décoller la bande du poinçon et aussi guider les poinçons ainsi que les vis d'écartement qui jouent le Rôle de relais entre les portes poinçons et le sert flan.

5) La butée

Elle sert à positionner le flan ; limitant ainsi son déplacement et assure un bon guidage du flan.

6) La matrice :

Elle doit résister aux différent efforts tel que le découpage, poinçonnage, et doit être suffisamment épaisse pour supporter l'effort du sert flan et éviter les déformations.

7) Les glissières :

Ce sont des baguettes fixes sur la matrice pour assurer le guidage et l'acheminement de la tôle

8) Semelle supérieure :

Elle sert à porter les portes poinçons ainsi que les embases et sert aussi de lien avec le nez de la presse.

9) Embases :

C'est des éléments qui assurent le guidage entre la semelle supérieure et inferieur par l'intermédiaire des colonnes de guidage

10) Colonne de guidage :

Elles coulisent dans les embases supérieures avec glissement et sont emmanchées sur les embases inférieures.

Mise en plant :

On a présente en annexe 1, les différentes pièces constituant l'outil par de planches tracées à l'aide du logiciel solide Works

Planche1 : partie mobile de l'outil

Planche2 : partie fixe de l'outil

Planche3 : poinçon circulaire et la chemise extérieur

Planche4 : butée

Planche5 : poinçon de forme

Planche6: poinçon de pas

Planche7: colonne de guidage

Planche8 : glissière droite

Planche9: glissière gauche

Planche10 : semelle supérieure

Planche11 : serre flan

Planche12 : porte poinçons

Planche13 : matrice

Planche14 : embase

Planche15 : canaux

Planche16 : semelle inférieur

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 œuvre.

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

Certains éléments de l'outil comme les poinçons de poinçonnage et de découpage ont fait l'objet de vérifications de résistance par simulation numérique à l'aide du même logiciel.

Enfin on peut dire que l'étude de l'outil proposé est suffisant pour sa réalisation au sein de l'entreprise.

Partie II

Conception de l'outil

BIBLIOGRAPHIE

[1]. Déformation plastique des tôles. à l'usage des techniciens en génie mécanique. Par R.QUATREMER. Edition DELAGRAVE. 1962

[2] : Etude et conception d'un outil à suivre a bonde s.larbi pacha et s. hider. Mémoire fin d'étude promotion 2012

[3] : presses mécaniques pour le travail à froid des métaux amélioration de la sécurité sur les presses. Institut nationale de recherche et de sécurité (inrs) deuxième Edition 2004 (Edition INRS ED 782)

[4] : Documentation ENIEM.

[5] : Etude et conception d'un outil à bande pour la réalisation de la patte de fixation de la nouvelle poignée cuisinière.

Réalisé par : M^r O. TEBANI, M^r L. MEGHENEM et M^r S. LOUNAS

[6] : 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.

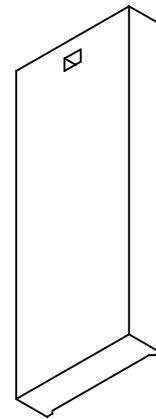
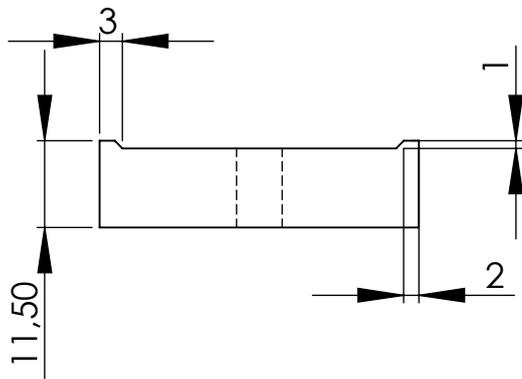
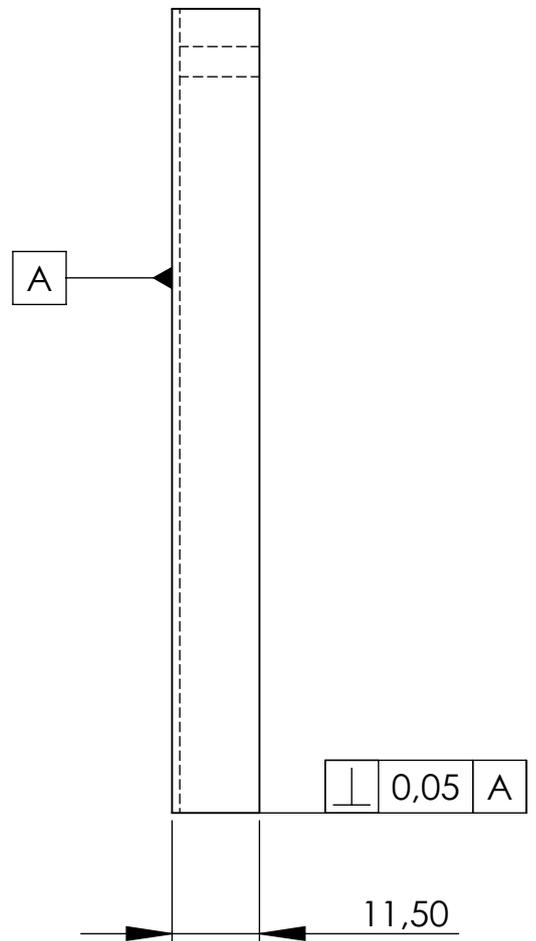
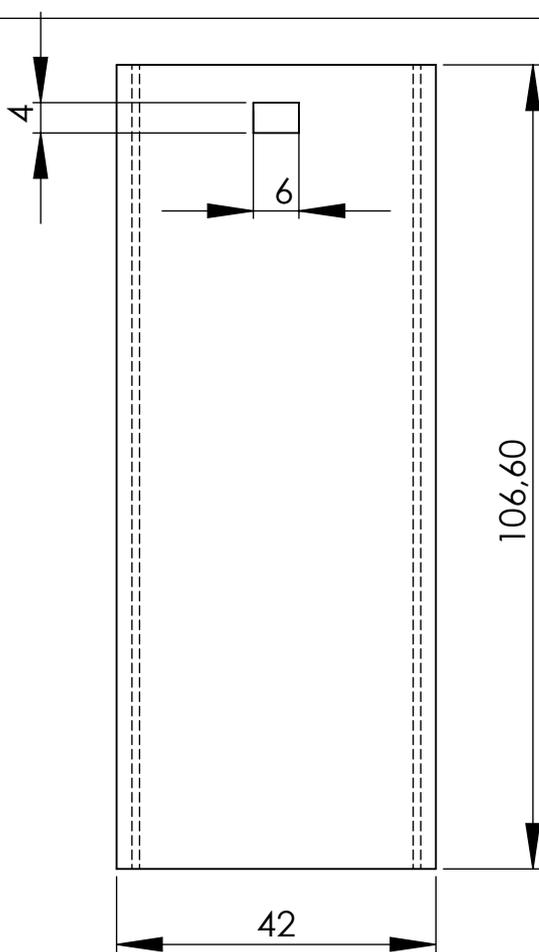
[7] Guide de calcul mécanique. Hachette technique

D.SPENLE, R.GOUR HANT. Edition 2001-2002

[8] : technique de l'ingénieur (Mise en forme des métaux en feuilles). (SNDL)

[9] Livre de la bibliothèque centrale de l'UMMTO. L.GIRARDOT.

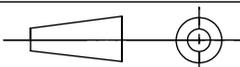
Technologie professionnelle pour l'outilleur. (GM 62)

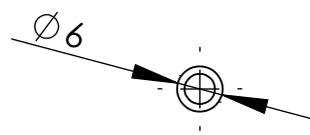
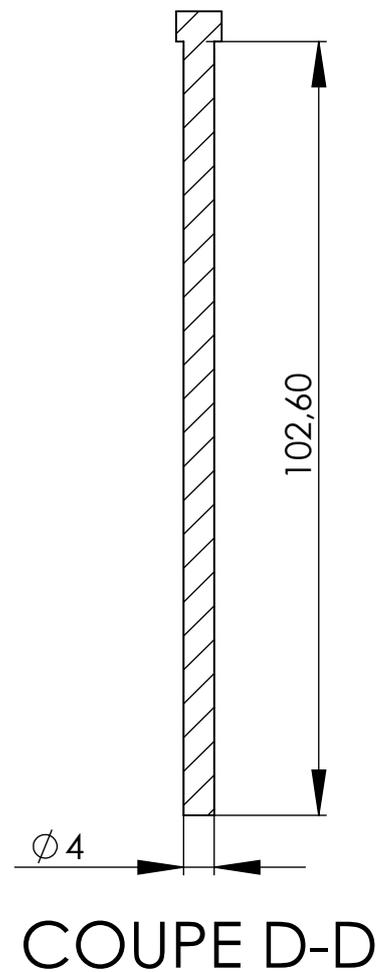
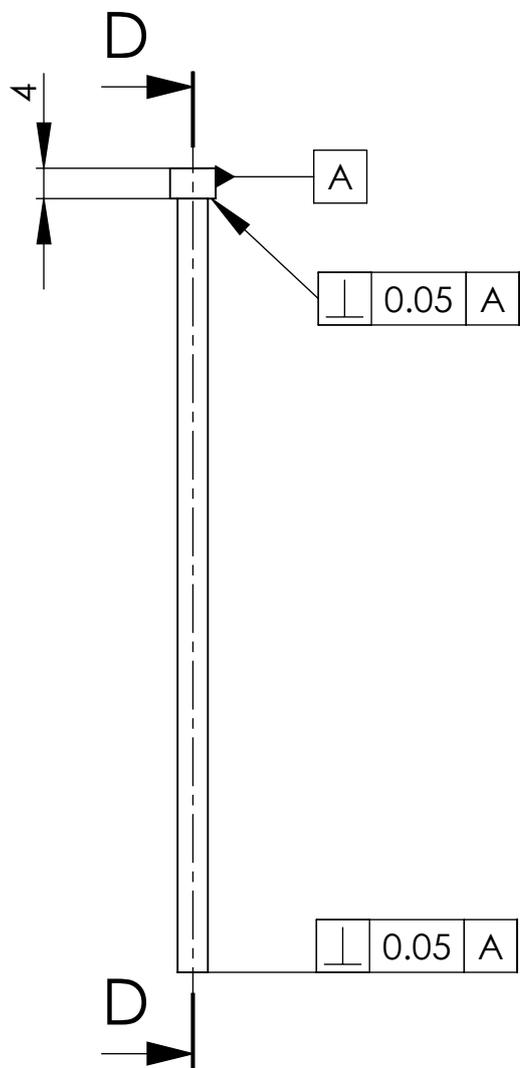


HRC= 58 à 62

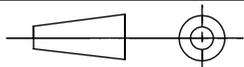
Tolérance générale : ± 0,5

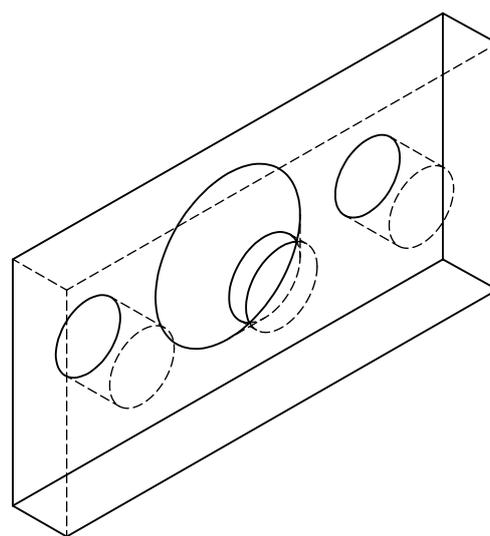
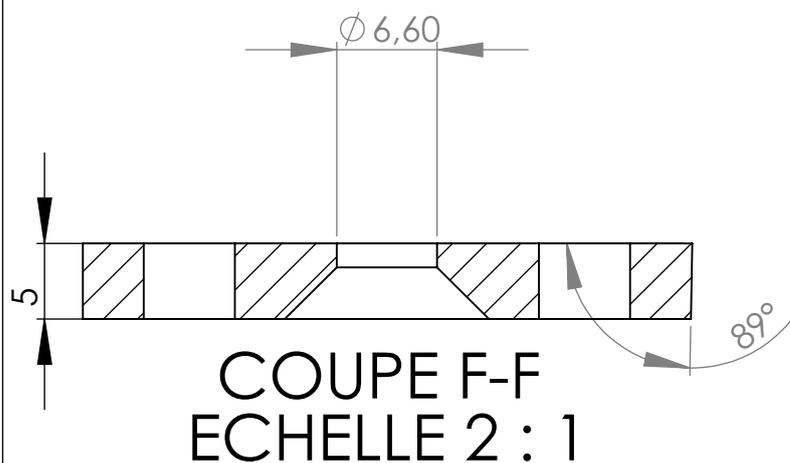
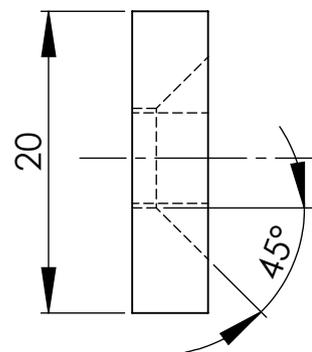
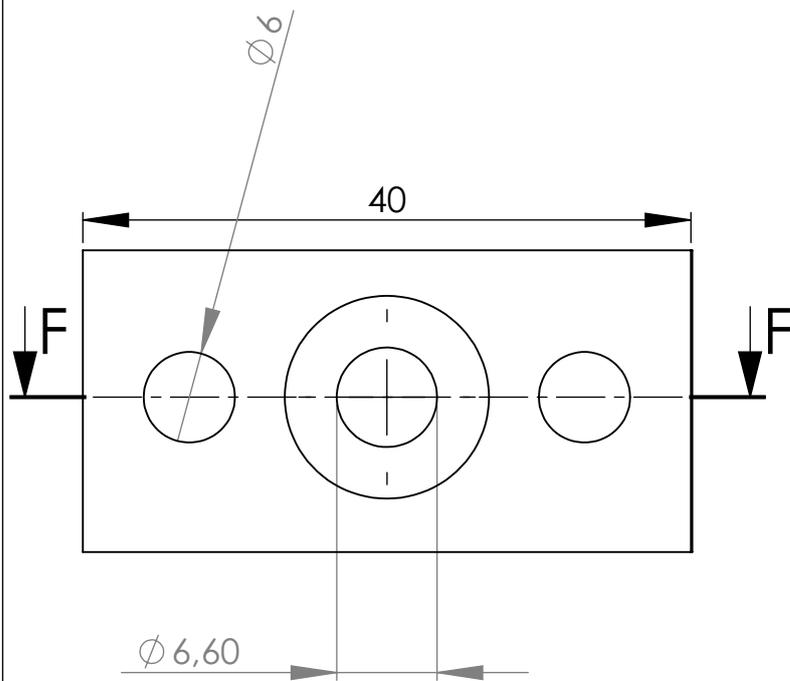
3,2 / sauf spécification

16	01	Poinçon de pas	Z200C12	Traité
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC- GM - UMMTO	Planche N° : 6	
A4		SAADI TOUFIK	2ème année master	

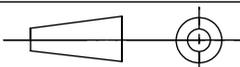


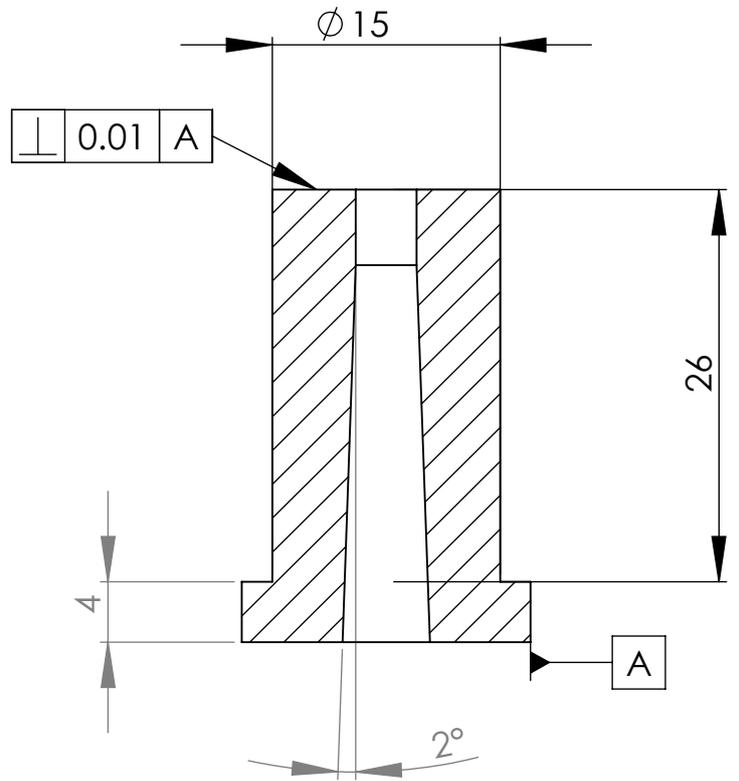
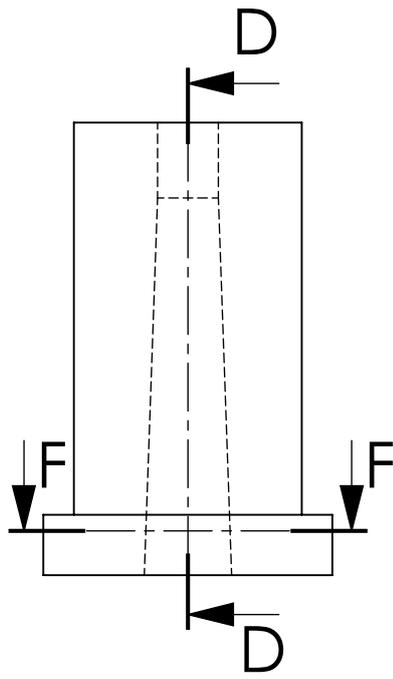
Tolérance générale : $\pm 0,5$
 3,2
 Sauf spécification

15	02	Poinçon circulaire	Z200C12	Traité
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
EHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO		Planche N° : 3
A4		SAADI TOUFIK		2ème année master

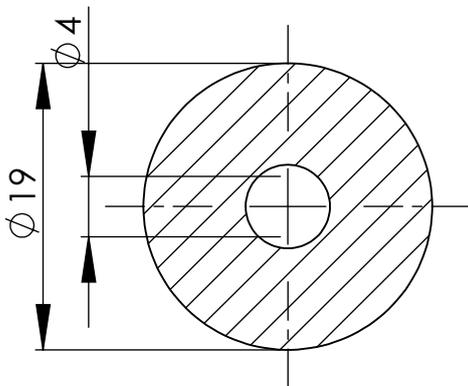


3,2 / Tolérance générale : $\pm 0,5$
Sauf spécification

10	01	Butée	XC18	traitée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 2 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N°: 4	
A4		SAADI TOUFIK	2ème année master	

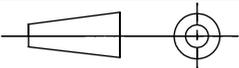


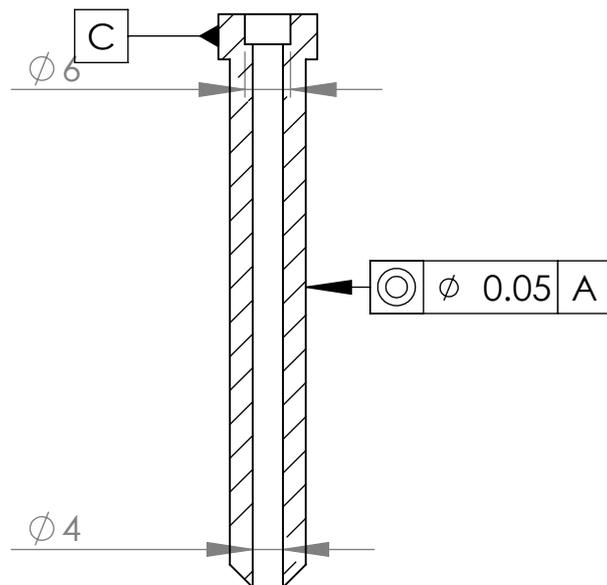
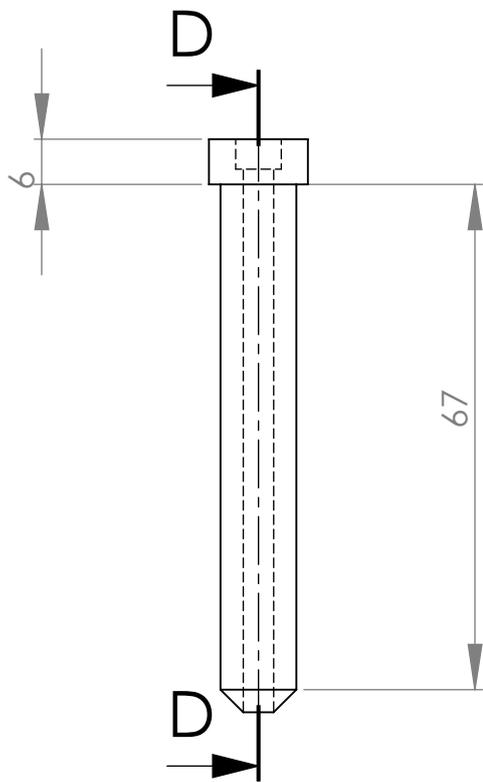
COUPE D-D
ECHELLE 2 : 1



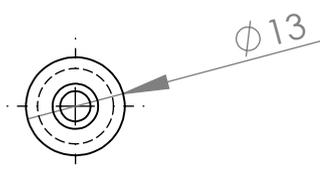
COUPE F-F
ECHELLE 2 : 1

3,2 / Tolérance générale : $\pm 0,1$
Sauf spécification

	02	canau	Z200C12	Traitée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 2 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N°: 15	
A4		SAADI TOUFIK	2ème année master	

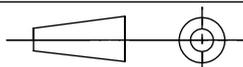


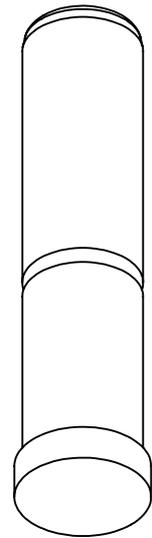
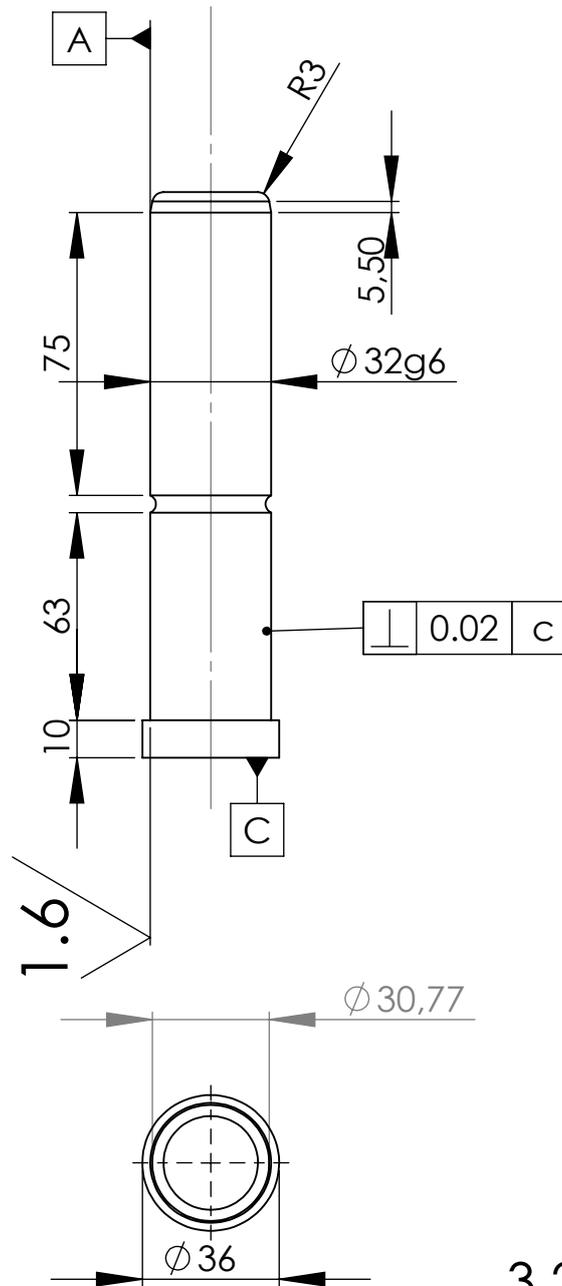
COUPE D-D



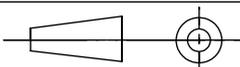
Tolérance générale : $\pm 0,5$

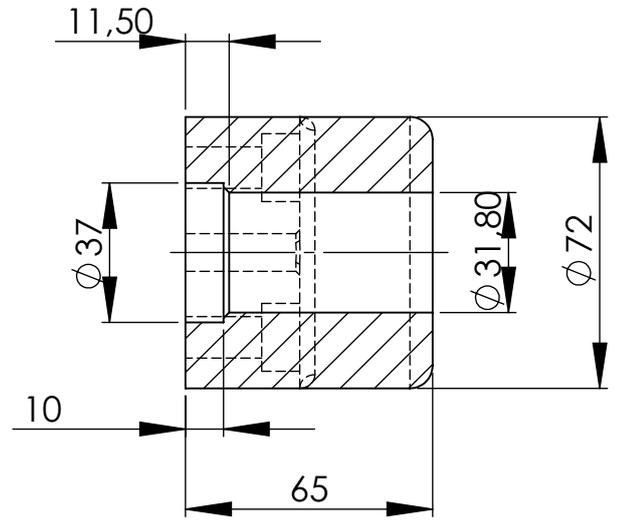
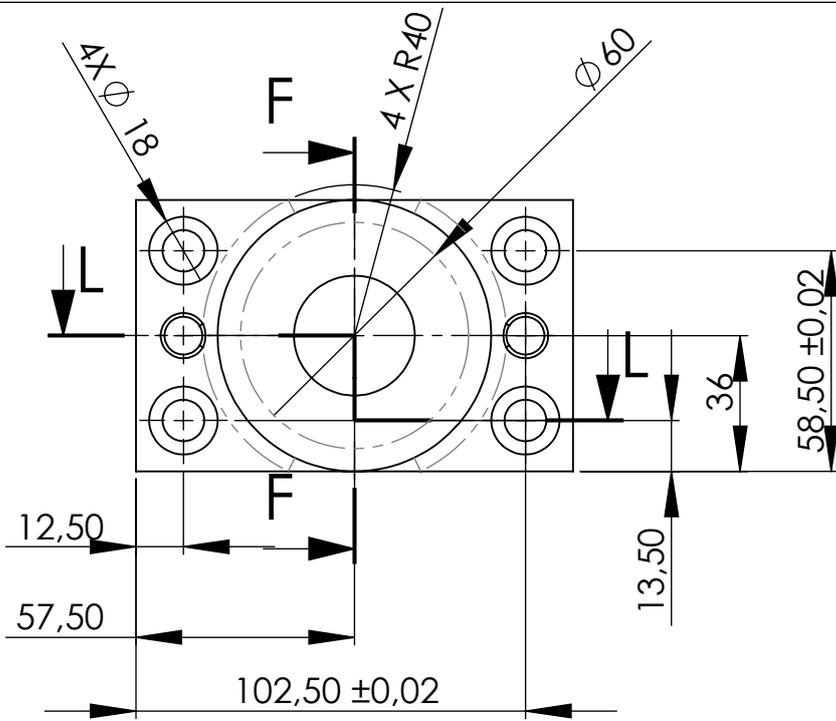
3,2
Sauf spécification

17	02	chemise	Z200C12	Traité
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N° :3	
A4		SAADI TOUFIK	2éme année master	

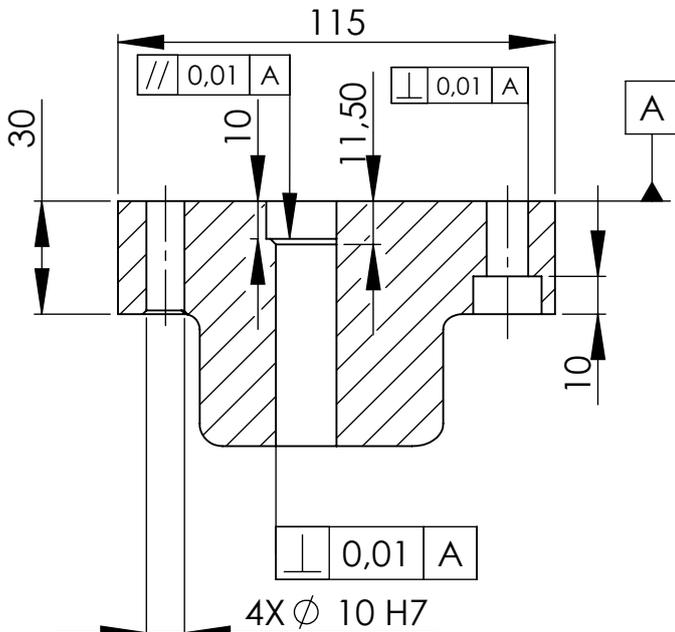


3,2 / Tolérance générale : ± 0,5
Sauf spécification

3	02	Colonne de guidage	XC65	traitée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N°: 7	
A4		SAADI TOUFIK	2ème année master	



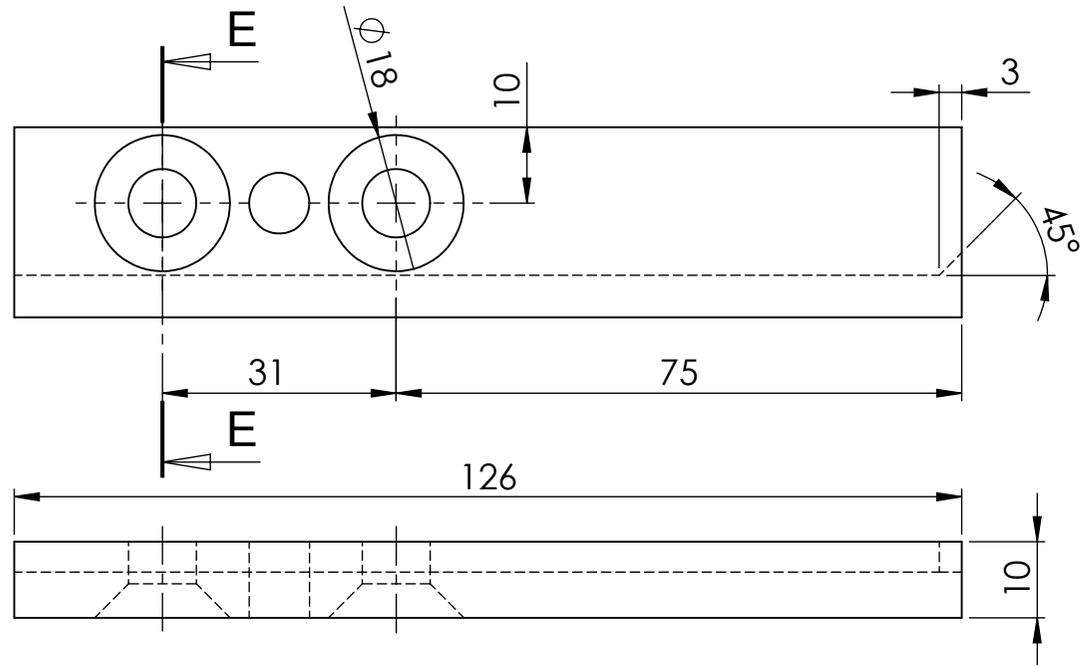
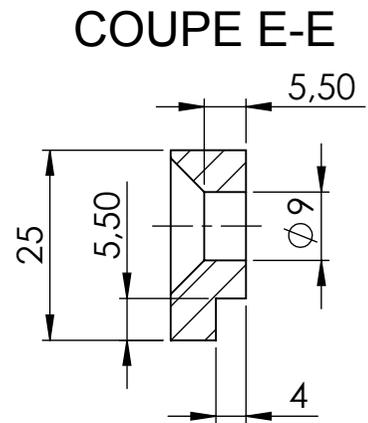
COUPE F-F
ECHELLE 1 : 2



COUPE L-L
ECHELLE 1 : 2

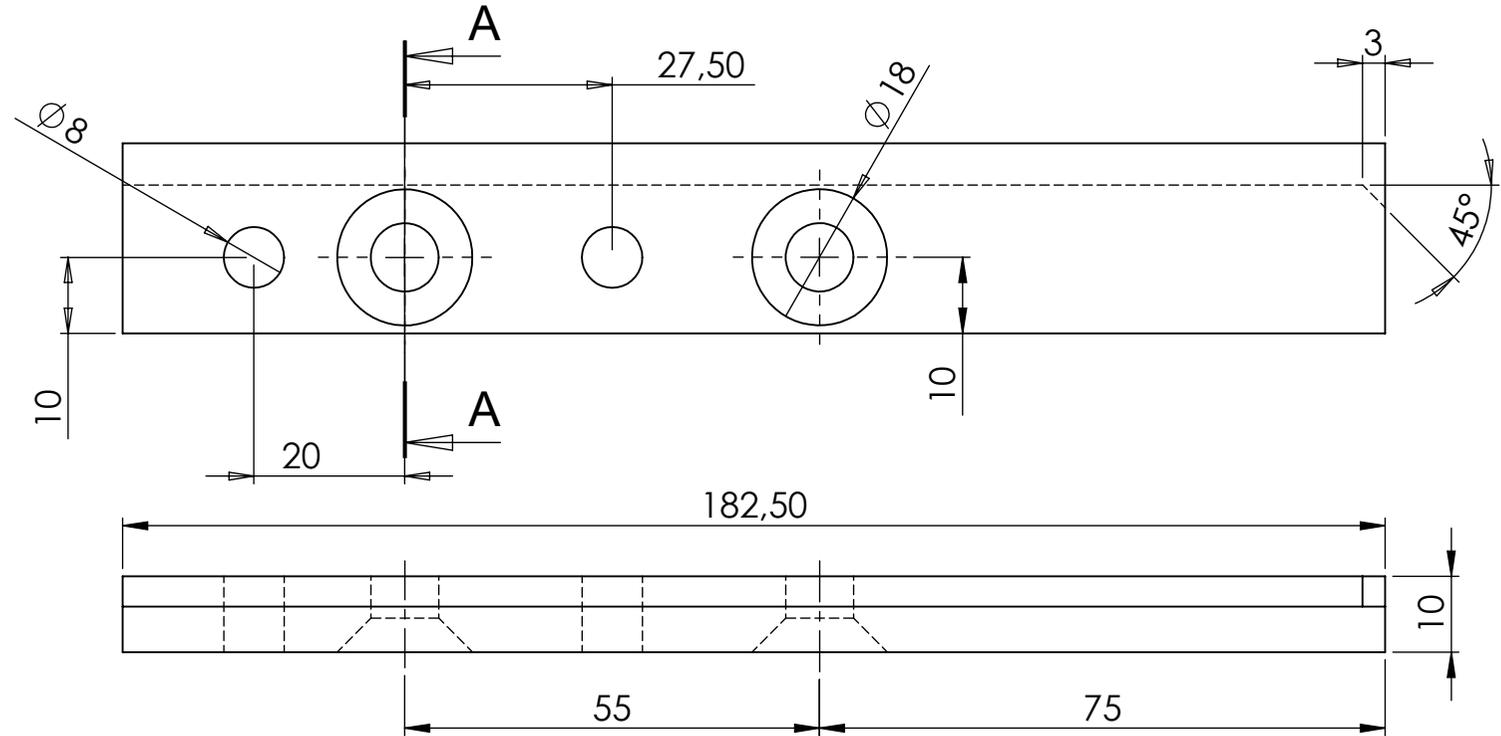
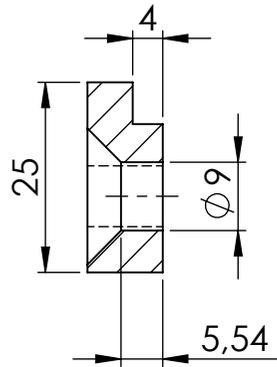
Tolerances ± 0.1
Ra=3.2
sauf indications

2	2	Embase	XC65	Traitée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1 : 2		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N°:14	
A4		SAADI TOUFIK	2ème année master	

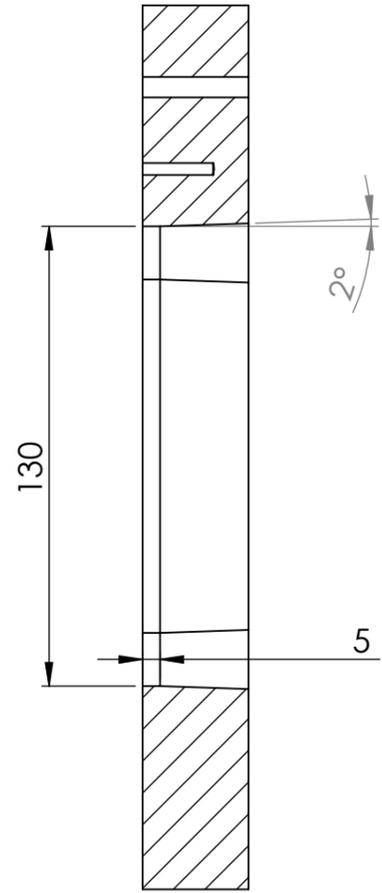


9	01	Glissière droite	E24	Usinée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
EHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N° : 8	
A3		SAADI TOUFIK	2ème année master	

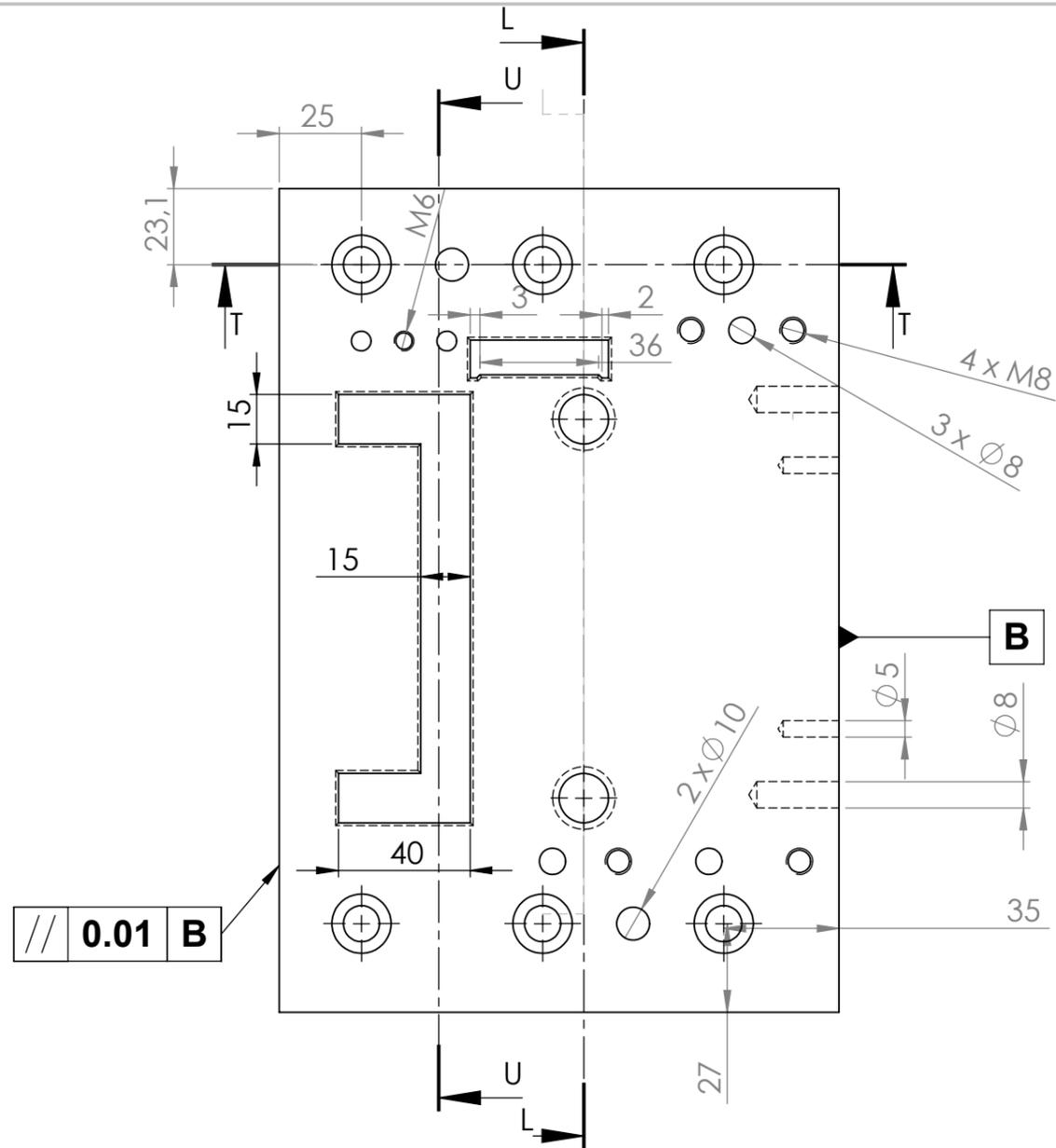
COUPE A-A



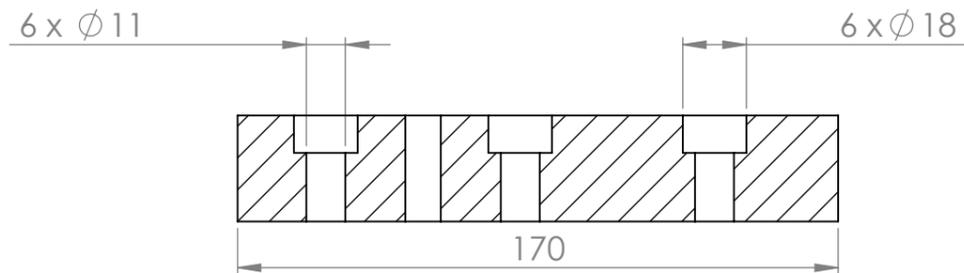
8	01	Glissière gauche	E24	Usinée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO		Planche N° : 9
A3		SAADI TOUFIK		2ème année master



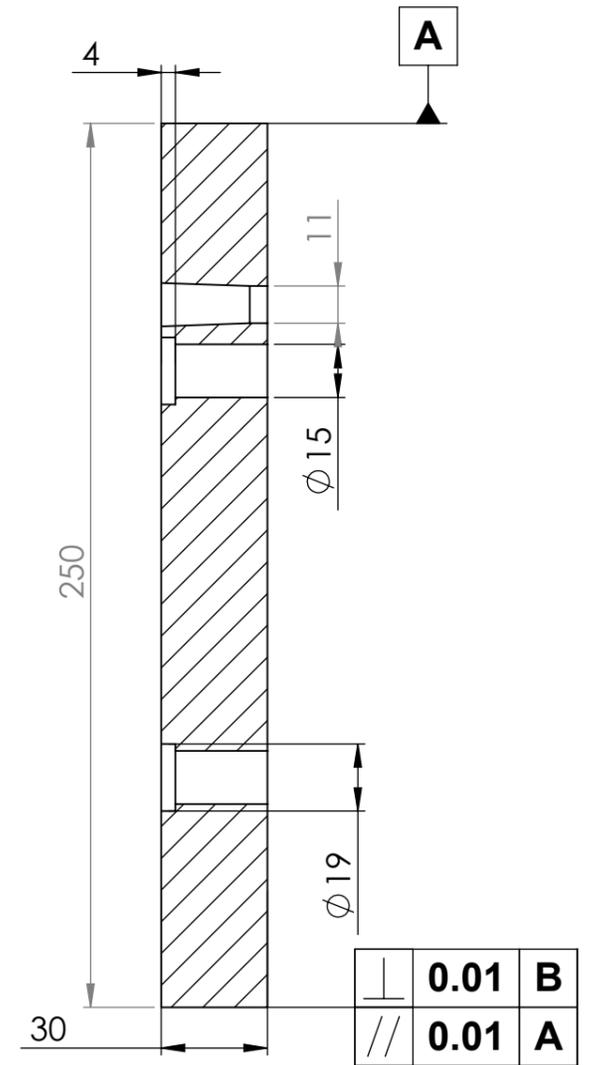
COUPE U-U



0.01 B



COUPE T-T

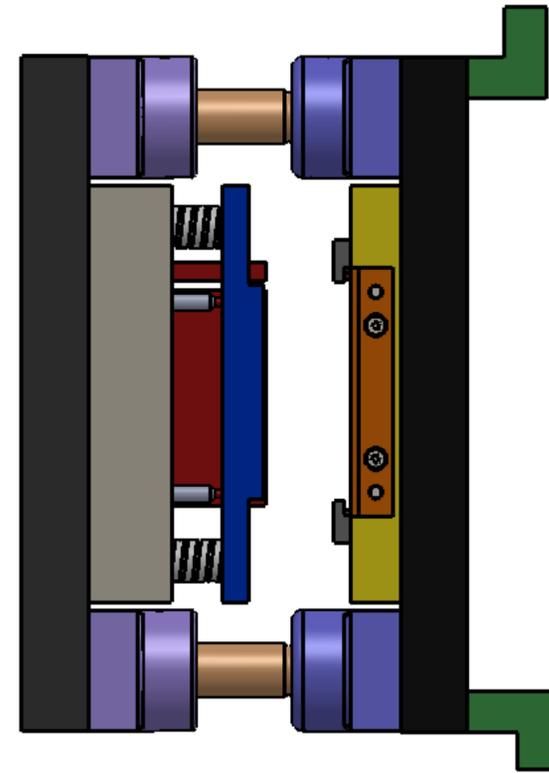
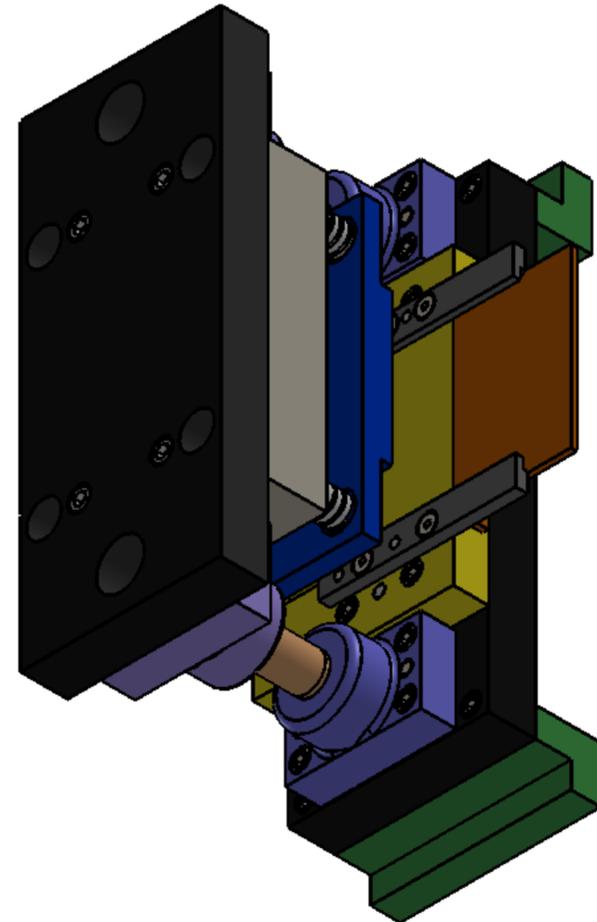
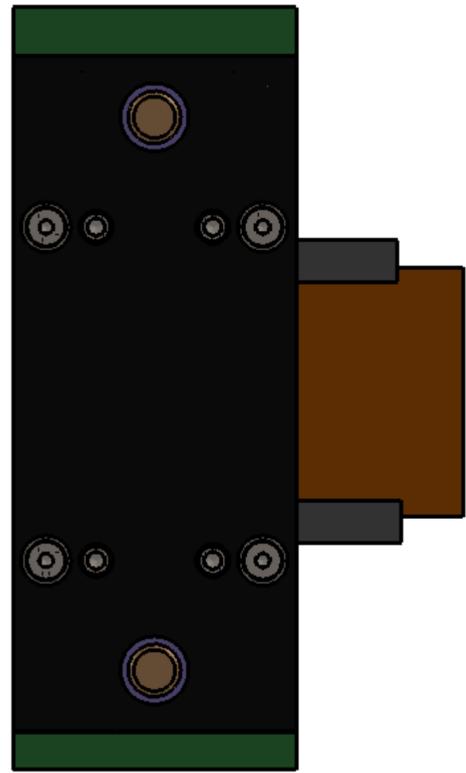


COUPE L-L

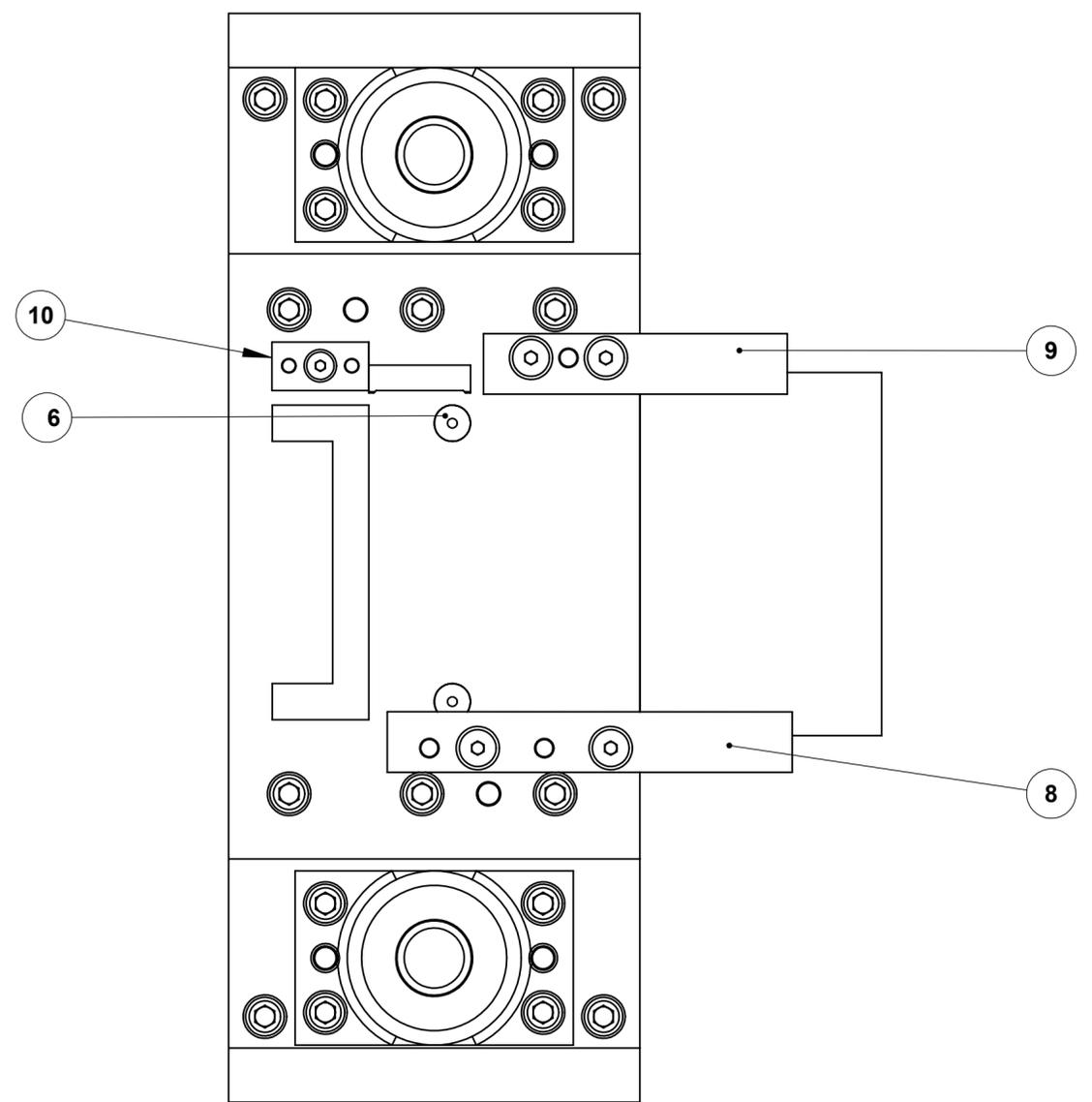
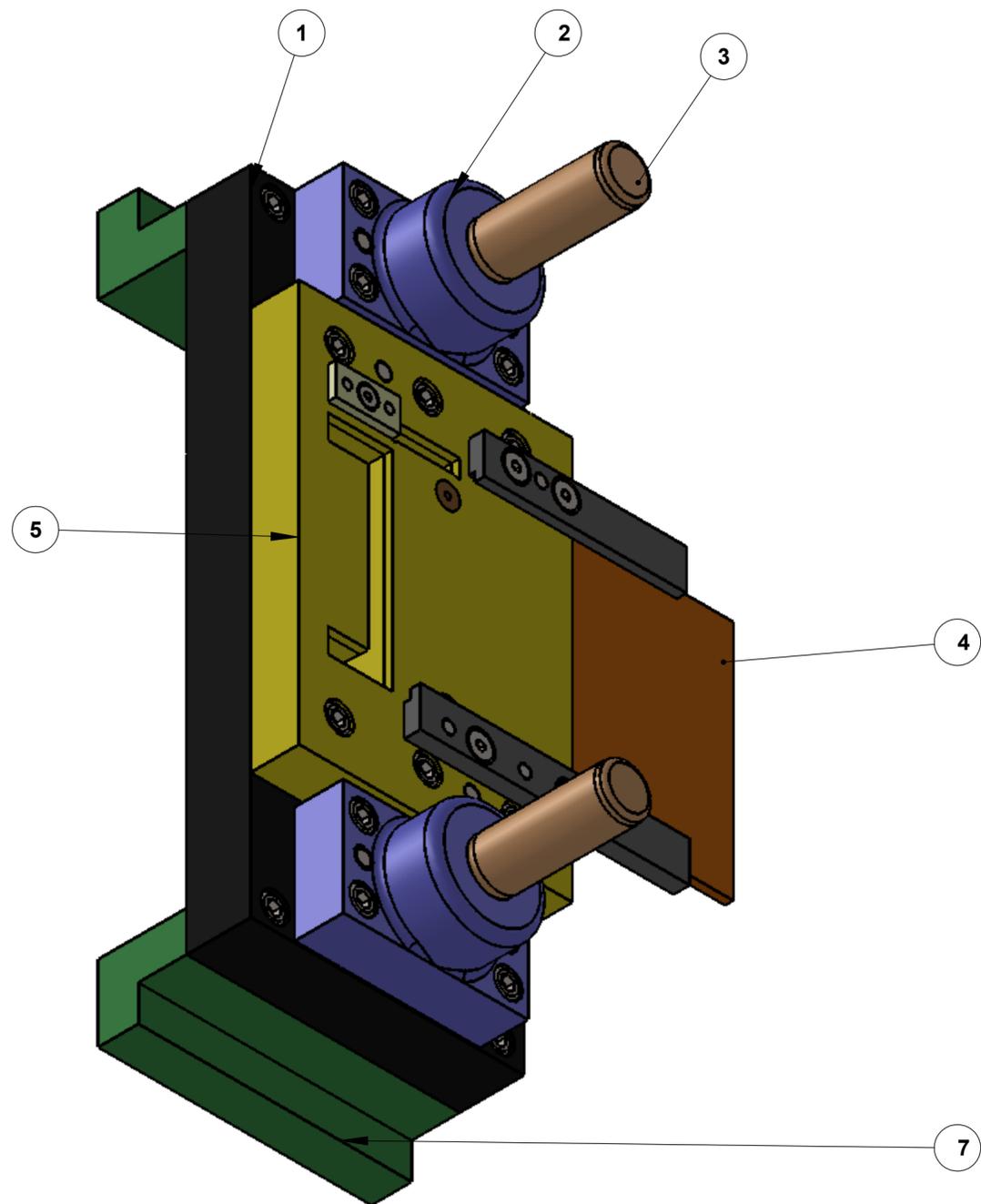
0.01 B
0.01 A

Tolerances ± 0.1
Ra=3.2
sauf indications

5	1	Matrice	Z200C12	Traitée
Rep Nbr		Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1:1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
A3		FGC-GM-UMMTO	Planche N° : 13	
		SAADI TOUFIK	2ème année master	



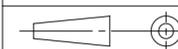
<p>ECHELLE 1:2</p>	<p>OUTIL A SUIBRE A BANDE</p>	
	<p>FGC - GM - UMMTO</p>	<p>Planche N°17</p>
<p>A3</p>	<p>SAADI TOUFIK</p>	<p>2^{ème} année master</p>



10	1	buté	XC18	traité
9	1	glissiere droite	E24	
8	1	glissiere gauche	E24	
7	2	support	E24	traité
6	2	canaux	Z200C12	traité
5	1	matrice	Z200C12	traité
4	1	support flan	E24	
3	2	colone de guidage	XC65	traité
2	4	embase	XC65	traité
1	1	semelle inferieur	E24	
Rep	Nbr	Désignation	MATIERE	OBS

ECHELLE
1:2

OUTIL A SUIBRE A BANDE



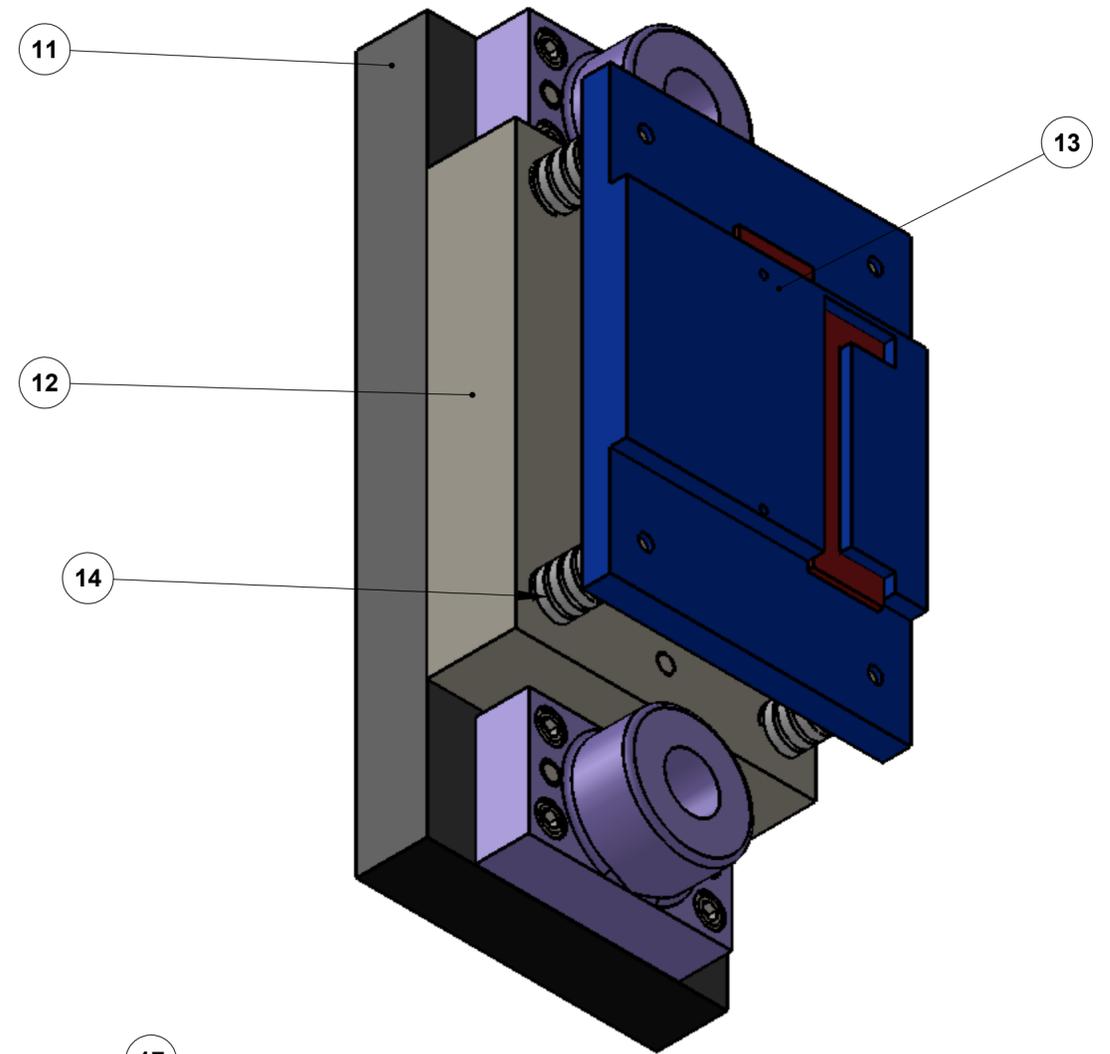
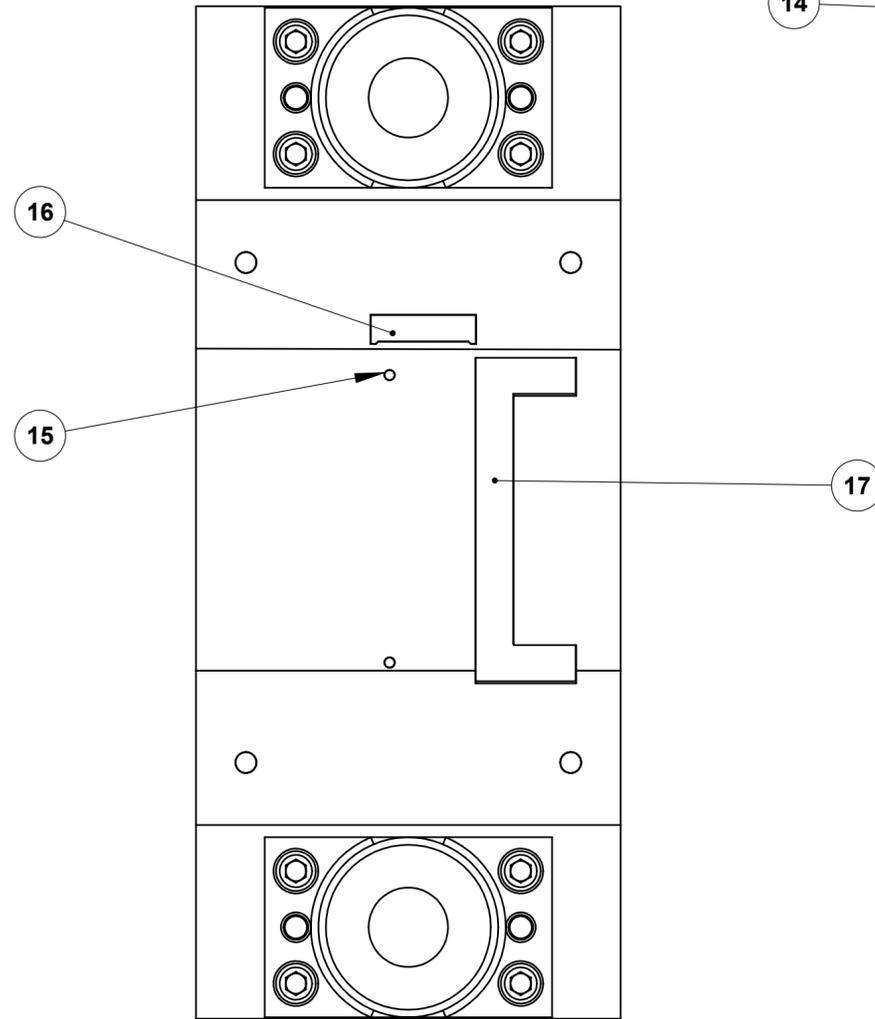
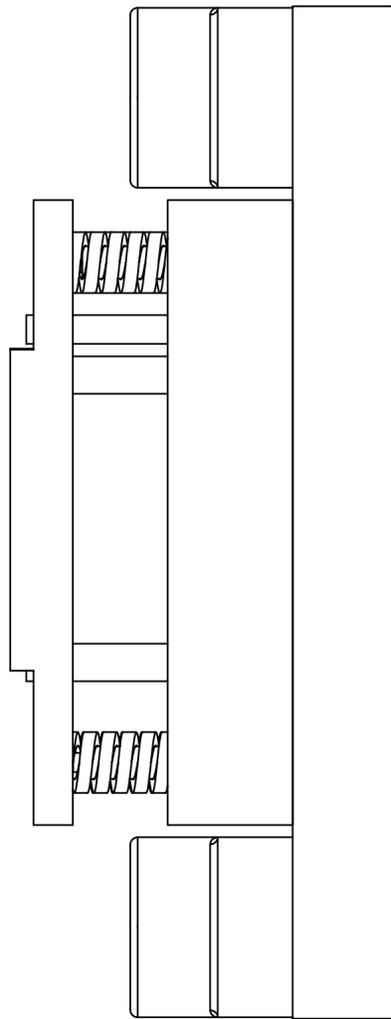
FGC - GM - UMMTO

Planche N° :2

A3

SAADI TOUFIK

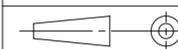
2émé année master



17	1	poinçon de forme	Z200C12	traité
16	1	poinçon pas	Z200C12	traité
15	2	poinçon circulaire	Z200C12	traité
14	4	ressort devitisseur		
13	1	serre flan	E24	
12	1	porte poinçons	E24	
11	1	semelle superieur	E24	
Rep	Nbr	Désignation	MATIERE	OBS

ECHELLE
1:2

OUTIL A SUIBRE A BANDE



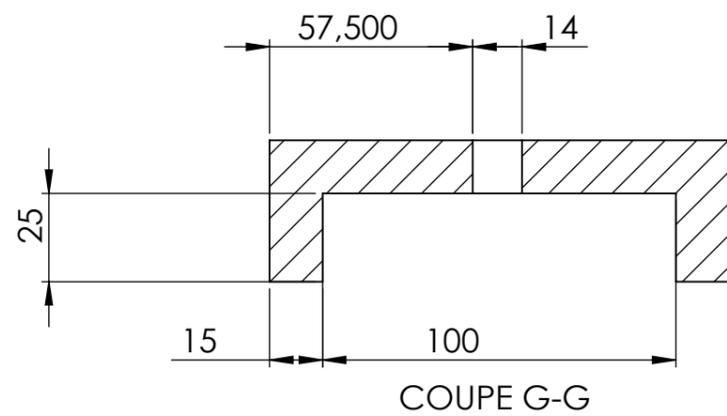
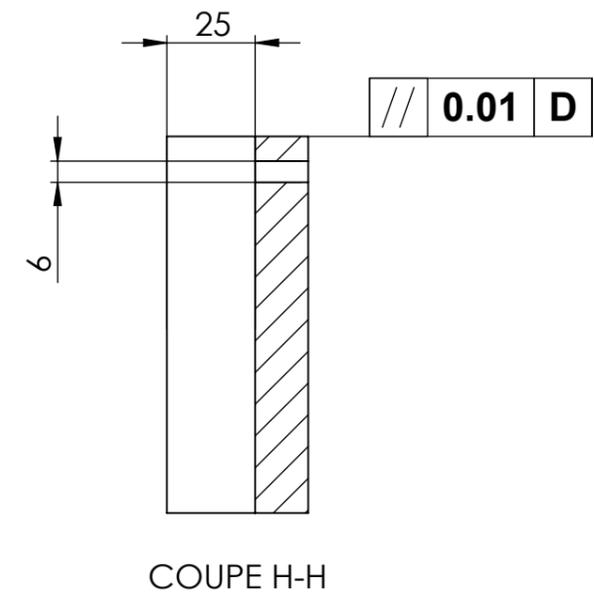
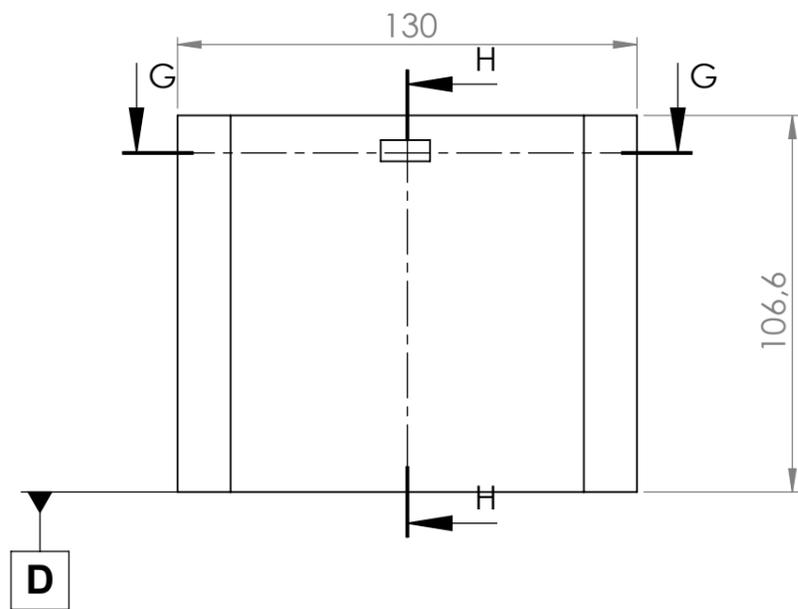
FGC - GM - UMMTO

Planche N° :1

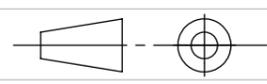
A3

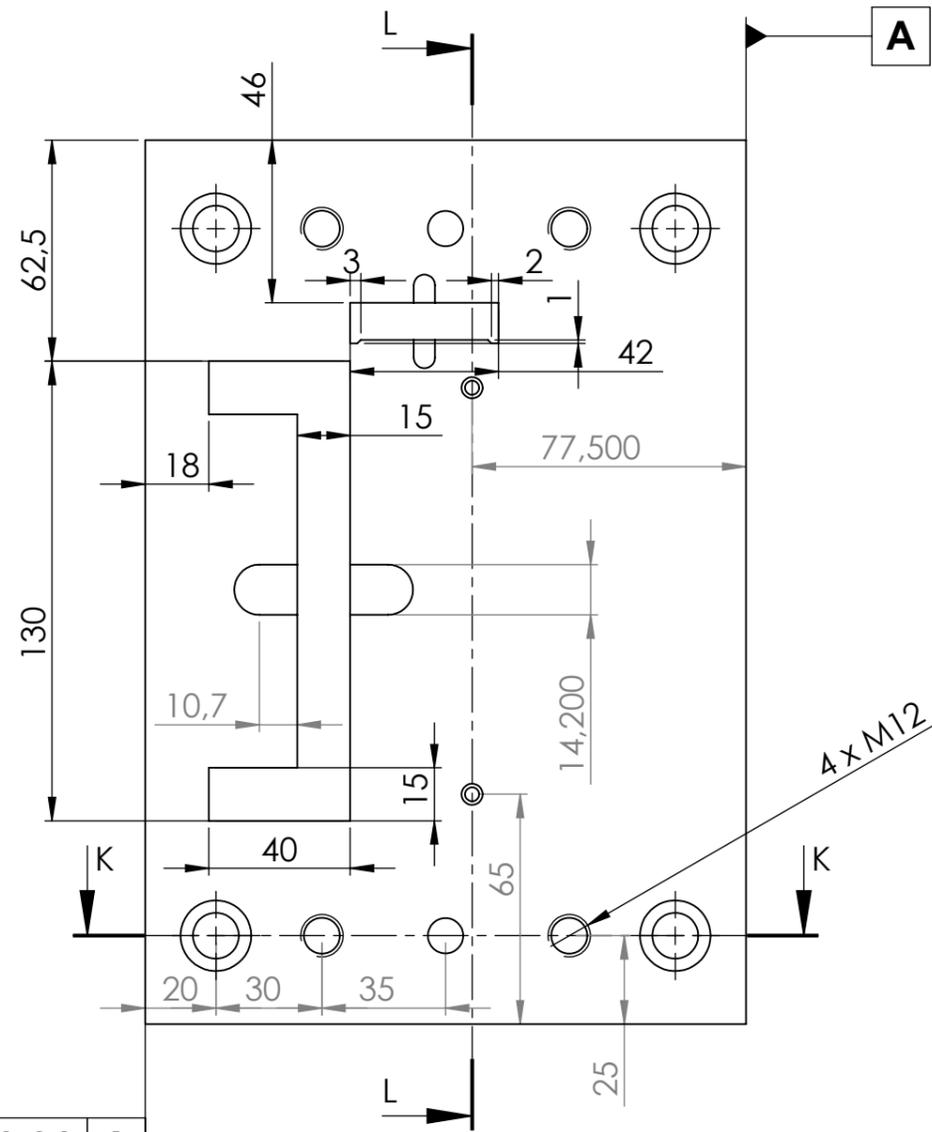
SAADI TOUFIK

2 éme année master

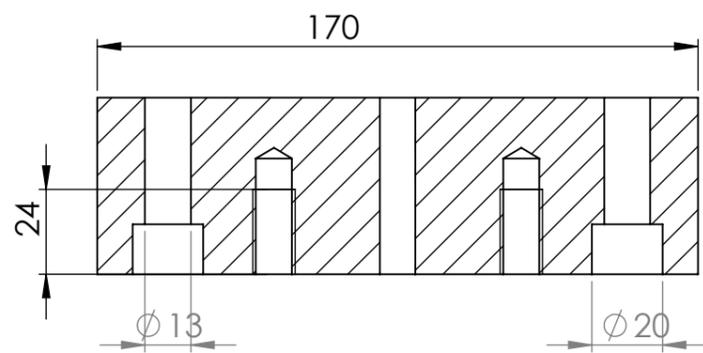


**Tolerances ± 0.1
 Ra=3.2
 sauf indications**

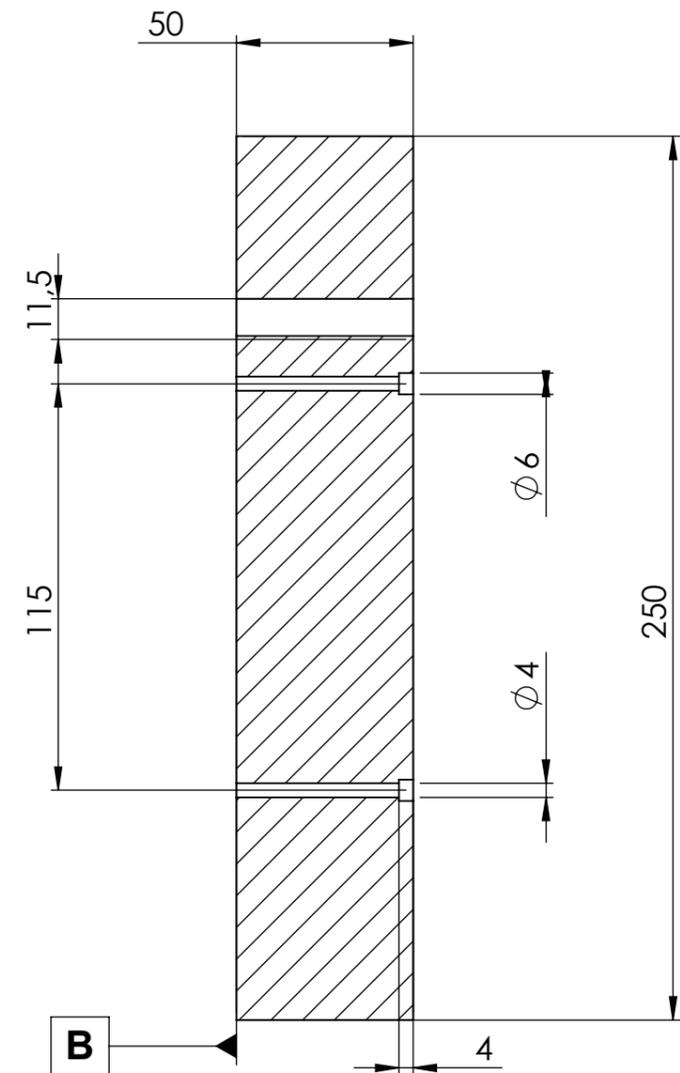
17 01	poinçon de forme	Z200C12	Traité
Rep Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1:1	OUTIL A SUIVRE A BANDE		
	FGC-GM-UMMTO	planche N° : 5	
A3	SAADI TOUFIK	2ème année master	



//	0.01	A
⊥	0.01	B

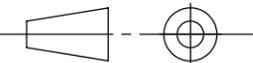


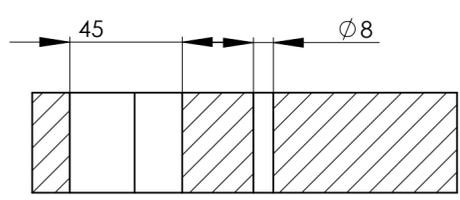
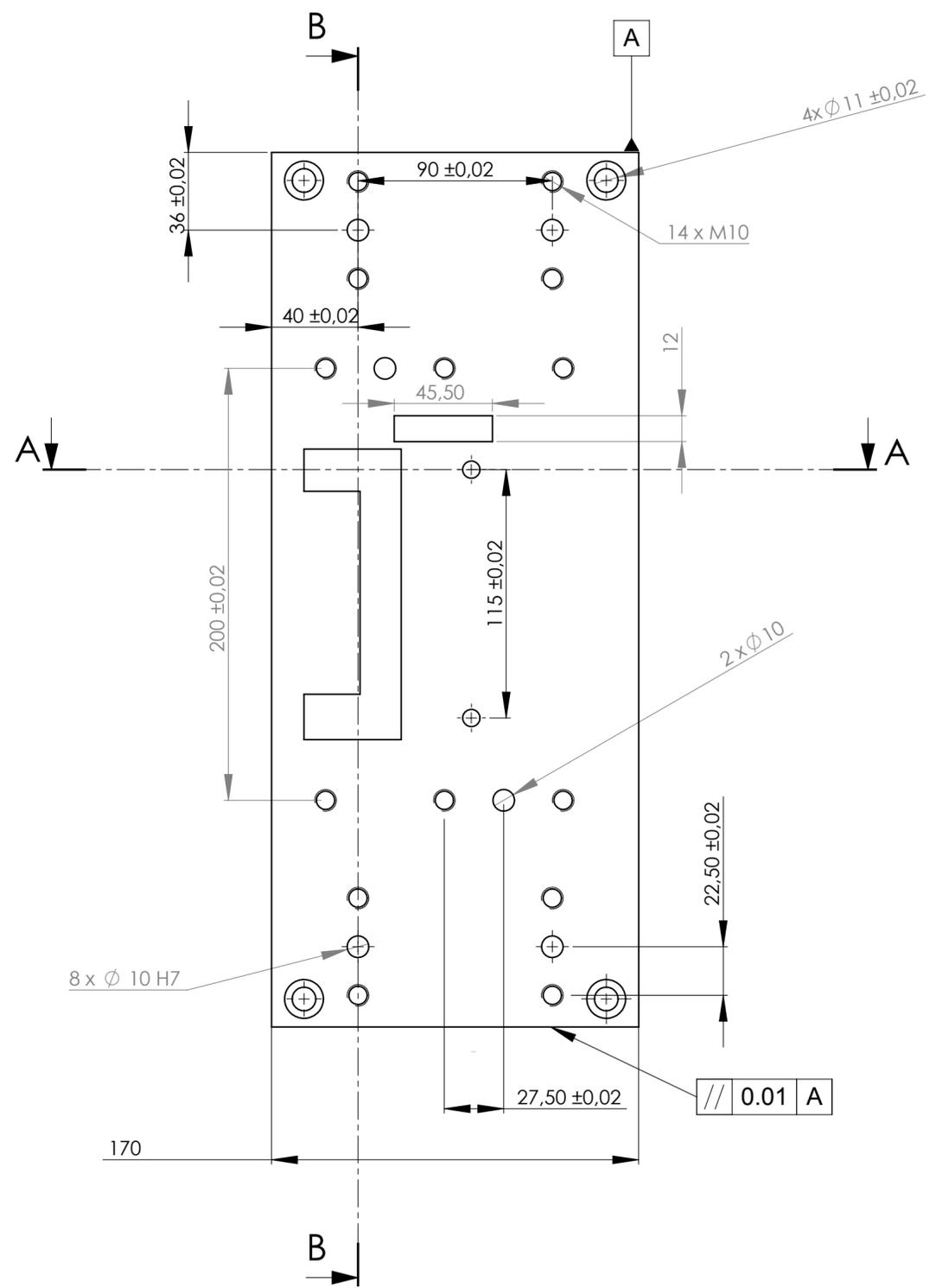
COUPE K-K



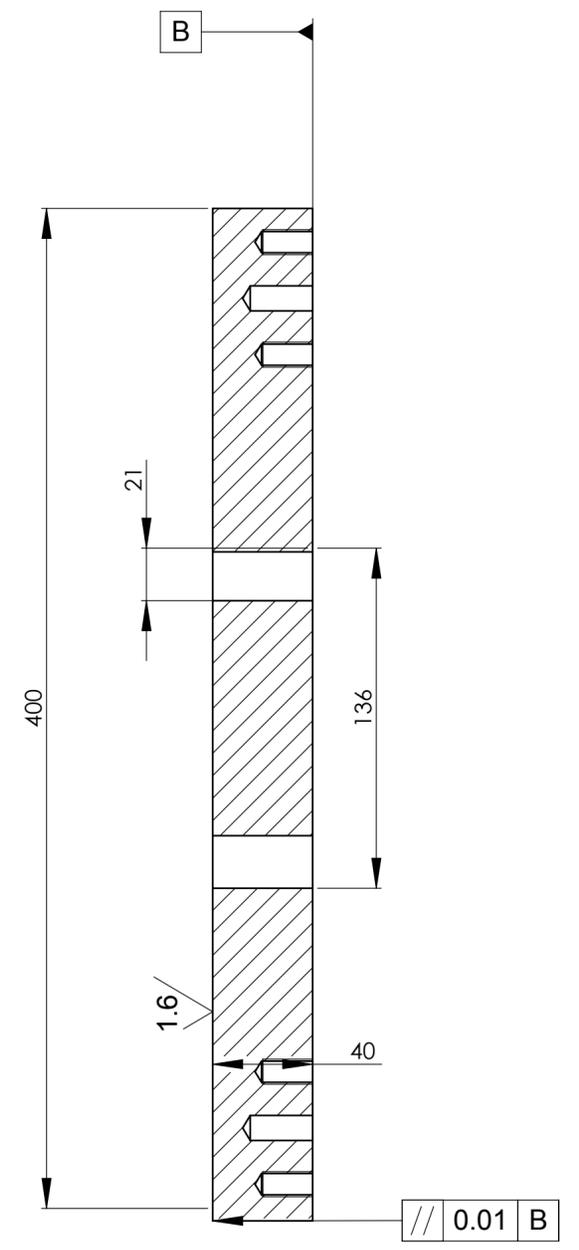
COUPE L-L

Tolerances ± 0.1
 Ra=3.2
 sauf indications

12	01	Porte poinçon	E24	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1:1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC-GM-UMMTO	planche N° : 12	
A3		SAADI TOUFIK	2ème année master	



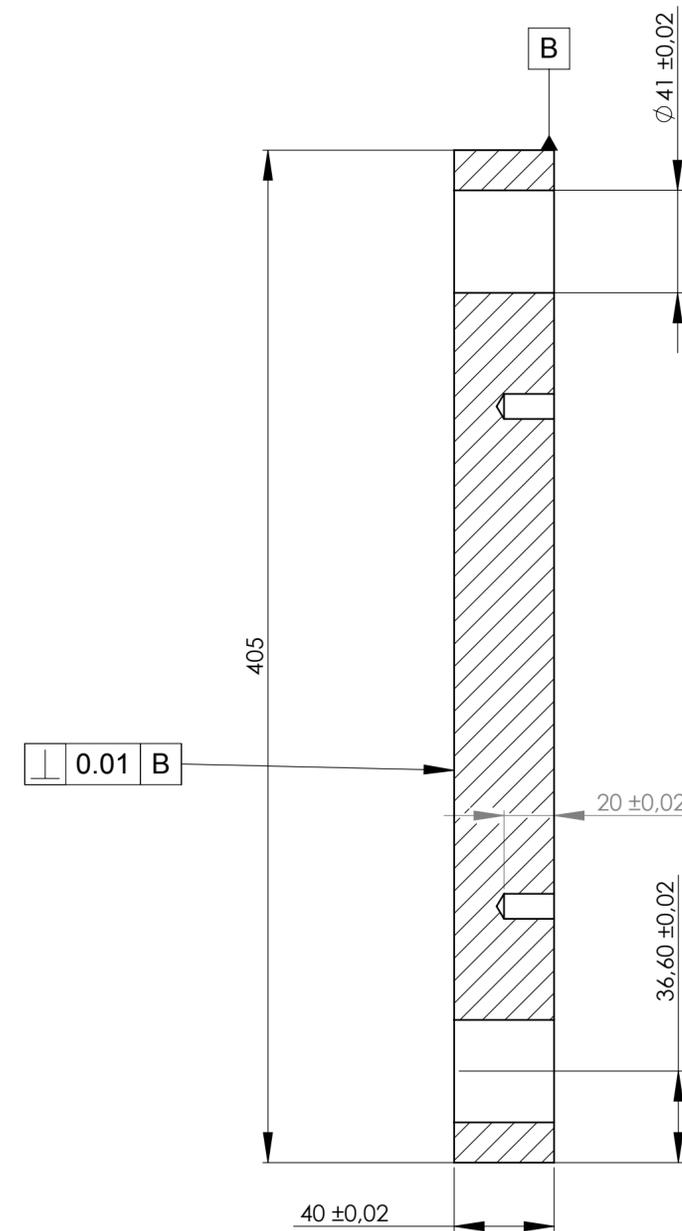
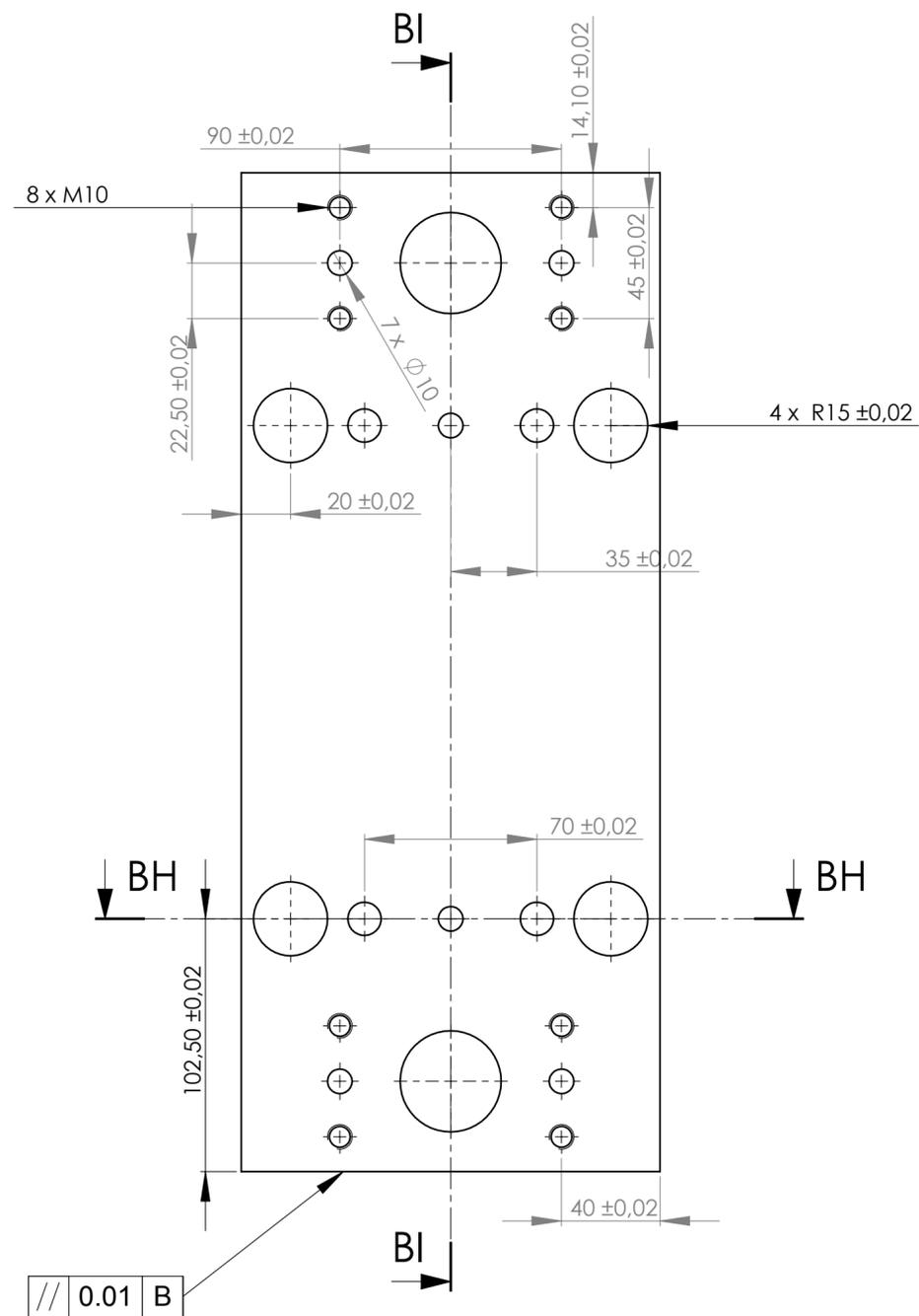
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



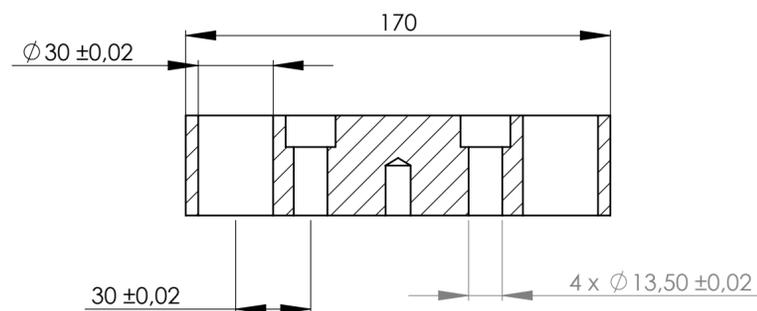
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 2

Tolerances ± 0.1
Ra=3.2
sauf indications

1	01	Semelle inférieure	E24	usinée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Obs
ECHELLE 1:2		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC - GM - UMMTO	Planche N° : 16	
A3		SAADI TOUFIK	2ème année master	



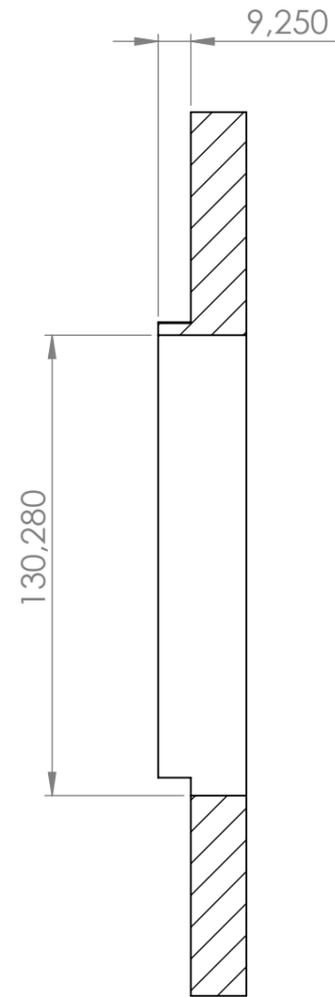
COUPE BI-BI
ECHELLE 1 : 2



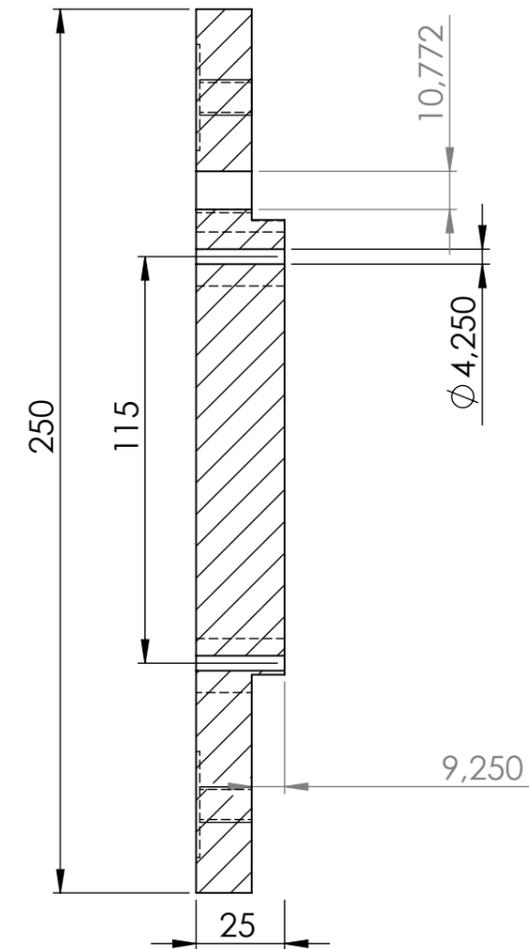
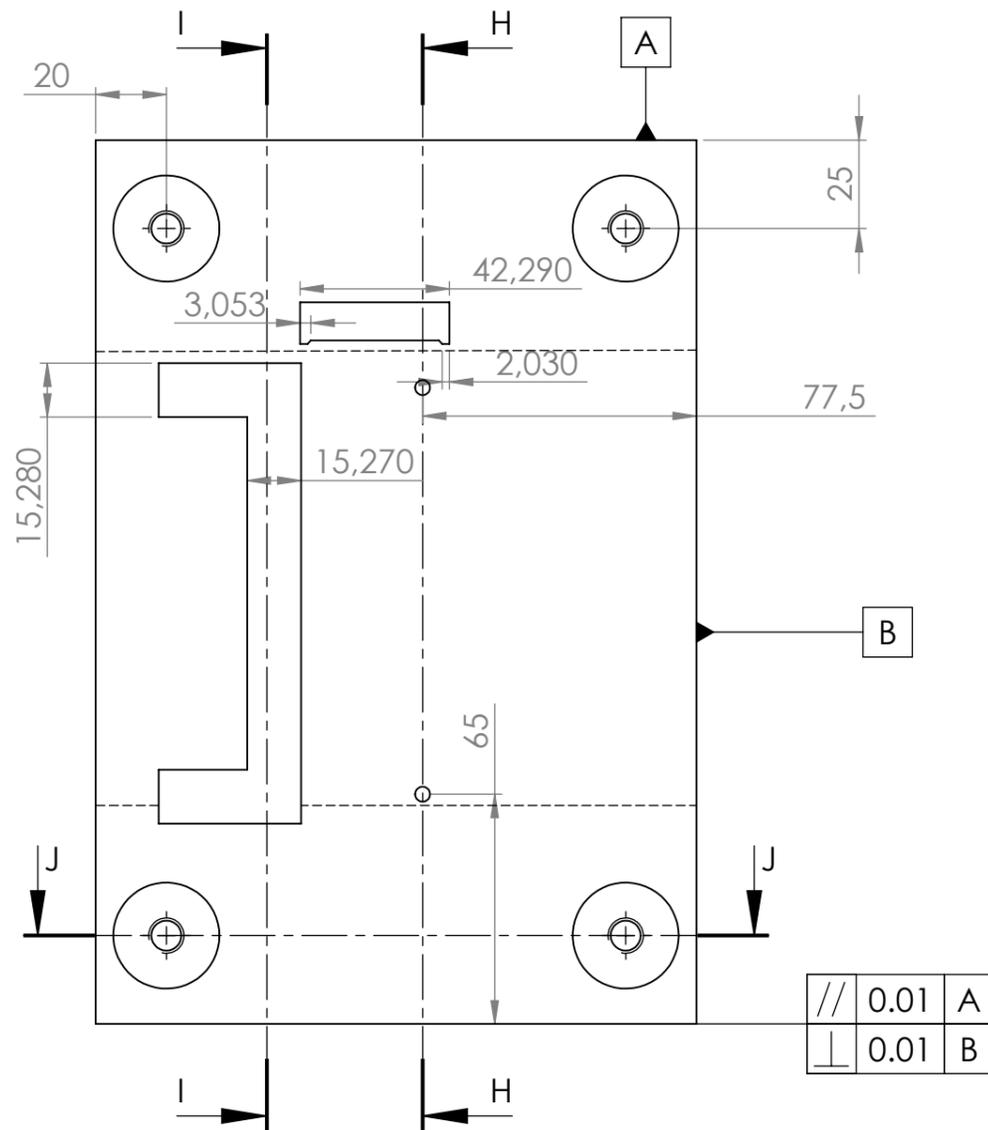
COUPE BH-BH
ECHELLE 1 : 2

**Tolerances ±0.1
Ra=3.2
sauf indications**

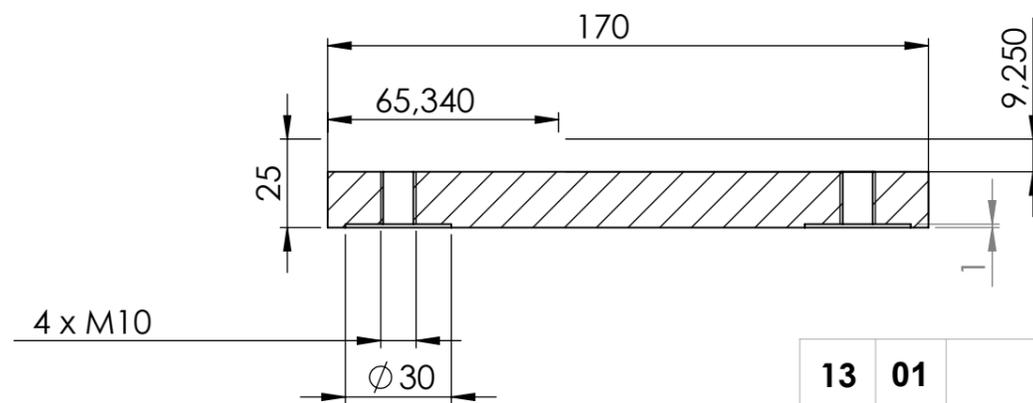
11	01	Semelle superieure	E24
Rep	Nbr	Désignation	Matière Obs
ECHELLE 1:2		OUTIL A SUIVRE A BANDE	
		FGC - GM - UMMTO	Planche N° : 10
A3		SAADI TOUFIK	2éme année master



COUPE I-I

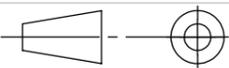


COUPE H-H



COUPE J-J

Tolerances ± 0.1
 Ra=3.2
 Sauf indications

13	01	Serre flan	XC18	Taitée
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1 : 1		OUTIL A SUIVRE A BANDE		
		FGC-GM-UMMTO	Planche N° : 11	
A3		SAADI TOUFIK	2ème année master	