UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

Faculté de Génie de la Construction

Département de Génie Mécanique

Mémoire de Fin d'Etude

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Génie Mécanique.

Option : Construction Mécanique.

Thème

ETUDE ET CONCEPTION D'UN POINCON ET D'UNE MATRICE POUR LA FABRICATION D'UN SUPPORT GALET DE TRANSFORMATEUR

Proposé par : Mr Larbi Rezek (ENEL)

Dirigé par :

Mr. SAAL Mohamed

Réalisé par :

BOUDISSA Sofiane

BENKANOUN Omar

Année universitaire 2018/2019

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 SAAL pour ses Conseils, ses orientations ainsi que sa disponibilité tout au long de Notre travail.

Nous exprimons notre reconnaissance à Mr.LARBI.A que nous remercions beaucoup pour son aide et son orientation tout au long de notre travail à l'entreprise ainsi que tout le personnel de L'ENEL pour l'importance qu'il accorde aux stagiaires.

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

Sommaire

Sommaire

Sommaire I

Liste des figures VII

Liste des tableaux.....XI

Liste des symboles.....XII

Introduction Générale 1

Présentation de l'entreprise..... 2

Chapitre I : généralité sur les presses

I. Introduction : 10

I.1.Définition :.....10

I.2. Classification des presses : 11

I.2.1 Selon la nature de transmission de l'énergie :.....11

I.2.1.1. Presse mécanique : 11

- Mécanismes de commandes :.....12

I.2.1.2 :Presse hydraulique : 15

I.2.2 : Selon le nombre de coulisseaux : 16

I.2.2.1.Presse à simple effet :.....16

I.2.2.2.Presse à double effets : 16

I.2.2.3. Presse à triple effets :.....17

I.2.3. Selon la forme du bâti : 18

I.2.3.1.Les presses à col de cygne :.....18

I.2.3.2. Presse à arcade :.....18

I.2.3.3.Presse à montant :.....19

I.2.3.4.Presse à table mobile et bigorne :.....19

I.2.3.5.Presse à colonne : 20

I.3. Caractéristique d'une presse :.....20

I.4.Paramètres rentrant dans la sélection d'une presse : 20
Conclusion : ……..…22

Chapitre II : Les outils de presse

II.1. Introduction : 23
II.2. Différents Types d'outils de presse : 23
II.2.1.Outil de découpage : 23
- II.2.1.1.Outil découvert : 23
- II.2.1.2. Outils à presse bande : 25

II.2.3. Outil Suisse : 25
II.2.4.Outil à contre-plaque : 26
II.2.5. Outil de détourage : 27
- II.2.6. Outil de reprise : 28

II.2.7.outil d'emboutissage : 32
- II.2.7.1 Outils d'emboutissage sans serre-flan : 32
- II.2.7.2.Outils d'emboutissage à serre-flan : 32

II.2.8.outil de cambrage : 33
II.2.9. Outils à came : 35
II.3. Montage des outils sur les presses : 36
II.3.1. Petite presses 36
- Partie inférieure de l'outil : 36
- Partie supérieure de l'outil : 37

II.3.2 Grosse presses : 37
II.4.Graissage des outils : 38
Conclusion :……38

Chapitre III : Procédure de poinçonnage

III. Introduction : 39
III.1.Poinconnage : 39
III.1.1 : définition de poinçonnage : 39
III.1.2. Principe de fonctionnement : 40
III.1.3. Les trois types de poinçonnage : 40
III.1.4.Les différents étapes de poinçonnage : 40
- 1. impact : 41
- 2. Pénétration : 41
- 3. Découpage: 42
- 4. Séparation : 42
- 5. Fin de course : 42
- 6. Le retrait : 43

III.1.5 : Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon : 43
- III.1.5.1. Le poinçon : 43
- III.1.5.2.Contrainte sur le poinçon : 44

III.1.6. La matrice : 46
- III.1.6.1. Jeu entre matrice et poinçon : 47
- III.1.6.2.Avantages et inconvénients du poinçonnage : 47
- III.1.6.3. Effort de poinçonnage et la section minimale du poinçon : 48
- III.1.6.4. Effort de dévêtissage : 48
- III.1.6.5. Effort total de poinçonnage : 49

Conclusion : 49

Chapitre IV : Etude et conception de l'outil

IV.1.Introduction: 50
IV.2.Cahier des charges: 50
IV.3.Travail demandé : 52

a) But :.....52
b) Diagramme « bête à cornes » ou expression du besoin 52
c)Diagramme « pieuvre » : 53
d) la méthode FAST (Fonction Analyse System Technique) :.....55
e) Diagramme A-0 : 56
IV.4.Calcul des efforts : [4] 56
- Calcul de l'effort de poinçonne F1 : 57
- Calcul de l'effort de poinçonne F2 : 58
- Calcul de l'effort de poinçonne F3 : 58
- Effort total (**F*T***) : 59
- Effort de dévêtissage (**Fdév**) : 59
- Calcul de l'effort fourni par la presse (**Fpr**) : 59

IV.5.Le choix de la presse à utiliser :.....60
- Choix du ressort.....61
- Jeu de découpage : 63

IV.6.Calcul des poinçons au flambement : 63
- calculs de résistance au flambement du poinçon (1 et 2) de diamètre 24.2 mm :.....65
- calculs de résistance au flambement du poinçon (3) de diamètre 14 mm :.....65
- calcul de résistance des poinçons à la compression : 66
- Calcul de la résistance des poinçonnes (1et 2) a la compression :.....66
- Calcul de la résistance de poinçonne (3) a la compression : 67

IV.7.Conception de l'outil : 67
a. Les différents éléments d'outil : 68
b. indication d'assemblage :.....70
IV.8. Les matériaux utilisés : 70
IV.9. Les Mises en plan : 71
Conclusion :.....72

ANNEXE

Le laminage 73
1. Définition : 73
2. Le laminoir : 73
3. Les types de laminage : 73
3.1. Le laminage à chaud : 73
3.2. Laminage à froid : 74
3.3. Laminage quarto : 75
Le découpage 76
1. Définition de découpage : 76
2. Principe : 76
3. Déférentes types de découpage : 77
1. Cisaillage : 77
2. Crevage : 78
3. Encochage : 79
4. Ajourage : 79
5. Détourage : 79
6. Soyage : 79
Le pliage 80
1. Définition : 80
2. Principe du pliage : 80
3. Les différents modes de pliage : 80
- 1. Le pliage en Vé : 80
- 2. Le pliage en U : 81
- 3. Le pliage en L : 81
- 4. Pliage en Z : 82
- 5. Pliage en équerre : 83

4. Avantages et inconvénients de pliage : 83

Conclution Générale

Liste des figure

Figure I.1: Organigramme de classification des presses : 11
Figure I.2: Presse mécanique :..... 12
Figure I.3 : Système bielle-manivelle :..... 13
Figure I.4: Système à genouillère :..... 13
Figure I.5 : Système a came : 14
Figure I.6 : Système excentrique :..... 15
Figure I.7: Presse hydraulique : 15
Figure I.8: Presse à simple effet :..... 16
Figure I.9 : Presse à double effets :..... 17
Figure I.10 : Presses à triple effets :..... 17
Figure I.11: Presse à col de cygne : 19
Figure I.12: Presse à arcade :..... 20
Figure I.13: Presse à montant : 21
Figure I.14: Presse à table mobile et bigorne :..... 21
Figure I.15: Presse à colonne :.....22

Figure II.1: Exemple d'un outil : 23
Figure II.2 : Outil simple découvert :..... 24
Figure II.3: Système Outil découvert à butée : 24
Figure II.4: Outils à presse bande :..... 25
Figure II.5: Outil Suisse :..... 25
Figure II.6: Outils à contre-plaque à engrenage :..... 26
Figure II.7: Outil à contre - plaque à couteau : 27
Figure II.8: Outil de détourage : 28
Figure II.9: Outil de détourage à ras : 28
Figure II.10: Outil de détourage-poinçonnage :..... 30
Figure II.11: Guidage par cadre :..... 30

Figure II.12: Guidage par des plaquettes de positionnement : 30
Figure II.13: Guidage par goupilles de positionnement : 30
Figure II.14: Outil de poinçonnage à contre- plaque *:* 31
Figure II.15: Outil à poinçonnage a serre-flans : 31
Figure II.16: Outil d'emboutissage sans serre-flan : 32
Figure II.17 : Outil à serre-flan monté sur presse à simple effet : 33
Figure II.18 : Outil à serre-flan monté sur presse à double effets : 33
Figure II.19 : Outil de cambrage en V : 34
Figure II.20 : Outil de cambrage en U : 34
Figure II.21 : Outil de cambrage en équerre : 35
Figure II.22: Outil à came : 35
Figure II.24 : Système de fixation de la semelle au plateau : 36
Figure II.25 : Système de fixation de la partie supérieure de l'outil :.....37
Figure II.26 : Système de fixation pour les grosses presses.....37

Figure III.1 : Poinçonnage : 39
Figure III.2 : Procédé du poinçonnage : 40
Figure III.3 : Impact : 41
Figure III.4 : Pénétration : 41
Figure III.5: Découpage : 42
Figure III.6 : Séparation : 42
Figure III.7 : Fin de course : 43
Figure III.8 : Le retrait : 43
Figure III.9 : Poinçon : 44
Figure III.10 : Contrainte de compression sur le poinçon : 45
Figure III.11 : État du flambement d'un poinçon : 46
Figure III.12: Matrice : 46
Figure III.13 : Jeu entre poinçon et matrice : 47
Figure III.14 : Pièce poinçonner :.....48

Figure IV.1 : Plaque de support galet..... 50
Figure IV.2 : Transformateur électrique : 51
Figure IV.3 : Diagramme « bête à corne » : 52
Figure IV.4 : Diagramme « pieuvre » pour le besoin : 53
Figure IV.5: Diagramme FAST : 54
Figure IV.6: Diagramme A-0 : 56
Figure IV.7 : Presse excentrique : 60
Figure IV.8 : Schéma de dimensionnement d'un ressort : 62
Figure IV.9 : Différents ressorts (représenter suivant ISO10243) : 63
Figure IV.10 : L'outil de poinçonnage : 67
Figure IV.11 : Partie supérieure de l'outil :..... 69
Figure IV.12 : Partie inférieure de l'outil :..... 70

Figure 1 : laminoir 73
Figure 2 : laminage à chaud 74
Figure 3 : laminage à froid 75
Figure 4 : Schéma d'une cage quarto de laminage 75
Figure 5 : Schématisation du principe du découpage mécanique des tôles 76
Figure 6 : Cisaillage 77
Figure 7 : Crevage 77
Figure 8 : Encochage..... 78
Figure 9 : Ajourage 78
Figure 10 : Détourage..... 79

Figure 11 : Soyage 79
Figure 12 : pliage en V 81
Figure 13 : pliage en U 81
Figure 14 : pliage en L 82
Figure 15 : Le pliage en Z 82
Figure 16 : le pliage en équerre 83

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : avantages et inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques

Tableau IV : cahier de charge de la pièce

Tableau IV : Composition chimique du matériau en pourcentage (%)

Tableau IV : La composition chimique de l'acier X200Cr12, donné par la norme AFNOR A 35590.

Tableau IV.1. : Longueur libre de flambement

Tableau IV.2 : Les différents matériaux utilisés

Liste des symboles

$\mathbf{R_r}$: Résistance de la tôle à la rupture par traction (N/mm^2)

$\mathbf{R_C}$ **:** Résistance au cisaillement. (N/mm^2)

L : longueur de la tôle (mm)

e : Épaisseur de la tôle. (mm)

A : Allongement après rupture. (%)

E : module d'élasticité de la tôle (N/mm^2).

F : effort de poinçonnage (N)

P : périmètre de la pièce à cisailler (mm).

d : diamètre du poinçon (mm).

j : jeu (mm)

$\mathbf{F_{pr}}$: Effort de la presse (N)

$\mathbf{F_T}$: Effort total de poinçonnage (N)

$\mathbf{F_{dev}}$: Effort de dévêtissage (serre flan)

$\mathbf{F\ ressort_c}$: force du ressort calculé (N)

$\mathbf{F\ ressort_R}$: force du ressort réel (N)

N : Le nombre de ressort.

K *:* La raideur du ressort (N/mm).

$\mathbf{F_{cr}}$: Charge critique qui se calcul en (N).

I : Moment d'inertie (mm^4)

$\boldsymbol{\sigma_{comp}}$: Compression d'effort ($N/mm^2$)

S : section du poinçon (mm^2)

$\mathbf{R_e}$; La limite élastique du matériau (**X200Cr12) (**MPa)

Introduction générale

Introduction Générale

La fabrication mécanique est un secteur très dynamique qui ne cesse d'évoluer de jour en jour. Elle a pour objectif l'étude, la conception, la fabrication de divers pièces, d'outils, mais aussi, la réparation et réglages multiples. la transformation des tôles, est l'une des illustrations de nombreux services de ce vaste domaine, très prisé par d'autres secteurs tels que la construction automobile, électrique, électroménager, aéronautique pour ne citer que cela.

Les moyens de calculs qui deviennent de plus en plus puissants, robustes, surtout en constance évolutions, sont incontournables pour la conception et la simulation numérique des procédés de mise en forme, relatives aux conditions optimales ; exigeant des critères de qualités biens définis.

L'objectif de ce projet consiste à faire une étude et conception, d'un outil pour la réalisation d'un poinçon sur support de galet en se basant sur le procédé simultané de découpage (poinçonnage).

Ce projet nous a été proposé par l'entreprise ENEL (Unité Transformateur), dans le but d'étudier et concevoir un outil pour la réalisation d'un poinçon avec une géométrie bien déterminée regroupant l'opération simultané de poinçonnage.

Pour répondre au besoin de l'entreprise nous devons de notre part arriver à la fin de notre travail, il est impératif de se munir de connaissances suffisantes des phénomènes qui se produisent lors des opérations de mise en forme, l'architecture des outils et le choix des presses qui donnent le meilleur résultat au niveau rentabilité, fiabilité et bas prix de revient. pour ce faire, le travail a été réparti comme suit :

Après une introduction générale et la présentation de l'entreprise électro-industrie (ENEL).

- Le premier chapitre sur les différentes presses et leurs différents équipements utilisés dans l'industrie pour la production des pièces mécaniques.
- Le deuxième chapitre sur les outils utilisés dans les différentes opérations sur la tôle.
- Le troisième chapitre est consacré pour procédure poinçonnage.
- Le quatrième chapitre est consacré à l'étude et la conception de l'outil de poinçonnage en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur (CAO).

Enfin, nous terminons par une conclusion générale sur les travaux décrits dans ce document.

Présentation de l’entreprise

1. Création et évolution de l'entreprise électro-industrie :

L'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES est issue de la réorganisation du secteur industriel opérée en Algérie entre 1980et 2000 qui conduit en 1999 (en fin d'année 1998) a la restructuration de l'ancienne entreprise ENEL.

L'entreprise ELECTRO-INDUSTRIE est constituée d'un complexe intégré, réalise avec des partenaires allemands (SIEMENS), qui produit et commercialise des moteurs, alternateurs, transformateurs depuis 1985 date de son démarrage sur un statut juridique SPA.

Elle est la principale Entreprise Nationale dans le domaine de l'industrie électrotechnique .son activité s'adresse au marché des bien d'équipement avec une production de :

- Transformation de distribution
- Moteurs Electrique asynchrones
- Alternateurs triphasés
- Montage de groupes Electrogènes

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

2. Localisation de l'entreprise et ses coordonnées :

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

Adresse :BP 17 15300 Azazga Alger.

Téléphone : (00213)26341686 (standard).

Fax :(00231)26341424

E-mail :contact.ei @electro-industries.com

Les coordonnées de l'unité moteur &prestation (U.M.P)

Téléphone :(00213)26345131

Tel/Fax :(00213)26345129
E-mail : contact.ump @electro-industries.com

Le site web de l'entreprise est : www.electro-industries.com

3.Présentation des unités :

- **Unité (direction) de fabrication de transformation de distribution**

Capacité de production : 5 000 transformations par an.

Puissance des transformateurs : 50 à 2000KVA. Tension

usuelles en moyenne tension : 5,5-10 et 30 kV

Tension usuelle en basse tension : 400v.

- **Unité (direction) moteur et prestation :**

Capacité de production de moteurs asynchrones : 50.000 de 0.25 à400kw.
Capacité de production de moteurs monophasés : 20.000 de 1.1kw à 2.2 kW.
Capacité de production d'alternateurs : 2.000 de 17,5 à 200 KVA. Montage
de groupe électrogène : de 17,5 à 200 kVa

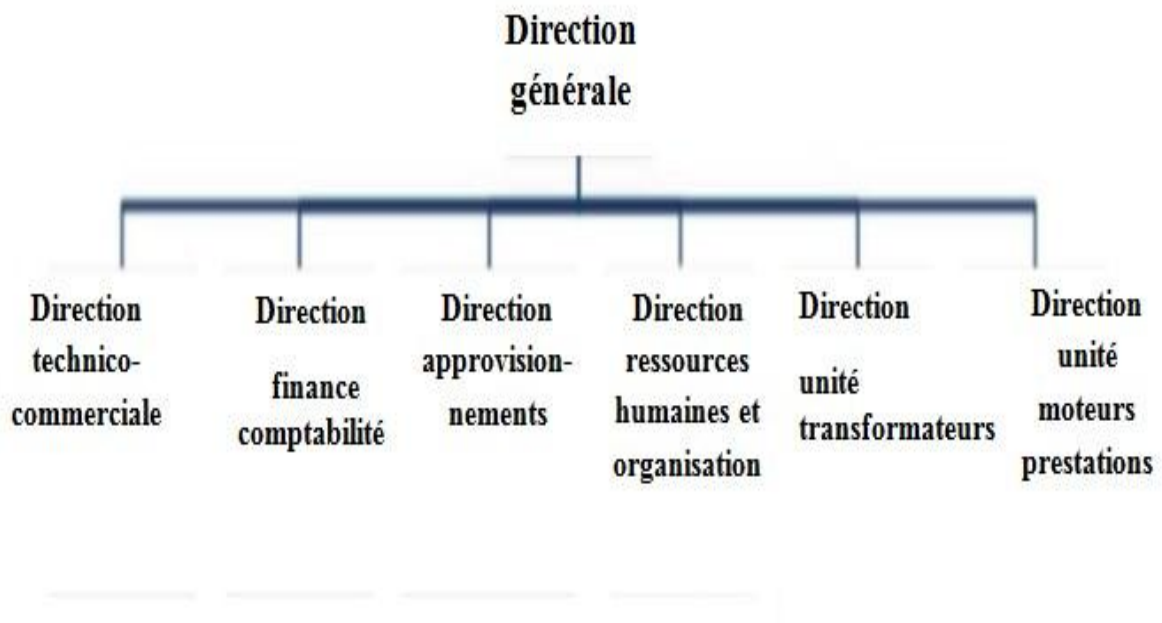


Figure 1 : Organigramme de l'entreprise

4. Présentation techniques :

Cette entreprise met à la disposition des entreprises utilisatrices une large gamme de prestation techniques telles que la réalisation de pièces et accessoires par injection aluminium, l'usinage, les analyses physiques et chimiques, le traitement thermique, elle offre aussi d'autres prestations qu'on peut citer comme suite :

- Travaux d'usinage de précision (tournage, fraisage, rectification).
- Fabrication d'outils et de gabarits.
- Traitement thermiques (trempe, cémentation).
- Affutage d'outils conventionnels (fraises, forets,….)
- La fabrication des outils de découpage, d'usinage, de moulages sous pression.
- Les analyses physico-chimiques des matériaux (minérale et organique) tels que le cuivre, les aciers, l'aluminium, les liquides, solides, peintures, huiles.
- La vérification et l'étalonnage des appareils et instruments de la mesure mécanique et électrique (métallurgie dimensionnelle et électrique).

4.1. Qualité des produits :

Les produits fabrication par l'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES sont conformes aux normes :

- CEI 34 et VDE 0530 pour les moteurs électriques.
- CEI 76 et VDE 0532 pour les transformateurs.

4.2. Description et organisation des ateliers et fonction principale :

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

5. Atelier de découpage :

5.1 .Découpage :

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

❖ Le contrôle

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

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

5.2. Empaquetage :

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

2. a. Empaquetage du paquet statoriques :

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

❖ Contrôle du paquet :

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

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

2. b. Empaquetage du paquet rotorique :

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

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

6. Atelier de fonderie sous pression :

a. Moulage sous pression de rotor et pièces constitutives du rotor :

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

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

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

❖ Contrôle :

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

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

7.Atelier d'usinage :

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

7.1. Les différents types d'usinages :

❖ Fabrication de l'arbre :

L'atelier reçoit les ronds d'acier qui subissent le contrôle de diamètre, Concentricité,… une fois l'acier contrôlé les arbres sont découpés à l'aide d'une sciemécanique.

L'arbre est ensuite acheminé au centre d'usinage pour être centré. Cette opération consiste à percer deux trous qui servent de référence pour pouvoir tourner le rotor dans un axe bien défini.

❖ Usinage du rotor :

On effectue les opérations suivantes sur le rotor :

❖ Tournage du paquet :

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

❖ Rectification :

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

❖ Fraisage :

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

❖ Equilibrage du rotor

Deux méthodes d'équilibrage sont utilisées :

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

❖ Usinage des différentes pièces (carcasse, flasque, boite à bornes) :

▪ Carcasse :

- Alésage des carcasses à l'aide des tours verticaux ;

- Perçage et taraudage des trous de fixation ou seront fixés les flasques et la boite à bornes.

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

Tournage des bords de centrage et cage des roulements.

- **Boite à bornes** :

Perçage et taraudage des trous de fixation recevant le couvercle.

- **Lavage des pièces :**

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

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

8. Atelier de bobinage :

❖ Préparation des bobines :

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

❖ Connexion des bobines :

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

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

❖ Imprégnation :

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

- ✓ Imprégnation goutte à goutte (pour les petites hauteurs d'axes) ;
- ✓ Imprégnation dans un bain de résine puis séché dans des fours à 150°c (pour les moyens et les grands axes).

9. Atelier de montage :

Dans ce secteur sont effectuées les opérations suivantes :

- Mise on place du couvercle du palier intérieur côté Bs.

- Emmanchement des roulements côté As et Bs avec une presse verticale et emplacement des clavettes.
- Visser le couvercle de palier sur les flasques, cela permet de cerner le roulement entre ces deux pièces
- Emplacement de clavette côté Bs et emmanchement du ventilateur, puis insertion de la bague d'arrêt (circlips).
- Intégration du rotor complet dans le stator et fixation de flasque côté Bs avec vis
- Emplacement des rondelles sur le flasque côté As pour éviter les jeux axial des rotors.
- Fixations du flasque sur la carcasse ainsi que le montage du capot du ventilateur.
- Préparation de la boite à borne et fixation des câbles de raccordement sur la plaque à borne.

10. Secteur prés montage :

Les opérations réalisées dans ce secteur sont :

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

Conclusion

Cette expérience nous a permis de découvrir beaucoup de choses, non seulement le processus de fabrication, mais aussi les différentes méthodes utilisées dans le monde de l'industrie au sein de l'entreprise *ELECTRO-INDUSTRIES* qui a prouver par ses effort internes qu'elle est la dominante dans ce domaine dans notre pays.

Chapitre I :

Généralités sur les presses

I. Introduction

Beaucoup de pièce métalliques, autrefois produites par forgeage ou par fonderie, sont maintenant remplacées par des éléments en tôle, découpées puis embouties parfois soudées ou brasées, parfois coudées, pour constituer des produis légers et d'un moindre prix de revient, à égalité de résistance mécanique. D'autre part l'usinage est simplifie ou même supprimé.

Ces pièces façonnées dans le métal en feuilles, peuvent être réalisées par le chaudronnier avec les outils courants de sa profession dans le cas d'une production a l'unité ou a quelques exemplaires seulement, car c'est un mode de travail lent et couteaux, comme tout travail artisanal, le travail en série est réalisé mécaniquement, l'exécution de pièce découpées et embouties exige :

- Un métal d'œuvre (en feuille, en bande……)
- Outillages appropries et des machines comme le cas des presses.

I.1.Définition [5]

Les presses, sont des machines destinées aux travaux des métaux en feuilles et d'autres matériaux (plastiques, cuire…).

Elles sont composées de deux parties essentielles à savoir :

- Une partie fixe, appelée bâti ;
- Un mécanisme de travail qui anime un ou plusieurs coulisseaux de mouvement rectiligne perpendiculaire à la table solidaire au bâti.

Elles sont aussi caractérisées par :

- Le mode de transmission d'énergie ;
- La forme du bâti ;

I.2. Classification des presses :

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres :

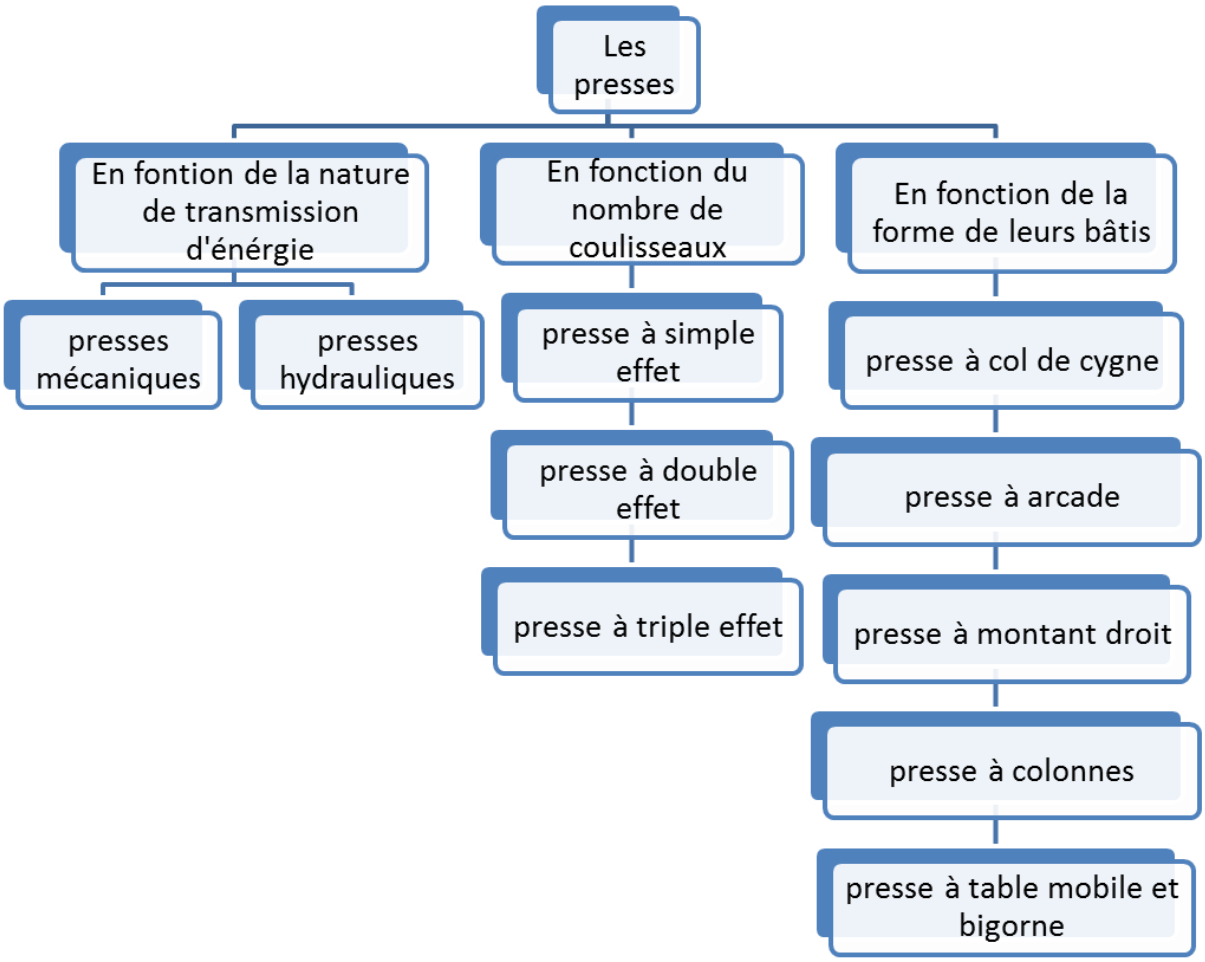


Figure I.1: Organigramme de classification des presses [5]

I.2.1 Selon la nature de transmission de l'énergie :

I.2.1.1. Presse mécanique :

L'énergie d'un moteur électrique est emmagasinée sous forme d'énergie cinétique dans un volant en rotation, comme dans un système : bielle manivelle

Figure I.2: Presse mécanique [5]

- **Mécanismes de commandes :**

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

a)- Système bielle-manivelle :

Le pied de bielle attaque le coulisseau sur une articulation à rotule pour les petites presses ou sur un axe soit directement, soit par l'intermédiaire d'un cylindre glissant dans un fourreau fixé au bâti pour diminuer les réactions sur les glissières du coulisseau comme il est schématisé dans la (figure .3).

La bielle relie le vilebrequin au coulisseau, sa longueur est réglable pour permettre d'obtenir, entre la table de la presse et le coulisseau en bas de course, la hauteur correspondant à celle, de l'outil à monter.

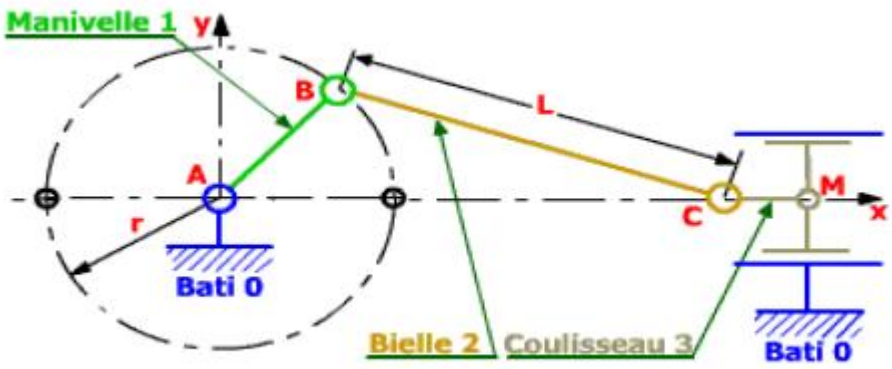


Figure I.3 : système bielle-manivelle [6]

b)-Système à genouillère :

Une genouillère est un dispositif mécanique composé d'une bielle et de deux genouillères, la bielle est entrainée par un vilebrequin, qui exerce un mouvement de translation sur l'axe d'articulation commun aux deux genouillères qui sont fixées, on trouve les axes fixés dont l'un d'eux est lié au coulisseau, ce mécanisme accroitra l'effort de coulisseau.

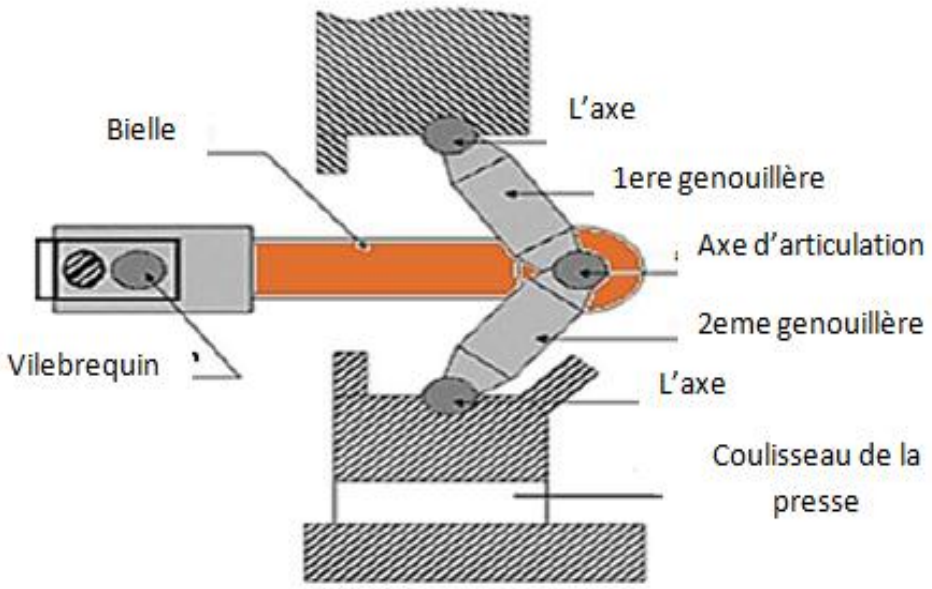


Figure I.4: Système à genouillère [6]

c)- Système à came :

C’est un système constitué de deux objets, l'un menant, nommé « came », constitué d'un solide généralement en rotation, et l'autre mené, animé d'un mouvement alternatif de translation, contraint par le solide menant .

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

Il existe plusieurs types de cames par exemple : came à profil inférieur, came à rainure, came à transmission radiale, came à transmission axiale…etc.

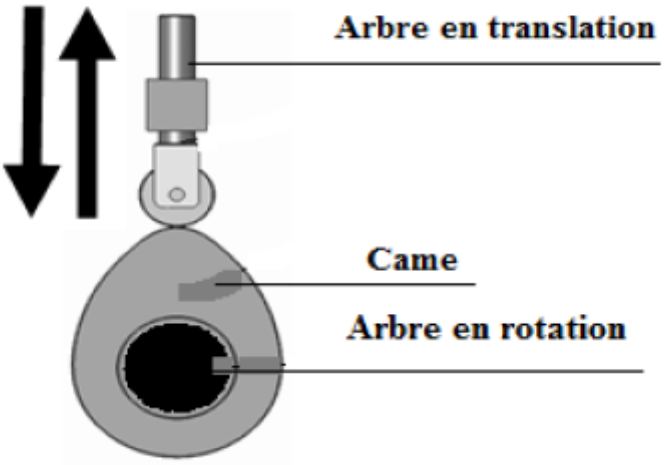


Figure I.5 : Système a came [5]

d)- Système excentrique:

Un excentrique 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.

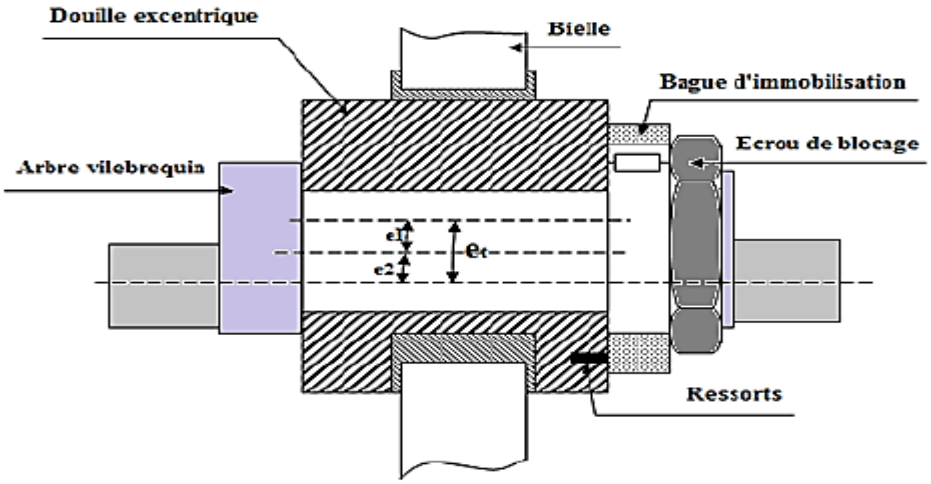


Figure I.6 : Système excentrique [6]

I.2.1.2-Presse hydraulique :

Elles sont les plus utilisées dans l'industrie. Le principe est que l'énergie fournie par un moteur électrique est emmagasinée afin qu'elle soit ensuite restituée sous forme d'un fluide sous pression. Elles peuvent fournir un effort jusqu'à 4000 tonnes.

Figure I.7: Presse hydraulique [7]

I.2.2 : Selon le nombre de coulisseaux :

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

I.2.2.1.Presse à simple effet :

Ce type de presse comporte un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs bielles. Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inferieur logé sous la table qui est destinée à assurer l'effet du serre-flan.

Figure I.8: presse à simple effet [7]

I.2.2.2.Presse à double effets :

Ce type de presse comporte deux coulisseaux indépendant l'un de l'autre, l'un central porte le poinçon et l'autre extérieur porte le serre-flan.

Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail de poinçonnage.

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

Figure I.9 : presse à double effets [5]

I.2.2.3. Presse à triple effets :

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

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

Figure I.10 : presses à triple effets [5]

I.2.3. Selon la forme du bâti :

On distingue principalement (5) types :

I.2.3.1.Les presses à col de cygne :

Les presses à col de cygne sont moins encombrantes à simple ou à double effet, équipées d'un bâti inclinable vers l'arrière de 20°degré sur les trois axes (3).

Leur puissance varie entre 20 et 130 tonnes.

Figure I.11: Presse à col de cygne [5]

I.2.3.2. Presse à arcade :

Assemblée sur un bâti monobloc plus rigide que celui à col de cygne et elles sont dotées d'une puissance allant jusqu'à 300 tonnes. Elles peuvent être à simple ou à double effet.

Figure I.12: Presse à arcade [7]

I.2.3.3.Presse à montant *:*

Leur bâti est composé de trois parties, liées entre elles par des tirants en acier (la table, les montants et le chapiteau). elles ont une puissance jusqu'à 1000 tonnes.

Figure I.13: Presse à montant [7]

I.2.3.4.Presse à table mobile et bigorne *:*

Elles sont équipées d'une table mobile et réglable en hauteur, ce qui autorise le montage d'outil très haut.

La table est éclipsable par simple rotation, ce qui permet l'utilisation de la bigorne. La bigorne permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis. elles ont une puissance de 20 à 130 tonne-force.

Figure I.14: Presse à table mobile et bigorne [5]

I.2.3.5.Presse à colonne :

Elles sont très puissantes 600 tonne-force. Les presses à colonne sont équipées de quatre glissières liant le sommier supérieur et inférieur.

Elles sont généralement employées pour le forgeage et le matriçage.

Figure I.15: Presse à colonne [5]

I.3. Caractéristique d'une presse :

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

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

I.4.Paramètres rentrant dans la sélection d'une presse :

Pour réaliser un travail de détourage ou de poinçonnage, le choix de la presse doit obéir à un certains nombres de critères tels que :

- Nature de l'opération à réaliser
- Encombrement de l'outil
- Encombrement de la pièce

- Longueur de la course
- Cadence effective

❖ Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et les presses mécanique :

Le tableau suivant indique les avantages et les inconvénients pour les (02) deux types de presses :

Presse	Mécaniques	hydraulique
Avantages	-Les presses sont très 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, et elles sont lentes ce qui donne suffisamment de temps au métal pour se former. -Le tonnage de la presse est facilement ajusté ce qui permet des opérations avec petit tonnage pour les matrices fragiles.	-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.
Presse	Mécaniques	hydraulique
Inconvénients	-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.	-toujours être La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile que celle de la presse mécanique car les pannes de cette dernière sont facilement détectables. - Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance : Risque de pannes (joints, pompes…etc.). L'huile doit présenter à l'intérieur de la presse. -Lentes dans les cadences élevées.

Tableau I.1 : avantages et inconvénients des presses mécaniques et des presses hydrauliques

Conclusion

Après avoir présenté quelques exemples des presses, nous pouvons dire que la technologie ne cesse pas de se développer et à nous de produire des presses de nouvelle génération.

Dans le prochain chapitre nous étudierons les différents types d'outils de presse et leurs composants.

Chapitre II :

LES OUTILS DE PRESSE

II.1. Introduction :

Les travaux mécaniques des métaux en feuille se font à l'aide d'outils composés de deux blocs :

- Bloc matrice ; bloc poinçon. En plus de la matrice et du poinçon ; l'outil est équipé d'autres élément tels que : Porte-poinçon, Serre-flan, semelles ; Ejecteur, etc…
- On peut classer les outils suivants les opérations auxquels ils sont destinés : découpage, poinçonnage, détourage, etc…

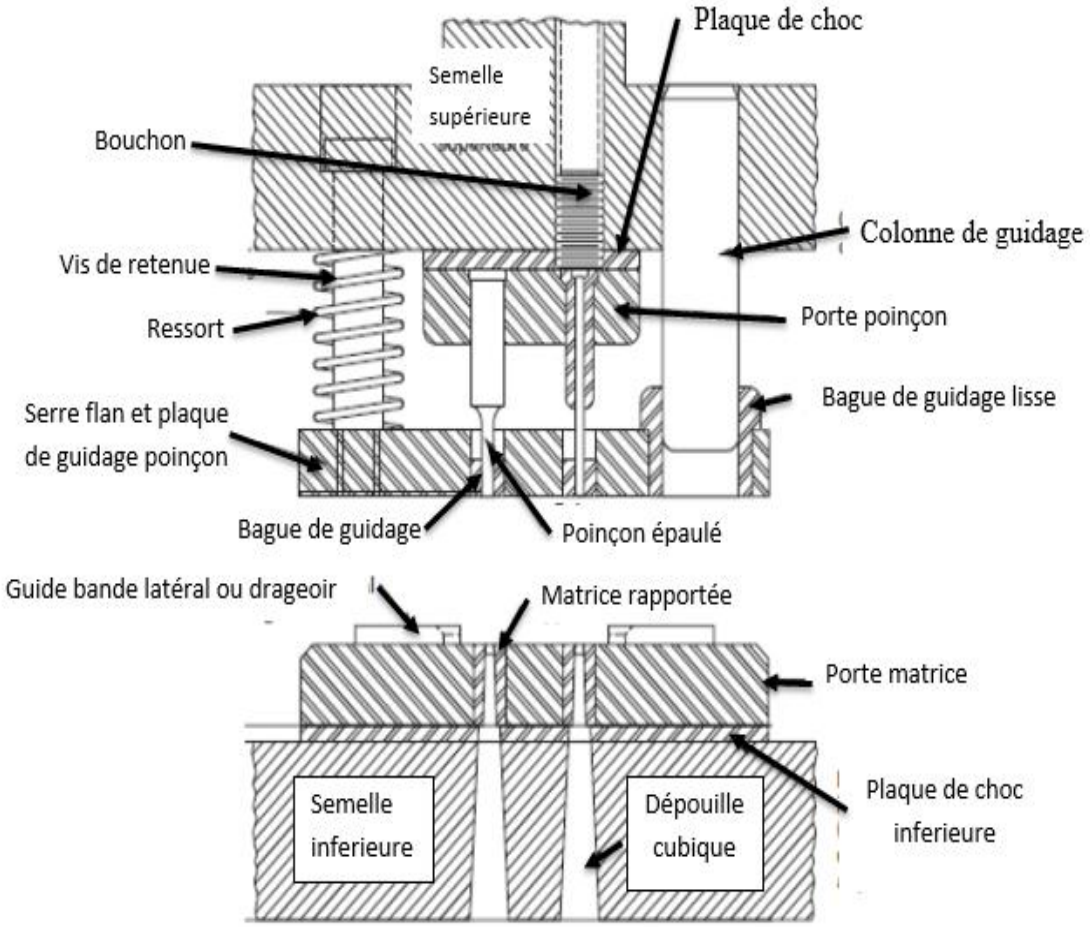


Figure II.1: Exemple d'un outil

II.2. Différents Types d'outils de presse :

Il existe plusieurs types d'outil de presse.

On définit les types d'outil en fonction de leur productivité et leur technique.

II.2.1.Outil de découpage : [8]

II.2.1.1.Outil découvert :

a. Outil simple découvert :

Il est constitué d'un poinçon et d'une matrice. c'est un outil utilisé dans la production unitaire du fait du soulèvement de la bande avec le poinçon. La bande est déplacée dans la matrice après chaque coup, ce qui requiert de la part du manipulateur des manipulations délicates.

Le centrage du poinçon est insuffisant, car il est assuré par un seul coulisseau.

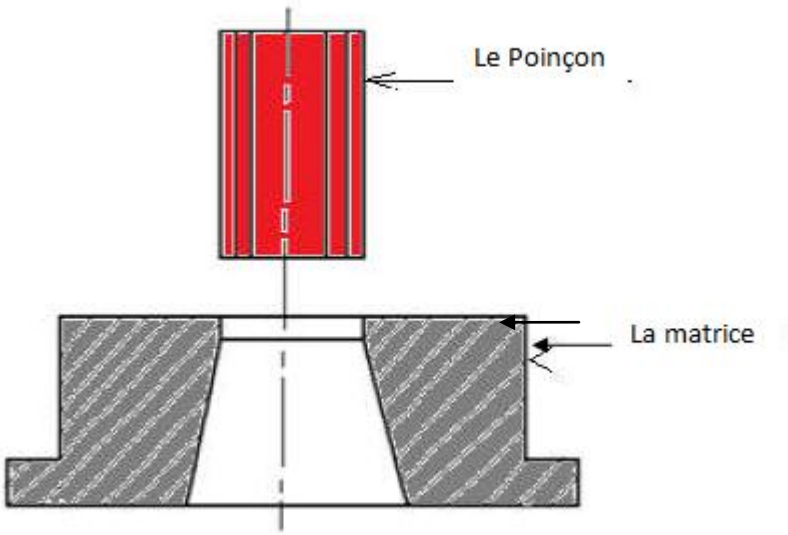


Figure II.2 : outil simple découvert [5]

b. Outil découvert à butées :

Utilisé pour le découpage de flans circulaire, il comporte deux butées, une pour assure le guidage de la bonde est l'autre contrôle l'avance, les deux guide sont placés sur la matrice de manière a formé entre eux un couloir guide la bande à découper.

Le découpage des flans tangents entre eux, sépare les déchets, cet outil ne se monte que sur les presses avec une grande précision sons aucun jeu ou défaut dans les glissières.

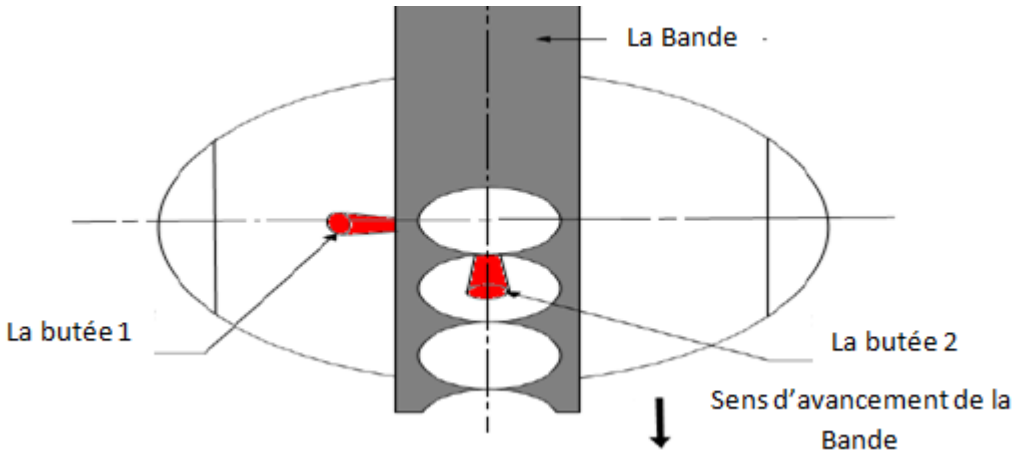


Figure II.3: Système Outil découvert à butée [5]

II.2.1.2. Outils à presse bande :

Ce sont des outils dans lesquels la contre - plaque des outils précédemment citée, est remplacée par une analogue, montée sur ressort appelé presse bande.

Cette dernière est utilisée pour le maintien des tôles minces lors du découpage du poinçon. Deux à quatre colonnes assure le guidage de l'ensemble poinçon – matrice.

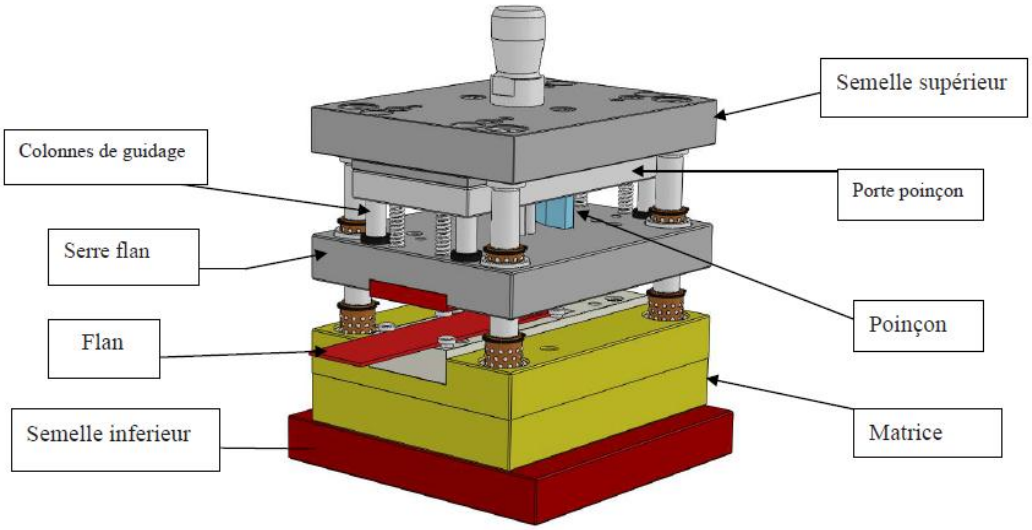


Figure II.4: Outils à presse bande

II.2.3. Outil Suisse : [8]

Appelé aussi outil bloc, puisque il poinçonne et découpe en même temps en un seul coup de matrice.

La précision des pièces découpées ne dépend pas du système de guidage (engrenage, couteau …etc.), mais de la précision de l'outil.

On ne peut donc l'utiliser que pour le découpage des tôles minces.

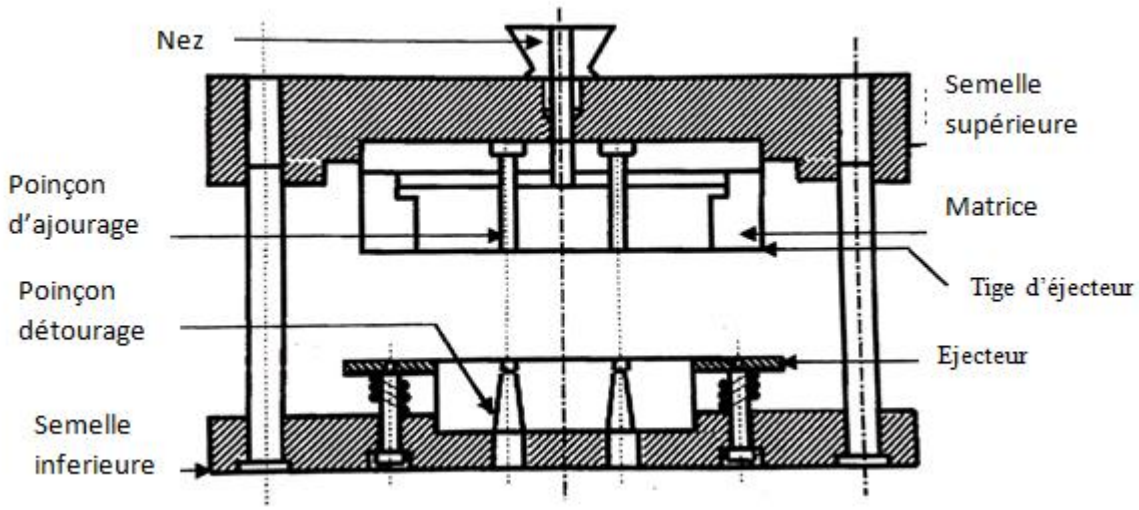


Figure II.5: Outil suisse [3]

II.2.4.Outil à contre-plaque :

Utilisé pour des tôles d'épaisseur inférieure à 2 mm il existe deux types d'outils à contre-plaque selon l'avance du flan :

a. Outil à contre-plaque à engrenage :

Ils sont composés de deux semelles servant d'appui pour la matrice et offrent la possibilité d'extraction des déchets dans un plateau de presse non ajourée. le guidage de la bande est assuré un bon centrage.

La longueur de déplacement de la pièce (le pas) est limitée par une butée (engrenage). Ce genre d'outils n'est utilisé que pour le découpage de tôles d'épaisseur supérieur à 1 mm.

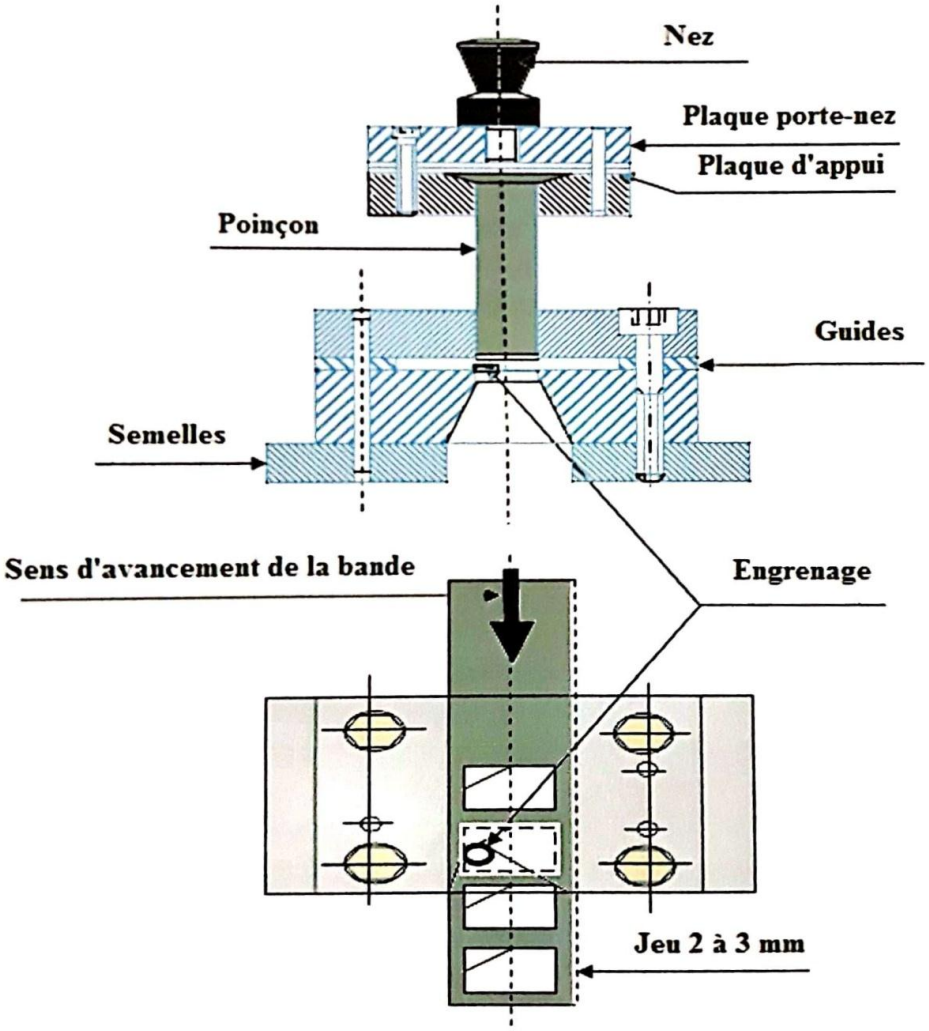


Figure II.6: Outils à contre-plaque à engrenage [5]

b. Outil à contre - plaque à couteau :

Ils sont de même conception que les outils précédents. Ils sont équipés d'un couteau à la place de l'engrenage pour le contrôle de l'avance de la tôle.

Le couteau est un poinçon latéral qui coupe sur une largeur de 3 mm Dans le cas de manipulations de bandes larges, deux couteaux de chaque côté assurent une butée.

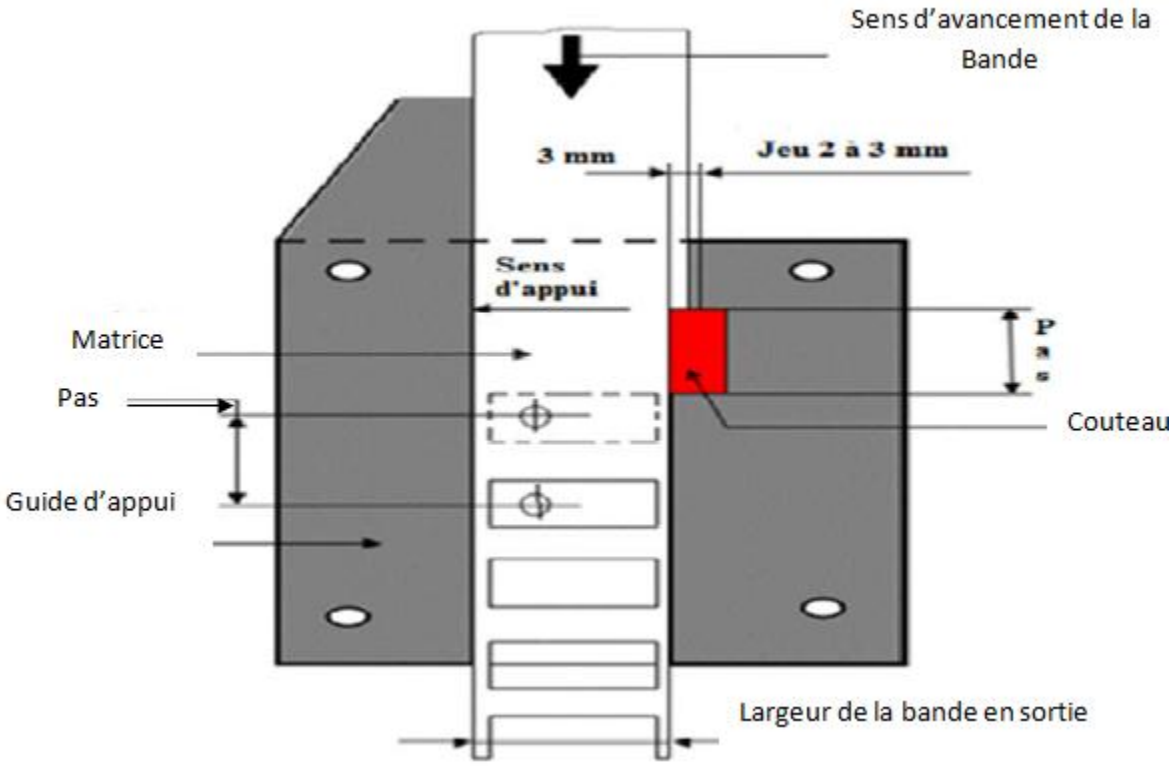


Figure II.7: Outil à contre - plaque à couteau [5]

II.2.5. Outil de détourage :

Il est utilisé généralement pour la finition des pièces embouties (enlèvement des bords irréguliers).

On distingue les outils de détourage à ras dont lesquels les bords irréguliers sont enlevés au ras de la pièce, et les outils de détourage et poinçonnage en même temps.

a. Outil de détourage normal :

Dans ces outil, le poinçon est à la partie inferieur et porte un dispositif de centrage de la pièce à détourer, la partie supérieure porte une matrice et un éjecteur.

L'éjecteur actionne soit pas ressort, soit par la presse, il doit sortir la pièce de la matrice, en exerçant l'effort d'éjection dans la zone ou la pièce résiste afin d'éviter les déformations de la pièce.

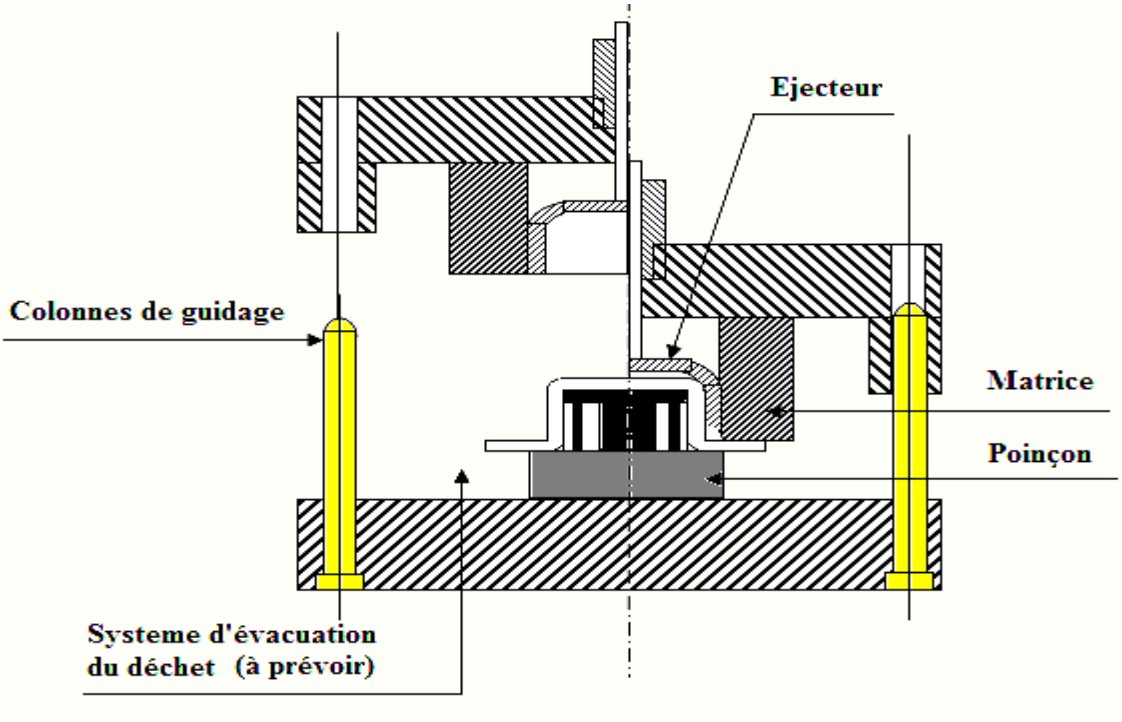


Figure II.8: Outil de détourage. [3]

b. Outil de détourage à ras :

Il est nécessaire d'effectuer une passe de calibrage avant le détourage, afin d'obtenir un rayon minimal à l'endroit du coup.

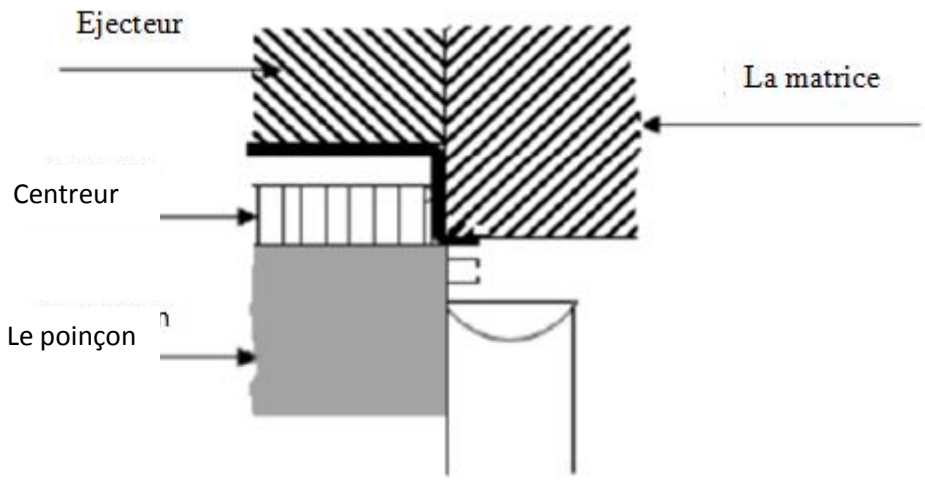


Figure II.9: Outil de détourage à ras [3]

c. Outil de détourage -poinçonnage :

Le palonnier est nécessaire lorsqu'un poinçon est dans l'axe de la tige d'éjection .

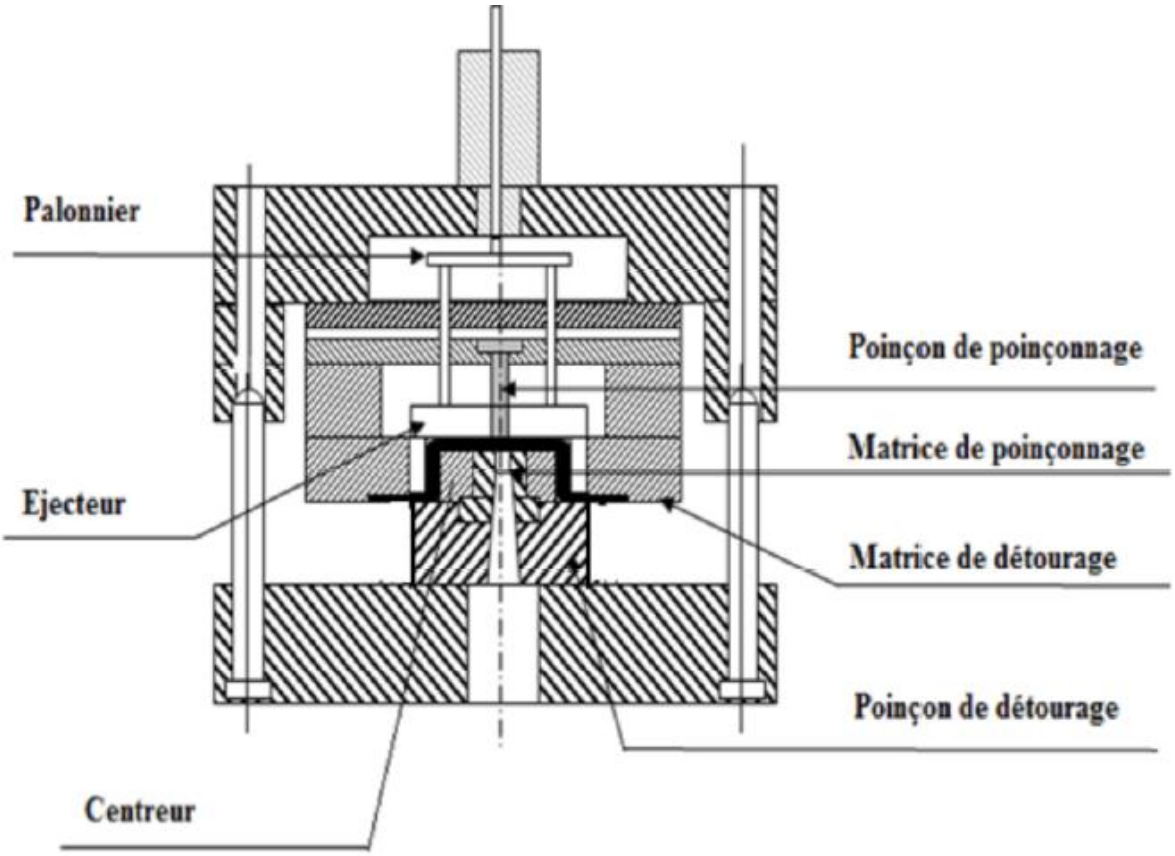


Figure II.10: Outil de détourage-poinçonnage

II.2.6. Outil de reprise :

En général, on distingue deux types :

- Outil de poinçonnage à contre - plaque ;
- Outil à serre flan.

a. Outil de poinçonnage à contre-plaque :

Cet outil est utilisé pour poinçonner des flans supérieurs à 1 mm qui est déjà découpé

Le flan est mis en position dans un drageoir qui est constitué de diffèrent façons :

- Par un cadre.
- Par des plaquettes de positionnement.
- Par des goupilles de positionnement.

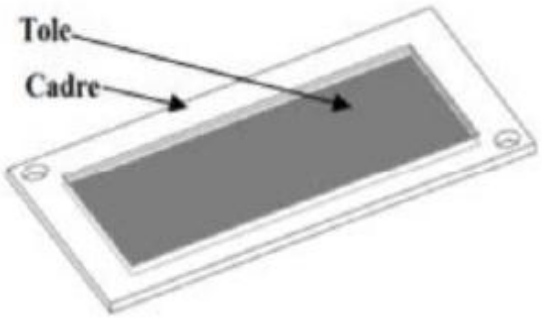


Figure II.11: Guidage par cadre [3]

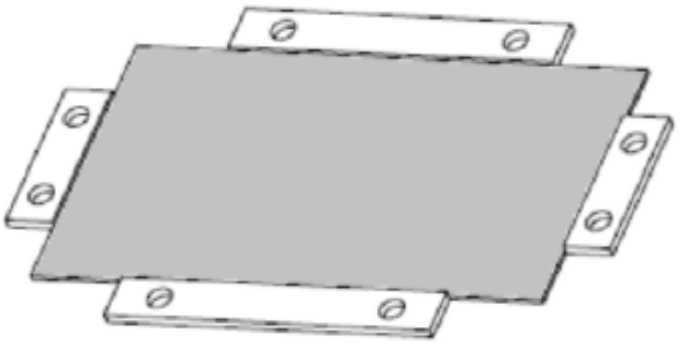


Figure II.12: Guidage par des plaquettes de positionnement

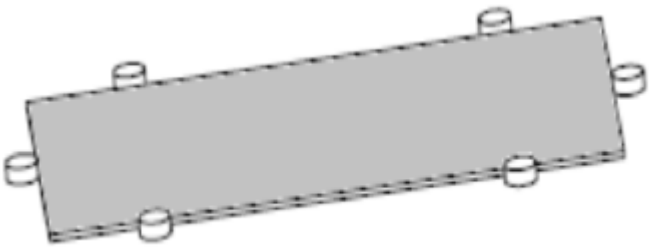


Figure II.13: Guidage par goupilles de positionnement

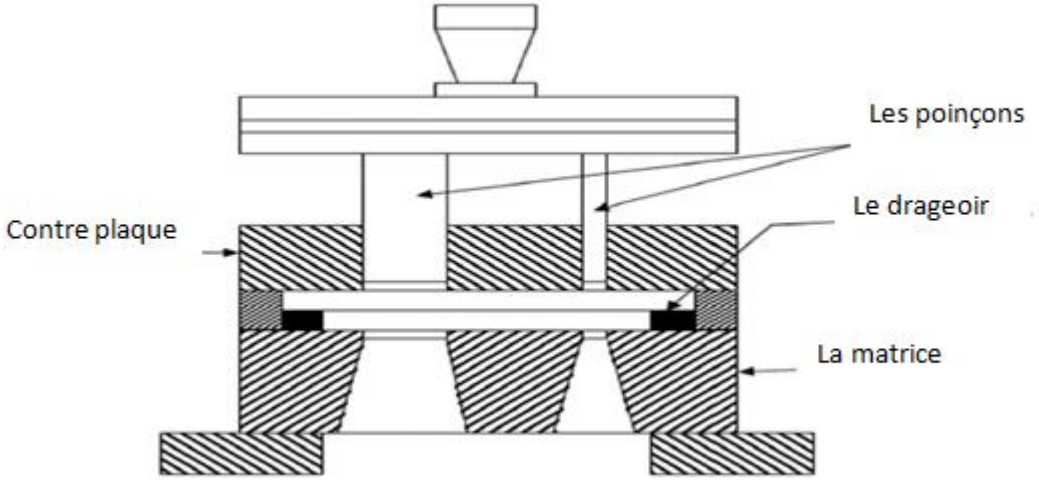


Figure II.14: Outil de poinçonnage à contre- plaque.

b. Outil de poinçonnage a serre-flans :

Même utilisation que l'outil précèdent mais pour poinçonner des flans à faible épaisseur (inferieure a 1 mm).

Les colonnes de guidage sont indispensable pour assurer le centrage des poinçons par rapport a la matrice.

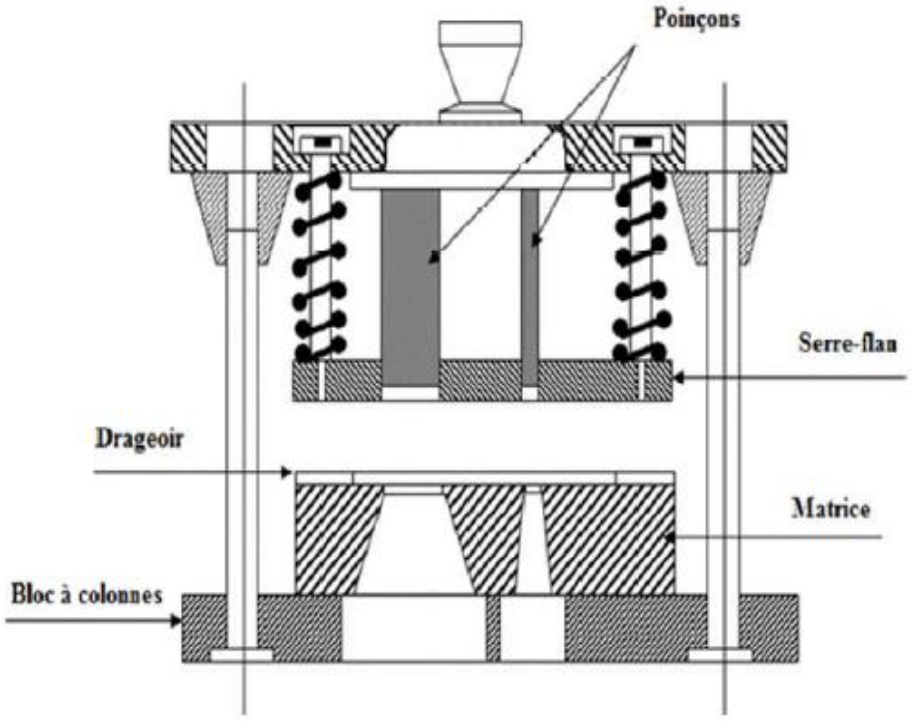


Figure II.15: Outil à poinçonnage a serre-flans

II.2.7.outil d'emboutissage : [10]

L'outil d'emboutissage nous permet de former des corps creux par déformation Plastique des métaux en feuille.

On trouve des outils avec ou sans serre-flan.

II.2.7.1 Outils d'emboutissage sans serre-flan :

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

Le poinçon entraine la pièce formée à travers la matrice. Au cours de l'opération les parois de l'embouti augmentent légèrement l'épaisseur de sortie de la matrice.

A la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inferieure de la matrice.

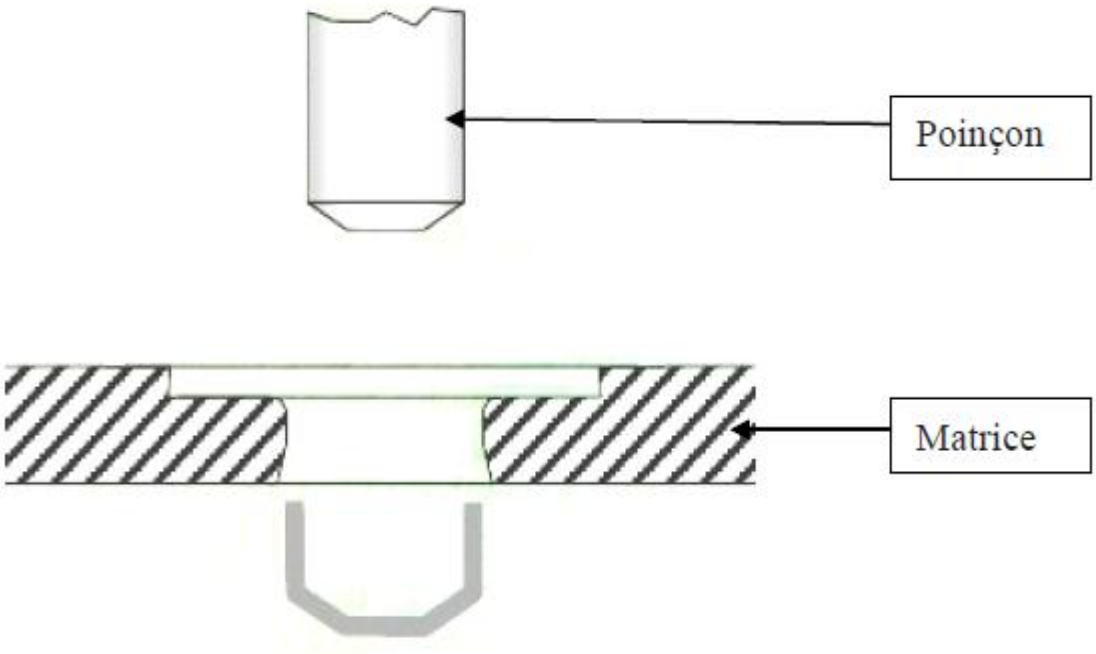


Figure II.16: Outil d'emboutissage sans serre-flan [3]

II.2.7.2.Outils d'emboutissage à serre-flan :

Il existe deux genres d'outil à serre-flan, suivant qu'il est destiné à une presse à simple effet ou à une presse à double effets.

a. Outil monté sur presse à simple effet :

Cet outil se compose simplement d'une matrice, d'un poinçon et d'un serre-flan qui est actionné le plus souvent par des ressorts situés sous le plateau de la presse.

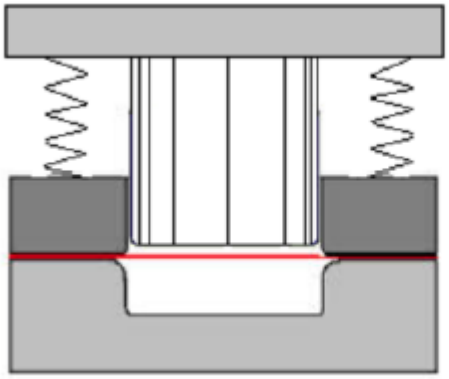


Figure II.17 : Outil à serre-flan monté sur presse à simple effet [3]

b. Outil monté sur presse à double effets :

Dans les presses à doubles effets, le coulisseau extérieur porte le serre-flan qui maintient la tôle pendant que le poinçon fixé au coulisseau intérieur déforme le métal.

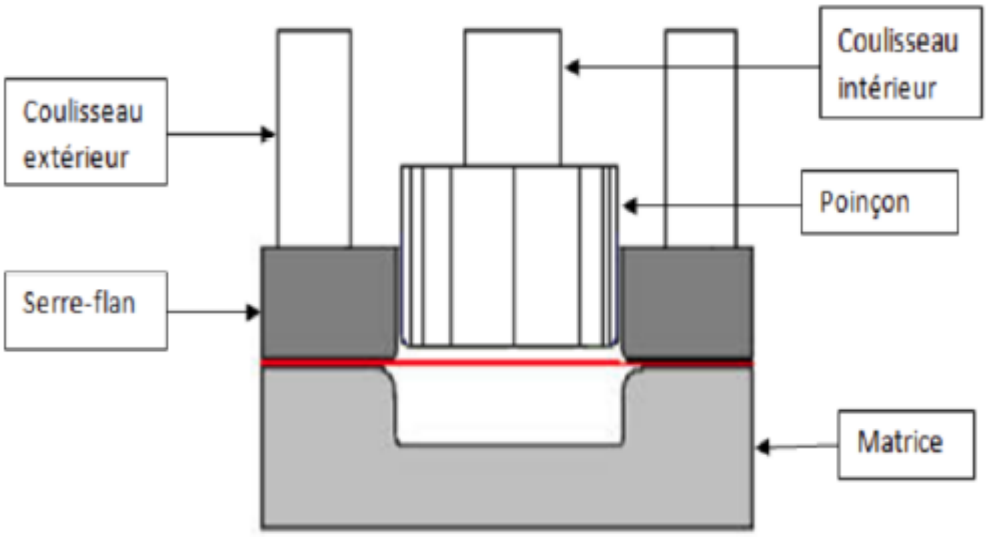


Figure II.18 : Outil à serre-flan monté sur presse à double effets

II.2.8.outil de cambrage [11]

L'outil de cambrage, est composé d'un poinçon, d'une matrice et d'un drageoir, qui est fixe sur la matrice pour assurer la mise en position du flan.

On distingue trois types d'outils, selon la forme de la matrice.

a. Outil de cambrage en V :

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

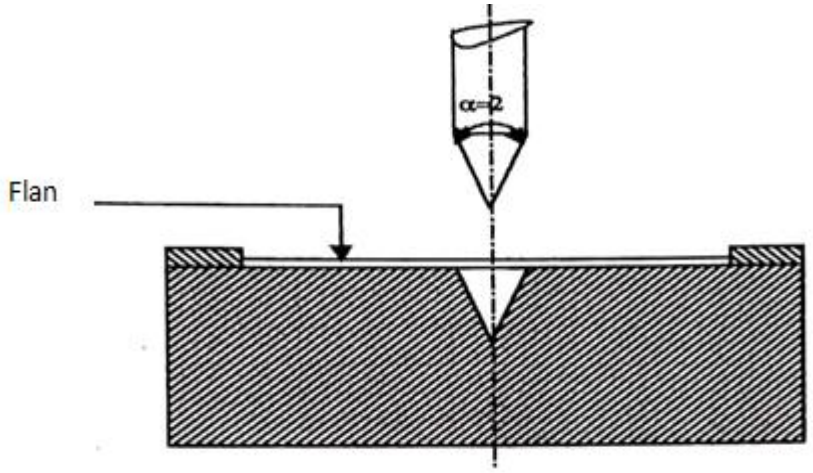


Figure II.19 : Outil de cambrage en V [3]

b. Outil de cambrage en U :

C'est le même principe avec l'outil précédent, ce qui change c'est la forme de la matrice et du poinçon.

Cet outil relève simultanément les deux ailes du « U » et il travaille symétriquement.

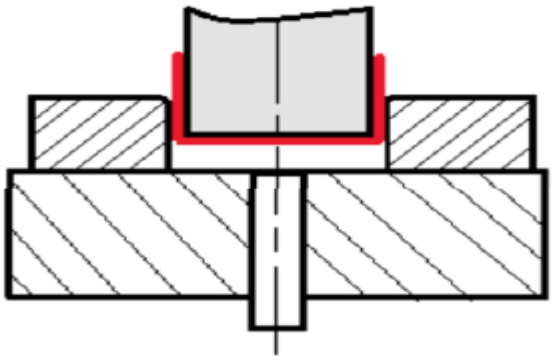


Figure II.20 : Outil de cambrage en U

c. Outil de cambrage en équerre :

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

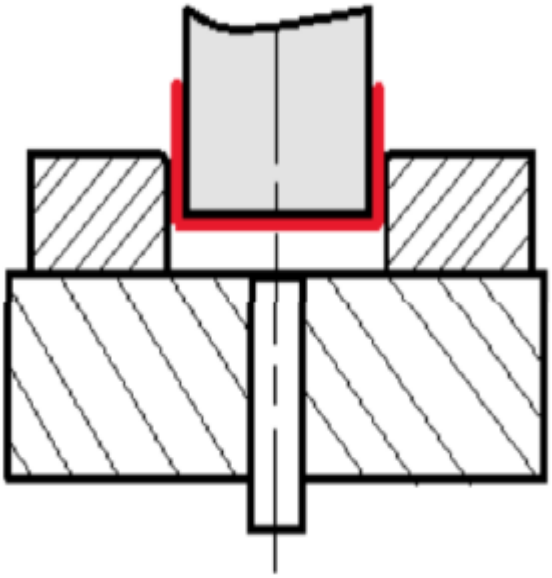


Figure II.21 : Outil de cambrage en équerre

II.2.9. Outils à came [10]

Les cames ont pour but de transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal, oblique ou vertical en sens contraire.

Les cames sont utilisées dans les outils de poinçonnages ou de cambrage lorsque plusieurs opérations sont simultanées.

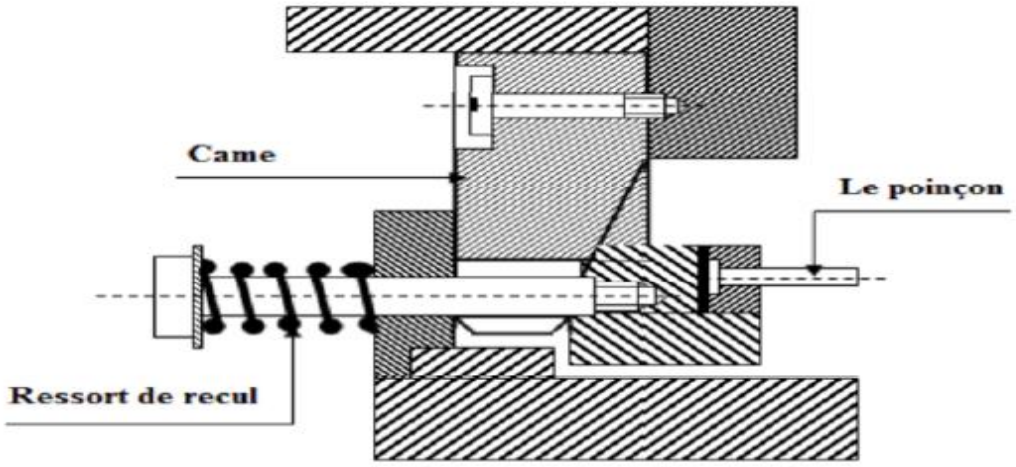


Figure II.22: outil à came

II.3. Montage des outils sur les presses

Le montage des outils sur les différentes presses se fait suivant diverses méthodes

II.3.1. Petite presses

- **Partie inférieure de l'outil** [11]

Le plateau des presses présentes des trous taraudés, cela permet une fixation des semelles et ça varie d'une presse à l'autre.

On distingue deux manières de fixation des semelles sur le plateau :

- fixation par vis.
- fixation par bride.

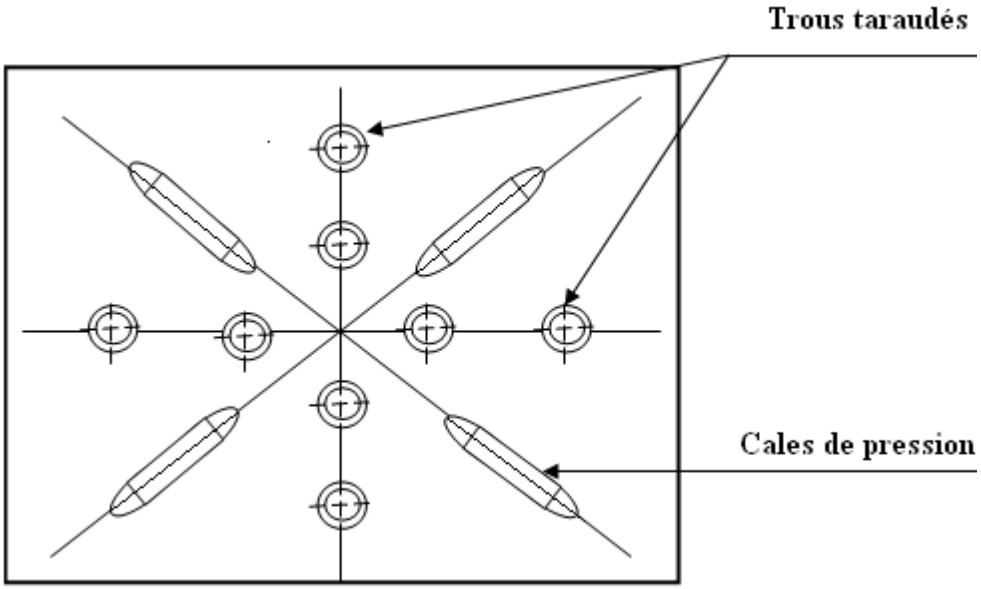


Figure II.23 : Plateau de presse [5]

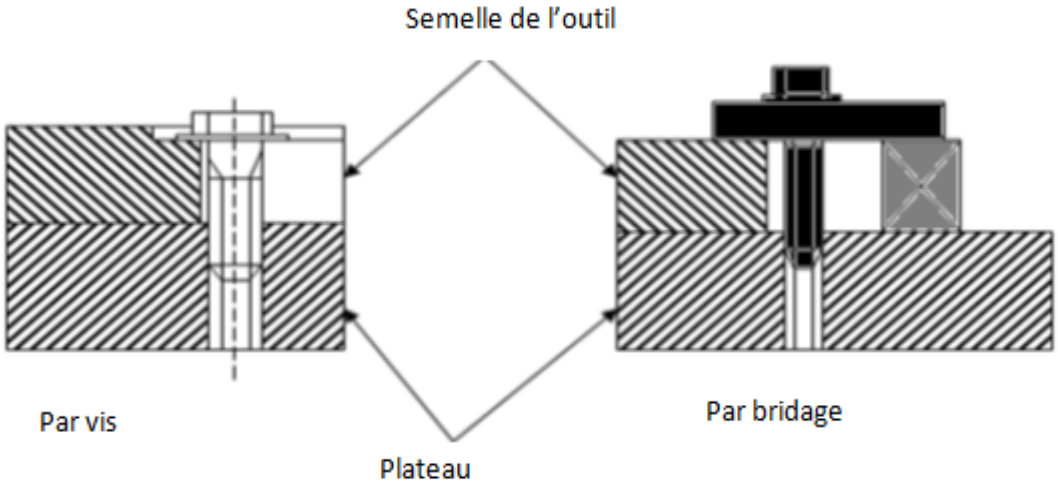


Figure II.24 : Système de fixation de la semelle au plateau [5]

- **Partie supérieure de l'outil :**

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

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

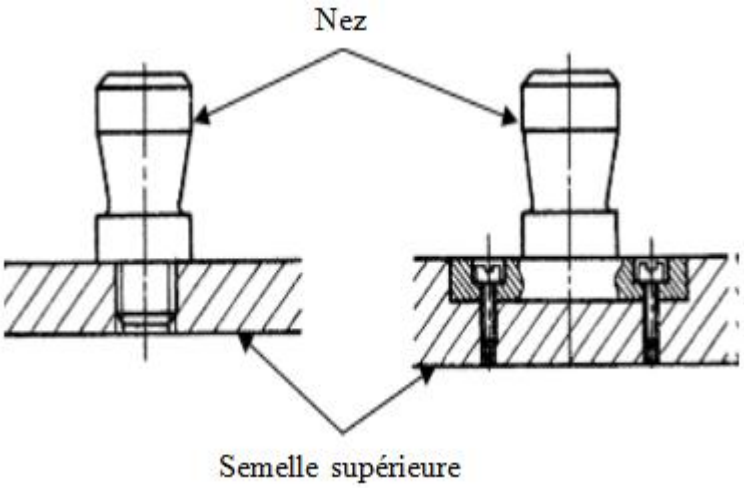


Figure II.25 : Système de fixation de la partie supérieure de l'outil [5]

II.3.2 Grosse presses :

La semelle du coulisseau et le plateau de la presse portent des rainures en Té.

La semelle supérieure et inférieure de l'outil sont fixées par boulons ou par brides.

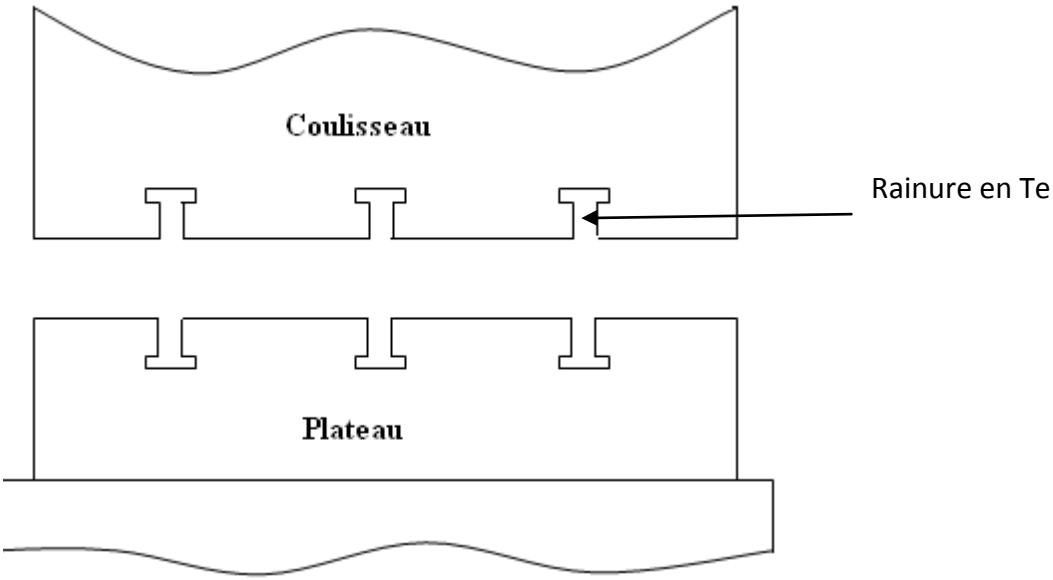


Figure II.26 : Système de fixation pour les grosses presses [5]

II.4.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 les tôles ou bandes d'acier sont également graissés, on se sert pour cela d'huiles inférieures ou d'huile soluble étendue d'eau pour le découpage,

Il n'est pas nécessaire de graisser toutes les bandes, mais une de temps à autre.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait un aperçu global sur les différents outils qui existent dans l'industrie, ce qui nous donnera une idée générale sur la conception de notre outil.

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

Chapitre III : Procédure de poinçonnage

III. Introduction :

Les procédés de mise en forme de tôle mécanique en produit fini à une importance considérable dans de nombreuses industries, parmi ces procédés on distingue : L'emboutissage, le détourage, le poinçonnage, le pliage…

III.1.Poinconnage : [3]

III.1.1 : définition de poinçonnage :

Le poinçonnage est une opération de découpage qui consiste à exécuter un trou dans le métal à l'aide d'un poinçon qui enlève la matière en totalité d'un seul coup.

Le poinçonnage est selon le corps de métier, une marque ou poinçon laissés sur un objet ou une perforation occasionnée par une poinçonneuse.

Le poinçonnage s'exécute soit à la main pour les travaux unitaires et moins précis a l'aide des petits poinçons manuel. Soit avec des poinçonneuses (machines) pour les travaux de grandes séries et de bonne précision dimensionnelle.

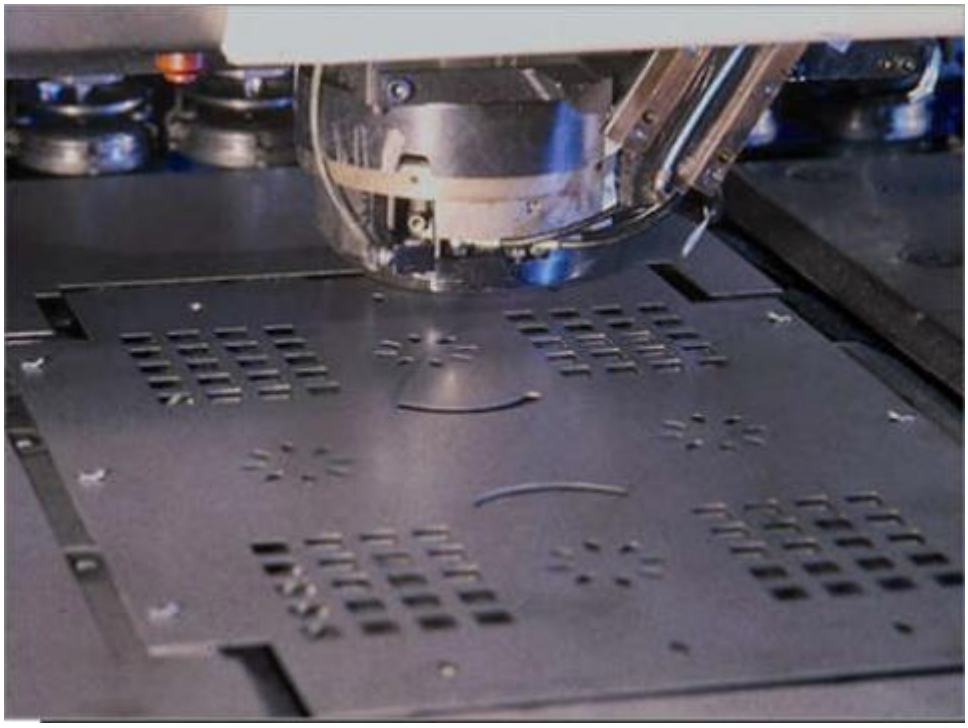


Figure III.1 : poinçonnage. [2]

III.1.2. Principe de fonctionnement :

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

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

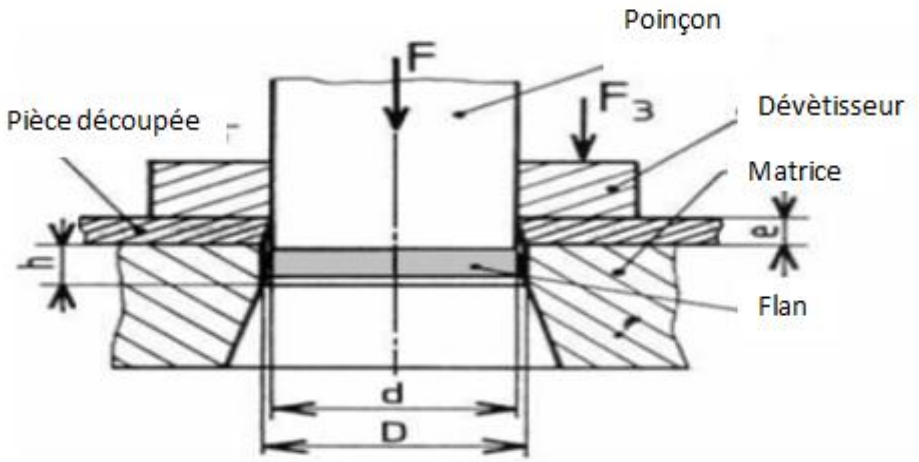


Figure III.2 : procédé du poinçonnage [2]

III.1.3. Les trois types de poinçonnage :

- Le poinçonnage classique : enlèvement de matière par simple réalisation de trous.
- Le grignotage : qui consiste à découper un pourtour intérieur ou extérieur par des multiples coups de poinçon.
- Le découpage à la presse: découpe de flan à l'aide d'un outillage spécifique.

III.1.4.Les différents étapes de poinçonnage :

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

Ce cisaillement est provoqué par l'action de deux lames de découpage dont l'une agit en opposition au mouvement de l'autre et dont le jeu entre les arêtes de coupe détermine l'intensité des contraintes de cisaillement.

Le poinçonnage se fait à plusieurs étapes :

1. impact :

C'est une étape dans laquelle le poinçon s'engage, sous l'effort d'un choc qui provoque un gonflement dans la surface de la pièce dû à la concentration des charges de compression.

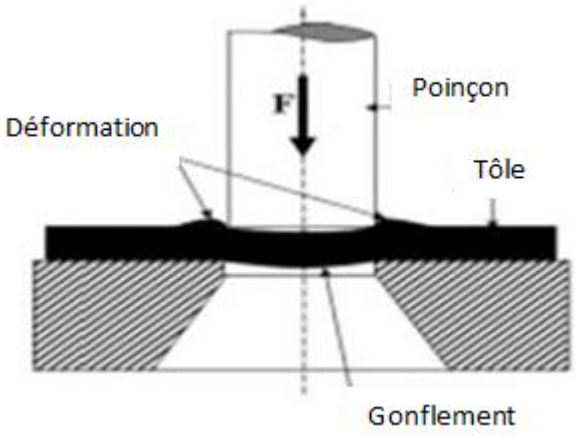


Figure III.3 : Impact. [3]

2. Pénétration :

C'est la déformation plastique de la pièce par allongement des fibres et formation d'une poche de vide entre la surface de la pièce et du poinçon.

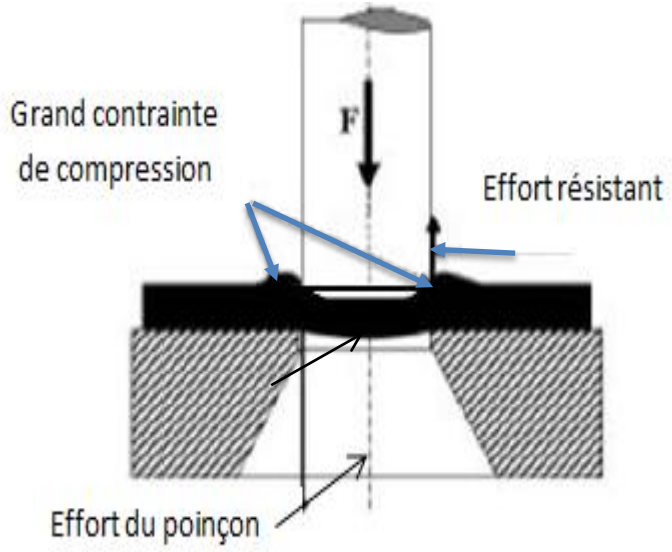


Figure III.4 : Pénétration [3]

3. Découpage:

Forte contrainte de compression, dépassement de la limite élastique donne naissance à des fissures de la tôle entre le poinçon et la matrice.

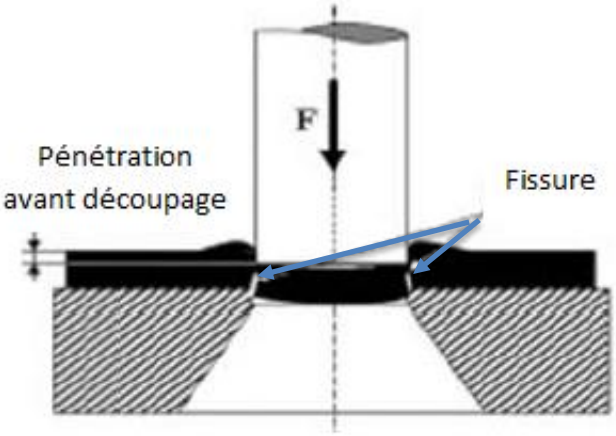


Figure III.5: Découpage. [3]

4. Séparation :

Les fissures formées dans l'étape précédente se développent et provoque des ruptures par extension des fibres.

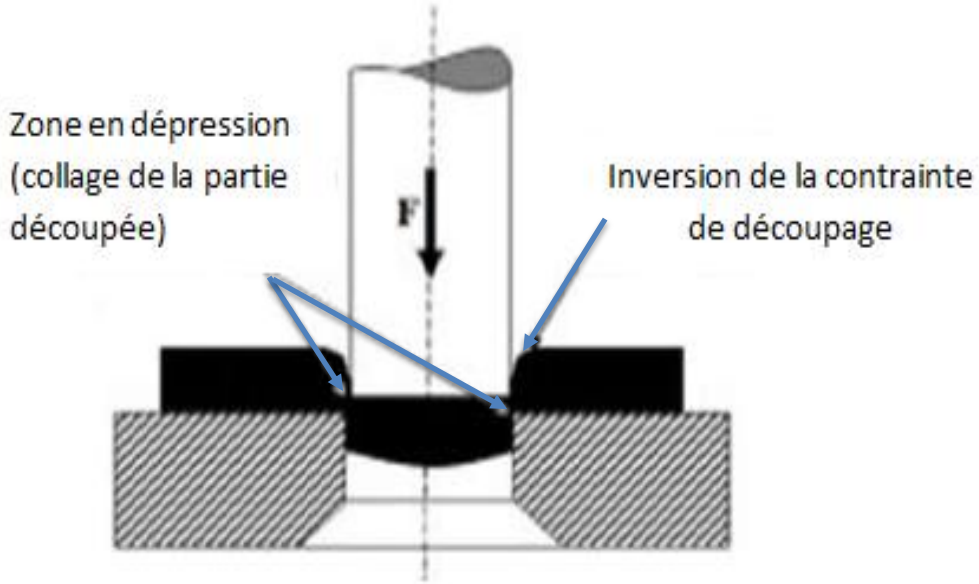


Figure III.6 : Séparation [3]

5. 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.

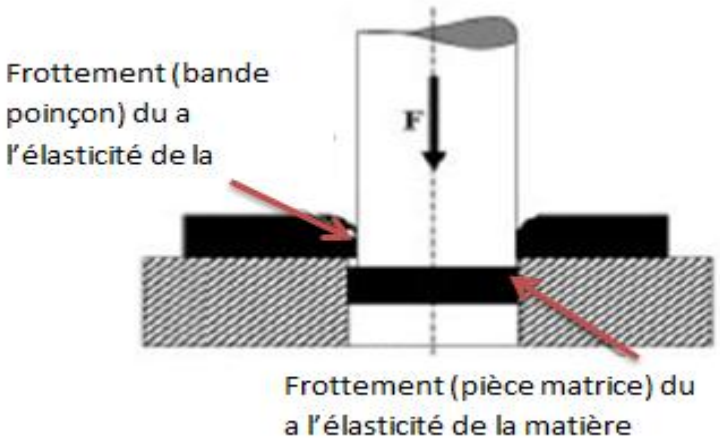


Figure III.7 : Fin de course [3]

6. Le retrait :

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

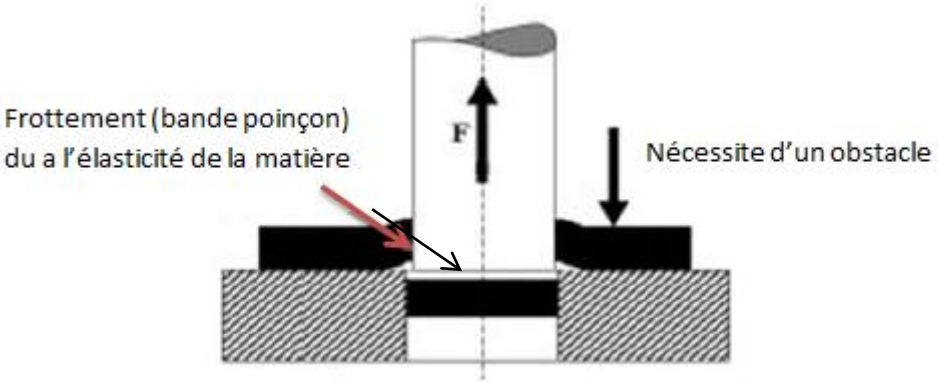


Figure III.8 : Le retrait [3]

III.1.5 : Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon :

III.1.5.1. Le poinçon :

Il est composé de plusieurs parties :

- Le corps du poinçon qui possède une longueur variable pour monter et serrer l'outil.
- La tête qui porte les arrêtes tranchantes.

- La mouche (ou téton) utile pour positionner l'outil dans les coups de pointeaux préalablement réalisés à cet effet. Ils ont été effectués dans l'axe du trou à réaliser.
- Un angle de dépouille qui est de 2 à 3° pour limiter les frottements.

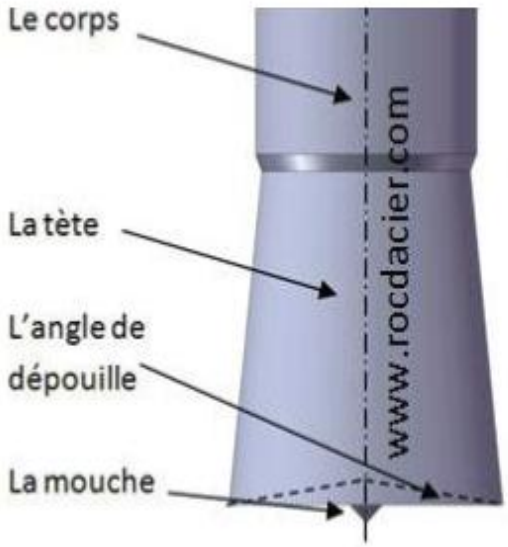


Figure III.9 : poinçon [4]

Remarque : le poinçon de forme quelconque doit résister à la compression et au flambage, sa longueur libre est vérifiée par la relation suivante :

$$L \leq \sqrt{\frac{E.I}{F}}$$

Avec : **E** : module d'élasticité en (N/mm^2).

I : le moment quadratique de la section en (mm^4).

F : effort de découpage en (N).

III.1.5.2.Contrainte sur le poinçon : [7]

Le poinçon de forme quelconque doit résister à la compression, la condition de résistance de l'outil à la compression et que cette contrainte sollicitée ne doit pas dépassée la limite élastique du matériau à partir duquel est fabriqué le poinçon.

$$\sigma_{comp} = \frac{F}{S}$$

Avec :

$\boldsymbol{\sigma_{comp}}$: Contrainte de compression (N/mm^2)

F : effort de découpage (poinçon) en (N)

S : section du poinçon (mm^2)

Condition de résistance **:**

$$\boldsymbol{\sigma_{comp} < R_e}$$

$\boldsymbol{R_e}$**:** la limite élastique du poinçon (MPa).

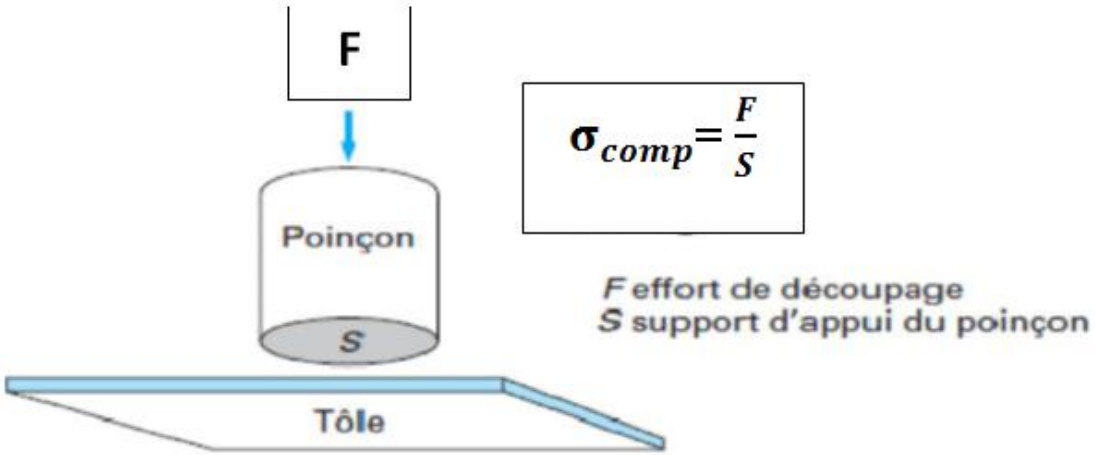


Figure III.10 : Contrainte de compression sur le poinçon [4]

Dans le cas de poinçonnage de petites dimensions, la contrainte de compression peut provoquer le flambement du poinçon.

Il est alors important de prévoir le risque de flambement d'un tel poinçon. Pour cela, on détermine la charge critique (Pcr) en utilisant la formule d'euler avec les conditions d'encastrement d'un côté et de mouvement libre de l'autre :

$$\mathbf{p_{cr}} = \frac{\boldsymbol{\pi^2 \times E \times I}}{\boldsymbol{l^2}}$$

Avec :

$\mathbf{P_{cr}}$: la charge critique du flambement (N)

E : module d'élasticité du matériau du poinçon (MPa)

I : moment d'inertie du poinçon (mm)

L : longueur libre de flambement (mm)

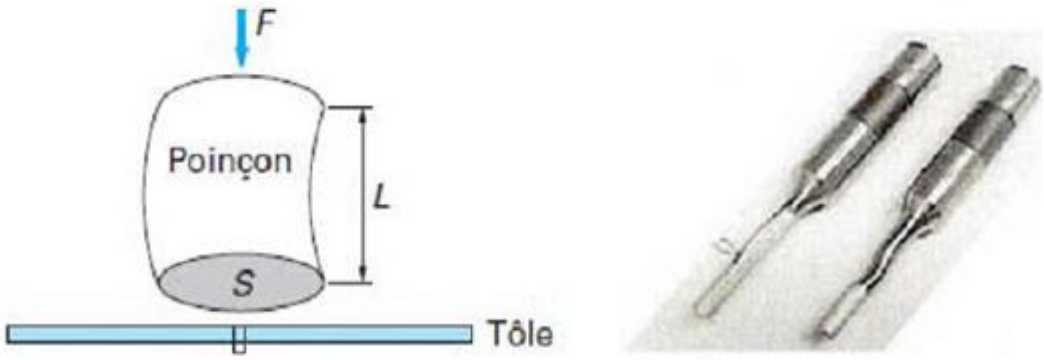


Figure III.11 : État du flambement d'un poinçon [4]

La condition de résistance au flambement c'est que l'effort de poinçonnage ne doit pas dépasser la charge critique du flambement :

$$\mathbf{F} < \boldsymbol{P_{Cr}}$$

III.1.6. La matrice :

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

Figure III.12: Matrice [4]

III.1.6.1. Jeu entre matrice et poinçon :

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

Exemple :

- **J = 0.05 e** pour l'acier doux, laiton et cuivre.
- **J = 0.06 e** pour l'acier mi-dur.
- **J = 0.07 e** pour l'acier dur.
- **J = 0.1 e** pour l'aluminium.

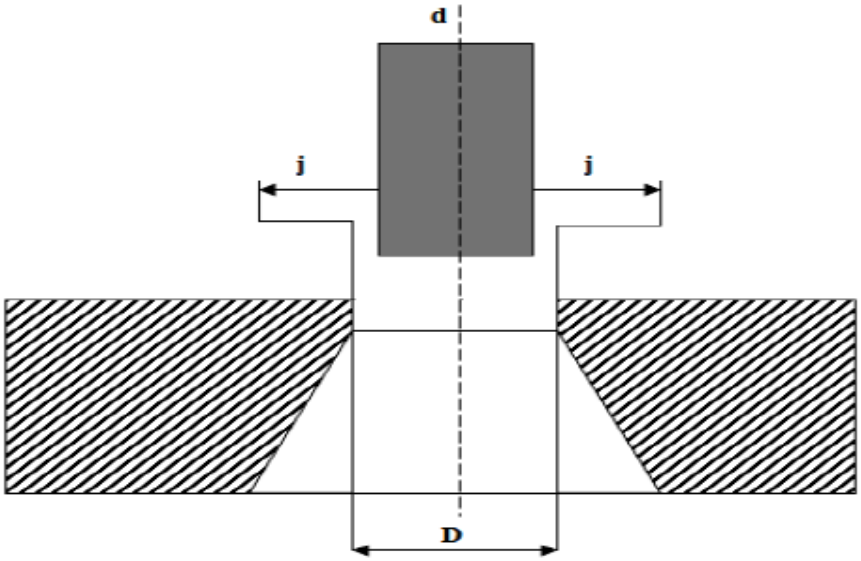


Figure III.13 : jeu entre poinçon et matrice. [4]

III.1.6.2.Avantages et inconvénients du poinçonnage :

➢ Avantages du poinçonnage :

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

➢ **Inconvénients du poinçonnage :**

- limité dans les épaisseurs.
- Section minimale du poinçon limite.

III.1.6.3. Effort de poinçonnage et la section minimale du poinçon : [10]

L'effort de poinçonnage dépend de l'épaisseur, de périmètre de la section du trou, de la résistance du métal et des frottements qui sont généralement négligés.

Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les outils.

La section minimale de poinçonnage dépend de l'effort de poinçonnage, de la forme et de la surface de la section poinçonnée et aussi de la langueur de flambage de l'outil

La force à appliquer est calculée par la relation suivante :

$$\mathbf{F = P \times e \times } R_c$$

Avec :

P : le périmètre découpé (mm)

e : l'épaisseur de la tôle (mm)

$\mathbf{R_C}$: La résistance au cisaillement du matériau $(\mathbf{N/\ mm^2})$

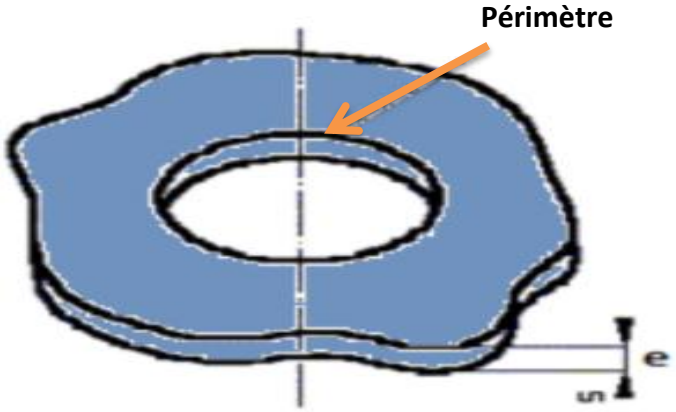


Figure III.14 : pièce poinçonner [4]

III.1.6.4. Effort de dévêtissage : [6]

C'est l'effort nécessaire pour découler la bonde de métal du poinçon. Cet effort varie suivant l'importance du déchet autour de celui-ci.

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

$$\mathbf{F_{dévêtissage}} = 7\% \, \mathbf{F_{poinçonnage}}$$

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

$$\mathbf{F_{dévêtissage}} = 2\% \, \mathbf{F_{poinçonnage}}$$

III.1.6.5. Effort total de poinçonnage :

L'effort de poinçonnage est égal à la somme des différents efforts. Son résultat permet de déterminer la presse adéquate. (L'effort correspondant à la presse d'exprime le plus généralement en tonne-force).

$$\mathbf{F_{total}} = \boldsymbol{F}_{\mathbf{poinçon}} + \boldsymbol{F}_{\mathbf{dévêtissage}}$$

Conclusion :

La technique de mise en forme des matériaux poinçonnage est pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées.

C'est un travail qui nécessite de maîtriser parfaitement certains paramètres expérimentaux tels que : la composition du matériau et ses différentes caractéristiques mécaniques.

Chapitre IV :

ETUDE ET CONCEPTION DE L’OUTIL

IV.1.Introduction:

La conception est la phase créative d'un projet d'ingénierie. Le but premier de la conception est de créer un système ou un processus répondant à un besoin, tout en respectant un cahier de charge qui dépend essentiellement de la qualité, la quantité et le prix.

Une conception est toujours associé à une partie d'étude et de calcule pour assurer la performance du produit avant de lancer sa production.

IV.2.Cahier des charges: [6]

Dans les travaux des métaux en feuilles, il existe une grande variété des presses et des outils, et leur choix dépend des opérations à effectuer, dans ce travail l'outil à concevoir est destiné à la réalisation de : «**support galet d'un transformateur électrique** à L'entreprise ENEL».

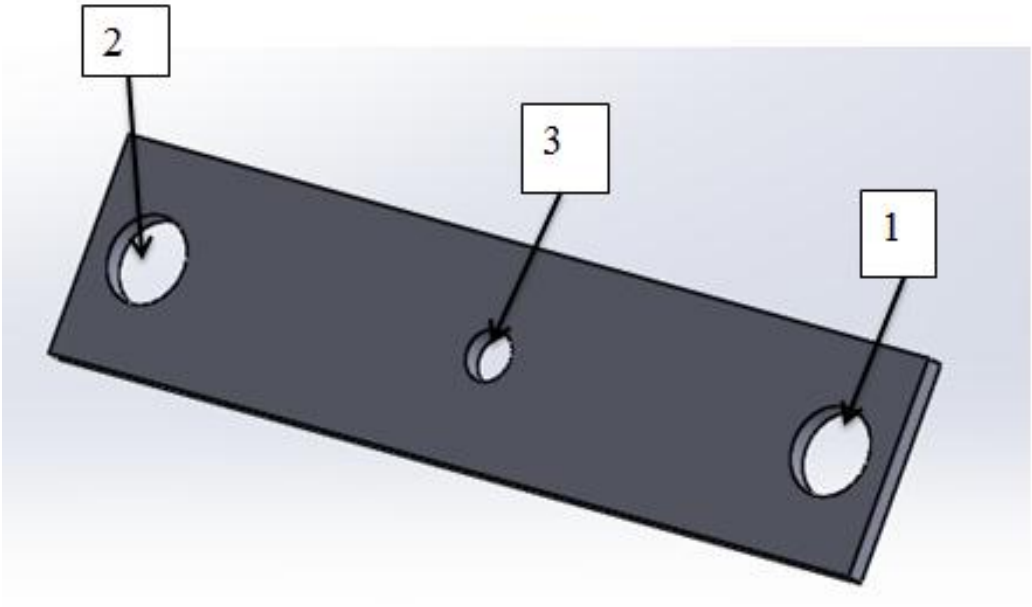


Figure IV.1 : plaque de support galet

➢ **Tableau : cahier de charge de la pièce**

N code	Épaisseur (mm)	Longueur (mm)	Largeur (mm)
-	**6**	$\mathbf{262}^{\mathbf{0}}_{\mathbf{-0.5}}$	$60^{0}_{-0.2}$

➢ **Composition chimique du matériau en pourcentage** (%) :

Elément	c	p	S	N
%	0,21	0,065	0,065	0.009

➢ **Emplacement de la pièce :**

la figure montre l'emplacement de **support galet de transformateur électrique**

Figure IV.2 : transformateur électrique [6]

IV.3.Travail demandé : [6]

a) But :

Le travail consiste l'étude et la conception d'outils qui réaliseront le poinçonnage de sur support galet d'un transformateur électrique. Pour but d'améliorer le moyen de production.

b) Diagramme « bête à cornes » ou expression du besoin :

La bête à corne est un outil d'analyse fonctionnelle du besoin. en matière d'innovation, il est tout d'abord nécessaire de formuler le besoin sous forme de fonctions simples (de bases) que devra remplir le produit ou le service.

L'expression du besoin permet d'isoler l'objet étudié afin d'identifier le principal destinataire, sa matière d'œuvre, et d'exprimer sa fonction globale.

Pour établir la bête à corne il essentiel de se poser les trois questions suivantes :

- À qui, à quoi le produit rend-il service ?
- Sur qui, sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?
- L'expression du besoin est un outil de représentation de ces questions

Fondamentales.

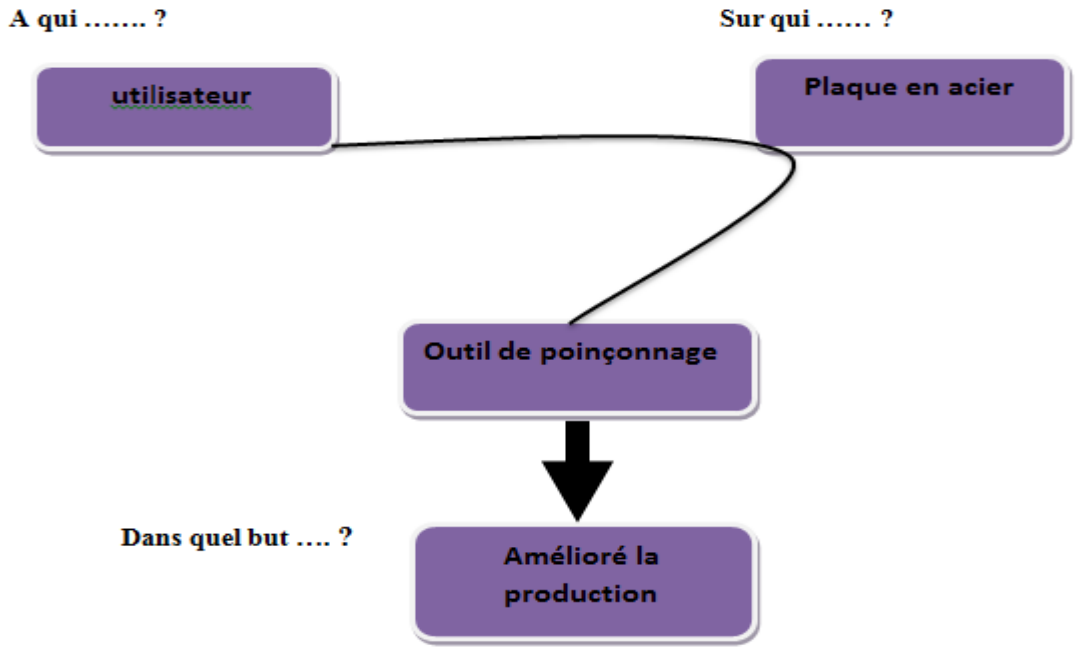


Figure IV.3 : Diagramme « bête à corne »

C)Diagramme « pieuvre » :

La pieuvre, est un outil de représentation des fonctions d'un objet et de leurs relations, ce diagramme est un diagramme d'association qui est constitué du système et des éléments de son milieu environnant.

Le diagramme fait apparaître les associations (les fonctions) entre les éléments du milieu environnant et le système.

Une fonction est une action d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimées uniquement en termes de finalité. Elle est formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments.

-Il faut distinguer les fonctions de service des fonctions techniques.

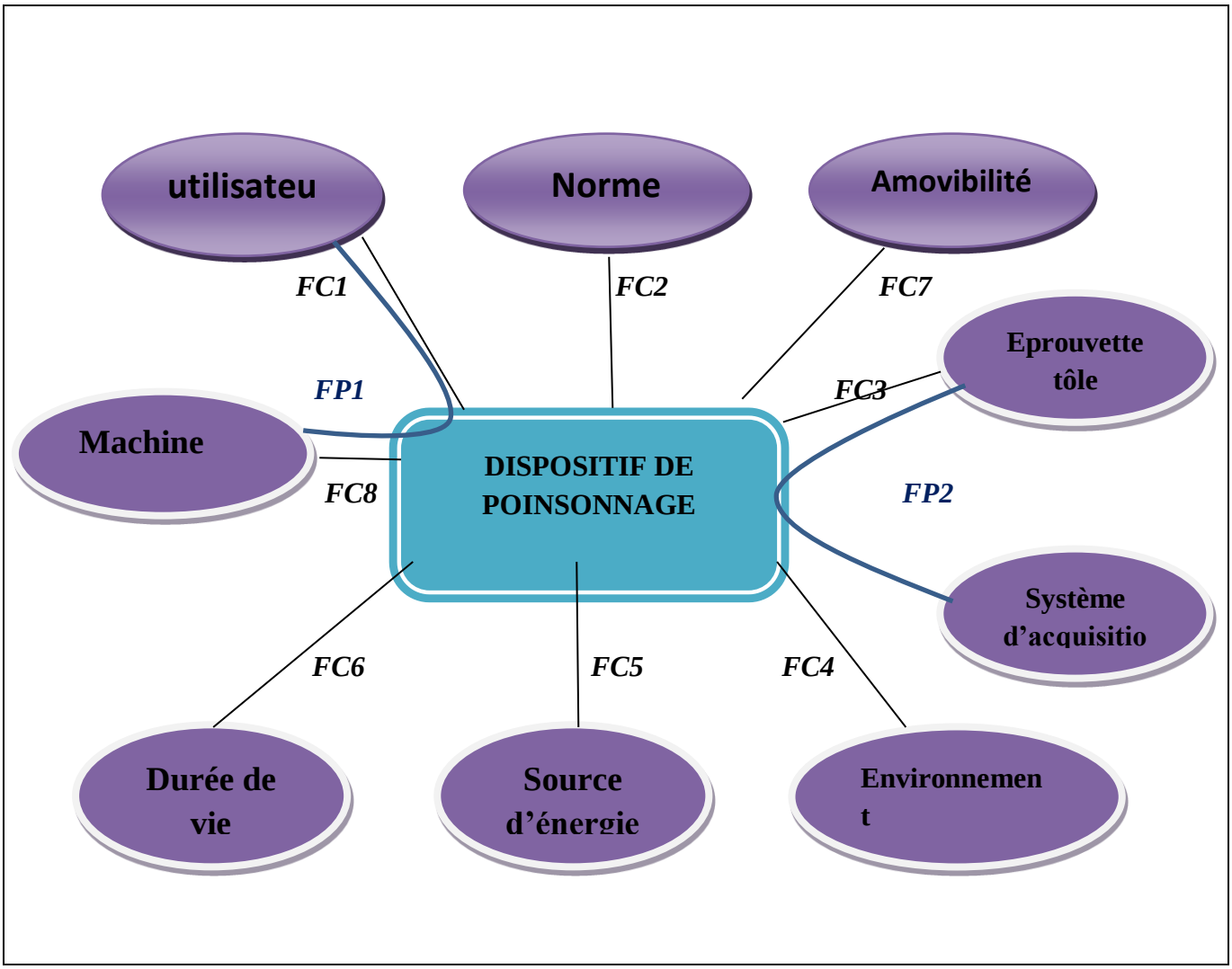


Figure IV.4 : Diagramme « pieuvre » pour le besoin

	Fonctions	Critères	Niveaux
Fp1	Permettre aux utilisateurs de poinçonné l'éprouvette	Efforts	-
Fp2	Respecter les contraintes dimensionnelles	-Serrage,….. -force , vitesse …	
Fc1	Permettre à l'utilisateur d'actionner le mécanisme à partir de la machine	-Commandes de la machine -Entretien	/ Graissage
Fc2	Respecter les normes des éprouvettes	-Normes	- Normes UE
Fc3	Transmettre l'effort de poinçonnage aux éprouvettes	-Adaptation des efforts	
Fc4	Résister a l'environnement	-Milieu extérieur	Poussière, humidité,…
Fc5	S'adapter aux caractéristiques de l'énergie	-utiliser l'énergie fournie par la machine.	-
Fc6	Assurer une durée de vie	-Protection contre la corrosion et réduire les frottements	
Fc7	Etre amovible	-Montage et démontage facile	/
Fc8	S'adapter à la machine	-Respecter les dimensions de la machine	/

Tableau.IV.1 : Contraintes et fonctions principales

d) la méthode FAST (Fonction Analyse System Technique) :

C'est un type de diagramme qui présente une manière de penser, d'agir, ou de parler. Le diagramme FAST se construit de gauche à droite dans la logique suivante : du « pourquoi » au« comment »

Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonction technique. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit.

Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir amélioré la solution proposée.

Il est décrit étant qu'une méthode usuelle d'analyse fonctionnelle.

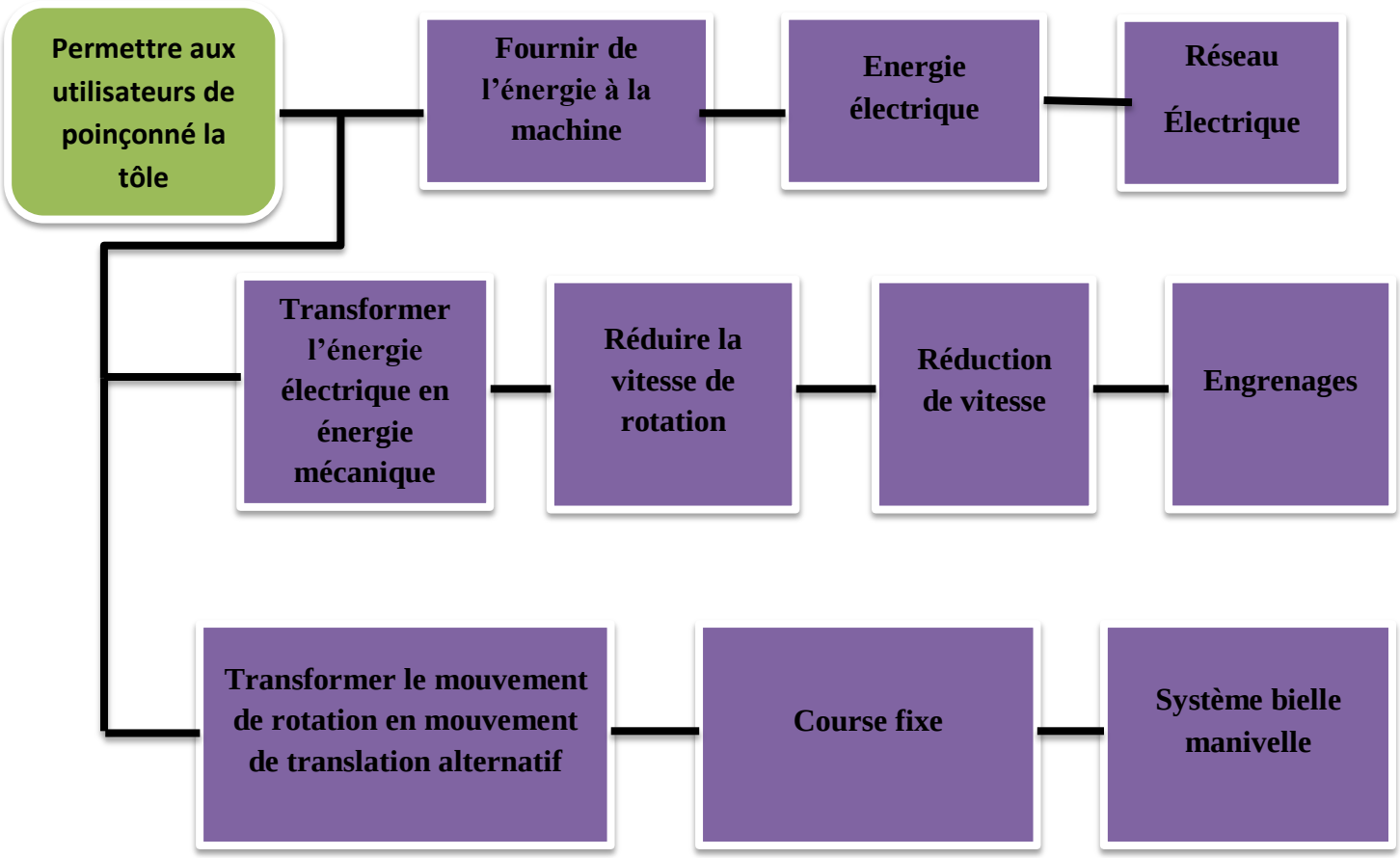


Figure IV.5: Diagramme FAST

e) Diagramme A-0 :

Ce type d'analyse permet de modéliser graphiquement un produit.

L'élément graphique de base est la boite rectangulaire dans laquelle est inscrite la fonction. On y trouve également les flux de données, matières qui traversent cette fonction et les données de contrôle qui gèrent la fonction.

En dessous de la boite est noté le mécanisme réalisant la fonction

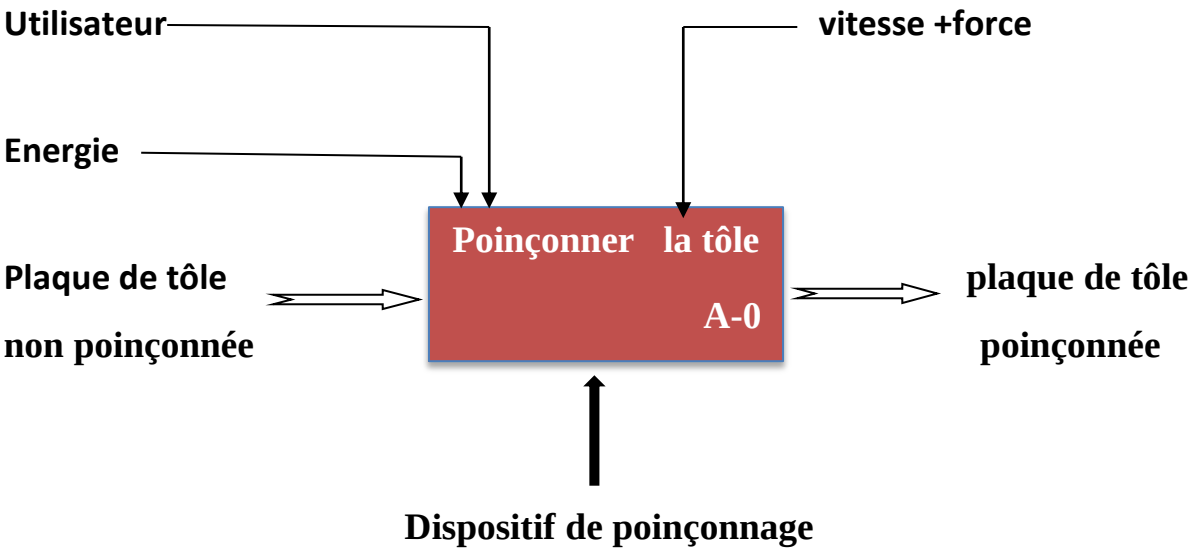


Figure IV.6: Diagramme A-0

IV.4.Calcul des efforts : [4]

L'effort **F** nécessaire au poinçonnage d'une pièce d'épaisseur **« e »** et d'un diamètre « **d** » est supérieure ou égal au produit de périmètre **« p »**, et son épaisseur par la résistance de rupture au cisaillement **« R_c ».**

$$R_c = F/S$$

Avec: $S = P \times e$

Comme il est plus facile de déterminer la résistance limite a la rupture « R_r » que la résistance au cisaillement « R_c »on utilise la formule suivante :

$$R_C = 0{,}8 \times R_r$$

Les poinçons : Ils sont en **X 200 Cr12.** C'est un acier de très haute résistance à l'usure, selon la norme **NF 35-590** de décembre **1992**, il est classé dans le groupe **22**.

N°	Nuance	Eléments (%)			
		C	Mn	Si	Cr
2233	X200Cr12	1,90	0,15	0,10	11,00
		2,20	0,45	0,40	13,00

Tableau : La composition chimique de l'acier X200Cr12, donné par la norme AFNOR A 35-590.

La trempe de l'acier **X200Cr12** se fait de **930° C** à **980° C** à l'huile ou au bain chaud.

La valeur de la dureté après trempe est de **63 HRC**.

- **Calcul l'effort de poinçonne F1 :** [4]

$$F1 = P \times e \times R_C$$

Avec :

P : périmètre de la pièce à cisailler (mm)

$P = \pi \times d$

R_C **:** Résistance au cisaillement (**N/ mm²**)

e : épaisseur de la tôle. **e =** 6 mm

$$R_C = 0{,}8 \times R_r$$

R_r : Résistance à la rupture par traction.

La résistance à la rupture par traction de la tôle est :

$R_r = 360$ **N/ mm²**

$R_C = 360 \times 0,8 = 288$ **N/mm²**

$$\mathbf{F1 = P\times e \times R_C}$$

F1= (3.14×24.2)×6×28.8 = 13130,72 daN

F1=13130,72 daN = 131307,2 N

- **Calcul l'effort de poinçonne F2 :** [4]

$$\mathbf{F2 = P \times e \times R_C}$$

Avec :

P : périmètre de la pièce à cisailler (mm)

$\mathbf{P = \pi \times d}$

$\mathbf{R_C}$ **:** Résistance au cisaillement (**N/ mm²**)

e : épaisseur de la tôle.

$$\mathbf{F2 = P \times e \times R_C}$$

F2 = (3.14×24.2)×6×28.8 = 13130,72 daN

F2 =13130,72 daN = 131307,2 N

- **Calcul l'effort de poinçonne F3 :** [4]

$$\mathbf{F3 = P \times e \times R_C}$$

P : périmètre de la pièce à cisailler (mm)

$\mathbf{P = \pi \times d}$

$\mathbf{R_C}$ **:** Résistance au cisaillement (**N/ mm²**)

e : épaisseur de la tôle.

$$\mathbf{F3 = P \times e \times R_C}$$

F3 = (3.14×14) × 6 × 28.8 = 7596,288 daN

F3 = 7596,288 daN = 75962,88 N

- **Effort total (F_T) :** [4]

$$F_T = Fp1 + Fp2 + Fp3$$

$$F_T = 13130,72 + 13130,72 + 7596,288$$

$$F_T = 33857,728 \text{ daN} = 338577,28 \text{ N}$$

- **Effort de dévêtissage (Fdév) :** [4]

C'est l'effort nécessaire pour dégager les pionçons de la bonde après découpage ou poinçonnage, il est égale, en général, à **7%** de F_T.

$$F_{dev} = 7\% \times F_T$$

AN:

$$F_{dev} = \frac{7 \times 33857,728}{100} = 2370,04 \text{ daN}$$

$$F_{dev} = 2370,04 \text{ daN} = 23700,4 \text{ N}$$

- **Calcul de l'effort fourni par la presse (F_{pr}) :** [4]

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

$$F_{pr} \geq F_T + F_{dev}$$

AN:

$$F_{pr} \geq 33857,728+2370,04 = 36227.76 \text{ daN}$$

$$F_{pr} \geq 362\,277,6 \text{ N}$$

IV.5.Le choix de la presse à utiliser : [6]

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 poinçonnage (découpage). Une presse mécanique est mieux indiquée.

A partir de l'effort que nous avons calculé, nous avons opté pour une presse à excentrique Col de cygne de construction allemande qui a les caractéristiques suivantes :

Figure IV.7 : Presse excentrique [6]

Pression à exercer	100Mpa
Profondeur du col de cygne	315 mm
Base de la table : Longueur * profondeur	800*630 mm
Passage dans la table : Ø*épaulement	315/280 mm
Base du coulisseau Largeur * profondeur	560*355 mm
Trou dans le coulisseau : Ø*profondeur	5/165 mm
Distance entre plateau mobile et coulisseau, plus grande course en bas, réglage du coulisseau en haut	320 mm
Distance entre table et coulisseau, plus grande course en bas, réglage du coulisseau en haut	410 mm
Course variable de	20-120 mm
Réglage du coulisseau	90 mm
Epaisseur du plateau mobile	95 mm
Passage dans le plateau mobile Ø	125 mm
Distance entre table et guide du coulisseau	630 mm
Nombre de coups par minutes	45-100

■ Dispositif de sécurité : Commande de sécurité à deux mains avec condition de simultanéité frein auxiliaire ; dispositif de sécurité contre les sur charges dans le coulisseau.

- **Choix du ressort**

La raideur des ressorts doit assurer le dévêtissage, nombre a utilisé 8 ressorts.

la raideur doit assurer cette conduction :

$$\mathbf{F\ ressort}_{c} > \mathbf{F\ ressort}_{R}$$

$\mathbf{F\ ressort}_{c}$: force de ressort calculé
$\mathbf{F\ ressort}_{R}$: force de ressort réel

$$\mathbf{F}_{\mathbf{ressortc}} = \frac{\mathbf{F_{dev}}}{8}$$

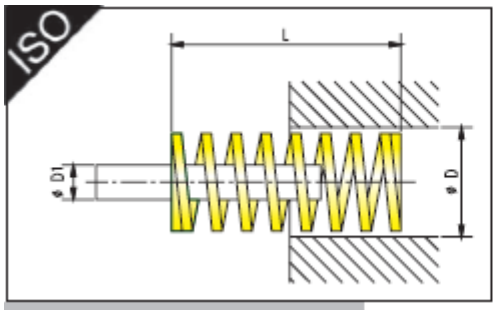
AN:

$$\mathbf{Fressort}_{c} = \frac{2370{,}04}{8} = 296.255\ \text{daN}$$

$$\mathbf{Fressort}_{c} = 296.255\ \text{daN} = 2962.55\ \text{N}$$

Le ressort qui satisfait les conditions de travail est le ressort pour outil à charge extra forte tiré de tableau (1) qui a les caractéristiques suivantes :

- La longueur L = 44 mm
- La charge K = 149 N/mm
- D = 20 mm
- D1 = 10 mm
- A = 14 mm, (course de ressort comprimée)
- F ressort = 2086 N.



REF. 358 D=40 L=127 → 358-40-127

GAMME DISPONIBLE

D	D1	L	K	A 17 %		B 25 %		C Approximatif	
mm	mm	mm	N/mm	N	mm	N	mm	N	mm
20	10	25	293	1245	4,3	1831	6,3	2051	7
		32	224	1219	5,4	1792	8	2240	10
		38	177	1143	6,5	1682	9,5	2124	12
		44	149	1115	7,5	1639	11	2086	14
		51	128	1110	8,7	1632	12,8	2048	16
		64	99	1077	10,9	1584	16	2178	22
		76	81,7	1056	12,9	1552	19	2043	25
		89	69,5	1052	15,1	1546	22,3	2155	31
		102	60,6	1051	17,3	1545	25,5	2182	36
		115	53	1036	19,6	1524	28,8	2226	42
		127	47,5	1026	21,6	1508	31,8	2043	43
		139	43	1016	23,6	1494	34,8	2064	48
		152	39	1008	25,8	1482	38	2028	52
		305	21,2	1099	51,9	1617	76,3	2226	105

Section du fil 4,1 x 3,7

Figure IV.8 : schéma de dimensionnement d'un ressort [1]

Figure IV.9 : différents ressorts (représenter suivant ISO10243). [1]

.

- **Jeu de découpage :** [4]

Pour que la tranche de la pièce découpée soit propre, il est important de Prévoir un jeu entre le poinçon et la matrice,

Selon le type d'opération à effectuer le jeu est pris sur la matrice ou bien le poinçon La nature des matériaux à découper détermine ce jeu, pour les aciers durs le jeu est de :

$$\mathbf{J = 0.07 \times e}$$

Avec :

e : l'épaisseur de la tôle a découpé (mm)

AN :

$\mathbf{J =} 0.07 \times 6 = 0{,}42$ mm

$\mathbf{J =} 0.42$mm

IV.6.Calcul des poinçons au flambement : [6]

Le flambage intervient lorsqu'une poutre droite de grande longueur se déforme sous l'action de deux forces axiales opposées dirigées l'une vers l'autre. c'est un phénomène qui se produit pour une certaine valeur de charge appelée charge critique. Si :

- **F** < **Fcr** : la poutre reste rectiligne et ne subit qu'un faible raccourcissement qui est du à la compression.

- **F** > **Fcr** : la poutre se plie, les déformations deviennent très importantes et la rupture peut intervenir très rapidement.

F : est l'effort du poinçonnage.

$\mathbf{F_{cr}}$: Charge critique qui se calcule comme suit par la loi **d'EULER:**

$$\mathbf{F_{cr}} = \frac{\boldsymbol{\pi^2 \times E \times I}}{\boldsymbol{l^2}}$$

Avec :

E : Module d'élasticité (210 000 N/mm^2). **(X 200 Cr 12)**

I : Moment d'inertie.

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

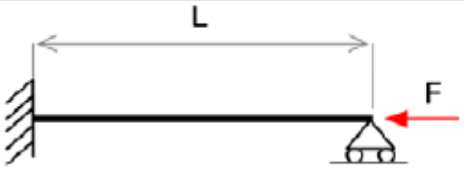
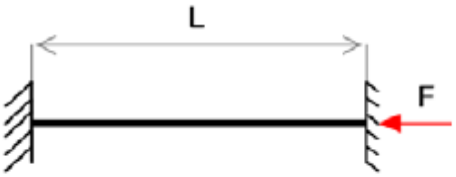
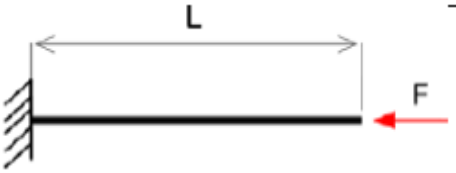
Longueur libre de flambement		
Type de liaisons	Figure	Valeur de l
Encastré - Pivot		l =0.7L
Encastré des deux cotés		l =0.5L
Encastré – Libre		l =2L
Pivot des deux cotés		l =L

Tableau IV.2. : Longueur libre de flambement [1]

Dans notre cas les poinçons sont encastrés d'un côté et libres de l'autre côté, donc la longueur libre de flambement $\boldsymbol{l}$ = **2L**.

Sachant que la longueur L soumise au flambement est la même pour tous les poinçons. L=68mm.

- **calculs de résistance au flambement de poinçon (1 et 2) de diamètre 24.2 mm :**

$$\mathbf{F_{cr}} = \frac{\boldsymbol{\pi^2 \times E \times I}}{\boldsymbol{l^2}}$$

$$\mathbf{I} = \frac{\boldsymbol{\pi \times d^4}}{\mathbf{64}}$$

AN:

$$\mathbf{I} = \frac{3.14 \times 24.2^4}{64} = 16827,17 \text{ mm}^4$$

$$\mathbf{F_{cr}} = \frac{3{,}14^2 \times 210000 \times 16827{,}17}{4 \times 68^2}$$

$$\mathbf{F_{cr}} = 1\,883\,700{,}51 \text{ N}$$

$$\mathbf{F} = 131\,307{,}2 \text{ N} < \mathbf{F}\boldsymbol{cr} = 1\,883\,700{,}51 \text{ N}$$

Donc la condition est vérifiée pour le poinçonne 1 et 2.

- **calculs de résistance au flambement de poinçon (3) de diamètre 14 mm :**

$$\mathbf{I} = \frac{\boldsymbol{\pi \times d^4}}{\mathbf{64}}$$

$$\mathbf{I} = \frac{3.14 \times 14^4}{64} = 1884,78 \text{ mm}^4$$

$$\mathbf{F_{cr}} = \frac{3{,}14^2 \times 210000 \times 1884.78}{4 \times 68^2}$$

$$\mathbf{F_{cr}} = 210\,989{,}78 \text{ N}$$

$$\mathbf{F} = 75\,962{,}88\ \text{N} < \mathbf{F_{cr}} = 210\,989{,}78\ \text{N}$$

Donc la condition est vérifiée pour le poinçonne 3.

Ce qui implique que tous les poinçons vont résistes.

- **<u>calcul de résistance des poinçons à la compression :</u>**

  L'effort de compression se calcul comme suite :

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{S}}$$

Avec :

$\boldsymbol{\sigma}_{comp}$: Contrainte de compression (N/mm^2)

F : effort de découpage (poinçon) en (N)

S : section du poinçon (mm^2)

$\mathbf{R_e}$; La limite élastique des matériaux (**X200 Cr12)** qui est **750Mpa**.

<u>Condition de résistance</u> **:** $\boldsymbol{\sigma_{comp}} < \mathbf{R_e}$

- **<u>Calcul la résistance des poinçonnes (1et 2) a la compression</u>** :

$$\mathbf{S} = \frac{\boldsymbol{\pi}\times\boldsymbol{d^2}}{\mathbf{4}}$$

$$\mathbf{S} = \frac{3{,}14\times 24.2^2}{4} = 459.72\text{mm}^2$$

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{S}}$$

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} = \frac{131307{,}2}{459{,}72} = 285{,}6\ \text{N/mm}^2$$

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} < \mathbf{R_e}$$

Donc la condition est vérifiée pour le poinçonne 1 et 2

➢ **Calcul la résistance de poinçonne (3) a la compression** :

$$\mathbf{S} = \frac{\pi \times \boldsymbol{d^2}}{\mathbf{4}}$$

$$\mathbf{S} = \frac{3{,}14 \times 14^2}{4} = 153{,}86\ \mathrm{mm}^2$$

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{S}}$$

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} = \frac{75962{,}88}{153{,}86} = 493.7\ \mathrm{N/mm^2}$$

$$\boldsymbol{\sigma_{comp}} < \mathbf{R_e}$$

Donc la condition est vérifiée pour le poinçonne 3.

Toutes les contraintes de compression sur les poinçons sont inferieur à la valeur de la limite élastique (750 MPa) donc tous les poinçons de l'outil résistent à la compression.

IV.7.Conception de l'outil :

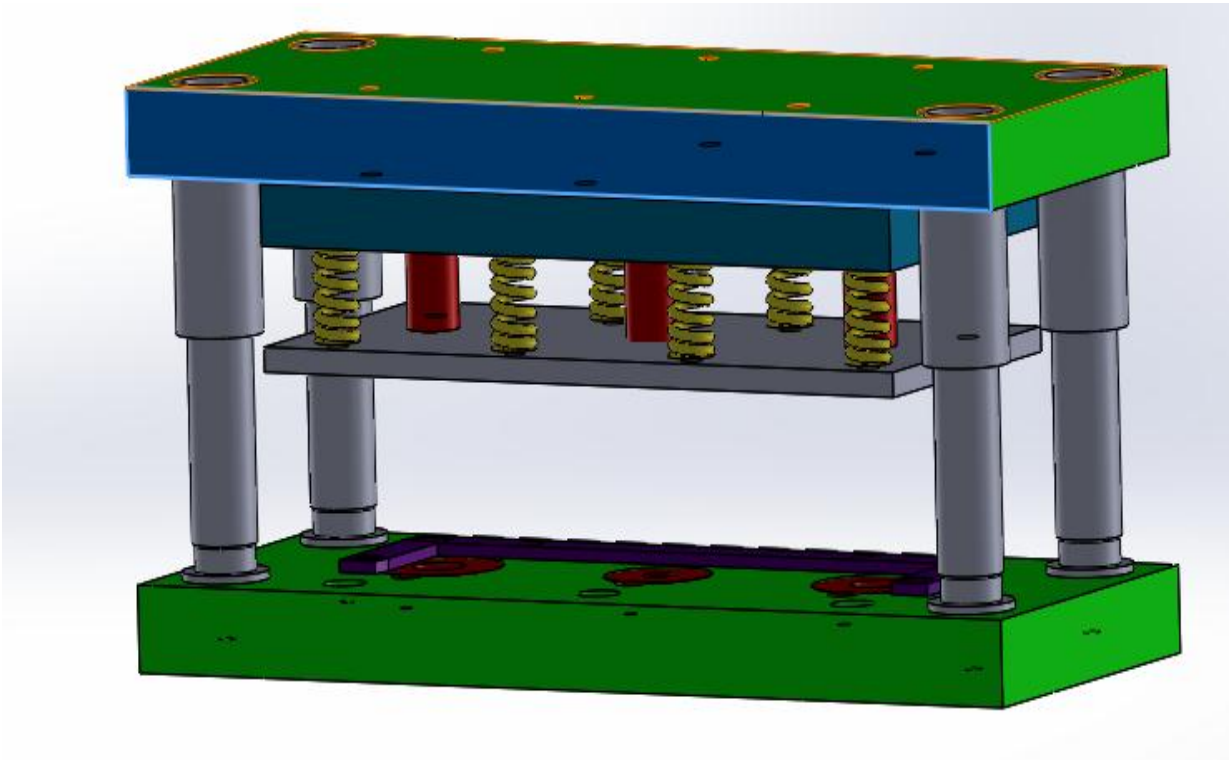


Figure IV.10 : l'outil de poinçonnage

a. Les différents éléments d'outil :

Partie supérieure :

La partie supérieure de l'outil est la partie mobile bridée au coulisseau, elle comporte les pièces suivantes.

- **Serre flan**

Son rôle est de serrer la bande pendant les opérations de l'outil pour éviter le glissement de la bande et pour sa les poinçons son décaler de 1 mm en haut pour assurer l'arrivée de serre flan a la bande avant tous les poinçons, et aussi guider les pionçons ainsi que les vis d'écartement qui jouent le rôle de relais entre les portes poinçons et le sert flan.

- **Les poinçons**

Ils sont faits du même matériau que les matrices(X200Cr12), Ce sont les éléments qui travaillent le plus au sein de l'outil, Un calcul au flambement de ces poinçons de faible section Pour éviter ce phénomène, nous avons recours à l'utilisation des chemises dans les quelles sont insérés. Le montage des poinçons dans le porte poinçon il dupant de la forme de poinçon.

- **porte poinçon**

C'est une pièce de 25 mm d'épaisseur, il sert à fixer et guider les différents pionçons dans leur travail et aussi de support pour les dévêtisseurs et le serre flan.

- **Semelle supérieure :**

Elle sert à porter les poinçons et les portes poinçons ainsi que les embases.

- **Bague de guidage :**

C'est un élément qui assure le guidage entre les deux semelles supérieures et inferieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage.

- **Plaque d'appui :**

Elle se met entre le porte poinçon et la semelle supérieure elle a pour but de répartir l'effort de poussée des poinçons sur toute la surface et d'éviter le marquage de la semelle supérieure,

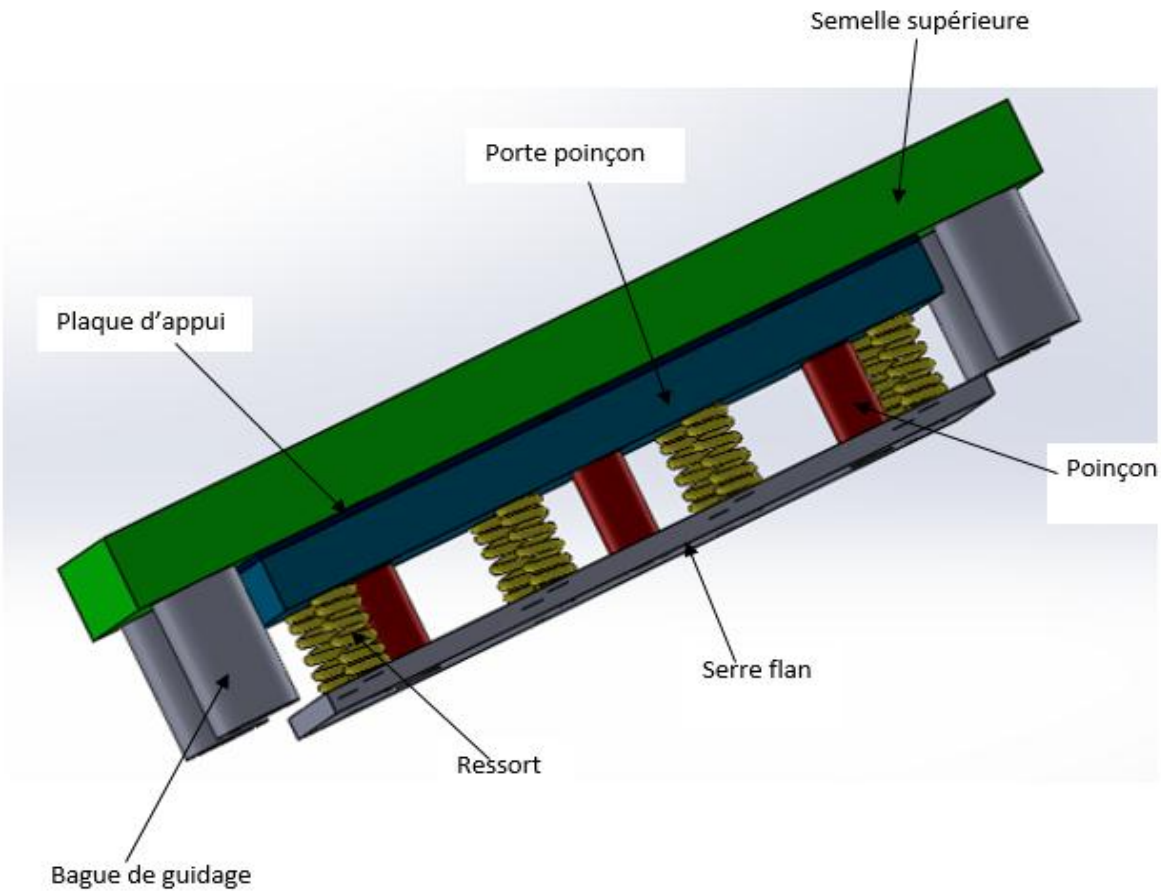


Figure IV.11 : partie supérieure de l'outil

Partie inférieure :

La partie inférieure de l'outil est la partie fixe bridée sur la table de la presse, elle comporte les pièces suivantes.

- **Semelle inferieure**

C'est une plaque sur laquelle on a ajusté des différents éléments (plaque support, Embase, ….), son épaisseur doit être suffisante pour résister à l'effort de poinçonnage.

- **La matrice**

Elles doivent résister aux différents efforts tels que le découpage et le poinçonnage. Il est fabriqué de (X200Cr12), Cette matrices doivent supporter l'effort du serre flan et d'éviter la déformation.

- **plaque de positionnement**

Les plaques de positionnement sont pour le but de positionnement de flan.

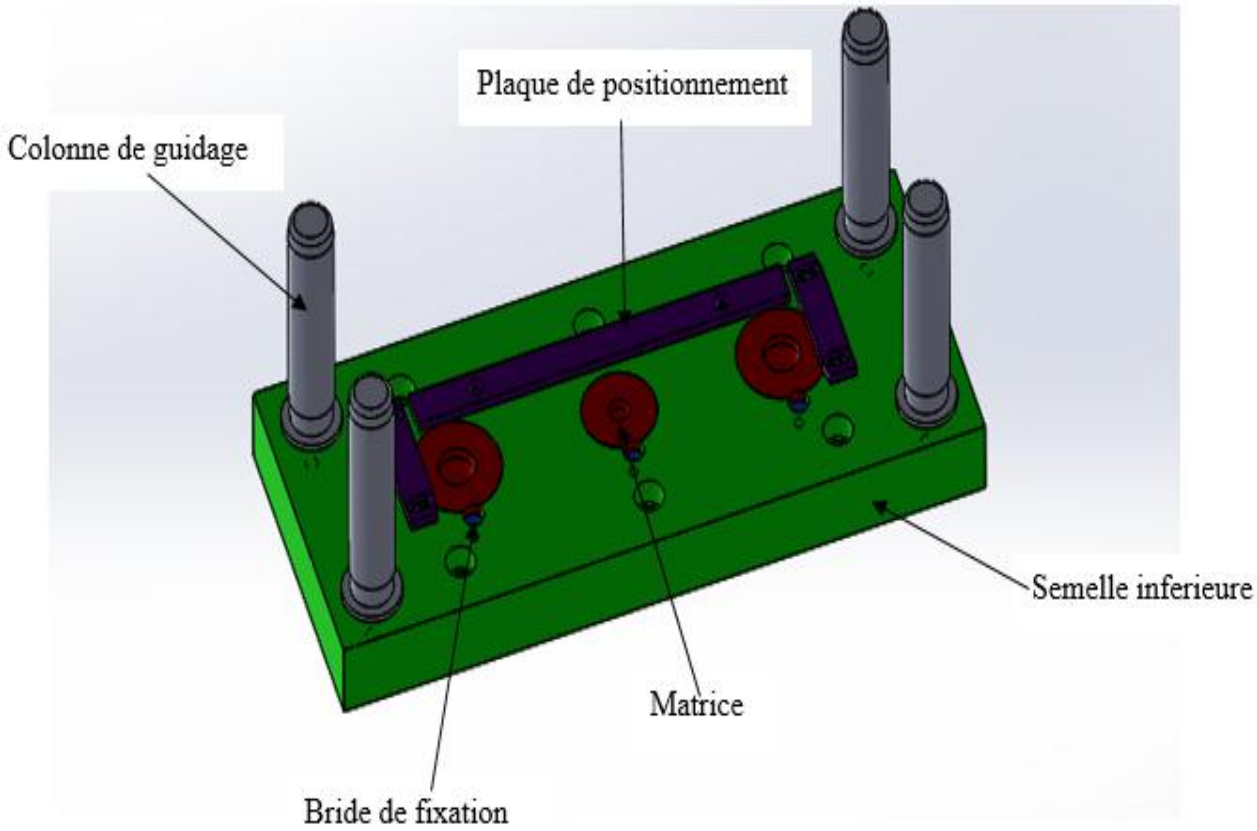


Figure IV.12 : partie inférieure de l'outil

b. indication d'assemblage :

Les différents éléments de l'outil seront fixés entre eux par des vis CHC.

IV.8. Les matériaux utilisés : [4]

Pour un choix judicieux des matériaux à utilisés pour chaque pièce de l'outil, il faut tenir compte de toutes les sollicitations mécanique et physique pour avoir une durée de vie optimale et l'utilisation de l'outil dans meilleures conditions.

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

pièce de l'outil	Observation	Matière
Semelle inferieure semelle supérieure Plaquettes de positionnement porte poinçon cale	Acier a limite élasticité dont $R_{e=}$ 235 daN/mm^2 Une bon ténacité $R_{min=}$34 daN/mm^2	S235 (E24)
Sert flan	Acier doux cimenté à 0,22 ٪ de carbone	C22 (XC18)
Les Matrice Les poinçons	C'est un acier fortement allier a 2 ٪ de carbone et de 12٪ chrome. Une bonne résistance a l'usure, aptitude à la trempe, faible déformation en travail, Une résistance au choc. (R_{min} =218 daN/mm^2)	X200 Cr12 (Z200C12)
Colonne de guidage	C'est extras-dur cémente à une résistance à l'usure et ou effort interrompus. HCR≥ 57	C65 (XC65)

Tableau IV.3 : Les différents matériaux utilisés [4]

IV.9. Les Mises en plan :

Dans cette partie du travail nous avons utilisé le logiciel SolidWorks pour faire ressortir les différentes caractéristiques dimensionnelles et géométriques des pièces constituant l'outil et ça a l'aide des mises en plan suivent :

- **Partie inferieure** :

(Numéro de la pièce) nom de la pièce …… (Nombre de pièces).

Planche 1 : Semelle inferieure ..……(1)

Planche 2 : Matrice Ø24 ……....(2)

Planche 3 : Matrice Ø14…….....(1)

Planche 4 : Plaque de positionnement……(2)

Planche 5 : Plaque de positionnement……(1)

Planche 6 : Colonne de guidage ……(4)

Planche 7 : Bride de fixation ……(3)

- **Partie supérieure :**

Planche 8 : Semelle supérieure ……..(1)

Planche 9 : Porte poinçon……...(1)

Planche 10 : Poinçon Ø 23.78…….(2)

Planche 11 : Poinçon Ø 13.58…….....(1)

Planche 12 : Bague de guidage …….....(4)

Planche 13 : Serre flan ……...(1)

Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, on a réussi à étudier et concevoir un outil de poinçonnage qui sert à fabriquer des supports galet des transformateurs.

Les différents calculs effectués successivement nous ont permis de faire le choix de la presse.

Tous les poinçons de l'outil poinçonnage résistent au phénomène de flambement et à l'effort de compression.

ANNEXES

Le laminage

1. Définition :

Le laminage est un procédé de déformation plastique qui est obtenue par les cylindres lisses ou cannelés, contre rotatifs (tournant en sens inverse l'un de l'autre) appelés « laminoir » ce mouvement de rotation produit engendre un effet de compression diminuant continuellement l'épaisseur initiale du matériau.

2. Le laminoir :

C'est un outil industriel servant généralement à amincir des morceaux métalliques. cet instrument permet aussi l'étalage, l'aplatissement et le découpage des pâtes alimentaires jusqu'à obtention de la forme et de l'épaisseur souhaitée.

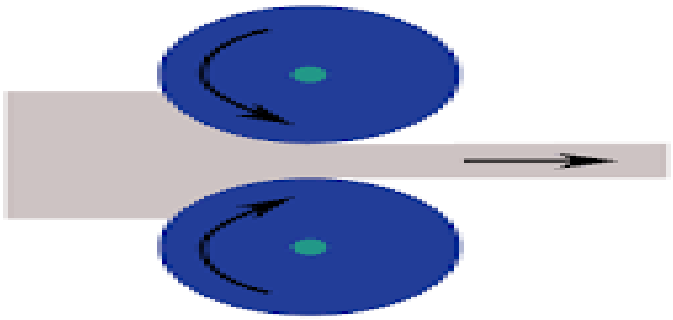


Figure 1 : laminoir [2]

3. Les types de laminage :

Il existe plusieurs types de laminage :

3.1. Le laminage à chaud :

S'impose pour deux raisons capitales : - la première est que la résistance à chaud du métal décroit très rapidement avec la température, la seconde est d'ordre métallurgique. La brame est acheminée à travers différentes cages successives équipées de cylindres de laminage, de façon à obtenir une large bande, a l'assortie delà dernière cage, la bande est refroidie par un processus d'arrosage, puis enroulée sur une bobineuse de façon à former une bobine. La bobine est ensuite déroulée sur une ligne de déroulage, redressée, planée est

coupée à la longueur souhaitée, pour obtenir des tôles. Cette technique s'applique couramment à des largeurs allant jusqu'à 2150 mm et des épaisseurs jusqu'à 25 mm la tôle laminée à chaud non décapée est souvent qualifiée de tôle " noire", les bobines laminées à chaud non décapées jusqu'à une épaisseur et une largeur données.

Le décapage (traitement chimique) élimine la calamine et les impuretés de la surface du produit pour éviter la corrosion de la surface traitée, une couche protectrice est appliquée (généralement un mince film d'huile) la norme EN10051 reprend les tolérances sur les dimensions et la forme des bobines et des tôles à chaud décapées ou noires.

Figure 2 : laminage à chaud. [2]

3.2. Laminage à froid :

Il provoque un écrouissage du métal, le laminage ne peut se poursuivre au-delà de la limite de rupture, par ailleurs l'écrouissage peut entrainer un dépassement des capacités de puissances du système de laminage à froid. Le laminage à froid est ensuite nécessaire pour obtenir les caractéristiques géométriques et mécaniques adéquates, ainsi qu'un bon état de surface.

Le laminage à froid est généralement réalisé sur des laminoirs réversibles multicylindre, où plusieurs cages se succèdent, il s'agit d'un train de laminage, ou nous avons deux bobineuses sont disposées de chaque côté des cages pour assurer la traction de la bande.

Le laminage s'effectue sous film d'huile minérale afin de faciliter l'écoulement du métal, éliminer la chaleur produite par le laminage et lubrifier les équipements internes de la cage de laminage.

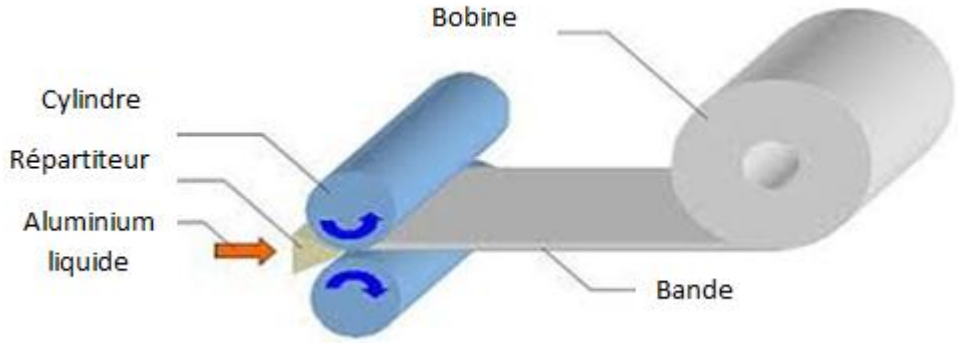


Figure 3 : laminage à froid. [2]

3.3. Laminage quarto :

Dans le laminoir quarto, la brame est laminée dans deux cages quarto (constituée de quatre cylindres), une dégrossisseuse et une finasseuse, jusqu'à obtenir l'épaisseur voulue la plaque ainsi obtenue est refroidie et aplanie. Cette technique permet de laminer des plaques plus larges et/ou plus épaisses que dans un laminoir à chaud de train à bandes, selon la qualité demandée, les propriétés mécaniques de la tôle quarto sont souvent améliorées après le laminage par des traitements thermiques comme la normalisation.

La norme EN 10029 précise les tolérances sur les dimensions et la forme de la tôle quarto , les cages des laminoirs sont généralement quarto, composées de deux cylindres de travail de faible diamètre (de l'ordre de10 cm), assurant le laminage, et de deux d'appuis de diamètre plus grand, comme schématisé dans la (figure 4) différents actionneurs de la cage « vis de serrage, vérins, etc. », permettent de régler l'épaisseur correcte en sortie d'emprise

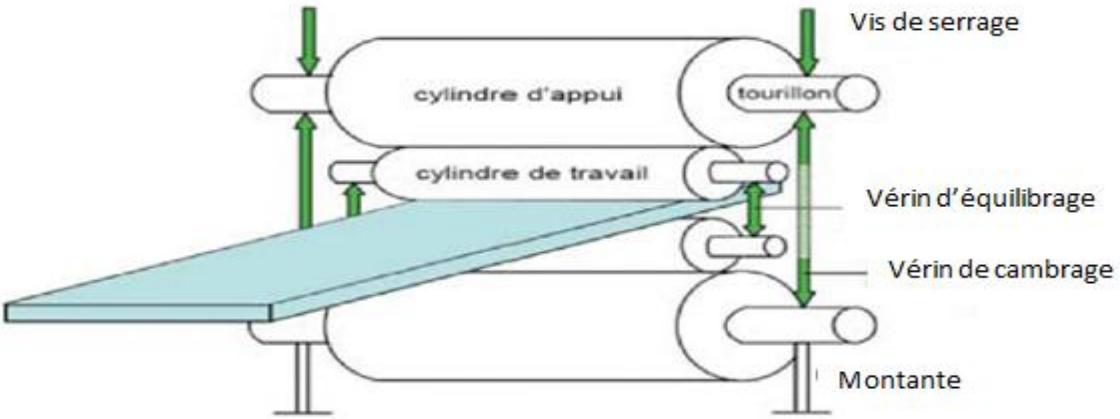


Figure 4 : Schéma d'une cage quarto de laminage

Le découpage

1. Définition de découpage [3]

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

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

2. Principe :

L'opération consiste à obtenir des pièces par cisaillage de la tôle ou une bande de matière suivant un contour fermé. les outils utilisés pour cette opération sont :

- **La matrice :** Correspond à la forme de découpe souhaitée.
- **Le poinçon :** il est d'une forme complémentaire, il est animé d'un mouvement de translation.
- **La tôle** ou la bande de matière à découpé.
- **Un serre flan** ou revêtisseur son rôle est de maintenir la bande lors de découpage

Dans ce procédé la géométrie de la découpe peut être complexe, alors on peut trouver dans un outil de découpage plusieurs postes, c'est un ensemble d'élément et équipement spécifiques qui assurent la réalisation de la découpe qu'on appelle ligne de découpage.

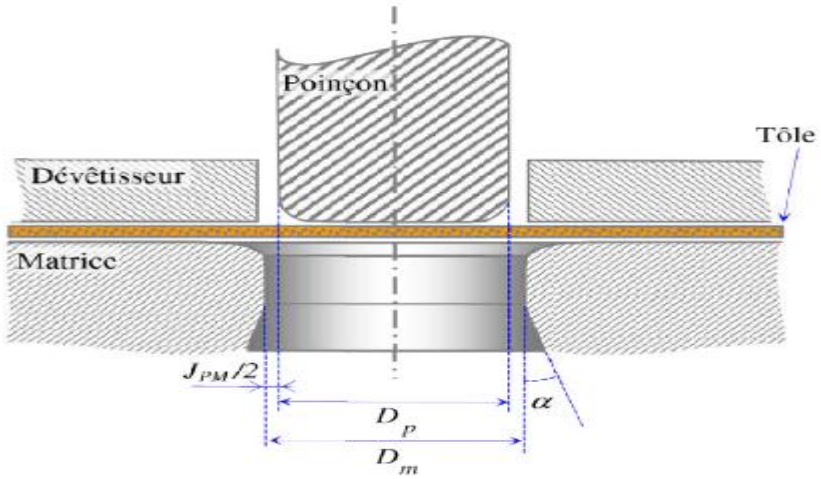


Figure 5 : Schématisation du principe du découpage mécanique des tôles [4]

3. Déférentes types de découpage :

1. Cisaillage :

Le cisaillage est une technique de découpage sans création de déchet il permet de séparer totalement ou partiellement un élément métallique à l'aide de deux lames dont l'une au moins est mobile.

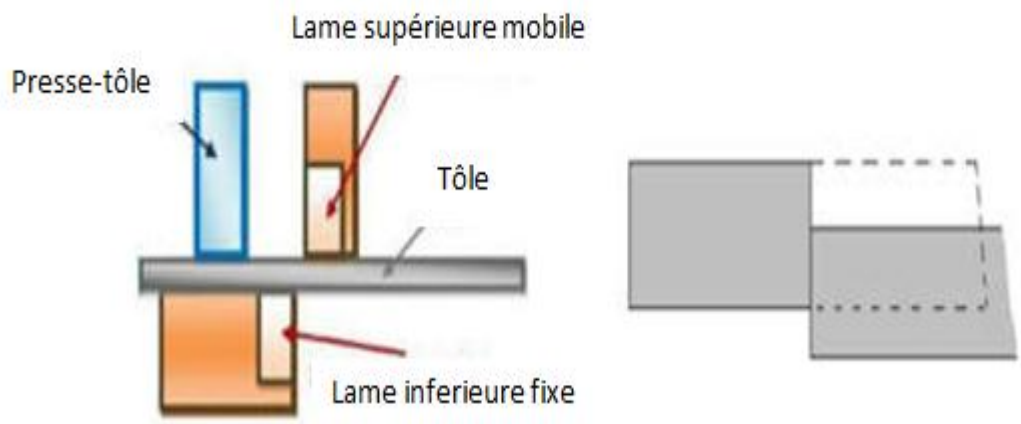


Figure 6 : Cisaillage [4]

2. Crevage :

Le crevage est une opération d'un découpage partiel, suivant un contour sans enlèvement de matière, il consiste à ne pas détaché complètement la chute de la pièce de plus cette opération se fait sur des pièces épaisses.

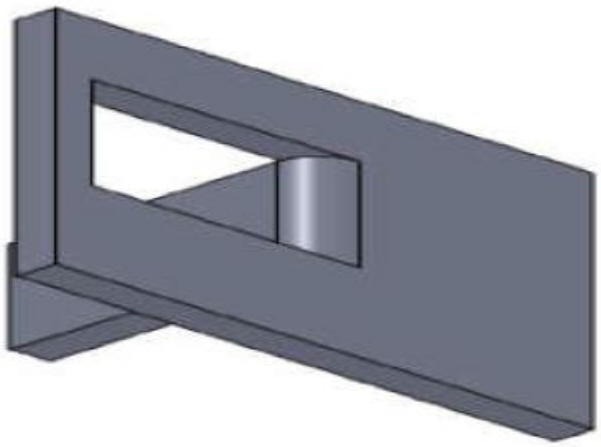


Figure 7 : Crevage [4]

3. Encochage :

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

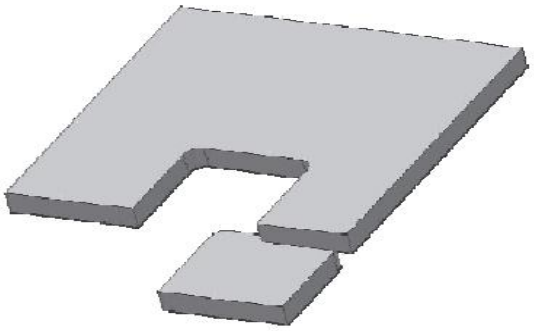


Figure 8 : Encochage. [4]

4. Ajourage :

C'est une opération de découpage dans un flan des trous de formes déférentes.

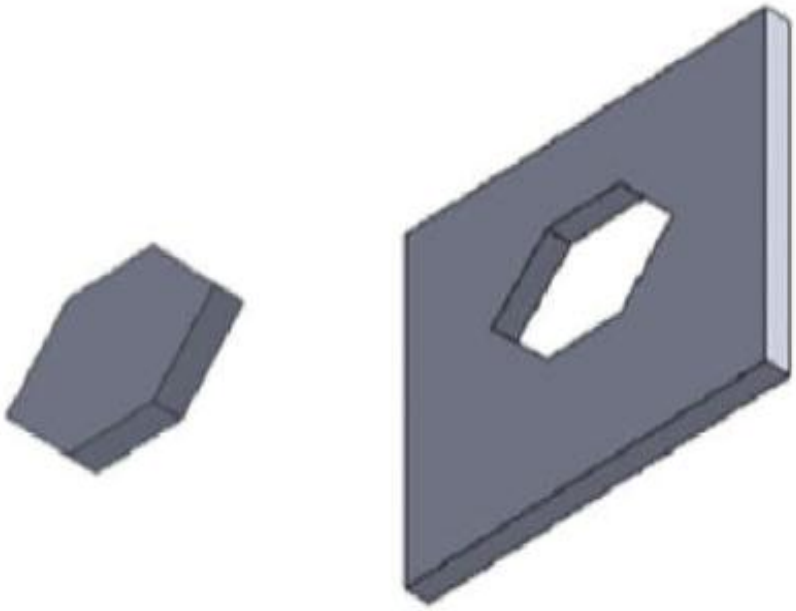


Figure 9 : Ajourage [4]

5. Détourage :

Il s'agit d'une opération de finition d'une pièce, qui consiste à découper les surfaces excédentaires autour d'une pièce préalablement finie pour obtenir la pièce finale .

.

Figure 10 : Détourage [4]

6. Soyage :

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

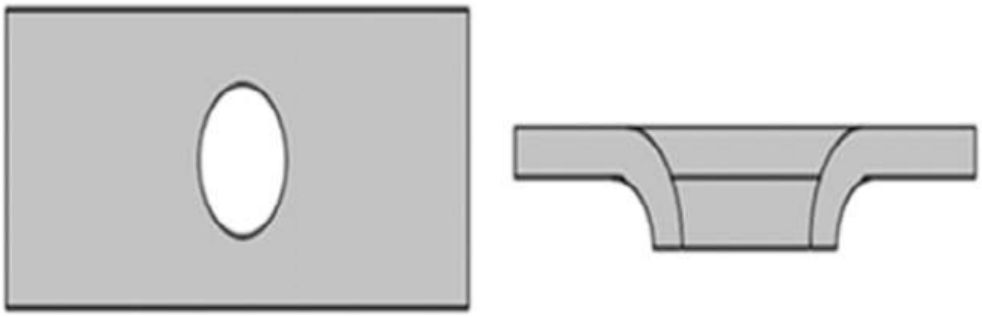


Figure 11 : Soyage. [4]

Le pliage

1. Définition : [3]

Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle.

Il existe plusieurs techniques pour plier une pièce :

- Pliage en l'air dans une presse-plieuse ;
- Pliage en frappe, pliage sur plieuse à sommier ou universelle…

2. Principe du pliage :

Le pliage est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce.

Celle-ci sera en appui sur 2 lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.

3. Les différents modes de pliage :

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

1. Le pliage en Vé :

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

Selon la course imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe.

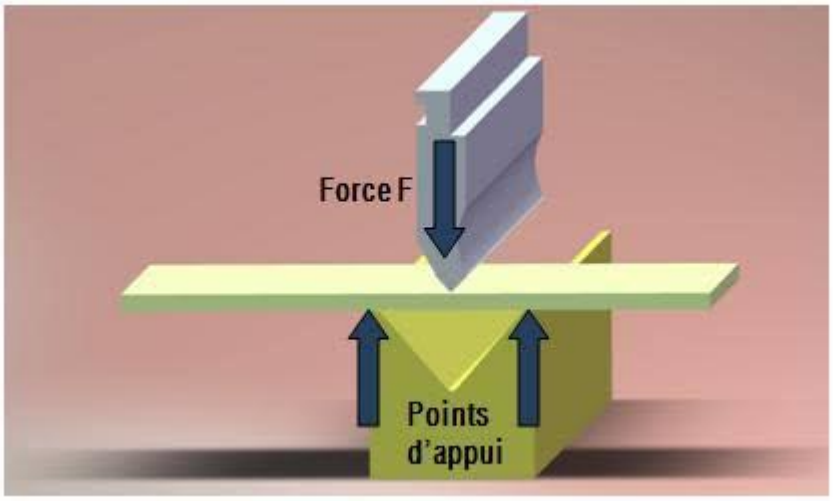


Figure 12 : pliage en V. [4]

2. Le pliage en U :

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

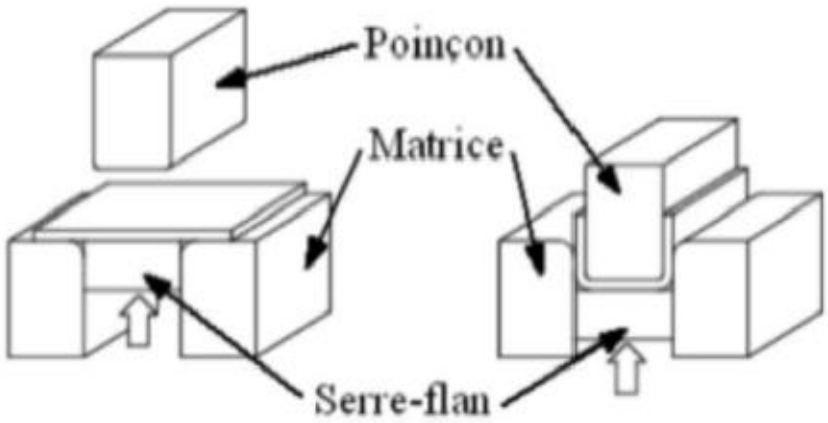


Figure 13 *:* pliage en U [4]

3. Le pliage en L :

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

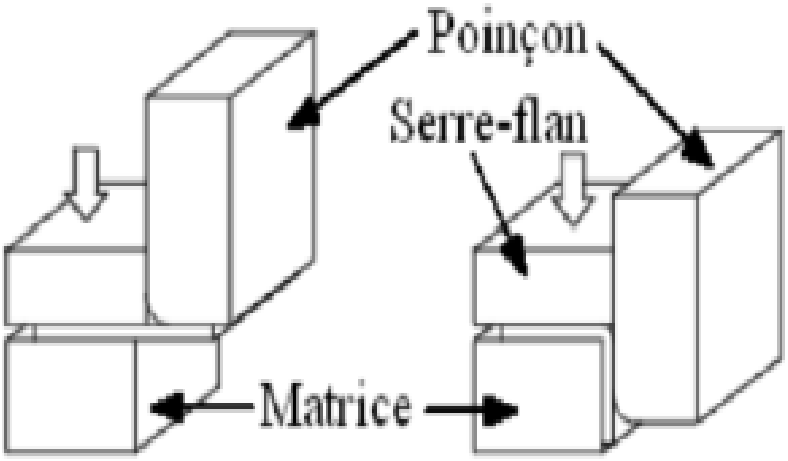


Figure 14 : pliage en L [4]

4. Pliage en Z :

L'outil utilisé est simple est peu coûteux mais fournissant des pièces peu précises, l'outil est présenté en fin de course.

Les ressorts sont calculés pour qu'au cours de la descente, le pliage s'effectue en premier lieu en (a) sur l'arête de l'éjecteur, puis en (b) lorsque la serre flan vient en butée sur son support. les parties flottantes sont rapportées en acier dur.

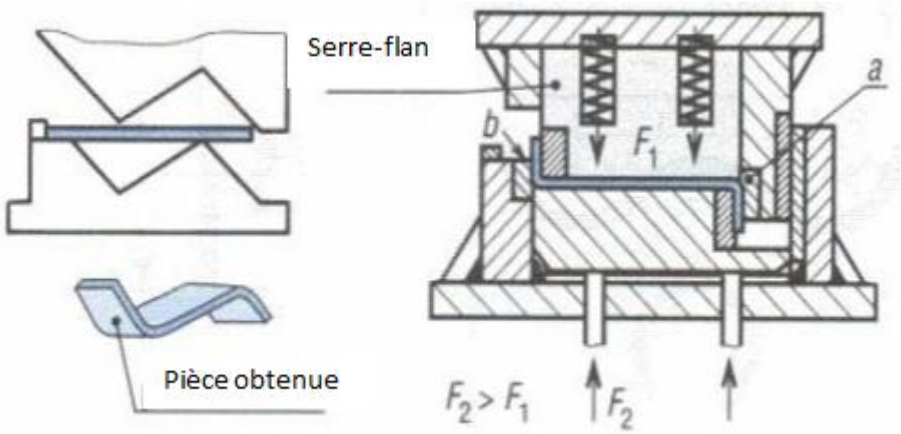


Figure 15 : Le pliage en Z [4]

5. Pliage en équerre :

La zone pliée produit un effet de chasse qui doit être compensé par une surface de réaction, c'est l'aile la plus courte qui doit être relevée.

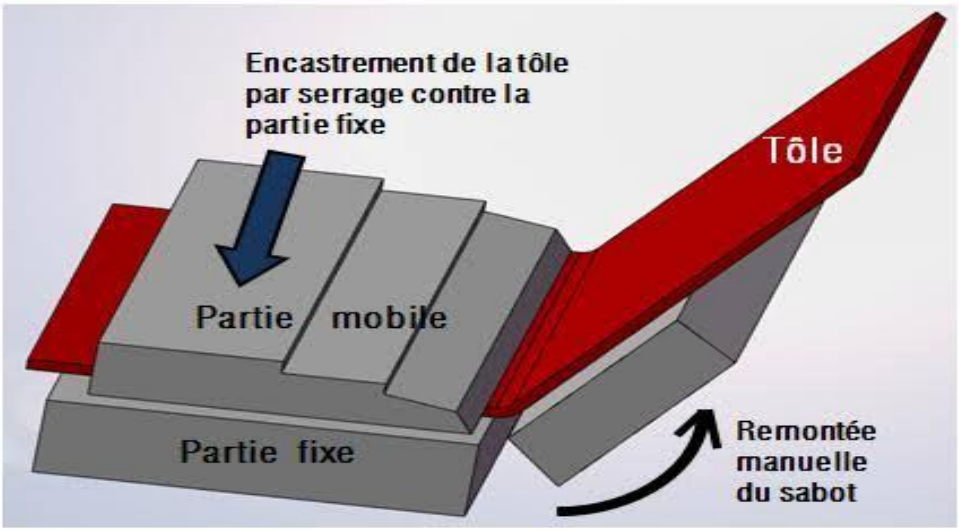


Figure 16 : le pliage en équerre [4]

4. Avantages et inconvénients de pliage :

Avantages	Inconvénients
➢ Outillage simple ➢ Pièces réalisées de formes complexes ➢ Cintrage de tôles de forte épaisseur (faibles plis régulièrement espacés**).**	➢ Longueur de pli limité à la longueur des machines. ➢ Elasticité résiduelle difficilement contrôlable.

Conclusion générale

Cette étude nous a permis d'appliquer les informations acquises au cours de notre parcours universitaire, et elle a élargie nos connaissances dans le domaine de la mise en forme des tôles qui occupent une importante place dans les différents secteurs industriels , ainsi que le choix des matériaux à utiliser selon le besoin désiré, ce qui nous a préparer pour mieux affronter le domaine professionnel.

Les aciers sont les plus couramment employés dans les applications industrielles grâce à leurs propriétés mécaniques et chimiques.

La mise en forme des pièces mécaniques se réalise avec des presses de différents types, et le choix de celle qui convient dépends de déférents paramètres comme la nature des opérations a réaliser et l'effort de la presse qui doit être supérieure aux efforts utilisés.

La conception des outils est réalisée avec des logiciels spéciaux ,et dans notre cas on a opter pour le logiciel SOLIDWORKS qui nous a permis d'avoir des caractéristiques dimensionnelles et géométriques de différentes composantes de cet outil.

La conception de l'outil est faite d'une manière simple dans le but de faciliter sa réalisation, sa maintenance, ainsi de garantir une durée de vie élevée avec un prix de revient plus bas.

Notre outil poinçonnage réalisera la pièce dans son état déplié, ce qui veut dire qu'elle n'est pas encore finie, la pièce doit passer par un autre outil de pliage pour sa finition.

Ce travail constitue une collaboration de plus dans le domaine, en effet il reste ouvert aux critiques dans le sens de son amélioration.

Conclusion générale

Bibliographie

[1]. Etude et conception d'un outil de découpage successif pour support de plaque signalétique U.T.R N° : 943.520.636 . Etudier par:- Mr : Sadaoui.A.M ; -Mr: Hami .M

[2].les presses de fabrication BLISSE-BERET.

[3]. Etude et conception d'un outil de découpage-poinçonnage 130-2. Mémoire de fin d'étude promotion 2017/2018
.Présenter par : -Mr : Amzali Mehdi ; -Mr : Ameur Lounis ; - Mr : Ammar Boussad

[4]. Technique de l'ingénieur (mise en forme des matériaux en feuilles). (SNDL)

[5]. Constuction mécanique méthodes, fabrication et normalisation T2 AFNOR, édition 1978. J.P.TROTIGNON. P.Quatremer.

[6]. Construction mécanique, dessin, conception et normalisation T1, AFNOR, édition 1978

R.DIETRICH ; G.FACY ; E.HUGONNAUD ; M.POMPIDOU ; J.P.TROTIGNON.

[7]. Technique de l'ingénieur, traité mécanique et chaleur BT3-2000 Centre français du copyright.

[8]. Matériaux pour outillages de travail à froid sur presses, journée technique organisée par le CETIM, le 16 novembre 1999 à Senlis, France.

[9]. Etude et conception d'un outil de découpage d'une rondelle plate pour déflecteur UTR

N° 950 000 004. Etudier par:- Mr: Adem D ; - Mr: Babaci. M

[10]. Mécanique, RDM, résistance passive. Statistique graphique, cinématique appliqué $2^{éme}$partie février 1985. Rene Basquin.

[11]. Guide de calcule en mécanique. Hachette édition 1996.