

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI - TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

Mémoire

de Fin D'études

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

Option : Construction Mécanique

Thème



**Etude et conception d'un outil de détournage
et de poinçonnage d'une pièce coté carcasse
cuisinière ENIEM**

Proposé par :

Mr : M. CHALLAL

Encadré par :

Mr : M. HAMOUR

Réalisé par :

Mr : LARIBI Azwaw

M^{lle} : LARBI Dyhia

Promotion 2019/2020

Remerciements

Nous tenons en premier lieu à remercier Dieu tout puissant, de nous avoir aidé et donné le courage pour arriver au terme de ce travail. Toute notre gratitude va pour nos familles qui nous ont soutenu avec tous les moyens pour assurer notre réussite.

Nos remerciements les plus sincères vont à notre promoteur, **Mr : M. HAMOUR** pour avoir bien voulu nous encadrer et pour ses précieux conseils et orientations. Nous le remercions d'avoir su partager son expérience et sa passion notamment dans le domaine de la conception mécanique.

Nous tenons à remercier **Mr : M. CHALAL** pour tout le temps qu'il nous a consacré et pour la patience dont il a fait preuve à notre égard.

Enfin, nos remerciements à toutes les personnes, qui de manière directe ou indirecte, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions chaleureusement les membres de jury qui nous feront l'honneur d'examiner notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

Ma chère mère et mon cher père qui sont toujours à mes côtés

Mes chers frères, Meziennne et Abdessalam

Mes chères sœurs, Djidji, Nadia, Hassiba, Hadjira et khadidja

Toute ma famille

Tous mes chers ami(e)s qui m'ont toujours soutenue, Sylia, Massy,

Rougi, Meriem, Nadjat, Lamine, Sofiane, Cécilia et Seddik

L. Dyhia

Sommaire

Introduction générale.....	1
I. Présentation de l'entreprise	2
I.1 Présentation de l'entreprise.....	2
I.2 Objectif social et champ d'activité	3
I.3 Principales missions et activités de l'entreprise	3
I.3.1 Direction générale.....	3
I.3.2 Unité froid.....	3
I.3.3 Unité climatiseur.....	4
I.3.4 Unité sanitaire	4
I.4 Organisation générale de l'entreprise	5
I.5 Politique de l'entreprise	6
I.5.1 Politique qualité	6
I.5.1.1 Engagement de la direction	6
I.5.1.2 Ses objectifs.....	6
I.5.2 Politique environnementale	7
 <i>Chapitre I : Généralités sur les presses mécaniques et leurs outils</i>	
II. Généralités sur les presses mécaniques et leurs outils.....	8
II.1 Les presses mécaniques	8
II.1.1 Introduction.....	8
II.1.2 Définition des presses	8
II.1.3 Classification des presses.....	8
II.1.3.1 Selon la nature de transmission d'énergie	8
II.1.3.1.1 . Les presses mécaniques.....	8
II.1.3.1.2 . Les presses hydrauliques	9
II.1.3.2 Selon le nombre de coulisseaux	10

II.1.3.2.1	Presses à simple effet.....	10
II.1.3.2.2	. Presses à double effets.....	11
II.1.3.2.3	Presse à triple effets.....	12
II.1.3.3	Selon la forme du bâti.....	13
II.1.3.3.1	Presses à col de cygne	13
II.1.3.3.2	Presses à arcade	13
II.1.3.3.3	Presses à montant droit	14
II.1.3.3.4	Presses à colonnes	15
II.1.3.3.5	Presses à table mobile et bigorne.....	15
II.1.4	. Caractéristiques d'une presse	16
II.1.5	. Exigence de choix d'une presse	16
II.1.6	Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et mécaniques	17
II.1.6.1	. Avantages	17
➤	Presses mécaniques.....	17
➤	Presses hydrauliques	17
II.1.6.2	Inconvénients.....	17
➤	Presses mécaniques :.....	17
➤	Presses hydrauliques	18
II.2	. Les outils de presse	18
II.2.1	. Définition	18
II.2.2	. Les différents constituants d'un outil de presse.....	18
II.2.2.1	. Le poinçon	19
II.2.2.2	La matrice [3]	19
II.2.3	. Les différents types d'outils de presse [4]	20
II.2.3.1	. Outils à découper	20
II.2.3.1.1	. Outil découvert	20
II.2.3.1.1.1	Outil découvert simple	20
II.2.3.1.1.2	Outil découvert à butées	20

II.2.3.1.2	. Outil à contre-plaque	21
II.2.3.1.2.1	Outil à engrenages	22
II.2.3.1.2.2	Outil à couteau.....	23
II.2.3.1.3	. Outil à presse-bande	24
II.2.3.1.4	. Outil suisse	25
II.2.3.1.5	. Outil de reprise	26
II.2.3.1.6	. Outils de détournage.....	27
II.2.3.1.7	. Outil à came.....	29
II.2.3.2	. Outils d'emboutissage	29
II.2.3.2.1	. Outil sans serre-flan.....	29
II.2.3.2.2	. Outil à serre-flan.....	30
a)	Outil monté sur presse à simple effet.....	30
b)	Outil monté sur presse à double effets	31
II.2.3.3	. Outil de cambrage.....	31
II.2.3.3.1	. Outil de cambrage en V	31
II.2.3.3.2	. Outil de cambrage en U	32
II.2.3.3.3	. Outil de cambrage en équerre.....	33
II.2.4	. Montage des outils sur les presses	33
II.2.4.1	. Petites presses.....	33
a)	Partie inférieure de l'outil	33
b)	Partie supérieure de l'outil	34
II.2.4.2	. Grosses presses	35

Chapitre II : Les procédés de mise en forme des pièces mécaniques

III.	Les procédés de mise en forme des pièces mécaniques.....	36
III.1	Introduction.....	36
III.2	Le découpage	36
III.2.1	Définition de découpage	36
III.2.2	Principe	36

III.2.3	Différents types de découpage	37
a-	Cisaillage	37
b-	Encochage.....	37
c-	Crevage	38
d-	Détourage.....	38
III.3	Le poinçonnage	39
III.3.1	Définition.....	39
III.3.2	Le principe	39
III.3.3	Phases de poinçonnage	40
III.3.4	Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon	41
III.3.4.1	Le poinçon	41
III.3.4.2	La matrice	42
III.3.4.3	Jeu poinçon-matrice.....	42
III.3.5	Effort de poinçonnage.....	43
III.3.5.1	Contraintes sur les poinçons.....	44
III.3.6	Influence des paramètres de l'opération de découpage	45
III.3.6.1	Le jeu de découpage	45
III.3.6.2	Paramètres liés au réglage de l'outil.....	46
III.3.6.3	Paramètres liés à l'usure de l'outil	47
III.3.7	Avantages et inconvénients du poinçonnage	48

Chapitre III: Etude et conception de l'outil

IV.	Etude et conception de l'outil	49
IV.1	Introduction.....	49
IV.2	Cahier des charges	49
IV.2.1	Caractéristiques	49
IV.2.1.1	Compositions chimiques du matériau	49
IV.2.1.2	Caractéristiques mécaniques du matériau	49
IV.2.1.3	Aspect de la surface.....	49

IV.2.1.4	Aptitude au revêtement de surface	50
IV.3	Calcul des efforts	50
IV.3.1	Calcul d'effort de découpage	50
IV.3.2	Calcul d'effort de coupe fourni par le poinçon.....	50
IV.3.3	Calcul d'effort de détournage (F_{det})	51
IV.3.4	Calcul d'effort du serre flan.....	51
IV.4	Choix du nombre de silent-bloc à utiliser	52
IV.5	Le choix de la presse.....	53
IV.6	Spécifications techniques de la presse (31 B).....	53
IV.7	Description de l'outil	54
IV.8	Les éléments constituant l'outil.....	54
IV.9	Détails de l'outil.....	55
	Conclusion générale.....	57

Liste des figures

Figure I-1 : Organisation générale de l'entreprise.....	5
---	---

Chapitre I : Généralités sur les presses mécaniques et leurs outils

Figure II-1 : Presse mécanique.....	9
Figure II-2 : Presse hydraulique	10
Figure II-3 : Presse à simple effet	11
Figure II-4 : Presse à double effets.....	12
Figure II-5 : Presse à triple effets	13
Figure II-6 : Presse à arcade	14
Figure II-7 : Presse à montant droit.....	14
Figure II-8 : Presse à colonnes	15
Figure II-9 : Presse à table mobile et bigorne	16
Figure II-10 : La matrice et le poinçon.....	19
Figure II-11 : Outil découvert simple.....	20
Figure II-12 : Outil découvert à butées	21
Figure II-13 : Outil à contre-plaque	21
Figure II-14 : Outil à engrenages	22
Figure II-15 : Outil à couteau.....	23
Figure II-16 : outil à presse-bande	24
Figure II-17 : Outil suisse.....	25
Figure II-18 : Guidage par cadre	26
Figure II-19 : Guidage par des plaquettes de positionnement.....	26
Figure II-20 : Guidage par goupilles de positionnement.....	27
Figure II-21 : Outil de détournage à ras	27
Figure II-22 : Outil de détournage normal	28
Figure II-23 : Outil de détournage-poinçonnage.....	28
Figure II-24 : outil à came	29
Figure II-25 : Outil d'emboutissage sans serre-flan.....	30
Figure II-26 : Outil à serre-flan monté sur presse à simple effet	30
Figure II-27 : Outil à serre-flan monté sur presse à double effets.....	31
Figure II-28 : Outil de cambrage en V	32

Figure II-29 : Outil de cambrage en U	32
Figure II-30 : Outil de cambrage en équerre	33
Figure II-31 : Plateau de presse	34
Figure II-32 : Système de fixation des semelles sur le plateau.	34
Figure II-33 : Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.....	35
Figure II-34 : Système de fixation pour les grosses presses.....	35

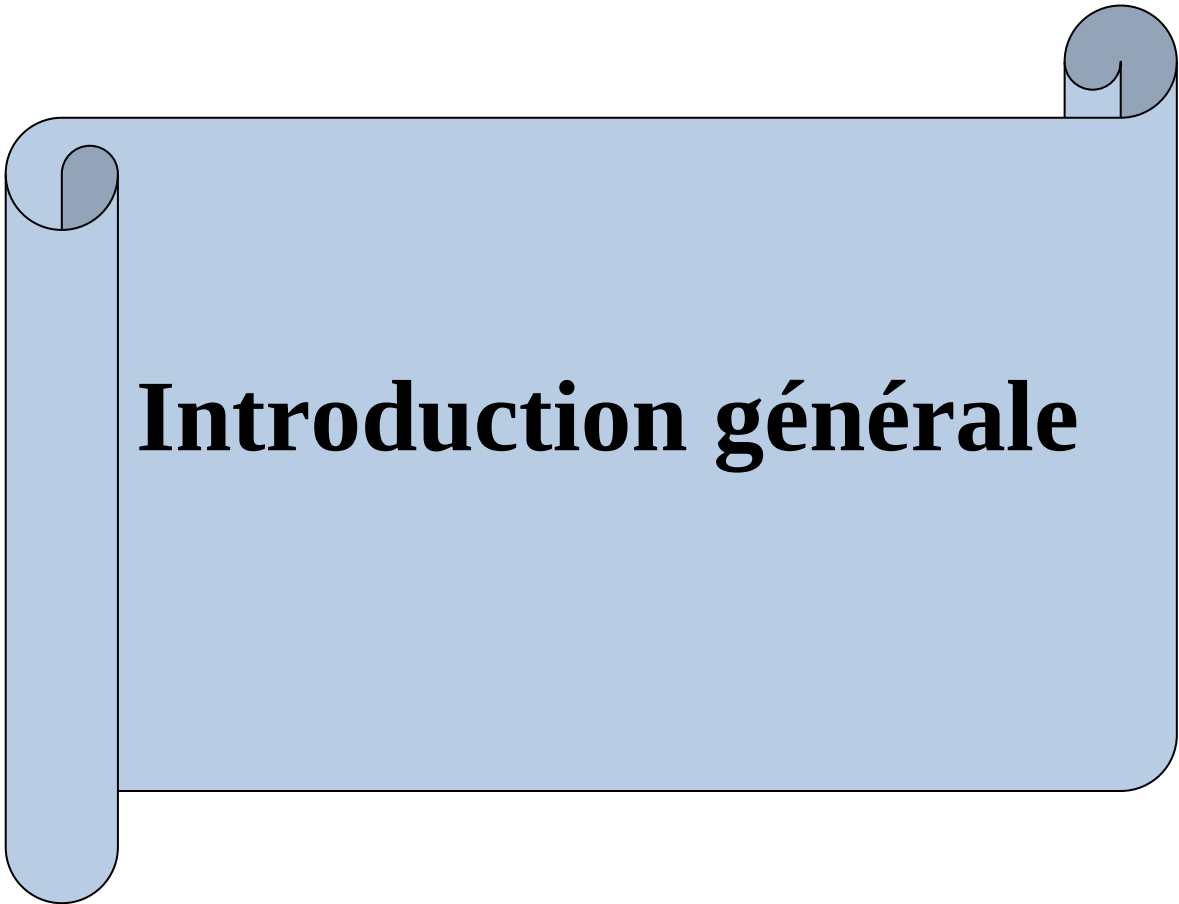
Chapitre II : Les procédés de mise en forme des pièces mécaniques

Figure III-1: cisailage	37
Figure III-2 : encochage	37
Figure III-3 : crevage.....	38
Figure III-4 : détournage	38
Figure III-5 : Outillage avec devétisseur.....	40
Figure III-6 : Le poinçon et ses composants	41
Figure III-7 : matrice.	42
Figure III-8 : le jeu entre le poinçon et la matrice.....	43
Figure III-9 : L'état d'un flambement du poinçon de découpage.	45

Liste des tableaux

Chapitre III: Etude et conception de l'outil

Tableau IV-1 : Composition chimique du matériau	49
Tableau IV-2 : Caractéristiques mécaniques du matériau.....	49
Tableau IV-3 : Caractéristiques techniques de la presse obtenu d'un catalogue de l'ENIEM	53



Introduction générale

Introduction générale

La conception et la production des pièces en tôles représente aujourd'hui l'intérêt d'un bon nombre de sociétés industrielles de ce secteur, vu leur diversité d'utilisation dans plusieurs domaines (électronique, électrique, construction marine, automobile, aéronautique...).

Généralement, tous les procédés d'obtention de pièces manufacturées par déformation des matériaux métalliques sont des procédés largement utilisés en fabrication mécanique.

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

Dans le cadre de préparation de notre mémoire de fin d'étude, l'entreprise ENIEM nous a confié de faire une étude et conception d'un outil de poinçonnage et détournage d'une cote carcasse de cuisinière ENIEM.

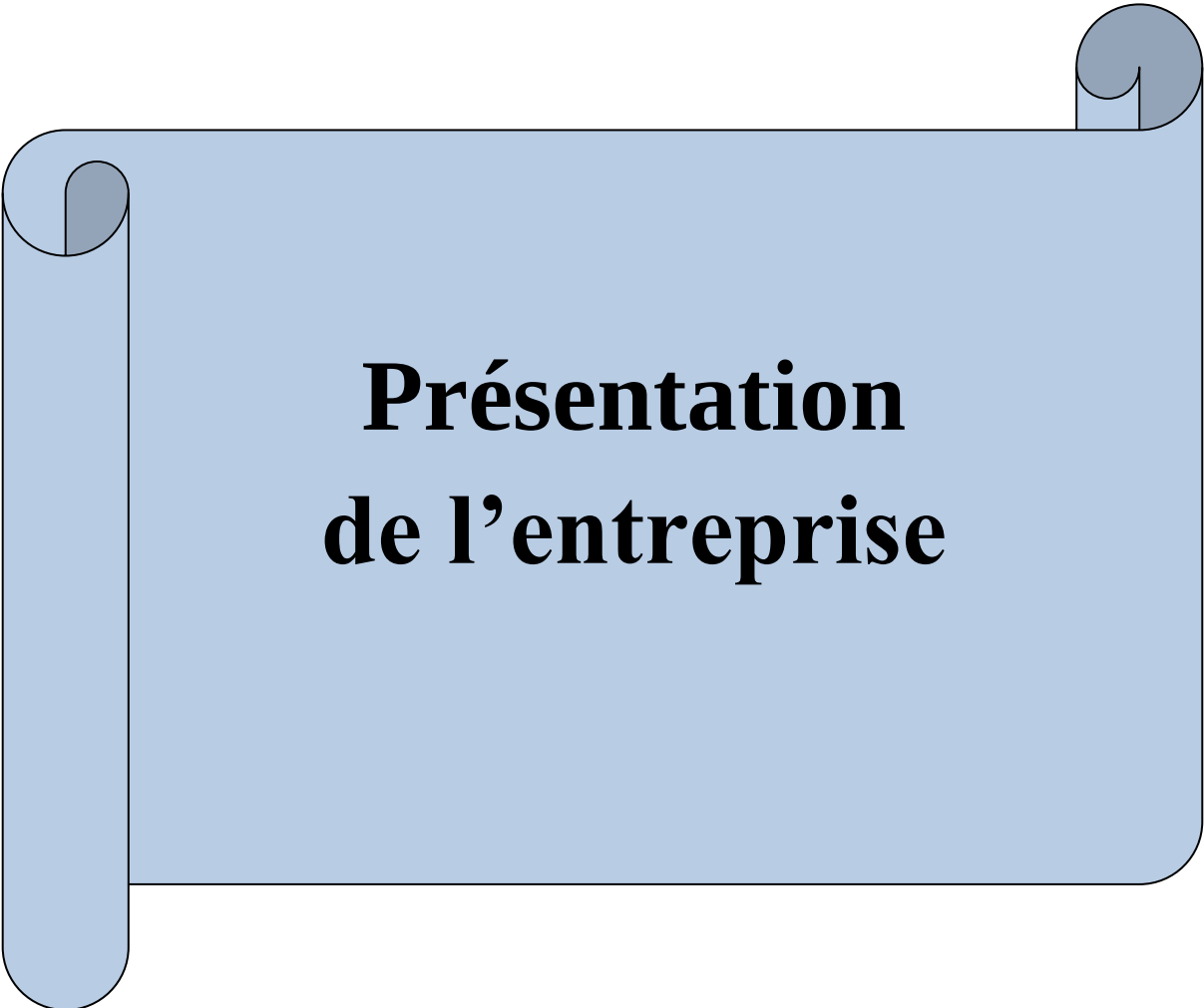
Et pour ce faire, nous avons organisé notre travail en trois chapitres

Après une introduction générale sur le sujet et une présentation de l'entreprise ENIEM et son organisation, vient le chapitre I. Ce chapitre traite les généralités sur les presses mécaniques et leurs outils.

Le chapitre II traite les procédés d'obtention des tôles et de mise en forme des pièces mécaniques.

Le chapitre trois est consacré à l'étude et à la conception de l'outil et les résultats des efforts de détournage et de poinçonnage pour calculer l'effort total que doit fournir la presse pour la réalisation de notre pièce.

Enfin, nous terminerons notre travail par une conclusion générale.



Présentation de l'entreprise

I. Présentation de l'entreprise

I.1 Présentation de l'entreprise

L'Entreprise Nationale des Industries Électroménagères **ENIEM** est née après la restriction de l'entreprise mère SONELEC le 02 janvier 1983. Cette dernière a été renommée en Août 1971.

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

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

- La climatisation, la cuisson, la réfrigération et la conservation (Oued Aissi).
- Sanitaire (Miliana).
- Filiale lampe (Mohammedia).

Elle est située dans la zone industrielle AISSAT IDIR d'Oued Aissi, à 7 Km du chef-lieu de la wilaya Tizi-Ouzou, à proximité de la route nationale. Ce qui facilite son accès.

Sa direction générale est située à la sortie sud-ouest, de la ville de Tizi-Ouzou.

Le champ d'activité de l'entreprise ENIEM consiste en la conception, la fabrication et la commercialisation des produits électroménagers, ainsi que la prise en charge de la fonction service après-vente.

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de :

- La direction générale (D.G).
- L'unité froid (U.F).
- L'unité cuisson (U. Cuis).
- L'unité climatisation (U.C.L).
- L'unité prestation technique (U.P.T).
- L'unité commerciale (U.C).
- L'unité sanitaire (U.S).
- La filiale FILAMP.

L'entreprise ENIEM aujourd'hui a une importante gamme de production, ces produits sont :

- Les réfrigérateurs petits et grand modèle (R.P.M et R.G.M).
- Le congélateur vertical.
- Le combiné.
- Cuisinières à 4 et 5 feux.
- Climatiseurs

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

I.2 Objectif social et champ d'activité

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

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

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

I.3 Principales missions et activités de l'entreprise

I.3.1 Direction générale

La direction générale est responsable de la stratégie et du développement de l'entreprise.

Elle exerce son autorité hiérarchique et fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unités.

I.3.2 Unité froid

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

- Transformation des tôles.
- Traitement et revêtement des surfaces (peinture, plastification).
- Injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces métalliques.
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage.

I.3.3 Unité climatiseur

La mission globale de l'unité est de développer les produits de climatisation. Ses activités

Sont :

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

I.3.4 Unité sanitaire

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

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

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

I.4 Organisation générale de l'entreprise

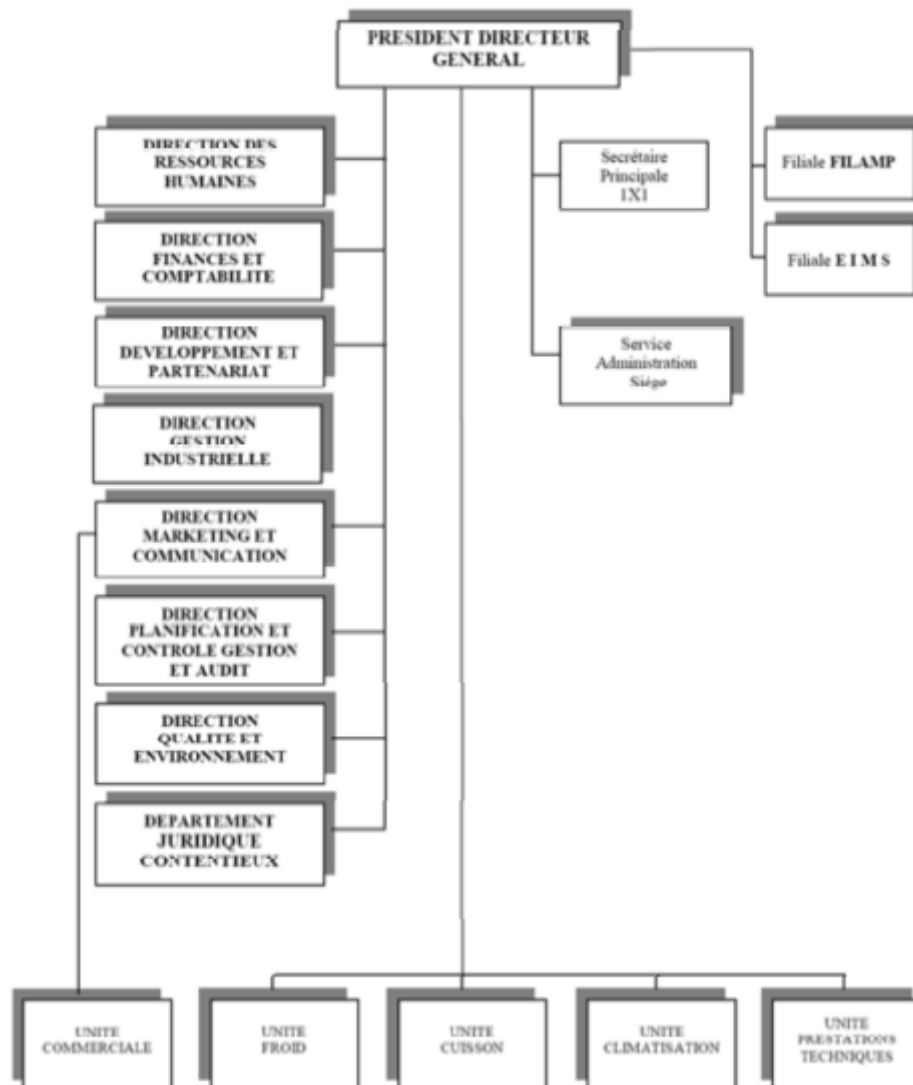


Figure I-1 : Organisation générale de l'entreprise

I.5 Politique de l'entreprise

ENIEM est certifiée ISO 14001/2004 ENVIRONNEMENT et ISO 9001/2008 QUALITÉ.

I.5.1 Politique qualité

L'entière satisfaction durable du client constitue pour l'entreprise l'objectif essentiel. Face aux enjeux économiques, l'**ENIEM** a mis en œuvre et développé un système de management de la qualité conforme au référentiel international ISO 9001/2008.

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

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

I.5.1.1 Engagement de la direction

Pour mettre en œuvre sa politique, la Direction Générale de l'ENIEM s'engage à :

- Se conformer aux exigences légales et réglementaires en vigueur.
- Appliquer et respecter les dispositions et procédures établies.
- Fournir les ressources nécessaires pour atteindre des objectifs.

I.5.1.2 Ses objectifs

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

- Accroître la satisfaction des clients.
- Améliorer les compétences du personnel.
- Réduire les rebuts.
- Augmenter la valeur de la production.
- Améliorer le chiffre d'affaire.

I.5.2 Politique environnementale

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

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

Chapitre I :
Généralités sur les
presses mécaniques et
leurs outils

II. Généralités sur les presses mécaniques et leurs outils

II.1 Les presses mécaniques

II.1.1 Introduction

Dans l'industrie et la mise en forme des pièces mécaniques, et pour le travail des métaux en feuille, on doit passer par plusieurs opérations qui nécessitent des machines spécifiques très précises, ce sont les presses.

II.1.2 Définition des presses

Sont des machines utilisées pour le traitement de la tôle afin de couper ou déformer le matériau placé dans le moule en appliquant une pression. Elles sont formées d'une partie fixe (bâti) qui porte la matrice et une partie mobile (coulisseau) qui porte le poinçon.

II.1.3 Classification des presses

Les presses peuvent être classées suivant plusieurs paramètres :

II.1.3.1 Selon la nature de transmission d'énergie

On distingue deux types :

- Les presses mécaniques.
- Les presses hydrauliques.

II.1.3.1.1 . Les presses mécaniques

Sont des machines qui utilisent un mécanisme pour faire fonctionner les matrices à la vitesse appropriée, et leur donner l'énergie suffisante pour obtenir la forme désirée.

Ces presses sont alimentées par un moteur électrique qui tourne un grand volant d'inertie. Ce dernier stock l'énergie cinétique qui est ensuite transmise au coulisseau par un système

précis en un mouvement de translation. Elles sont d'une très grande rapidité de fonctionnement.



Figure II-1 : Presse mécanique

II.1.3.1.2 . Les presses hydrauliques

Sont des machines avec un circuit hydraulique qui fournit un grand effort. Elles utilisent un liquide pressé pour créer la force.

Elles sont moins chères et leur moteur est le plus puissant.

- Les presses hydrauliques offrent les possibilités suivantes :
- Réglage continu de la vitesse de translation.
- Transmission de grands efforts d'une distance importante de la commande.
- Mouvements réguliers et sans chocs.
- Facilité de la réalisation de cycle automatique de travail.

- Facilité d'inversion de sens de marche même à grande vitesse.



Figure II-2 : Presse hydraulique

II.1.3.2 Selon le nombre de coulisseaux

II.1.3.2.1 Presses à simple effet

Elles contiennent un seul coulisseau qui reçoit son mouvement d'une ou plusieurs bielles. Elles sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre-flan.



Figure II-3 : Presse à simple effet

II.1.3.2.2 . Presses à double effet

Ces presses comportent deux (02) coulisseaux, un coulisseau serre-flan guidé par le bâti en arcade, et guidant le coulisseau plongeur qui supporte le poinçon.

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

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



Figure II-4 : Presse à double effets

II.1.3.2.3 Presse à triple effets

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

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



Figure II-5 : Presse à triple effets

II.1.3.3 Selon la forme du bâti

II.1.3.3.1 Presses à col de cygne

Elles sont moins encombrantes à simple ou à double effet ; elles sont souvent employées pour découpage, pliage et pour des petites pièces de grandes séries. Ces presses sont équipées d'un bâti inclinable vers l'arrière de 20°, dégagé sur les trois cotes. Leur puissance varie entre 20 et 130 tonnes force.

II.1.3.3.2 Presses à arcade

Sont assemblées sur un bâti monobloc plus rigide que celui de col à cygne. Leur puissance peut aller jusqu'à 300 tonnes force ce qui leurs permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils.



Figure II-6 : Presse à arcade

II.1.3.3 Presses à montant droit

Leurs bâtis sont composés de trois éléments qui sont : la table, le montant et le chapiteau; liés par des tirants en acier. Elles ont une puissance de 1000 tonnes force.



Figure II-7 : Presse à montant droit

II.1.3.3.4 Presses à colonnes

Ces presses sont équipées de quatre colonnes cylindriques liant le sommier supérieur et inférieur, elles sont généralement employées pour le forgeage et le matriçage. Elles ont une puissance de 600 tonnes force.



Figure II-8 : Presse à colonnes

II.1.3.3.5 Presses à table mobile et bigorne

Elles sont équipées d'une table mobile réglable en hauteur, ce qui autorise le montage de l'outil très haut. Et par simple rotation de la table, on monte la bigorne qui permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis.



Figure II-9 : Presse à table mobile et bigorne

II.1.4 . Caractéristiques d'une presse [1]

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

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

II.1.5 . Exigence de choix d'une presse [1]

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

- Type de travail à envisager;
- L'effort nécessaire (nature de transmission de mouvement) ;

- Dimensions de l'outil et de la pièce;
- Longueur de course des coulisseaux;
- Cadence nominale de fonctionnement.

II.1.6 Avantages et inconvénients des presses hydrauliques et mécaniques [2]

II.1.6.1 . Avantages

➤ Presses mécaniques :

- 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.
- Destinées pour les travaux de grandes séries.

➤ Presses hydrauliques :

- 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 de coulisseau.
- Très souples.
- Vitesse de réglage et de travail lente.
- Vitesse d'approche et de retour rapide.

II.1.6.2 Inconvénients

➤ Presses mécaniques :

- 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.

➤ **Presses hydrauliques :**

- 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 toujours être présente à l'intérieur de la presse.
- Lentes dans les cadences élevées.

Conclusion

Après avoir présenté quelques exemples de presses, nous pouvons dire que la technologie ne cessera 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.

II.2 . Les outils de presse

II.2.1 . Définition

L'outil de presse est une construction mécanique de précision, ayant des caractéristiques mécaniques qui évitent des déformations pouvant altérer la forme finale de la pièce. En général, elle est constituée d'une partie fixe qui contient la matrice et une partie mobile qui contient le poinçon.

Cet ensemble permet de travailler la tôle par des opérations successives de découpage, pliage, cambrage, emboutissage..., de façon à obtenir la pièce désirée.

II.2.2 . Les différents constituants d'un outil de presse

Les principaux éléments d'un outil de presse sont composés de deux blocs essentiels :

- Bloc mobile : Il porte le poinçon,
- Bloc fixe : Il porte la matrice.

II.2.2.1 . Le poinçon

Le poinçon est un outil qui a pour fonction de laisser une marque sur une autre pièce ou même de la percer. Cet instrument est utilisé depuis la préhistoire. On appelle aussi poinçon la marque laissée par cet outil.

La vérification du poinçon à la compression et au flambement est nécessaire pour déterminer la longueur idéale pour que le poinçon puisse résister aux efforts de coupe.

II.2.2.2 La matrice [3]

La matrice est la partie inférieure de l'outil, il s'agit de la partie creuse, support de l'empreinte du poinçon. Cette empreinte représente la forme à créer, réalisée à partir d'un matériau robuste, qui résiste aux chocs, pour éviter toute déformation. À son axe, la matrice comporte un trou aux formes et dimensions du poinçon, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres. La matrice est dépendante du poinçon, elle réduit les déformations dues au cisailage.

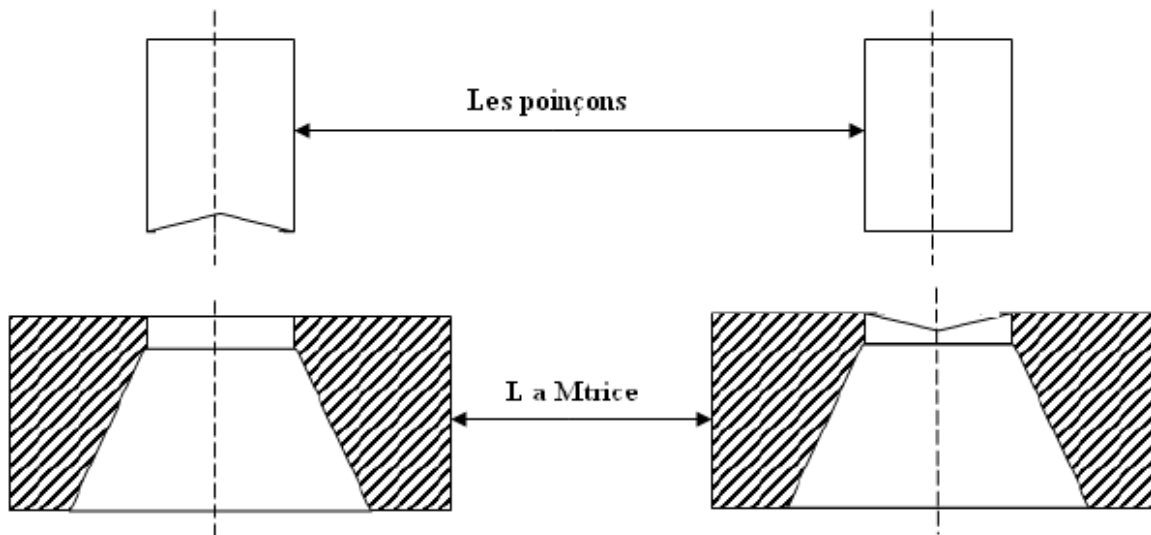


Figure II-10 : La matrice et le poinçon

II.2.3 . Les différents types d'outils de presse [4]

II.2.3.1 . Outils à découper

II.2.3.1.1 . Outil découvert

II.2.3.1.1.1 Outil découvert simple

Cet outil est constitué uniquement d'un poinçon et d'une matrice. Il ne peut être employé dans les travaux de séries du fait de la remontée de la bonde de tôle avec le poinçon.

Cette bonde n'est pas guidée (retirée) sur la matrice et doit être déplacée à vue après chaque presse.

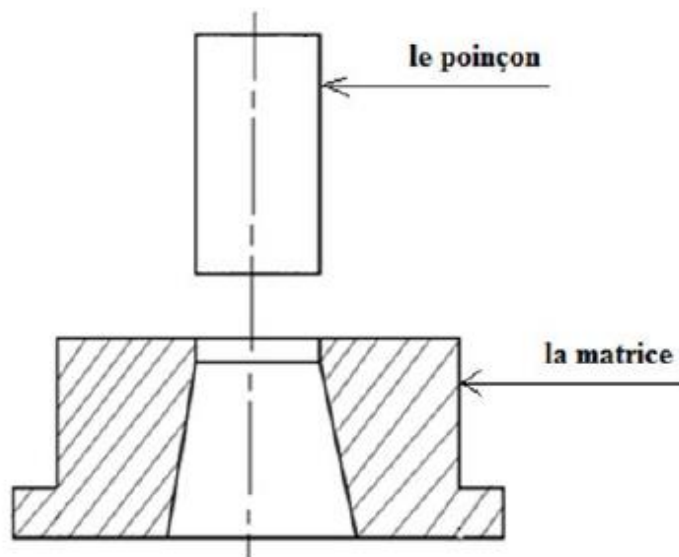


Figure II-11 : Outil découvert simple

II.2.3.1.1.2 Outil découvert à butées

Utilisé pour le découpage de flans circulaire. Deux butées sont placées, l'une assure le guidage (butée 1) et l'autre contrôle l'avance de la bande (butée 2).

Cet outil ne peut se monter que sur une presse en bon état de fonctionnement (pas de jeu dans les glissières du coulisseau).

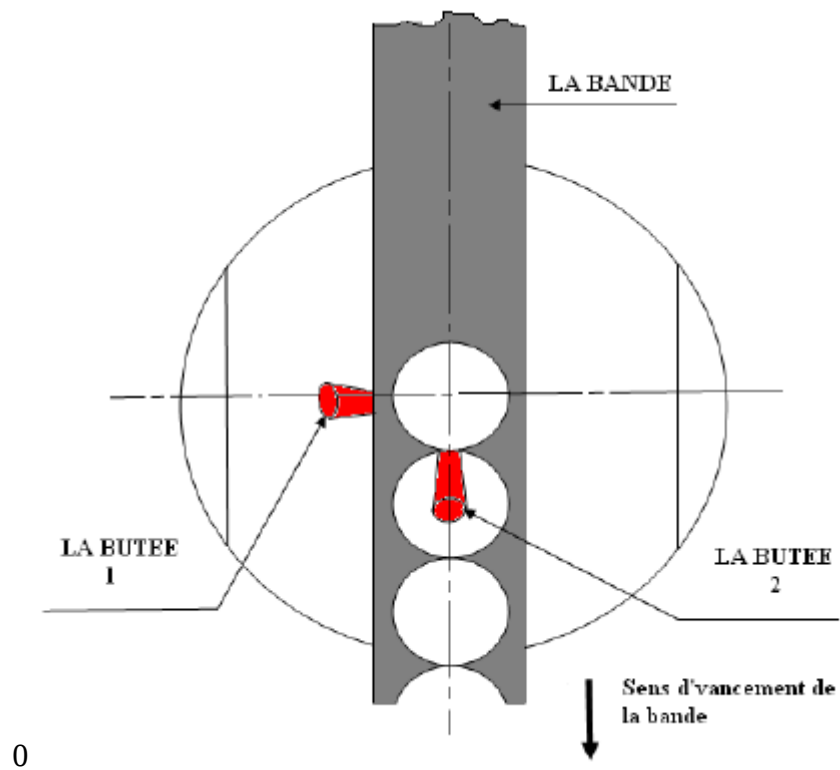


Figure II-12 : Outil découvert à butées

II.2.3.1.2 . Outil à contre-plaque

Utilisé pour les tôles d'épaisseur inférieure à 2mm. On distingue (02) deux types d'outil à contre-plaque selon l'avance du flan :

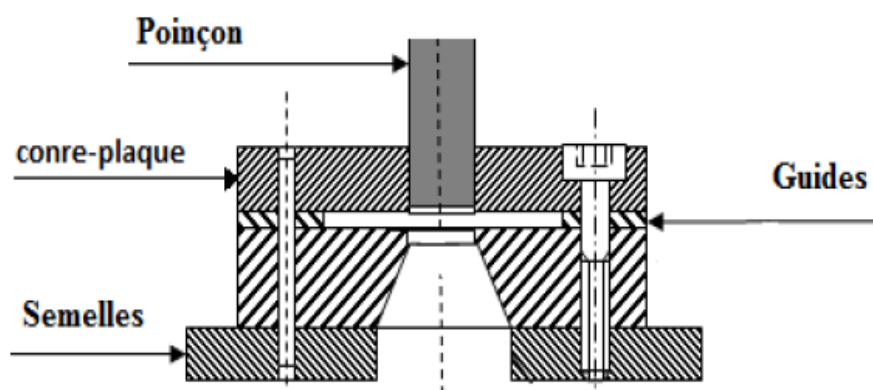


Figure II-13 : Outil à contre-plaque

II.2.3.1.2.1 Outil à engrenages

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

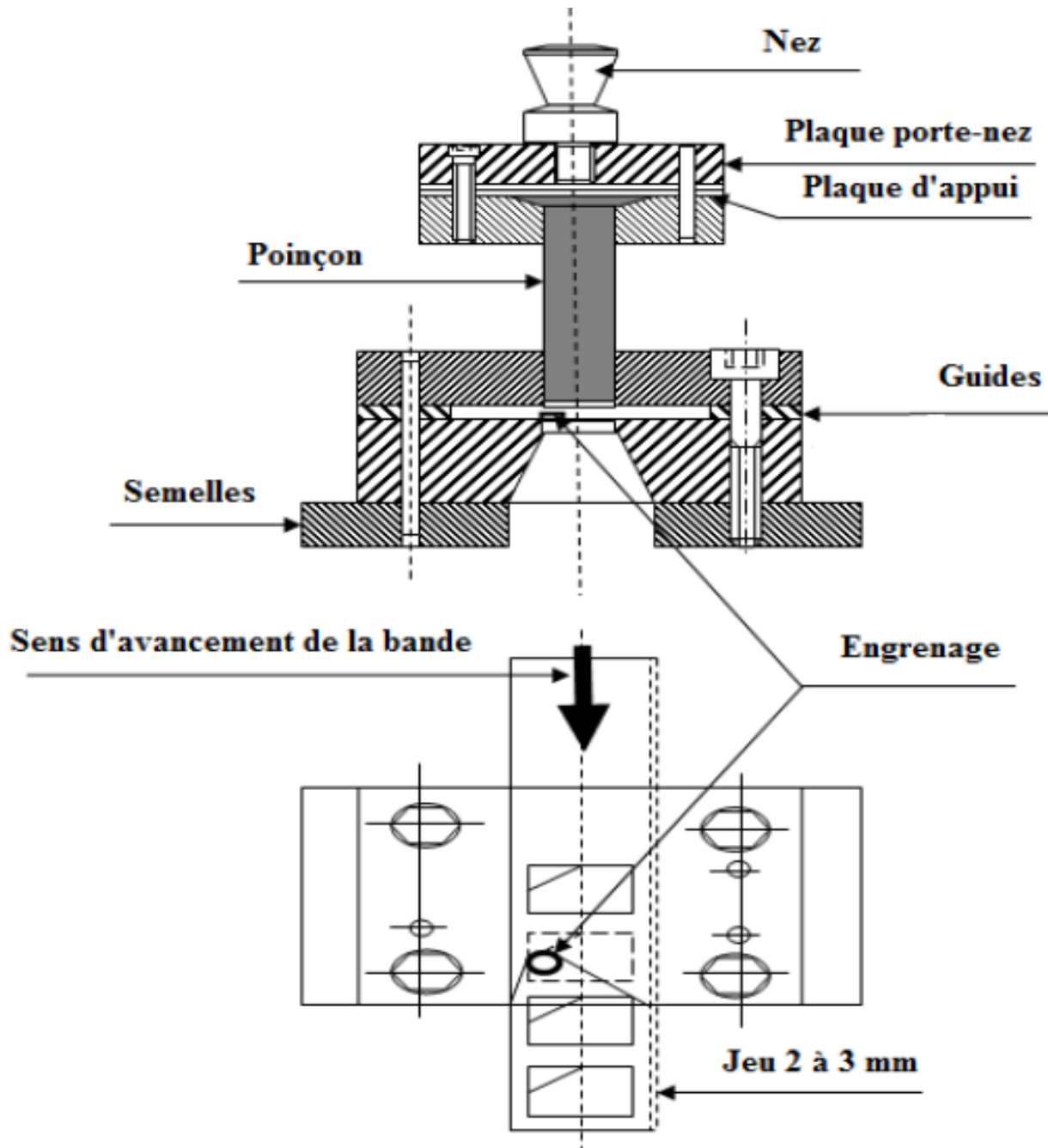


Figure II-14 : Outil à engrenages

II.2.3.1.2.2 Outil à couteau

Sa conception est identique à celle de l'outil précédent sauf en ce qui concerne le contrôle de l'avance. L'engrenage est supprimé, il est remplacé par un poinçon latéral appelé couteau et sa longueur est égale au pas.

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

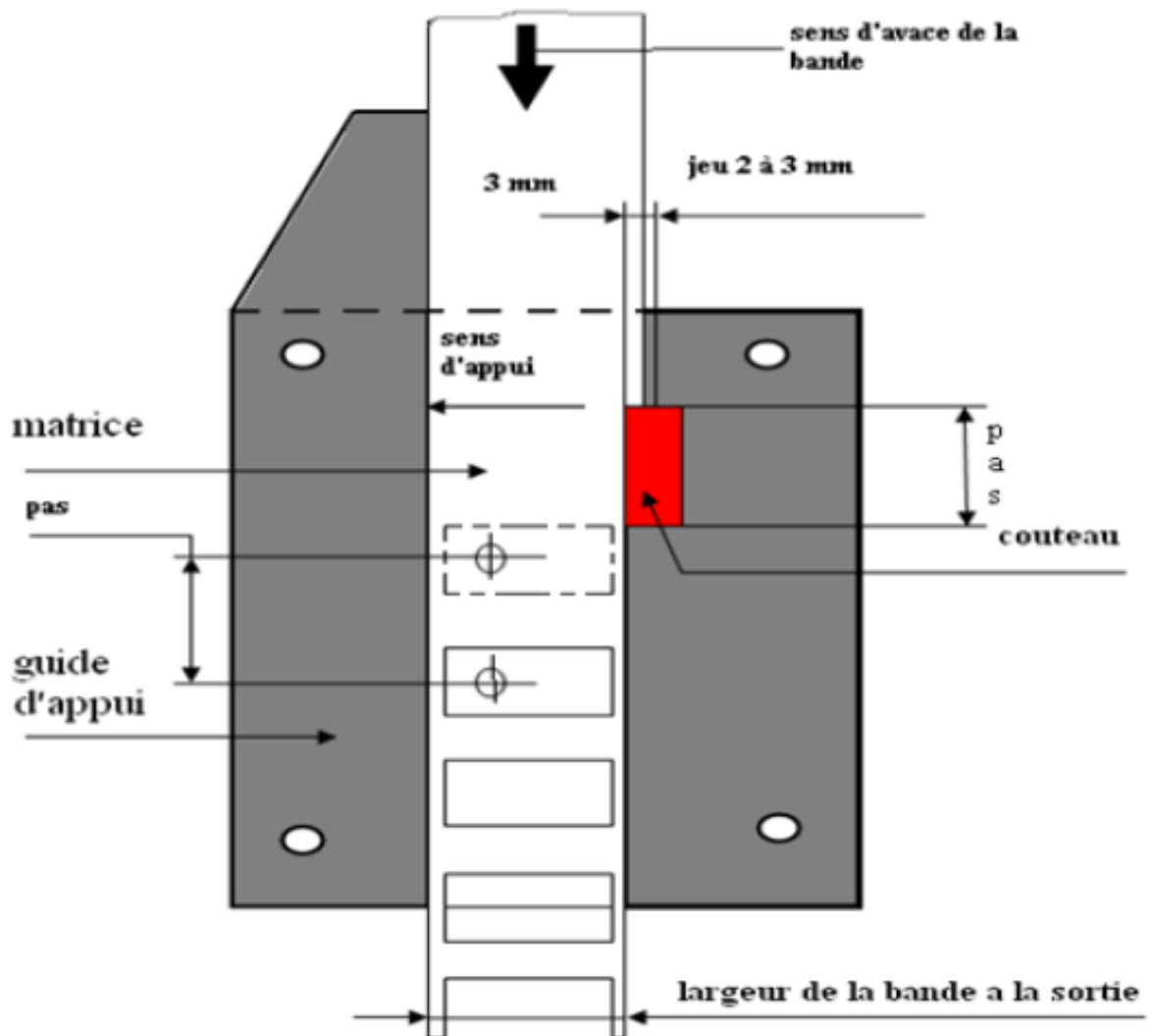


Figure II-15 : Outil à couteau

II.2.3.1.3 . Outil à presse-bande

Il est aussi appelé outil à colonne, la contre plaque est remplacée par une pièce analogue montée sur des ressorts, c'est la presse bande. Cette dernière fait maintenir la bande pendant l'opération afin d'éviter toute déformation. Le guidage de l'ensemble poinçon-matrice est assuré par deux ou quatre colonnes de guidage selon les dimensions de l'outil.

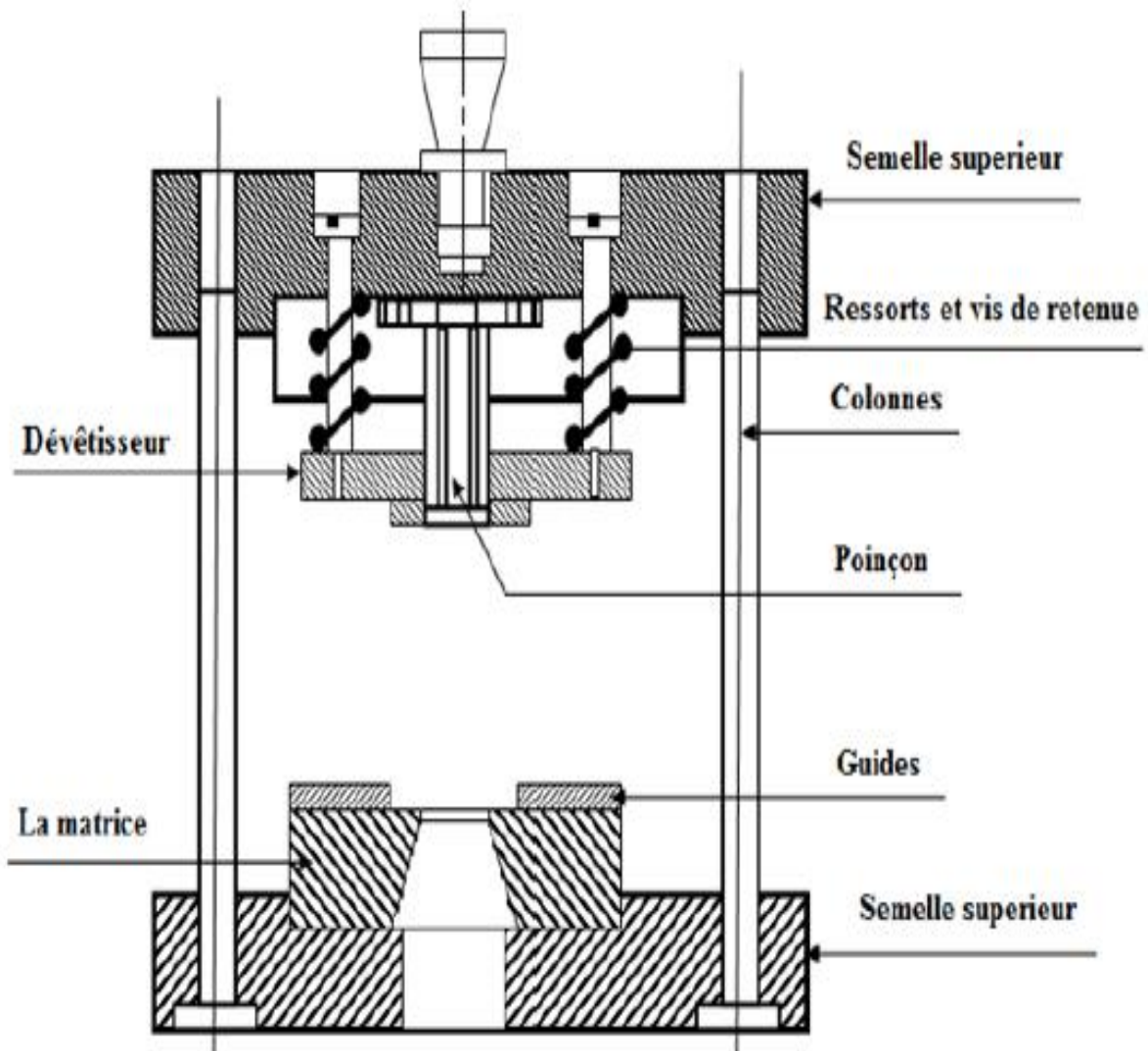
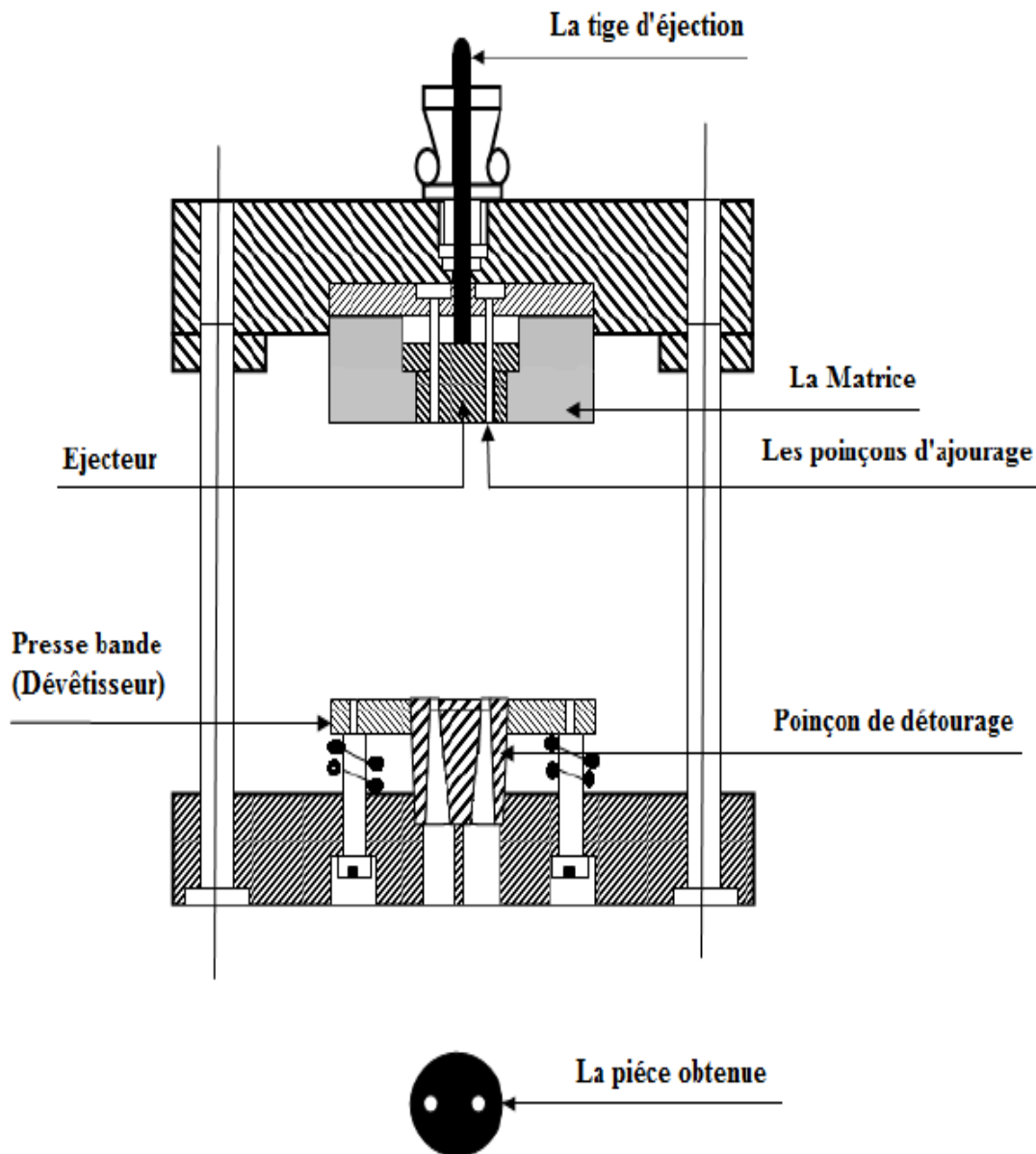


Figure II-16 : Outil à presse-bande

II.2.3.1.4 . Outil suisse

Outil à presse-bande mais inversé : le poinçon est à la partie inférieure, la matrice à la partie supérieure, appelé aussi outil bloc, qui découpe et poinçonne en un seul coup de presse. La pièce terminée reste dans la matrice et elle est extraite en haut de course par un éjecteur.

**Figure II-17 : Outil suisse**

II.2.3.1.5 . Outil de reprise

Cet outil est utilisé pour poinçonner des flans déjà découpés. Il est monté sur des presses à commande manuelle. Le flan est mis en position dans un drageoir qui est constitué de diverses façons :

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

Il peut être à contre plaque ou bien à presse bande selon l'épaisseur de la tôle.

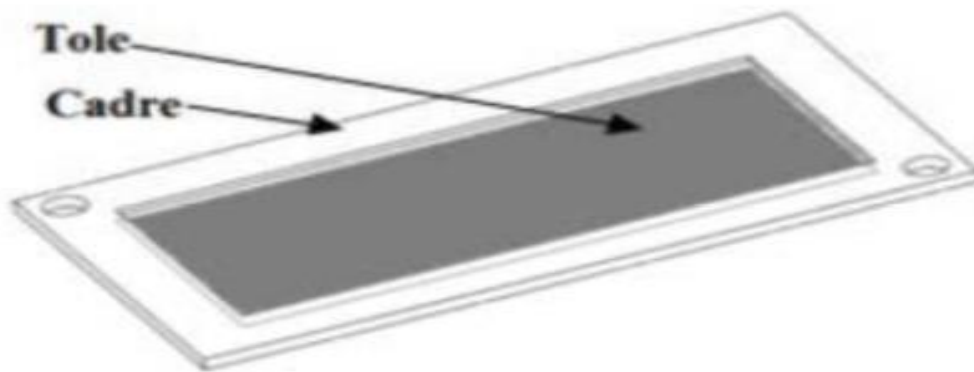


Figure II-18 : Guidage par cadre

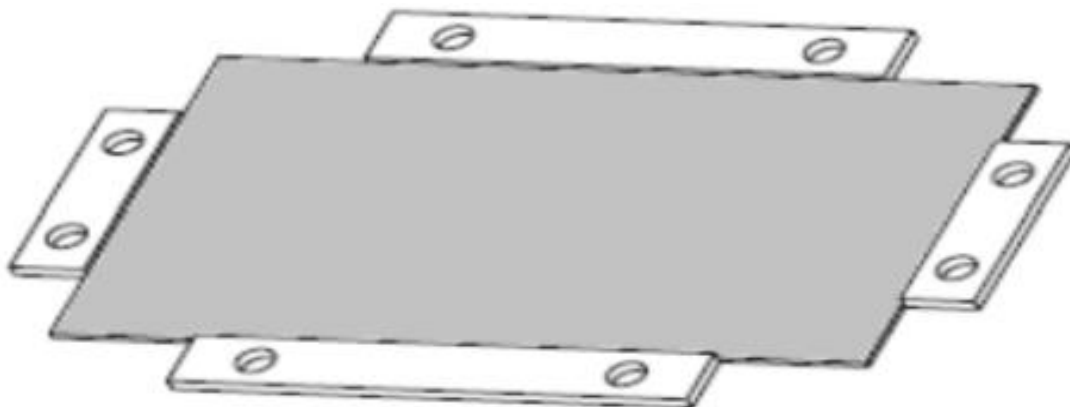


Figure II-19 : Guidage par des plaquettes de positionnement

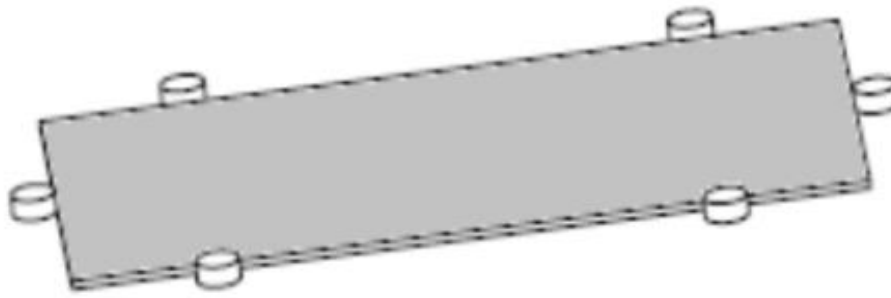


Figure II-20 : Guidage par goupilles de positionnement

II.2.3.1.6 . Outils de détourage

Après emboutissage, les pièces obtenues présentent des bords (collerettes) irréguliers donc il est nécessaire de détourer pour obtenir un bord franc.

On distingue trois types d'outil :

a) Détourage à ras

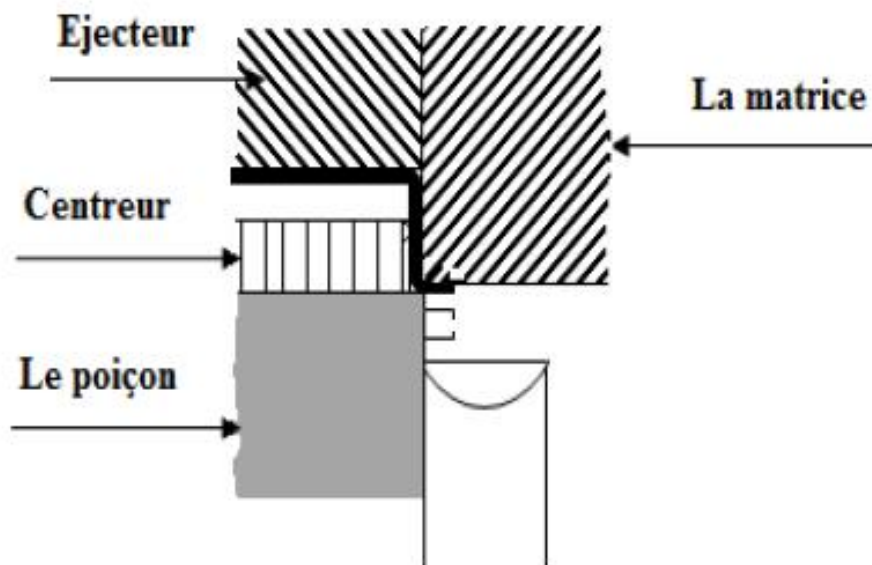


Figure II-21 : Outil de détourage à ras

b) Détourage normal :

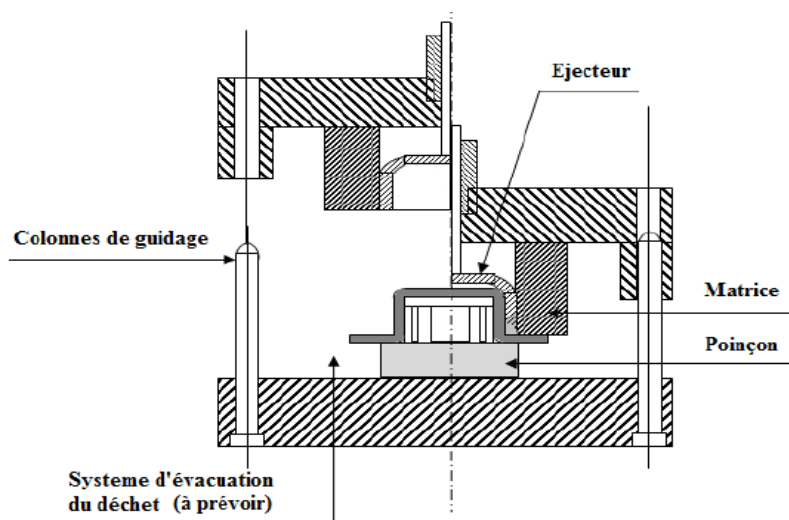


Figure II-22 : Outil de détourage normal

c) Détourage-poinçonnage :

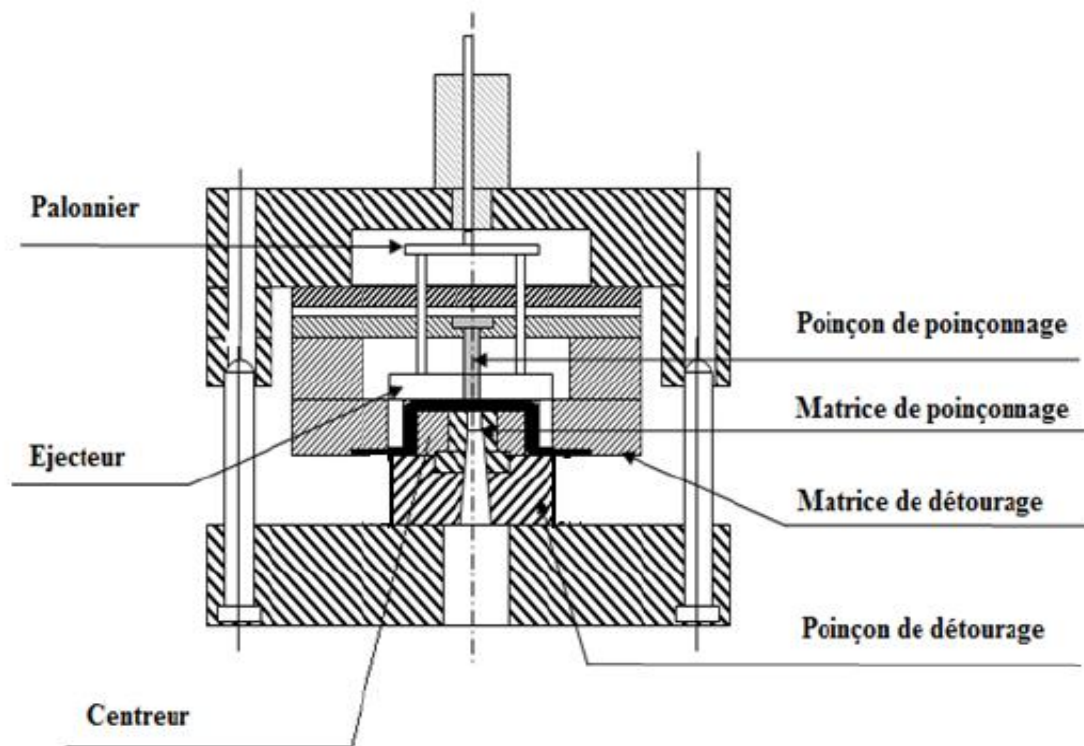


Figure II-23 : Outil de détourage-poinçonnage

II.2.3.1.7 . Outil à came

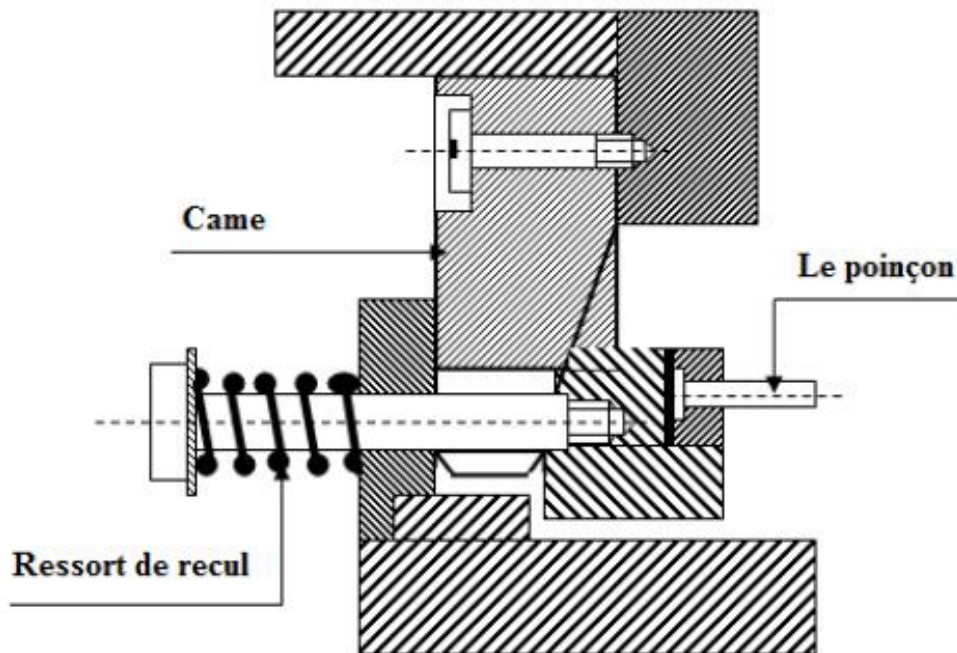


Figure II-24 : outil à came

II.2.3.2 . Outils d'emboutissage

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.2.3.2.1 . Outil 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 entraîne 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 inférieure de la matrice.

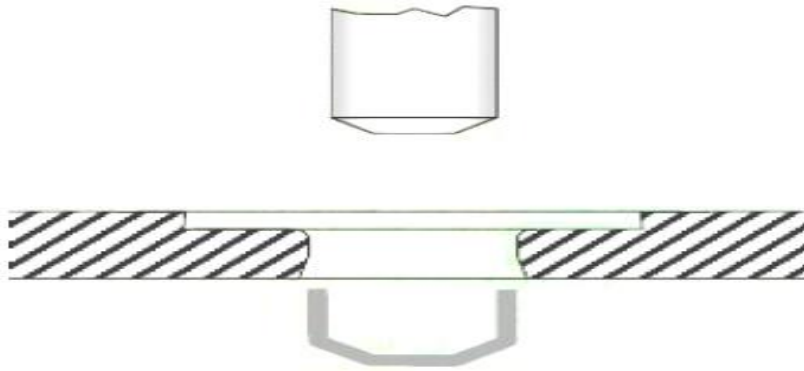


Figure II-25 : Outil d'emboutissage sans serre-flan

II.2.3.2.2 . Outil 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.

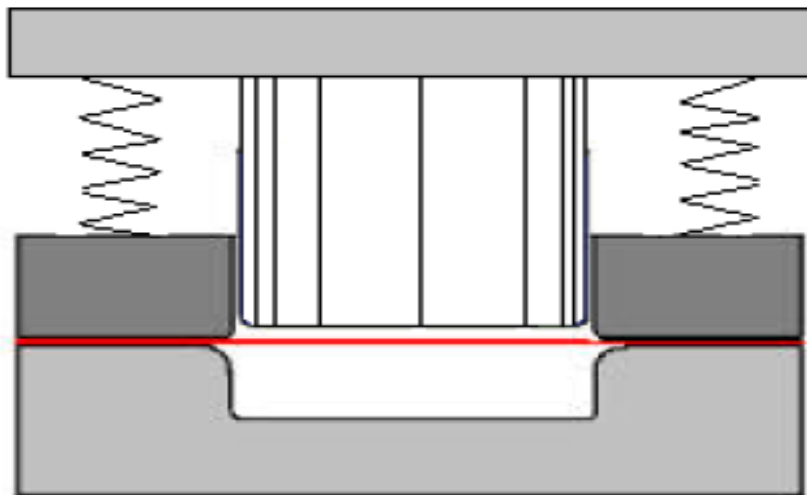


Figure II-26 : Outil à serre-flan monté sur presse à simple effet

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.

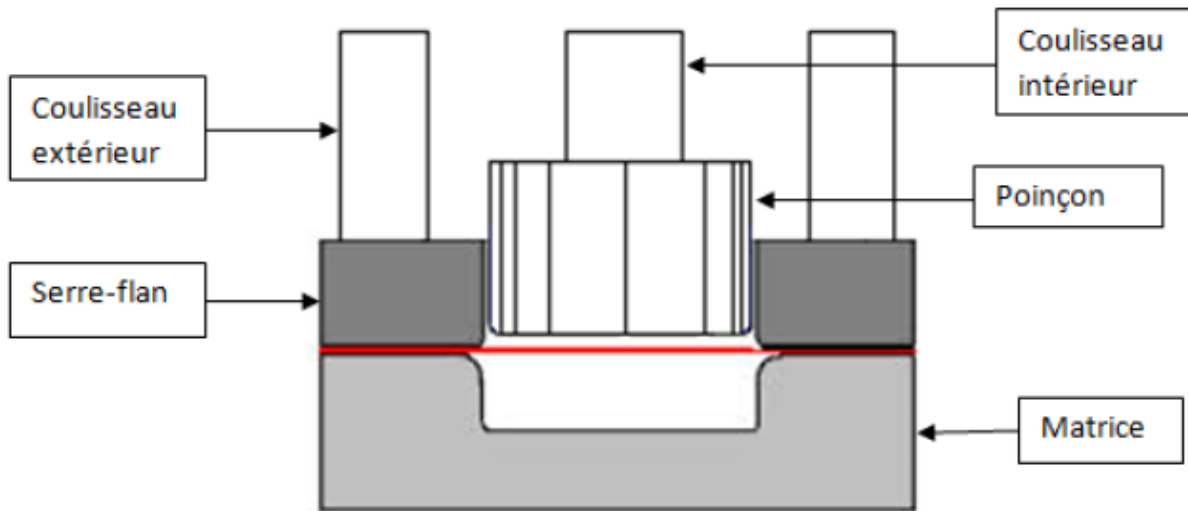


Figure II-27 : Outil à serre-flan monté sur presse à double effets

II.2.3.3 . Outil de cambrage

Les outils de cambrage sont variés à l'infini et sont déterminés par la pièce à produire. Tous les cambrages, aussi compliqués soient-ils, peuvent toujours se décomposer en opérations élémentaires qui sont : cambrage en V ou en équerre, cambrage en U et roulage.

II.2.3.3.1 . 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.

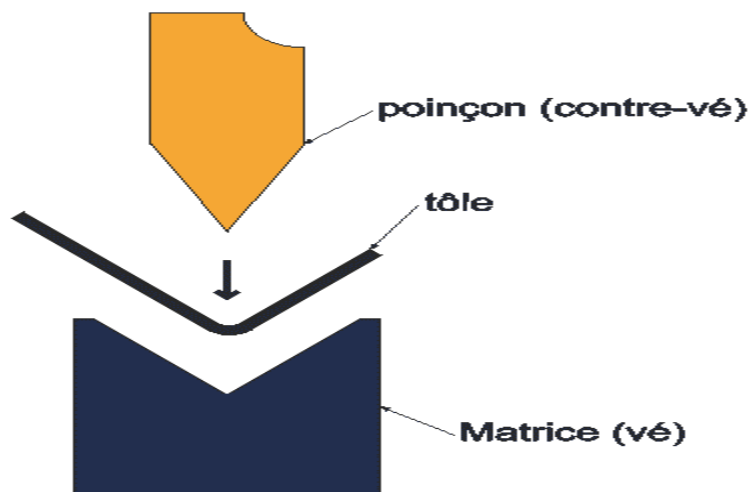


Figure II-28 : Outil de cambrage en V

II.2.3.3.2 . Outil de cambrage en U

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

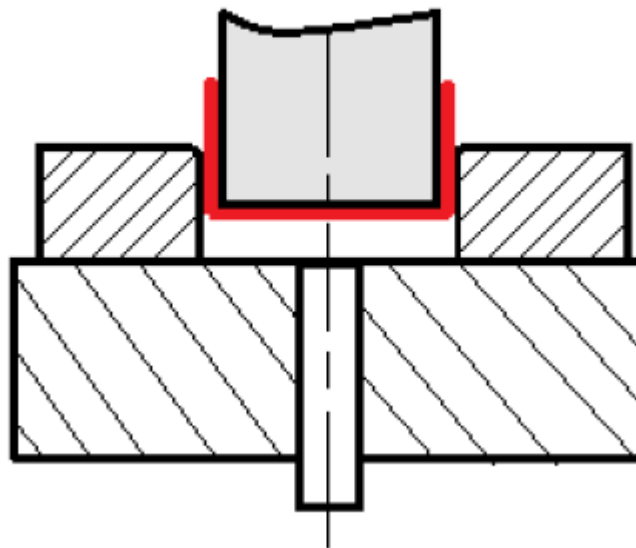


Figure II-29 : Outil de cambrage en U

II.2.3.3 . Outil de cambrage en équerre

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

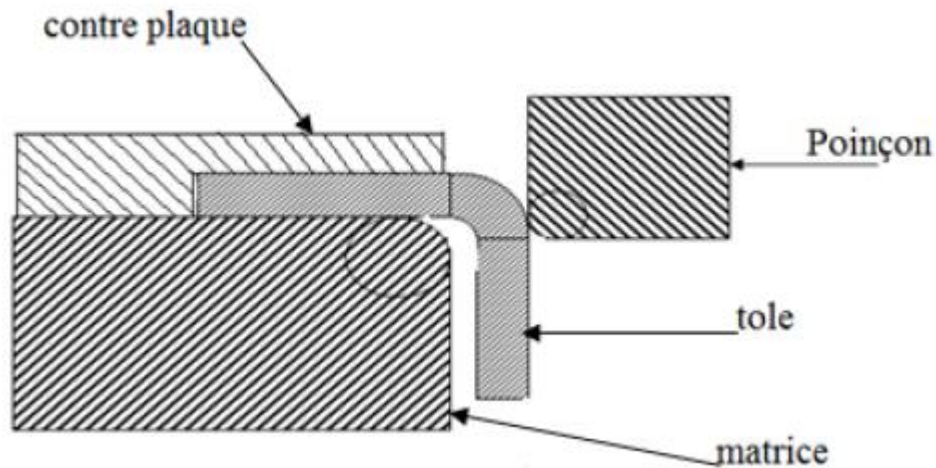


Figure II-30 : Outil de cambrage en équerre

II.2.4 . Montage des outils sur les presses

II.2.4.1 . Petites presses

a) Partie inférieure de l'outil

Le plateau des presses présente des trous taraudés, cela permet une fixation des semelles, et ça varie d'une presse à l'autre (dépend des constructeurs).

Les semelles sont fixées sur le plateau par vis ou par bridage (figure II-31).

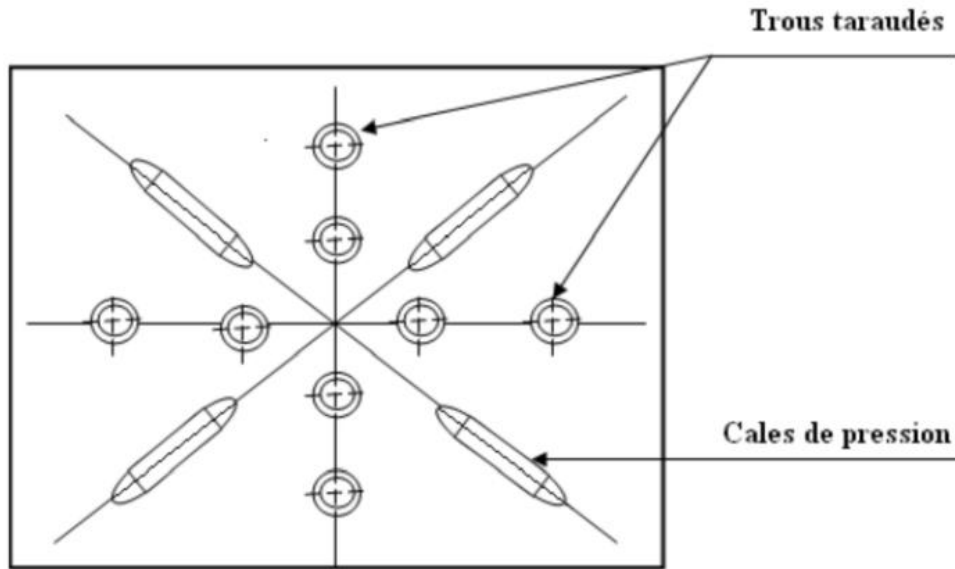


Figure II-31 : Plateau de presse

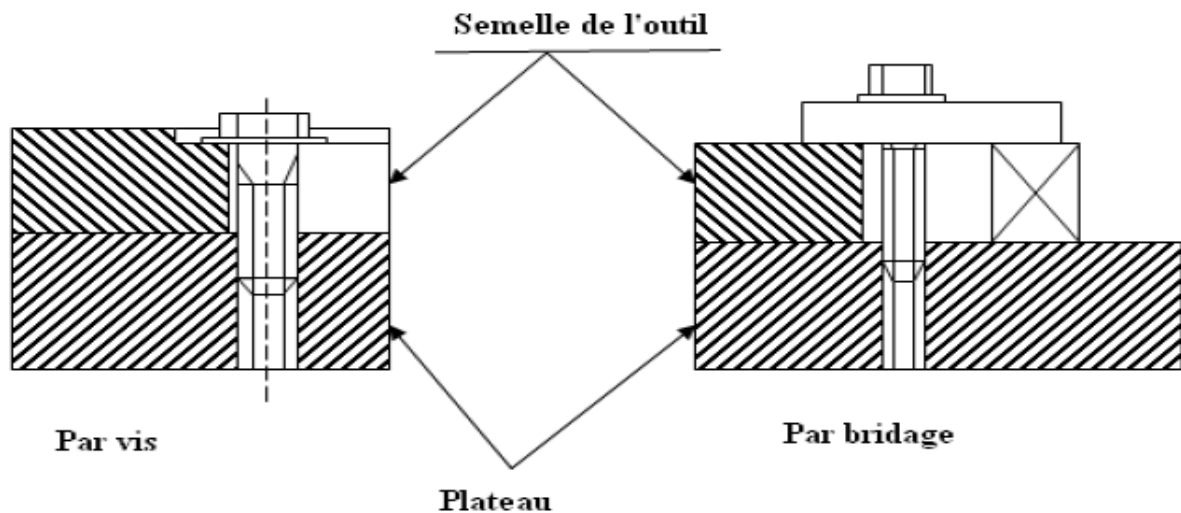


Figure II-32 : Système de fixation des semelles sur le plateau.

b) 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.

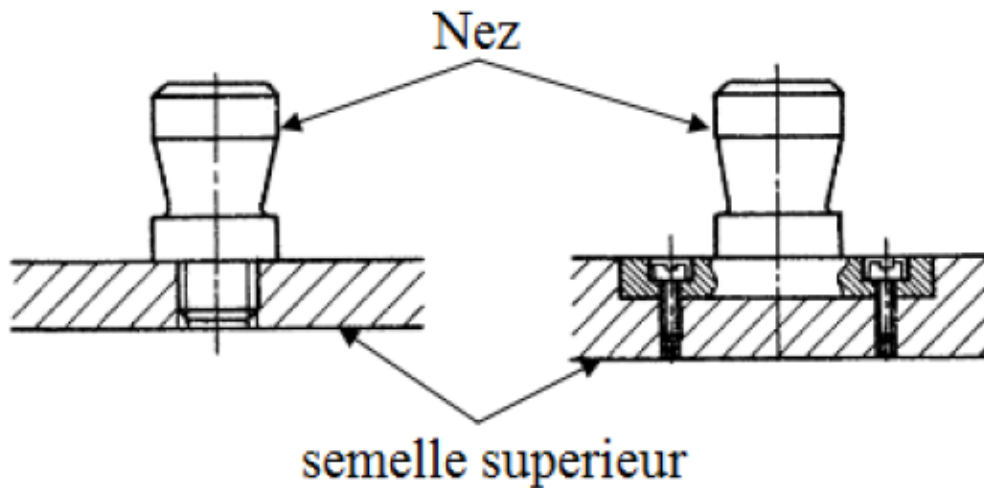


Figure II-33 : Système de fixation de la partie supérieure de l'outil.

II.2.4.2 . Grosses presses

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

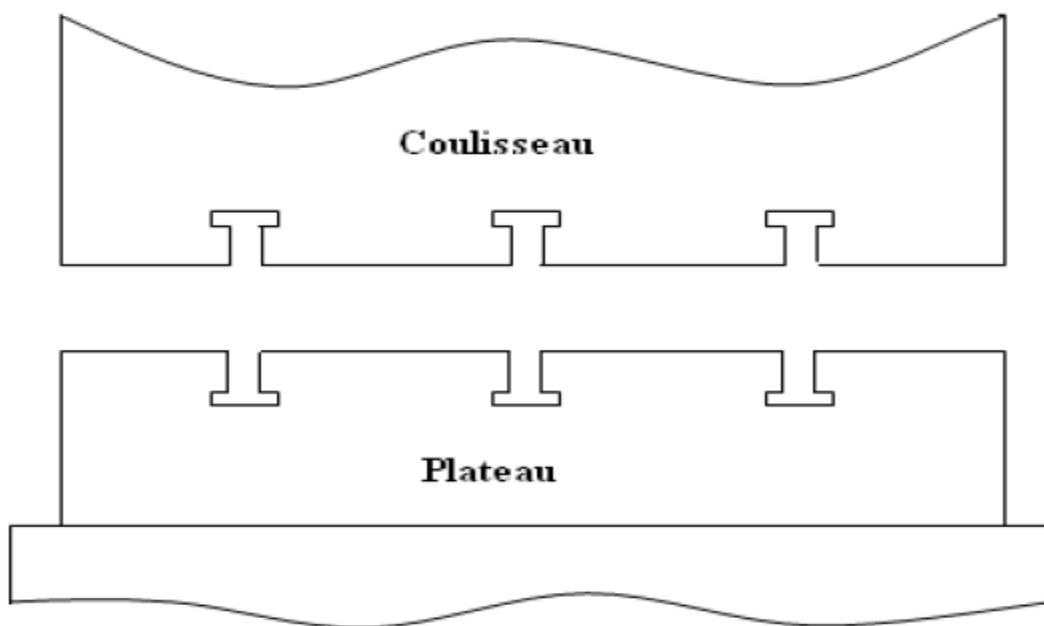
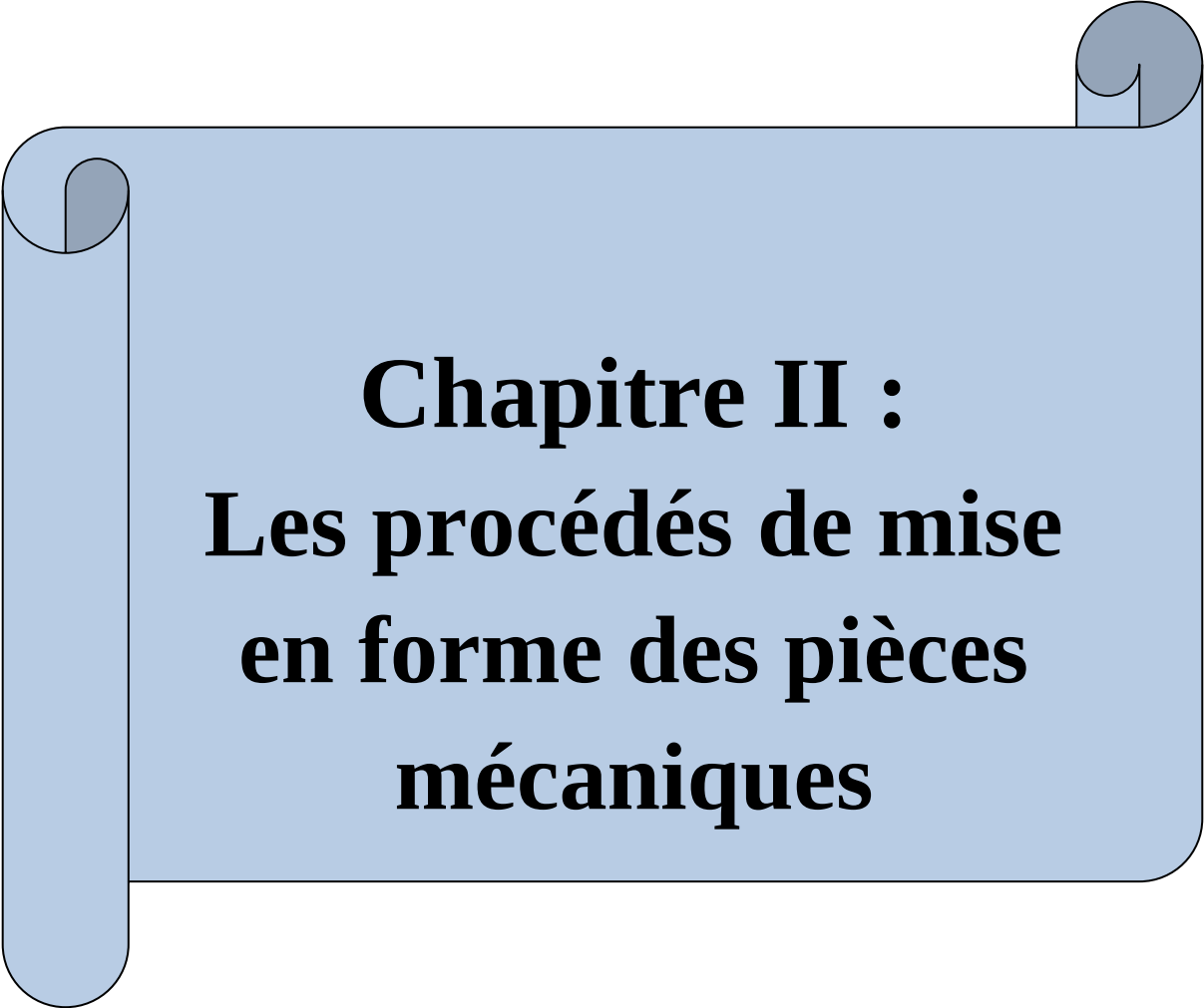


Figure II-34 : Système de fixation pour les grosses presses

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'avoir un aperçu global sur les différents types de presses, leurs principes de fonctionnement et leurs équipements, tels que les différents outils de presses, ainsi que les différents mécanismes entrants. Ce qui nous donnera des idées sur le choix de la presse à utiliser et la conception de ses outils, aussi l'amélioration des systèmes et les mécanismes montés dans ces machines.

Pour fabriquer une pièce de bonne précision, il faut un outil de bonne précision, donc l'outil est le cœur de développement d'un projet.



Chapitre II :

Les procédés de mise en forme des pièces mécaniques

III. Les procédés de mise en forme des pièces mécaniques

III.1 Introduction

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

III.2 Le découpage

III.2.1 Définition de découpage [1]

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

- Découpage, afin d'obtenir un pourtour défini selon une forme et des cotes précises ;
- Poinçonnage, afin d'ajouter une pièce (exemple : une perforation).

III.2.2 Principe [1]

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

III.2.3 Différents types de découpage [1]

a- Cisailage

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

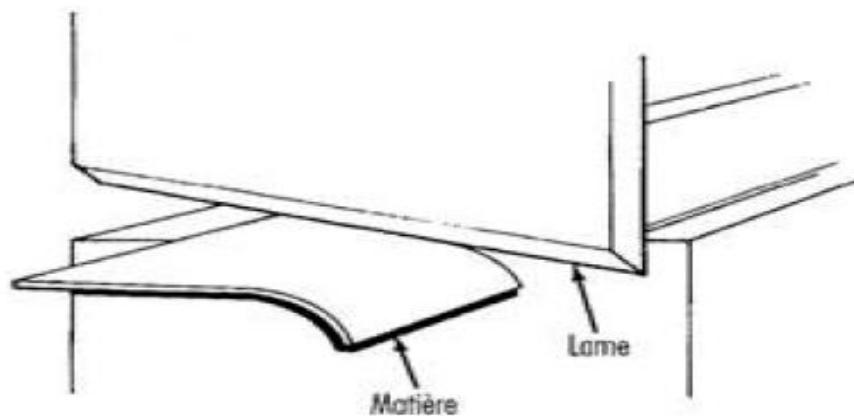


Figure III-1: cisailage

b- Encochage

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

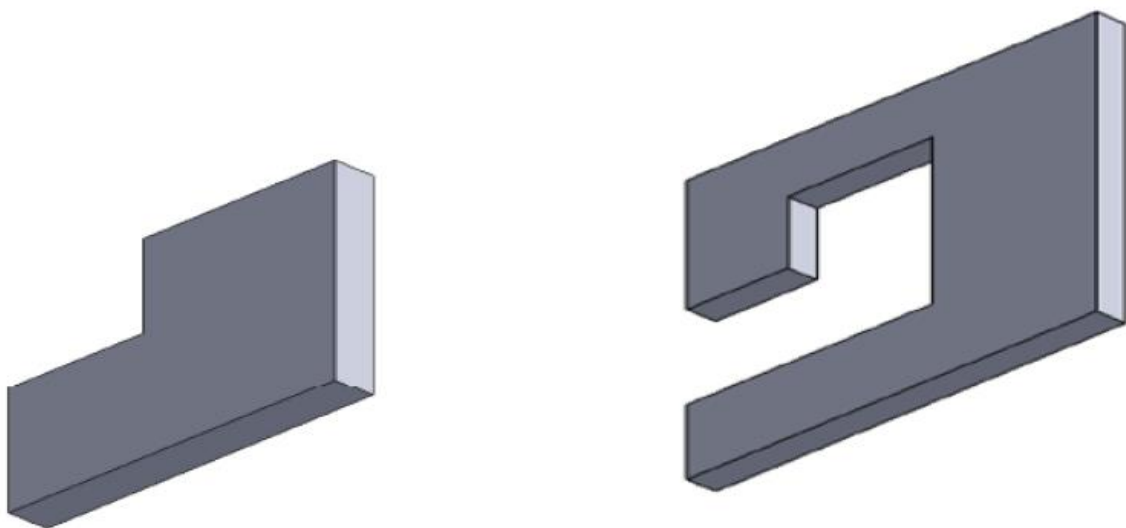


Figure III-2 : encochage

c- Crevage

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

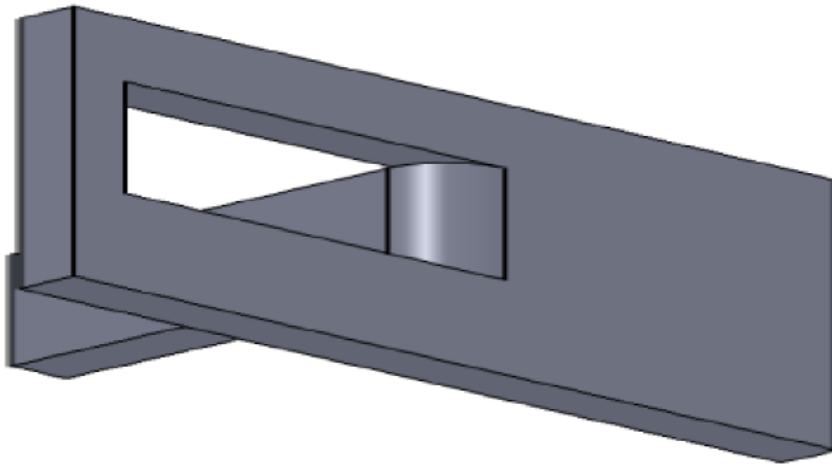


Figure III-3 : crevage

d- Détourage

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

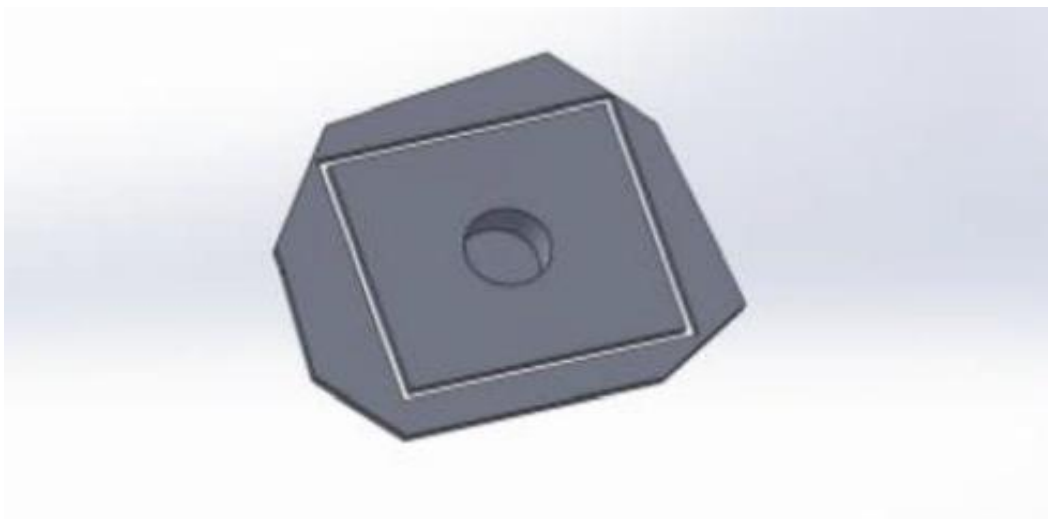


Figure III-4 : détourage

III.3 Le poinçonnage [1]

III.3.1 Définition

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.

Il s'exécute soit à la main, pour des travaux unitaires et peu précis, à l'aide de petit poinçon manuel, soit à la machine pour les travaux de grandes séries et de bonne précision dimensionnelle. Un serre-flan est utilisé pour éviter la formation des plis dus au déplacement radial de la tôle.

III.3.2 Le principe

Un poinçon est une matrice remplaçant des lames de la cisaille, tandis que le mécanisme de la rupture reste le même. L'effort nécessaire au poinçonnage reste le même sauf que la longueur de découpe dans le cisailage est remplacée par le périmètre de découpe dans le poinçonnage qui est dans la plupart des cas un contour fermé. Les contraintes F_2 , diamétralement opposées dans le cas de poinçonnage, provoquent une augmentation de diamètre de l'ajoure (périmètre qui reste sur la tôle) et une diminution de celui du débouchure ou du flan (périmètre de déchet pour un débouchure ou celui de la pièce pour un flan). Le découpage terminé, l'élasticité de métal crée l'effort inverse, freinant la tôle sur le poinçon et coinçant le débouchure dans la matrice, d'où :

- La nécessité d'un devétisseur pour maintenir la tôle plaquée pendant le dégagement de poinçon.
- Une hauteur h de diamètre constant limitée sur la matrice suivie d'une dépouille d'environ 3° .
- L'effort F_3 créé sur le devétisseur est approximativement égal à : $-F_3 = 7\% F$ en pleine tôle.
 - $F_3 = 2\% F$ si la distance de découpe au bord de la tôle est inférieure à $3e$.

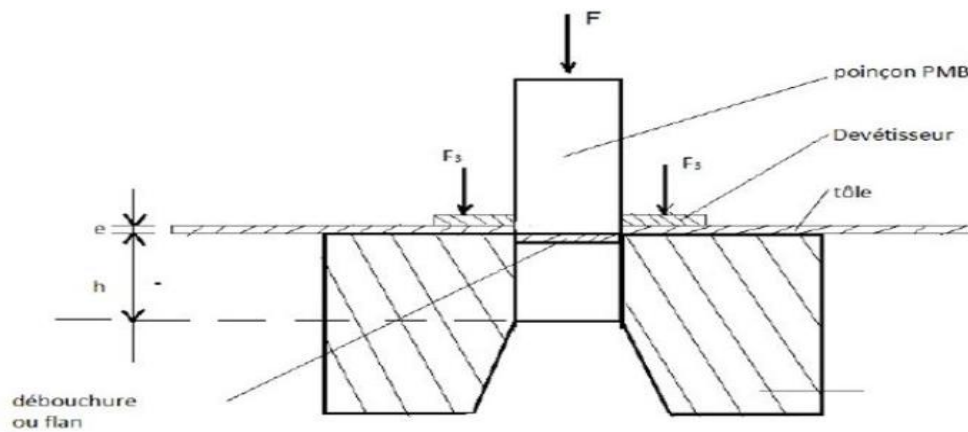


Figure III-5 : Outillage avec devétisseur

III.3.3 Phases 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. **L'impact** : Provoque un gonflement dans la surface de la pièce.
2. **Pénétration** : Fibres superficielles coupées et Fibres internes en extension.
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.
4. **Séparation** : Rupture par extension des fibres.
5. **Fin de course** : L'enfoncement du déboucheur et du poinçon dans la matrice, le débouchure s'enfonce vers le cœur de la pièce puis se retire lentement.
6. **Le retrait** : En fin de course, le poinçon recule en surmontant la friction qui est due au serrage de la pièce qui l'entrouvre (débouchure).

III.3.4 Les composants essentiels d'une matrice et d'un poinçon

III.3.4.1 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.

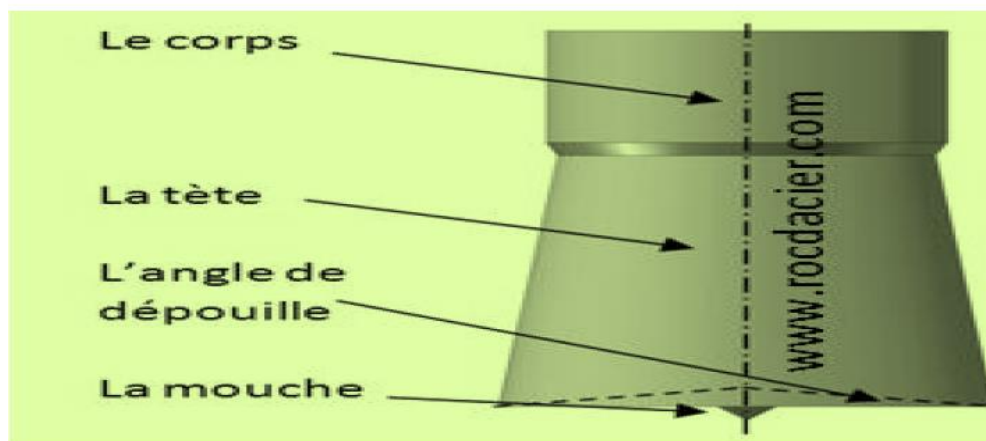


Figure III-6 : Le poinçon et ses composants

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

$$L \leq \sqrt{\frac{EI}{F}}$$

Avec : E : module d'élasticité en (N/mm²).

I : le moment quadratique de la section en (mm⁴).

F : effort de découpage en (N).

III.3.4.2 La matrice

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



Figure III-7 : matrice.

III.3.4.3 Jeu poinçon-matrice

Tout comme en cisailage, un jeu est nécessaire entre les arrêtes des outils. Ce jeu démunie les efforts de poinçonnage de la zone poinçonnée. Ce jeu de poinçonnage sera proportionnel à l'épaisseur poinçonnée et dépendra de la résistance du métal, il permet également de garantir une coupe nette et franche.

Donc :

$$2j = D-d$$

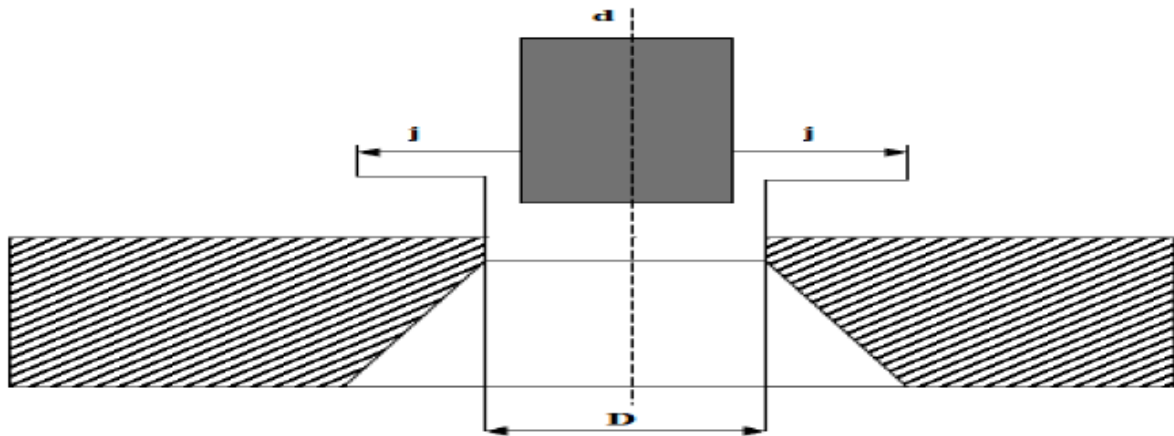


Figure III-8 : le jeu entre le poinçon et la matrice

Le jeu entre le poinçon et la matrice

Tels que :

j : jeu (mm)

D : diamètre de la matrice (mm)

d : diamètre du poinçon (mm)

III.3.5 Effort de poinçonnage

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

$$F_p = R_C \times e \times P \times K$$

Tels que :

F_p : effort de poinçonnage (daN)

P : périmètre du poinçon (mm) ;

e : épaisseur de tôle (mm) ;

R_C : résistance du matériau au cisaillement (daN/mm²).

K : coefficient d'ajustement de la formule de calcul, il varie de 0.5 à 1 selon la nature de matériau découpé.

III.3.5.1 Contraintes sur les poinçons

Lors de la descente du poinçon avec un effort opposé à la bonde de tôle, il est sollicité à l'effort de compression qui se calcul comme suite.

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

Avec :

σ_{comp} : Effort de compression (N/mm²).

F : Effort de poinçonnage (Mpa).

S : Section du poinçon (mm²).

La condition de résistance du poinçon à la compression est

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

Avec :

R_e : La limite élastique du poinçon en (Mpa).

Il faut aussi prendre en considération lorsque on a des poinçons ayant des petites sections ou bien une grande longueur, le phénomène de flambement peut être provoqué à partir de la contrainte de compression, pour cela on utilise la formule de flambement suivante :

$$P_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{l^2}$$

Pcr: Charge critique du flambement.

E : Module d'élasticité ou module de Yong (**210000N/mm²**)

I : Moment d'inertie. (mm⁴)

l : Longueur libre de flambement.

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

$$F < p_{cr}$$

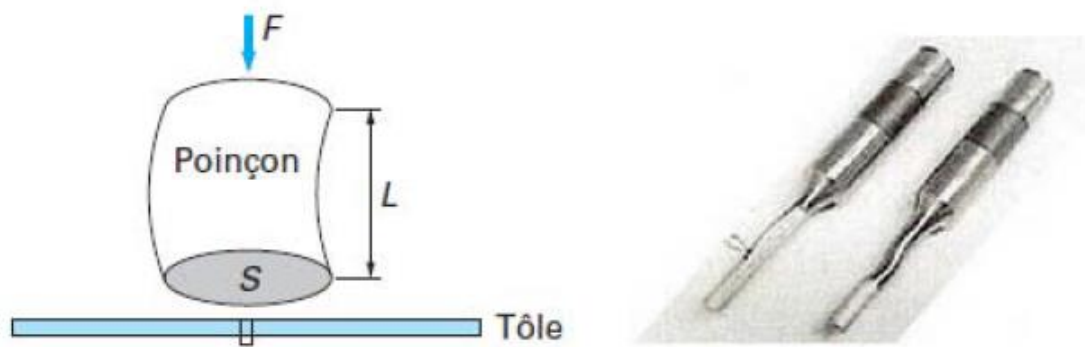


Figure III-9 : L'état d'un flambement du poinçon de découpage.

III.3.6 Influence des paramètres de l'opération de découpage [3]

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

- Jeu entre le poinçon et la matrice (jeu de découpage),
- Paramètres liés au réglage de l'outil et de la presse,
- Paramètres liés à l'usure de l'outil.

III.3.6.1 Le jeu de découpage

D'une manière générale, le jeu de découpage est défini comme étant l'espace qui sépare le poinçon de la matrice. Parmi les paramètres importants de l'opération de découpage, le jeu

occupe une place majeure. Pour un découpage, le jeu est à prendre sur le poinçon. Pour le poinçonnage, le jeu est à prendre sur la matrice. Donc, pour un bon fonctionnement de l'outil, il est nécessaire d'assurer un jeu fonctionnel entre la matrice et le poinçon. Il réduit le risque de grippage ou de rupture de la matrice. Il permet également de garantir une coupe nette et franche.

La valeur du jeu s'évalue en fonction de l'épaisseur de la bande de tôle (de façon à ce que les deux amorces de ruptures se rejoignent parfaitement).

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

III.3.6.2 Paramètres liés au réglage de l'outil

Les principaux paramètres qui influent sur le réglage de l'outil, permettant une opération de découpage réussite, sont comme suite :

- **Le serre-flan :**

Le serre-flan plaque la tôle sur la matrice pendant l'opération de découpage. Il diffère du devétisseur fixe sur lequel la tôle ne vient en butée qu'à la remontée du poinçon. Il offre une meilleure précision de la géométrie du découpage et une réduction de l'usure de l'outil.

- Le serre-flan permet d'empêcher une flexion de la tôle créée lors du découpage, et d'assurer ainsi, une meilleure planéité de la pièce.

- La déformation du bord du trou peut accroître la pression qu'exerce celui-ci sur les flans du poinçon et accélérer ainsi l'usure de l'outil. Bien qu'un serre-flan ait été utilisé, on constate une déformation du bord du trou qui n'apparaissait pas à chaque coup de presse.

Cette déformation est liée à un défaut d'appui du serre-flan.

- **Pénétration du poinçon dans la matrice :**

La pénétration du poinçon dans la matrice est choisie généralement comme égale à l'épaisseur de la tôle. Dans certains cas, cette valeur est plus réduite et peut même être nulle. L'intérêt d'avoir une pénétration importante est grâce à un meilleur maintien de la débouchure en matrice, et d'éviter les problèmes de remontée de celle-ci en cours de fabrication.

En revanche, les inconvénients sont les suivants :

- la cadence de la presse sera plus réduite car une partie plus importante du cycle de la presse sera consommée par la poussée de la débouchure.
- la maintenance de l'outil sera plus importante. En effet, la hauteur d'usure du poinçon (longueur frottée le long du bord découpé) sera accrue, nécessitant des opérations de réaffûtage plus profondes et des changements de poinçon plus fréquents.

- **Vitesse de découpage :**

Des études ont montrés que l'effort maximal de découpage diminue, et la hauteur de la zone cisailée augmente lorsque la vitesse de découpage augmente, selon la cadence de la presse. Cette vitesse n'est pas seulement dépendante de la cadence de la presse, mais ainsi, elle est en relation avec les réglages de course, et de la distance de travail que fait la presse.

La vitesse s'exprime habituellement en millimètre par seconde (mm/s) et correspond à la vitesse de pénétration du poinçon dans la tôle.

III.3.6.3 Paramètres liés à l'usure de l'outil

a) - **Lubrification :**

La cinétique d'usure des poinçons est fortement conditionnée par la nature et la quantité de lubrifiants employés lors de la découpe. La lubrification des outils, bien que l'on cherche à la réduire fortement actuellement, voir à l'éliminer pour des raisons économiques (réduction ou suppression du dégraissage des pièces), est d'autant plus importante dans le procédé de découpage que les contraintes exercées par la tôle sur les flancs de l'outil sont élevées. Son action reste donc essentielle pour accroître la durée de vie de l'outil.

b) - **Matériaux à outil :**

Du fait des très fortes contraintes appliquées aux outils de découpage, les matériaux utilisés pour fabriquer les poinçons et les matrices sont choisis parmi les plus résistants à l'usure. Généralement, ceux sont des aciers à outil.

III.3.7 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 coûts d'outillages, de découper de grandes formes, et d'utiliser des outils simples et peu onéreux.

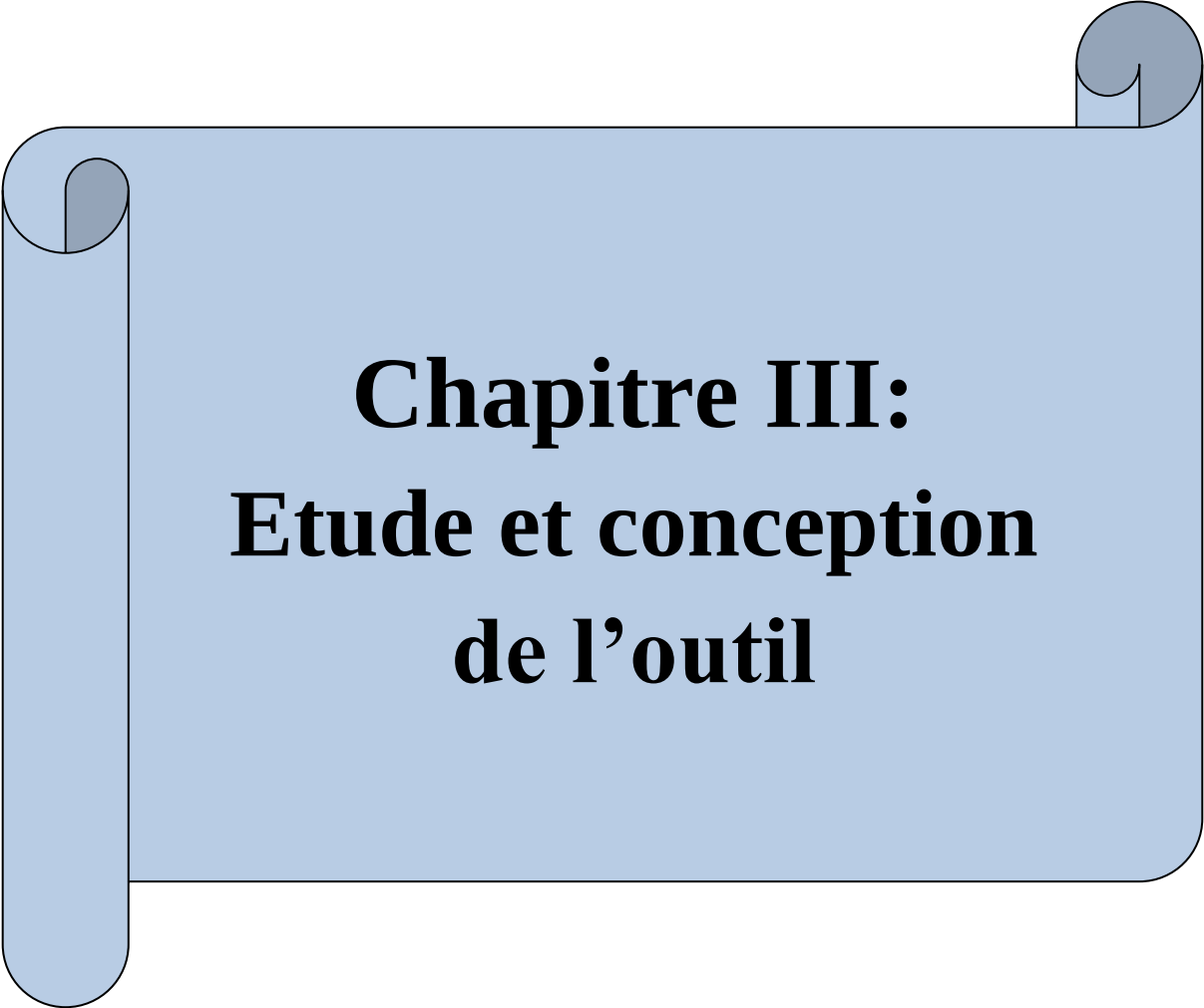
- **Inconvénients du poinçonnage :**

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

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents procédés de mise en forme des métaux en feuilles entrant dans la fabrication de notre pièce; soient le poinçonnage et le découpage.

Dans le prochain chapitre, nous présenterons une étude et une conception de l'outil de poinçonnage et de détournage.



Chapitre III:

Etude et conception de l'outil

IV. Etude et conception de l'outil

IV.1 Introduction

IV.2 Cahier des charges

La pièce à réaliser est « le panneau latéral cote carcasse d'une cuisinière ENIEM » dont les caractéristiques sont présentées au dessin de définition de la pièce. Le cahier des charges est fourni par l'entreprise et présenté ci-après.

IV.2.1 Caractéristiques [5]

IV.2.1.1 Compositions chimiques du matériau

Tableau IV-1 : compositions chimiques du matériau

Compositions chimiques en % (max) sur coulée			
C	Mn	P	S
0.08	0.5	0.03	0.05

IV.2.1.2 Caractéristiques mécaniques du matériau

Tableau IV-2 : caractéristiques mécaniques du matériau

Re (N/mm ²)	Rm (N/mm ²)	A80(%)	r 90	n 90
140-220	270-340	36	1.6	0.17

IV.2.1.3 Aspect de la surface

- L'aspect de surface MB (Surfaces nues, métalliquement pures, Pores, rayures et stries admissibles dans une très légère mesure si cela n'affecte pas l'aspect lisse et uniforme de la surface).
- Finition RL (Normale).

IV.2.1.4 Aptitude au revêtement de surface

Les pièces après transformation recevront une couche de masse et une couche de couverture (galvanisée).

IV.3 Calcul des efforts

IV.3.1 Calcul d'effort de découpage

Pour calculer cet effort, on doit appliquer la formule suivante :

$$F = R_c \times e \times p$$

R_c (daN / mm²) : Résistance au cisaillement.

e (mm) : épaisseur de la tôle

p (mm) : périmètre

IV.3.2 Calcul d'effort de coupe fourni par le poinçon

$$F_1 = R_c \times e \times p_1$$

Avec : $p_1 = \pi \times R_1$

AN:

$$P_1 = 3.14 \times 4 = 12.56 \text{ mm}$$

$$F_1 = 12.56 \times 0.6 \times 29.6$$

$$F_1 = 223.06 \text{ daN}$$

F_{tp} est l'effort fourni par tous les poinçons :

$$F_{tp} = 4 \times F_1$$

$$F_{tp} = 4 \times 223.06$$

$$F_{tp} = 892.26 \text{ daN}$$

IV.3.3 Calcul d'effort de détournage (F_{det})

$$F_{det} = R_c * e * P_p$$

Avec : P_p : périmètre de la pièce (par SolidWorks)

$$P_p = 2128.4 \text{ mm}$$

$$F_{det} = 2128.4 * 0.6 * 29.6$$

$$F_{det} = 37800.38 \text{ daN}$$

Pour l'effort total (F_t) :

$$F_t = F_p + F_{det}$$

$$F_t = 892.26 + 37800.38$$

$$F_t = 38692.64 \text{ daN}$$

IV.3.4 Calcul d'effort du serre flan

Le rôle de serre flan est d'empêcher le soulèvement de la pièce lors de découpage. En exerçant un effort sur le métal, cet effort ne doit pas être très faible, son action serait inefficace et n'empêcherait pas le glissement de la plaque ou trop élevé, son effort peut provoquer une rupture de la pièce. Il a pour but aussi de dégager les poinçons de la feuille après découpage et poinçonnage. L'effort de serre flan (F_s) varie entre 2 à 7 % de l'effort de découpage (F_t) selon la bande entourant le poinçon, soit :

- 7% de l'effort quand la chute est plus grande de deux ou trois fois que l'épaisseur de la tôle.
- 5% de l'effort quand la chute est moyenne par rapport à l'épaisseur de la tôle.
- 2% de l'effort quand la chute est faible.

$$F_s = F_t * 0.07$$

$$F_s = 38692.64 \cdot 0.07$$

$$F_s = 2708.48 \text{ daN}$$

IV.4 Choix du nombre de silent-bloc à utiliser

L'encombrement nous définit le nombre de silent-bloc à utiliser, ils doivent :

- Etre déposés à proximité des poinçons.
- Réaliser un équilibre de serre flan (devétisseur).

En tenant compte de l'encombrement de l'outil et de la pièce, le choix du nombre de silent-bloc à utiliser est de dix (10) :

On a :

$$F = \frac{F_s}{N}$$

Avec :

F : l'effort d'un silent-bloc

F_s : l'effort d'un serre flan

N : le nombre de silent-bloc

$$F = \frac{2708.45}{10}$$

$$F = 270.84 \text{ daN}$$

D'après le tableau normalisé des silent-blocs on a choisi un silent-bloc ayant les caractéristiques suivantes :

Da = diamètre extérieur = 32 mm

Di = diamètre intérieur = 10 mm

Lo = longueur libre = 40 mm

S = course = 14 mm

Db = diamètre extérieur après compression = 42 mm

IV.5 Le choix de la presse

Pour le choix de la presse il faut tenir compte de :

- L'effort nécessaire pour l'obtention d'une pièce finie (supérieure à Ft).
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieure à la hauteur de l'outil fermé.
- Les dimensions de la table et du coulisseau suffisamment supérieure à celles de l'outil (la longueur et la largeur).
- La disponibilité des presses en ce qui concerne l'entreprise (parc machines).
- La nature des opérations à réaliser. Pour notre cas, il s'agit simplement de poinçonnage et détournage.

A partir de ces caractéristiques, la presse choisie est de type 31 B, 200 tonnes.

IV.6 Spécifications techniques de la presse (31 B)

Tableau IV-3 : Caractéristiques techniques de la presse obtenu d'un catalogue de l'ENIEM

N° de modèle	31 B
Capacité fixe de pression	200 tonnes
Course fixe de coulisseau	315 mm
Hauteur outil fermé	725 mm
Dimensions de la table	1850 x1250 mm
Dimensions de coulisseau	1750 x 1250 mm

IV.7 Description de l'outil

Notre étude consiste à concevoir un outil qui a pour but de réaliser une carcasse d'une cuisinière. Pour cela il faut chercher une meilleure solution plus économique et plus rapide.

L'outil conçu est un outil de poinçonnage et de détournage monté sur une presse mécanique (T31B).

IV.8 Les éléments constituant l'outil

L'outil conçu se compose de deux parties :

a) Partie supérieure :

- Semelle supérieure
- Serre flan
- Porte poinçons et lames
- Poinçons
- Lames supérieures
- Silent- bloc
- Embases supérieures

b) Partie inférieure :

- Semelle inférieure
- Tasseaux
- Matrice et porte lames
- Embases inférieurs
- Colonnes de guidage
- Lames inférieures

IV.9 Détails de l'outil

Après la description de l'outil de détournage et poinçonnage, nous allons étudier en détail ses éléments constitutifs :

a) **Semelle supérieure :**

C'est une plaque en acier C15, assure une liaison entre le porte poinçon et les embases et sert aussi de lien avec le nez de la presse.

b) **Serre-flan :**

Le serre-flan a deux rôles à remplir ; guider les poinçons et les centrer par rapport à la matrice et il assure le décrochage de la bande lors de la remontée des poinçons. Il est exécuté en XC18.

c) **Porte poinçons :**

Il sert à fixer et guider les différents poinçons dans leur travail et aussi supporter le serre-flan, il est exécuté en XC48.

d) **Poinçons :**

Ce sont des éléments qui travaillent le plus au sein de l'outil, ils sont exécutés en Z200C12.

e) **Lames supérieures et lames inférieures :**

Les lames inférieures sont emmanchées sur la matrice par contre les lames supérieures sont fixées sur le porte poinçon. À la fermeture de l'outil, les lames supérieures et les lames inférieures assurent le détournage de la pièce pour l'obtenir à l'état fini, elles sont exécutées en Z200C12.

f) **Silent-blocs :**

Ils sont en polyuréthane à base de polyéther. Ils sont choisis suivant leurs dimensions et leur force de pousser, ils sont caractérisés comme suite :

Da= diamètre extérieur

Di= diamètre intérieur

Lo= longueur libre

F= course

Pn= force de poussée

Db= diamètre après compression

g) Embases supérieures et inférieures :

C'est des éléments qui assurent le guidage entre la semelle supérieure et la semelle inférieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage. Ils sont exécutés en Bronze.

h) Semelle inférieure :

C'est une plaque sur laquelle la matrice est ajustée, son épaisseur doit être suffisante pour résister surtout à l'effort de détournage. Elle est exécutée en C15.

i) Tasseaux :

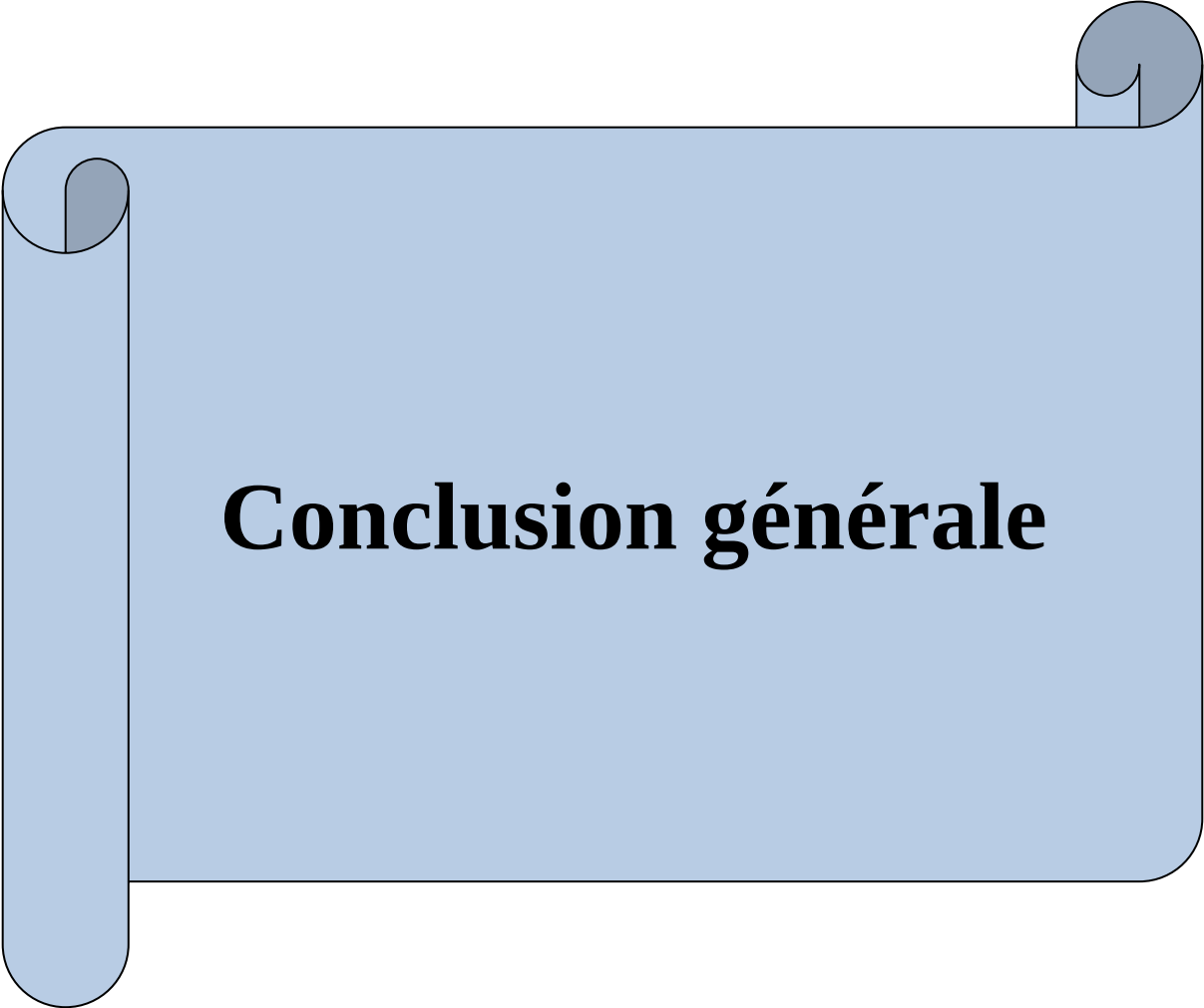
Sont des éléments qui assurent la fixation de l'outil à la presse. Ils sont exécutés en C15.

j) Colonnes de guidage :

Elles coulisent dans les embases supérieures avec glissement et sont emmanchés sur les embases inférieures. Elles sont exécutées en 42CDN.

k) Les matrices :

Elles doivent résister aux différents efforts tels que le découpage et le poinçonnage, et doivent être suffisamment épaisses pour supporter l'effort de serre-flan et éviter les déformations. Elles sont exécutées en XC48.



Conclusion générale

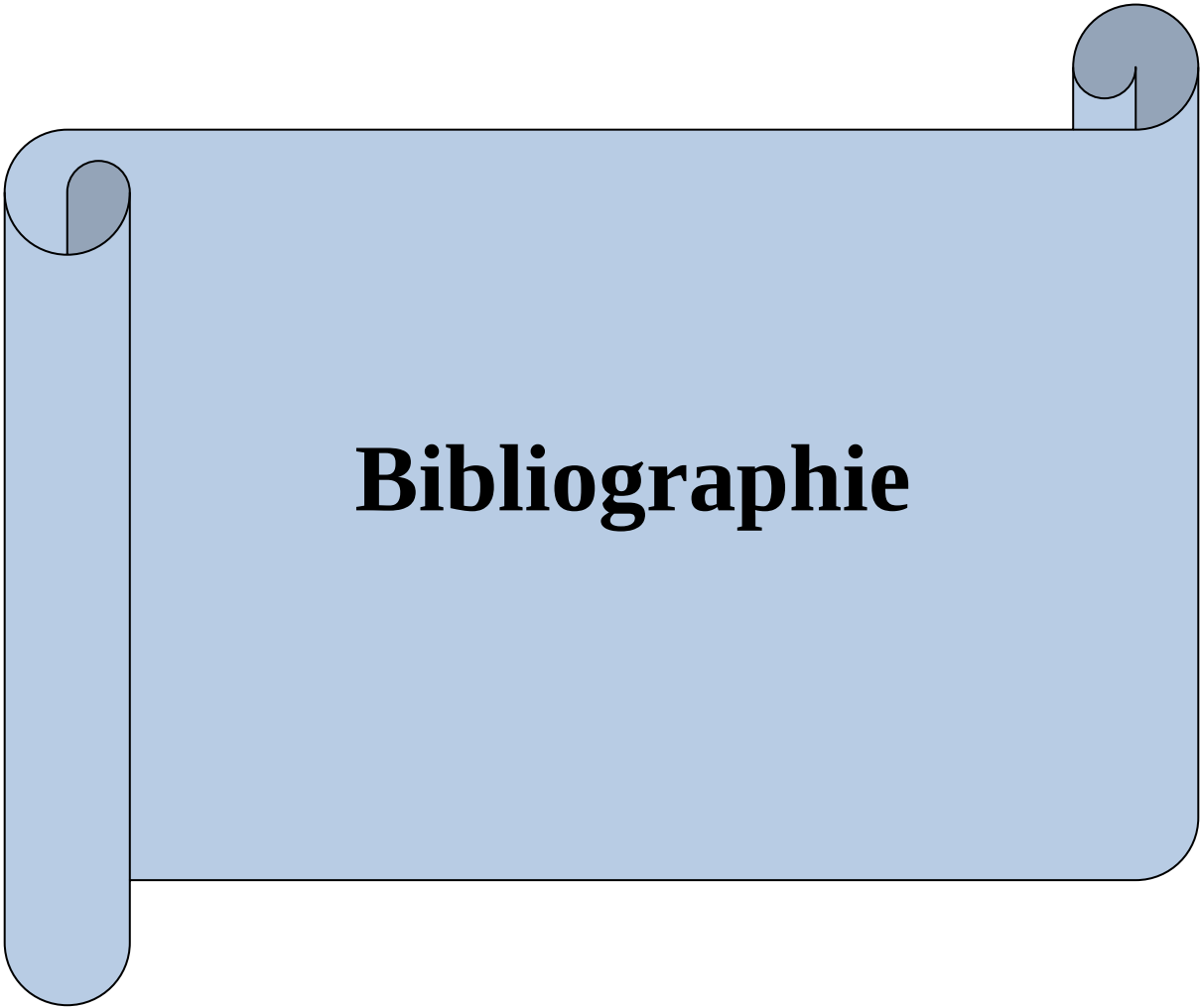
Conclusion générale

L'élaboration de ce travail nous a permis d'approfondir les connaissances et le savoir-faire acquis durant les années de notre formation à l'UMMTO, et de préparer notre intégration à la vie professionnelle et de nous situer sur le marché de l'industrie.

Cette étude nous a offert la chance de réaliser la conception en utilisant l'outil informatique avancé (logiciel SolidWorks) qui nous a permis d'avoir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents composants de l'outil.

Cette conception est une solution parmi tant d'autres. Notre choix devait répondre au cahier des charges et faciliter la réalisation du produit en tenant compte de la qualité à moindre coût.

Malgré nos efforts pour mener à bien cette étude, ce travail constitue une contribution de plus dans le domaine, par conséquent, il reste ouvert aux critiques et à la proposition allant dans le sens de son amélioration.



Bibliographie

Bibliographie

- [1] BELHOCINE Zohra < < **Etude et conception d'un outil de détournage et poinçonnage d'une pièce (autonettoyant) pour la cuisinière ENIEM** > >, UMMTO 2015.
- [2] SAAD Toufik < < **Etude et conception d'un outil à suivre à bande** > >, mémoire de master II en fabrication mécanique, UMMTO 2014.
- [3] HADDADOU Younes < < **Etude et conception d'un outil à bande pour la réalisation d'une rondelle de fixation de la vitre intérieure du four de la cuisinière ENIEM** > >, UMMTO (2015/2016).
- [4] R. QUARTREMER << **Déformation plastique des tôles** > >, édition DELAGRAVE 1981.
- [5] Documents ENIEM